

Sabrina Mieko Viana

**RIQUEZA E DISTRIBUIÇÃO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS NO RIO
MONJOLINHO E TRIBUTÁRIOS (SÃO CARLOS, SP) E ANÁLISE DE SUA
RELAÇÃO COM AS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof^a. Dra. Arnola Cecília Rietzler

São Carlos

2005

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

Os Arroios

Os arroios são rios guris...
Vão pulando e cantando dentre as pedras.
Fazem borbulhas d'água no caminho: bonito!
Dão vau aos burricos,
às belas morenas,
curiosos das pernas das belas morenas.
E às vezes vão tão devagar
que conhecem o cheiro e a cor das flores
que se debruçam sobre eles nos matos que atravessam
e onde parece quererem sestar.
Às vezes uma asa branca roça-os, súbita emoção
como a nossa se recebêssemos o miraculoso encontrão
de um Anjo...
Mas nem nós nem os rios sabemos nada disso.
Os rios tresandam óleo e alcatrão
e refletem, em vez de estrelas,
os letreiros das firmas que transportam utilidades.
Que pena me dão os arroios,
os inocentes arroios...

Mário Quintana - Baú de Espantos

Agradecimentos

Há um ditado budista que diz: “As folhas e as flores que caem, jamais retornam aos seus galhos”. Nada pode ser mais verdadeiro pra descrever como eu me sinto neste momento, o quanto meu modo de pensar e a percepção com relação ao mundo mudou tanto em tão pouco tempo. Eu olho pra trás, até o ano em que vim para esta cidade cursar Ciências Biológicas, e às vezes me pego surpresa em ver como tudo foi intenso nestes poucos anos, e como a vida segue seu rumo nos modificando a cada pequeno ato, sem que nós nos demos conta disso, até o dia em que acordamos e percebemos o quanto a vida tem a nos oferecer, e o quanto nos contemos com o medo do que desconhecemos! Só hoje ao ler um trecho de um conto de Richard Bach, que sabiamente diz: “O mundo é como é, porque nós queremos que ele seja assim. Só quando a nossa vontade muda, é que o mundo muda. Seja o que for que pedirmos, conseguimos”, e me dei conta do óbvio: nós somos aquilo que queremos ser. Se tivermos medo de tentar, seremos pra sempre o reflexo de nossos medos.

Aqui agradeço as seguintes pessoas e instituições:

A Profa. Dra. Arnola Cecília Rietzler pela orientação.

Ao Prof. Dr. Evaldo L. Gaeta Espíndola, a Profa. Dra. Odete Rocha e a Profa. Dra. Maria Inês Salgueiro, pelas sugestões, oportunidades oferecidas, auxílio e cujo apoio foi imprescindível para a viabilização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Marcelo Luis Martins Pompêo e a Profa. Dra. Maria Bernadete Varesche, que aceitaram prontamente o convite para participação na banca de defesa.

A Msc. Kátia Sendra Tavares e a Carla Polaz pelas valiosas informações concedidas e apoio;

As companheiras “Monjoletes”, (a incansável) Carol, Aline, Andréa (a cumadi, obrigado pela paciência!), Renata e Bia não só pelo auxílio nas coletas e rotinas de laboratório, mas também pela participação nos momentos mais insólitos (uns divertidos e outros nem tanto), pela companhia, pela força, companheirismo, paciência e amizade.

A talentosíssima Janete Brigante, que além de ser uma competente profissional, é uma ótima fotógrafa, e auxiliou neste trabalho com a sua prestatividade!!!

Aos amigos Sandro, Renatinha Takenaka, Márcia, Wilma, Ricardo, Fernanda, José Valdecir, Paulino, Gracinha, Ariane, Daniel, Luci Zanata, Felipe, Domingos, Alessandro e todos aqueles com quem convivi nestes anos no CRHEA;

Aos funcionários do CRHEA, especialmente os técnicos Amândio, Marcelo e Luci pelo grande auxílio em laboratório e nas saídas a campo, a secretária Claudete, o Wellington e a bibliotecária Mara.

Ao Prof. Dr. Eduardo Mário Mendiondo e ao técnico José Rogério Faria, reponsáveis pela Estação climatológica do CRHEA, que nos cederam os dados metereológicos.

A família (principalmente o clã nipônico), cujo apoio foi decisivo na continuidade dos meus estudos; sem o apoio de todos, principalmente da mãezona, com certeza, eu não teria ido tão longe! Também agradeço ao meu pai, que de um jeito ou de outro, tem lá o seu modo muito particular de demonstrar seu carinho pelos filhos (a você dôo a minha compreensão);

A todos os amigos novos, velhos, reais e virtuais que não me deixaram enlouquecer nestes quase 2 anos e meio, sintam-se todos inclusos neste agradecimento;

Enfim, agradecimentos a todos aqueles que de alguma forma colaboraram com este trabalho, diretamente ou indiretamente...

Ao Thiago, que acompanhou (e me agüentou), nos bons, nos maus e principalmente nos péssimos momentos de aperto, stress e extremo mau humor nos momentos finais deste trabalho.

Ao CNPq pela cessão da bolsa de mestrado (Processo n° 131376/2004-7) e a FAPESP pelo auxílio através do projeto do Rio Monjolinho (Processo n° 2002/10494-6).

Sumário

Resumo.....	IX
Abstract	X
1. Introdução Geral.....	1
2. Área de Estudo	3
2.1- Caracterização geral da área de estudo	3
2.2 Estudos realizados na Bacia do rio Monjolinho.....	7
3. Objetivos	11
4. Capítulo 1. Caracterização física e química da água e dos sedimentos da bacia do rio Monjolinho e tributários.....	12
4.1 Introdução	12
4.2. Materiais e Métodos.....	13
4.2.1. Variáveis físicas e químicas da água e dos sedimentos	13
4.2.2. Medidas de Vazão ou Descarga	16
4.2.3. Precipitação pluviométrica e temperatura do ar.....	17
4.2.4. Análise Estatística	18
4.3. Resultados e Discussão	18
4.3.1. Precipitação pluviométrica e Temperatura do Ar	18
4.3.2. Vazão.....	20
4.3.3. Variáveis Físicas e Químicas da água.....	22
4.3.3.1. Temperatura	22
4.3.3.2. Potencial Hidrogeniônico (pH)	24
4.3.3.3. Condutividade	25
4.3.3.4. Turbidez	27
4.3.3.5. Oxigênio Dissolvido	28
4.3.3.6. Material em suspensão	30
4.3.3.7. Compostos fosfatados na água.....	32
4.3.3.8. Compostos nitrogenados na água.....	37
4.3.3.9. Íons: Cloreto, Sulfeto e Sulfato.....	40
4.3.3.10. Enquadramento dos dados limnológicos na Legislação	43
4.3.3.11. Análise estatística das variáveis físicas e químicas.....	45
4.3.4. Caracterização física e química dos sedimentos	49
4.3.4.1. Teor de matéria orgânica no sedimento	49
4.3.4.2. Teor de nitrogênio total no sedimento	50
4.3.4.3. Fósforo total no sedimento.....	51
4.3.4.4. Granulometria	52
4.4. Conclusão.....	54
5. Capítulo 2. Levantamento e distribuição de macrófitas aquáticas ao longo do rio Monjolinho.....	56
5.1. Introdução	56
5.2. Materiais e Métodos.....	58
5.3. Resultados e Discussão	69
5.3.1. Levantamento de espécies de macrófitas aquáticas no rio Monjolinho.....	69
5.3.2. Distribuição das espécies de macrófitas aquáticas e agrupamento	74
5.4 Conclusões	78

6. Capítulo 3. Relação entre as macrófitas aquáticas e variáveis físicas e químicas na bacia do rio Monjolinho	80
6.1. Introdução	80
6.2. Materiais e Métodos	81
6.3. Resultados e Discussão	84
6.4 Conclusões	96
7. Considerações Finais.....	98
8. Referências Bibliográficas	101
Anexos	115
Anexo 1 – Tabelas.....	115
Anexo 2 – Figuras	127

Tabelas

Tabela 1 - Localização geográfica e descrição dos pontos de amostragem de água e sedimentos.....	15
Tabela 2 - Variáveis físicas e químicas da água analisadas e respectivas referências metodológicas.	16
Tabela 3 -Análises físicas e químicas realizadas com as amostras de sedimento e respectivas referências metodológicas.	16
Tabela 4 – Valores das variáveis analisadas no período chuvoso (janeiro 2004) para os pontos amostrados na bacia do rio Monjolinho	46
Tabela 5 – Valores das variáveis analisadas no período de estiagem (julho 2004) para os pontos amostrados na bacia do rio Monjolinho	47
Tabela 6 – Localização georreferenciada, descrição e fotos dos pontos de coleta onde houve amostragem no mês de julho de 2004	61
Tabela 7 – Espécies de macrófitas aquáticas encontradas nos trechos estudados no rio Monjolinho.....	70
Tabela 8 – Comparação da riqueza de táxons de macrófitas aquáticas registrados no rio Monjolinho (SP) e em outros sistemas de lagos e rios brasileiros.....	72
Tabela 9 – Espécies de macrófitas encontradas nas áreas amostradas. (*Ambas as formas foram encontradas nas áreas amostradas)	85
Tabela 10 – Variáveis limnológicas mensuradas nos pontos de amostragem: pH; Cond = Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); Turb = Turbidez (UNT); OD = oxigênio dissolvido na água ($\text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$); Temp = temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$); PTD = fosfato total dissolvido ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$); PI = fosfato inorgânico ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$); PT = fósforo total ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), NO_2 = nitrato ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$); NH_4 = íon amônio ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), NO_3 = nitrito ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$); NT = nitrogênio total ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$); Vaz = vazão ($\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$); Veloc = velocidade da correnteza ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) e Prof = profundidade (m).....	86
Tabela 11 – Porcentagem de matéria orgânica(MO) e de nitrogênio total(NT) no sedimento e concentração de fósforo total (PT) no sedimento ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), coletados em trechos do rio Monjolinho e afluentes em janeiro e julho de 2004.....	93
Tabela 12 - Granulometria do sedimento, referente as amostras coletadas em trechos do rio Monjolinho e afluentes em janeiro e julho de 2004. (PMF - pedregulho muito fino; AG - areia grossa; AM - areia média, AF - areia fina, S+A - Silte + Argila).93	
Tabela 13 – Precipitação pluviométrica no período de 01 de janeiro de 2004 até 20 de dezembro de 2004	116
Tabela 14 – Valores de pH, condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), turbidez (UNT), oxigênio dissolvido($\text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), íons cloreto, sulfeto e sulfato ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$), PTD (fosfato total dissolvido) ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), PI (fosfato inorgânico) ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), PT (fósforo total) ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), NO_2 (Nitrito) ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), NO_3 (nitrato) ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), NH_4^+ (íon amônio) ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e NT (nitrogênio total) ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), material em suspensão total (MST) ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$), Material em suspensão orgânico (MSO) ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$), material em suspensão inorgânico (MSI) ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$), vazão ($\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$), teor de matéria orgânica (%), nitrogênio (%) e concentração de fósforo ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) coletadas no rio Monjolinho e alguns de seus afluentes nos meses de janeiro de 2004.....	117
Tabela 15 - Valores de pH, condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), turbidez (UNT), oxigênio dissolvido($\text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), íons cloreto, sulfeto e sulfato ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$), PTD (fosfato total dissolvido) ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), PI (fosfato inorgânico) ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), PT	

(fósforo total) ($\mu\text{g.L}^{-1}$), NO_2 (nitrito) ($\mu\text{g.L}^{-1}$), NO_3 (nitrato) ($\mu\text{g.L}^{-1}$), NH_4^+ (íon amônio) ($\mu\text{g.L}^{-1}$) e NT (nitrogênio total) ($\mu\text{g.L}^{-1}$), material em suspensão total (MST) (mg.L^{-1}), material em suspensão orgânico (MSO) (mg.L^{-1}), material em suspensão inorgânico (MSI) (mg.L^{-1}), vazão ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$), Teor de matéria orgânica no sedimento (%), nitrogênio total no sedimento(%) e concentração de fósforo no sedimento ($\mu\text{g.g}^{-1}$) coletados no rio Monjolinho e alguns de seus afluentes no mês de julho de 2004. + - Resultado descartado devido a erro metodológico / *

Amostra não coletada.....	118
Tabela 16 –Granulometria do sedimento referente às amostras coletadas em janeiro e julho 2004 em pontos de amostragem no rio Monjolinho e alguns de seus afluentes.	119
Tabela 17 – Meses de coleta adotados por diferentes autores para efeito de comparação	119
Tabela 18 - Comparação de valores de fosfato total ($\mu\text{g.L}^{-1}$) durante o período chuvoso encontrados na literatura para o rio Monjolinho.* = não detectado.	120
Tabela 19 - Comparação de valores de fosfato inorgânico ($\mu\text{g.L}^{-1}$) durante o período de chuvas encontrados na literatura para o rio Monjolinho.	120
Tabela 20 - Comparação de valores de fosfato total dissolvido ($\mu\text{g.L}^{-1}$) durante o período chuvoso encontrados na literatura para o rio Monjolinho.	121
Tabela 21 - Comparação de valores de nitrogênio total Kjeldhal ($\mu\text{g.L}^{-1}$) durante o período chuvoso encontrados na literatura para o rio Monjolinho. * nd = não detectado	121
Tabela 22 - Comparação de valores de amônio ($\mu\text{g.L}^{-1}$) durante o período chuvoso encontrados na literatura para o rio Monjolinho.	122
Tabela 23 - Comparação de valores de nitrito ($\mu\text{g.L}^{-1}$) durante o período chuvoso encontrados na literatura para o rio Monjolinho.	122
Tabela 24 - Comparação de valores de nitrato ($\mu\text{g.L}^{-1}$) durante o período chuvoso encontrados na literatura para o rio Monjolinho.	123
Tabela 25 – Área ocupada pelas espécies de macrófitas aquáticas em m^2 , nos pontos de amostragem no rio Monjolinho e seus afluentes.	124
Tabela 26 – Índices de Shannon (H'), Variância de H' e Riqueza de espécies de macrófitas aquáticas do rio Monjolinho e alguns de seus tributários.	125
Tabela 27 – Graus de liberdade e t calculado a partir da comparação entre os índices de Shannon (H') para as espécies de macrófitas encontradas nos pontos de amostragem no rio Monjolinho e alguns de seus tributários. * H' significativamente diferentes entre si ($t_c < t$), a um $\alpha = 0,05$	125
Tabela 28 – Espécies depositadas no herbário e seus respectivos códigos.....	126

Figuras

Figura 1 – Localização geográfica da bacia do rio Monjolinho (Espíndola., 2000).....	5
Figura 2 - Mapa da Bacia Hidrográfica do rio Monjolinho. Adaptado de Almeida (2001).	Erro! Indicador não definido.
Figura 3 - Pontos de coleta de água e sedimentos para análises físicas e químicas. Adaptado de Almeida, 2001.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 4 - Esquema da seção transversal do rio em que a soma das vazões de uma das seções resultará na vazão total da seção (Martinelli e Krusche, 2004).	17
Figura 5 – Precipitação pluviométrica (mm) e temperaturas médias (°C) de 01/01/2004 até 19/12/2004. As setas indicam os meses em que se realizaram coletas.	19
Figura 6 – Precipitação pluviométrica (mm) e temperaturas médias (°C) diárias, dos meses de janeiro de 2004 e julho de 2004. As setas indicam os dias em que se realizaram as coletas.	20
Figura 7 – Vazão ($m^3 \cdot s^{-1}$) em trechos do rio Monjolinho e alguns de seus afluentes nas amostragens de janeiro de 2004 (período chuvoso) e julho de 2004 (período de estiagem).	21
Figura 8 – Valores de temperatura da água (°C) nos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários nos meses de janeiro (período chuvoso) e julho de 2004 (período de estiagem).	23
Figura 9 – Valores de pH da água nos pontos amostrados nos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários nos meses de janeiro (período chuvoso) e julho de 2004 (período de estiagem).	24
Figura 10 – Valores de condutividade ($\mu S \cdot cm^{-1}$) da água nos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários nos meses de janeiro (período chuvoso) e julho de 2004 (período de estiagem).	27
Figura 11 – Turbidez (UNT – Unidade Nefelométrica de Turbidez).da água nos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários nos meses de janeiro (período chuvoso) e julho de 2004 (período de estiagem).....	28
Figura 12 – Valores Oxigênio Dissolvido na água ($mgO_2 \cdot L^{-1}$) nos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários nos meses de janeiro (período chuvoso) e julho de 2004 (período de estiagem).....	29
Figura 13 – Valores de material em suspensão inorgânico (MSI), orgânico (MSO) e total (MST), em $mg \cdot L^{-1}$, nos pontos de amostragem no rio Monjolinho e tributários, em janeiro de 2004.....	31
Figura 14 – Valores de material em suspensão inorgânico (MSI), orgânico (MSO) e total (MST), em $mg \cdot L^{-1}$, nos pontos de amostragem no rio Monjolinho e tributários, em julho de 2004.	31
Figura 15 – Concentrações de fósforo total, fosfato inorgânico e fosfato total dissolvido ($\mu g \cdot L^{-1}$) na água nos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários no mês de janeiro de 2004 (período chuvoso).	33
Figura 16 – Concentrações de fósforo total, fosfato inorgânico e fosfato total dissolvido ($\mu g \cdot L^{-1}$) na água nos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários no mês de julho de 2004 (período de estiagem).	33
Figura 17 – Concentrações de nitrito (NO_2), nitrato (NO_3), ion amônio e nitrogênio total ($\mu g \cdot L^{-1}$) na água dos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários no mês de janeiro de 2004 (período chuvoso).	37

Figura 18 – Concentrações de nitrito (NO ₂), nitrato (NO ₃), íon amônio e nitrogênio total (µg.L ⁻¹) na água dos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários no mês de julho de 2004 (período de estiagem).....	38
Figura 19 – Concentrações de cloreto (mg.L ⁻¹) na água dos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários nos meses de janeiro (período chuvoso) e julho de 2004 (período de estiagem).....	41
Figura 20 – Concentrações de sulfato (mg.L ⁻¹) na água dos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários nos meses de janeiro (período chuvoso) e julho de 2004 (período de estiagem).....	42
Figura 21 – Concentrações de sulfeto (mg.L ⁻¹) na água dos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários nos meses de janeiro (período chuvoso) e julho de 2004 (período de estiagem).....	43
Figura 22 – Representação gráfica da Análise Componentes Principais (PCA), para o período chuvoso (janeiro de 2004).....	46
Figura 23 – Representação gráfica da Análise Componentes Principais (PCA), para o período de estiagem (julho de 2004).....	48
Figura 24 – Teor de matéria orgânica (%) nos sedimentos amostrados no rio Monjolinho e alguns de seus tributários nos períodos chuvoso (janeiro 2004) e de estiagem (julho 2004).....	50
Figura 25 – Teor de nitrogênio nos sedimentos amostrados no rio Monjolinho e alguns de seus tributários nos períodos chuvoso (janeiro 2004) e de estiagem (julho 2004).....	51
Figura 26 – Concentração de fósforo total (µg.g ⁻¹) no sedimento amostrado no rio Monjolinho e alguns de seus afluentes.....	52
Figura 27 – Análise granulométrica das amostras de sedimento coletadas no rio Monjolinho e alguns de seus tributários durante o período chuvoso (janeiro 2004). (PMF – pedregulho muito fino; AG – areia grossa; AM – areia média, AF – areia fina, S+A – Silte + Argila).....	53
Figura 28 - Análise granulométrica das amostras de sedimento coletadas no rio Monjolinho e alguns de seus tributários durante o período de estiagem (julho 2004). (PMF – pedregulho muito fino; AG – areia grossa; AM – areia média, AF – areia fina, S+A – Silte + Argila).	53
Figura 29 - Principais grupos de macrófitas (formas biológicas): 1- anfíbias: plantas capazes de viver tanto em área alagada como fora da água; 2- emergentes: plantas enraizadas no fundo, parcialmente submersas e parcialmente fora da água; 3 – flutuantes fixas: enraizadas no fundo com caule e/ou folhas flutuantes; 4- submersas livres: não enraizadas no fundo, com caules e folhas submersas; 5 – submersas fixas: enraizadas no fundo, totalmente submersas; 6 - flutuantes livres: enraizadas no fundo, podendo ser levadas por correnteza, vento ou animais; e 7 – epífitas: instalam-se sobre outras plantas aquáticas. (adaptado de Irgang <i>et al</i> , 1984).	57
Figura 30 - Mapa mostrando os pontos de coleta para o levantamento das espécies de macrófitas aquáticas e sua distribuição no rio Monjolinho..... Erro! Indicador não definido.	
Figura 31 – Riqueza de espécies encontradas em pontos amostrados no rio Monjolinho	69
Figura 32 – Bancos densos de <i>Hedychium coronarium</i> em trecho do rio Monjolinho próximo a região da foz com rio Jacaré-Guaçu.	74
Figura 33 - <i>Pennisetum purpureum</i> dentro do canal do córrego Santa Maria Madalena	75

- Figura 34 – Dendrograma de similaridade florística entre os pontos amostrados no rio Monjolinho , utilizando como índice o coeficiente de Sorensen e agrupando os pontos amostrais pelo método de média de grupo (UPGMA). O coeficiente cofenético obtido foi de 0,8717..... 77
- Figura 35 - Pontos de amostragem para análise das relações entre as macrófitas aquáticas e as características físicas e químicas do Rio Monjolinho **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 36 - Diagrama de ordenação da CCA de janeiro/2004. Abreviaturas espécies: **Conj1** – representado por: *Xyris* sp., *Cyperus lanceolatus*, *Ageratum conyzoides*, *Pycnus decumbens*, *Rhynchanthera* sp., *Bacopa* sp., *Ludwigia leptocarpa*, *Ludwigia* sp., *Ludwigia nervosa* e *Typha dominguensis*; **Conj2** – representado por: *Fimbristylis* sp., *Alternanthera philoxeroides*, *Luziola* sp., *Paspalum repens* e *Commelina* sp.; **Echin** = *Echinodorus* sp., **Trdelon** = *Tradescantia elongata*, **Cypsp** = *Cyperus* sp., **Eleo** = *Eleocharis* sp., **Ledele** = *Ludwigia elegans* , **Brarrec** = *Brachiaria arrecta*, **Penn** = *Pennisetum purpureum* , **Polyhis** = *Polygonum hispidum* , **Polyspe** = *Polygonum ferrugineum* , **Polyhid** = *Polygonum hydropiperoides* , **Rumcr** = *Rumex crispus*, **Hetren** = *Heteranthera reniformis*, **Pontcor** = *Pontederia cordata*, **Hedcor** = *Hedichyum coronarium*..... 89
- Figura 37 - Diagrama de ordenação da CCA de julho/2004. Abreviaturas: **Conj1** – representado por: *Xyris* sp., *Typha dominguensis*, *Bacopa* sp., *Cyperus* sp., *Cyperus lanceolatus*, *Ageratum conyzoides*, *Pycnus decumbens*, *Rhynchanthera* sp., *Ludwigia* sp. e *Ludwigia nervosa*, **Conj2** - *Alternanthera philoxeroides*, *Mayaca* sp., *Luziola* sp. e *Paspalum repens* , **Echin** = *Echinodorus* sp., **Trdelon** = *Tradescantia elongata*, **Comm** = *Commelina* sp., **Eleo** = *Eleocharis* sp., **Ludlept** = *Ludwigia leptocarpa*, **Ledele** = *Ludwigia elegans* , **Brarrec** = *Brachiaria arrecta*, **Penn** = *Pennisetum purpureum*, **Polyspe** = *Polygonum ferrugineum* , **Polyhid** = *Polygonum hydropiperoides* , **Rumcr** = *Rumex crispus*, **Hetren** = *Heteranthera reniformis*, **Pontcord** = *Pontederia cordata* , **Hedcor** = *Hedichyum coronarium* 90
- Figura 38 – Local próximo ao ponto de amostragem 1, correspondente a região da nascente do rio Monjolinho. A seta indica onde o rio Monjolinho corre; note também pontos de erosão próximos ao rio (foto: Sabrina Mieko Viana). 95
- Figura 39 – *Rumex crispus* (exicata) encontrado na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Sabrina Mieko Viana). 128
- Figura 40 – *Cyperus lanceolatus*, encontrado na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Janete Brigante). 128
- Figura 41 – *Cyperus lanceolatus* em excata (foto: Sabrina Mieko Viana). 128
- Figura 42 – *Alternanthera philoxeroides* (exicata) encontrado no córrego da Água Fria (foto: Sabrina Mieko Viana). 128
- Figura 44 - *Pycnus decubens* encontrado na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Janete Brigante). 129
- Figura 45 - *Pycnus decubens* em excata (foto: Sabrina Mieko Viana). 129
- Figura 46 – *Ludwigia leptocarpa*, encontrada na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Sabrina Mieko Viana). 129
- Figura 47 - *Ludwigia leptocarpa*, em excata (foto: Sabrina Mieko Viana). 129
- Figura 48 – *Ludwigia nervosa*, encontrada na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Sabrina Mieko Viana). 130
- Figura 49 – *Ludwigia nervosa* em excata (foto: Sabrina Mieko Viana). 130
- Figura 50 – *Rhynchanthera* sp., encontrada na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Sabrina Mieko Viana). 130
- Figura 51 – *Rhynchanthera* sp., em excata (foto: Sabrina Mieko Viana). 130

Figura 52 – <i>Ageratum conyzoides</i> , encontrada na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Sabrina Mieko Viana).	131
Figura 53 - <i>Ageratum conyzoides</i> , em exicata (foto: Sabrina Mieko Viana).	131
Figura 54 – <i>Xyris</i> sp., encontrado na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Sabrina Mieko Viana).	131
Figura 55 – <i>Xyris</i> sp., em exicata (foto: Janete Brigante).	131
Figura 56 – <i>Ludwigia elegans</i> , encontrado na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Janete Brigante).	132
Figura 57 - <i>Ludwigia elegans</i> , encontrado na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Janete Brigante).	132
Figura 58 – <i>Myriophyllum</i> sp., banco fotografado a montante da represa Monjolinho, dentro da UFSCar (foto: Sabrina Mieko Viana).	132
Figura 59 – <i>Hedychium coronarium</i> , encontrado na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Sabrina Mieko Viana).	133
Figura 60 – Bancos submersos de <i>Eleocharis</i> sp. , encontrado em trecho dentro da fazenda Santa Terezinha (foto: Sabrina Mieko Viana).	133
Figura 61 – Bancos de <i>Heteranthera reniformis</i> e <i>Hedychium coronarium</i> , na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Janete Brigante).	134
Figura 62 – Banco de <i>Polygonum spectabile</i> e <i>Brachiaria arrecta</i> , encontrado na região próxima a confluência dos rios Monjolinho e Jacaré-Guaçú (foto: Sabrina Mieko Viana).	134
Figura 63 – Vista geral do trecho do rio Monjolinho na avenida Trabalhador São-carlense em frente a USP (foto: Sabrina Mieko Viana).	135
Figura 64 – Mesmo ponto após obras na avenida trabalhador São-carlense (foto: Carolina Buso Dornfeld).	135

Resumo

VIANA, S. M. Riqueza e distribuição de macrófitas aquáticas no rio Monjolinho e tributários (São Carlos, SP) e análise de sua relação com variáveis físicas e químicas. São Carlos, 2005. 135 p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

O presente trabalho teve como objetivo estudar a comunidade de macrófitas aquáticas em trechos do rio Monjolinho e alguns de seus tributários, avaliando a sua riqueza e distribuição. Além disso, variáveis físicas e químicas da água e sedimento de alguns locais de amostragem foram relacionadas com a ocorrência e distribuição das macrófitas aquáticas. Foram realizadas duas campanhas de coleta, uma em janeiro de 2004, no período chuvoso e outra em julho de 2004, em época de estiagem. Para a análise física e química da água e do sedimento foram realizadas amostragens em 9 pontos. Para o levantamento das macrófitas aquáticas e sua distribuição foram considerados 19 pontos ao longo do rio Monjolinho, enquanto para a análise da relação das macrófitas com as variáveis físicas e químicas do rio foram selecionadas 5 áreas, incluindo a nascente e foz do rio Monjolinho e três tributários. Os resultados mostraram que o rio Monjolinho encontra-se altamente impactado após a passagem pela área urbana, apresentando alguma capacidade de depuração em direção a sua foz. Comparados com outros trabalhos já realizados no período de 1989-1999, os dados demonstraram que muito pouco foi feito para a melhoria da qualidade deste rio. Com relação à comunidade de macrófitas aquáticas, a riqueza total foi relativamente baixa, comparada a de outros estudos realizados em ambientes lóticos brasileiros. Uma maior riqueza de espécies e maiores índices de diversidade foram encontrados na região mais próxima a nascente, nos dois períodos de coleta, diferindo do que foi verificado na área urbana. Além disso, intervenções antrópicas no rio, incluindo obras, podas e a invasão de espécies exóticas, a exemplo da gramínea *Pennisetum purpureum*, possivelmente influenciaram na distribuição de macrófitas aquáticas dentro da área urbana e ao longo do rio Monjolinho, respectivamente. Por outro lado, não foi evidenciada estatisticamente uma relação entre variáveis físicas e químicas e macrófitas aquáticas no rio Monjolinho, em parte devido à predominância de espécies emersas e anfíbias, as quais são citadas na literatura como espécies que apresentam maior amplitude ecológica, não sendo, assim, consideradas boas indicadoras de qualidade da água.

Palavras-chave: Bacia do rio Monjolinho, macrófitas aquáticas, riqueza, distribuição, variáveis físicas e químicas.

Abstract

VIANA, S.M. Aquatic macrophyte richness and distribution in Monjolinho river and tributaries (São Carlos, SP). São Carlos, 2005. 135 p. Master Dissertation. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

The present work aimed to study the aquatic macrophyte community along Monjolinho river and some of its tributaries, assessing their richness and distribution. In addition, the water and sediment physical and chemical variables of the selected sampling points were related with the macrophyte occurrence and distribution. The data for this study were collected in January 2004, in a rainy period and July 2004, a dry period. Chemical and physical analyses were carried out at 9 sampling points. For the aquatic macrophytes survey, 19 points were selected in the Monjolinho river, while for the analysis of the macrophyte relation with chemical and physical characteristics, 5 areas were selected, including the Monjolinho river spring and the river mouth, and three tributaries. The results showed that Monjolinho river is highly impacted after the urban area, which compared with other data, between 1989 to 1999, demonstrated that little has been done to improve its water quality. The aquatic macrophyte richness at Monjolinho river, was considered relatively low, compared with other studies in Brazilian rivers. The greatest richness and diversity were found near the river spring, differing from what was observed in the urban area. Also, anthropogenic activities in the river, including repair, periodic cutting and the presence of invasive exotic species such as *Pennisetum purpureum* possibly influenced the macrophyte community distribution within the urban area and along the Monjolinho river respectively. On the other hand, it was not statistically evidenced a relationship between physical and chemical variables and the aquatic macrophyte community considered, partially due to the predominance of emergent and anfibious species which are cited in literature as weak indicators of water quality, for their high ecological amplitude.

Key-words: Monjolinho river basin, aquatic macrophytes, richness, distribution, physical and chemical variables.

1. Introdução Geral

O relacionamento entre espécies e outras variáveis ambientais, e sua influência na distribuição e abundância dos organismos, têm despertado a atenção de vários cientistas ao longo dos anos. As espécies sobrevivem dentro de determinados gradientes ambientais, ocupando um espaço físico determinado e com um papel funcional nas comunidades. Estes três aspectos unidos constituem aquilo que se chama de nicho multidimensional, termo sugerido por Hutchinson em 1957, na tentativa de se explicar a complexidade da relação espécies-ambiente (Odum, 1998, Ricklefs, 1996). As macrófitas, em especial, apresentam ampla capacidade de adaptação e uma grande amplitude ecológica, facilitando assim a colonização de uma mesma espécie nos mais diferentes ambientes (Esteves, 1998).

A relação entre a distribuição das macrófitas aquáticas e de características como tamanho do rio, vazão, velocidade da corrente e composição química da água e dos sedimentos dos rios, assim como, a influência da sua bacia de drenagem foi primeiro sugerido por Butcher (1933) e a idéia foi desenvolvida por diversos autores, na sua grande maioria estudando rios de regiões temperadas (Ferreira, 1994, Riis *et al.*, 2000, Baattrup-Pedersen *et al.*, 2003). Ao contrário dos animais aquáticos, como os peixes e os invertebrados, a maior parte das espécies de macrófitas aquáticas possuem pouca ou nenhuma mobilidade estando mais expostas às combinações de condições físicas e químicas de seus ambientes, que acabam por determinar a sua sobrevivência e em alguns casos a sua distribuição (Ali *et al.*, 1999, Bini *et al.*, 1999, Riis *et al.*, 2000).

Analisando-se comparativamente o número de estudos realizados com a comunidade de macrófitas aquáticas e outras comunidades de água doce em regiões tropicais, a exemplo da comunidade fitoplanctônica, pode-se dizer que ainda há poucos estudos sobre macrófitas aquáticas. (Pompêo e Moschinni-Carlos, 2003, Thomaz e Bini,

2003). Comparando-se o número de teses, dissertações, monografias e trabalhos publicados sobre as macrófitas aquáticas em rios brasileiros, verifica-se uma quantidade ainda menor de estudos sobre este tema, a despeito da importância desses ecossistemas no Brasil (Esteves, 1998, Thomaz e Bini, 2003), sendo que a grande maioria destes estudos foram realizados em lagos (Beyruth, 1989, Pompêo e Moschini-Carlos, 1995, Costa, 2000, Tavares, 2003) e represas (Barbieri, 1984, Faria e Espíndola, 2002, Tavares, 2003).

Dentre os trabalhos realizados em rios brasileiros com macrófitas aquáticas podem ser citados os estudos de Scremin-Dias *et al.*, (1999) nas regiões próximas a Serra da Bodoquena, o trabalho de Pompêo *et al.* (1999), na desembocadura do rio Paranapanema na represa de Jurumirim, com a ecologia de *Echinochloa polystachya* e os vários estudos realizados na bacia do rio Itanhaém, SP. Dos trabalhos realizados nesta bacia, podem ser citados os trabalhos realizados por Camargo *et al.* (1997), que analisaram o efeito da mineração sobre a comunidade de macrófitas aquáticas, através da comparação entre as comunidades presentes em dois rios desta bacia (rios Preto e Branco); Lopes (1999), que verificou os fatores responsáveis pela coexistência de três espécies de macrófitas emersas neste sistema; e o estudo da dinâmica e a produção primária das populações de *Nymphaea rudgeana* realizados por Camargo e Florentino (2000).

Além disso, Pereira (2002) estudou a distribuição e a abundância das macrófitas aquáticas, em relação às características limnológicas da água e dos sedimentos, em rios da Bacia do rio Itanhaém. Mais recentemente, Henry-Silva e Camargo (2003) avaliaram sazonalmente a biomassa de *Eichhornia azurea*, enquanto Pezzato e Camargo (2004) estimaram as taxas fotossintéticas de *Egeria densa* nas populações presentes no rio Mambú e Aguapeú.

No caso da bacia do rio Monjolinho, a comunidade de macrófitas foi estudada por Santos (1993) e Barreto (1999). Entretanto, nenhum destes estudos aprofundou-se na composição e distribuição desta comunidade e nas possíveis influências da poluição e modificações decorrentes do uso do solo nas regiões adjacentes do rio Monjolinho e seus tributários sobre a mesma.

Com base nestas considerações, foi desenvolvida a presente dissertação, integrada ao projeto “Estudos limnológicos e ecotoxicológicos (laboratoriais e *in situ*) no rio Monjolinho (São Carlos, SP), com ênfase na avaliação da toxicidade de metais e pesticidas organoclorados no zooplâncton, bentos e peixes”, coordenado pelo Prof. Dr.

Evaldo Luíz Gaeta Espíndola com apoio da FAPESP (Fundação de Apoio a Pesquisa no Estado de São Paulo), e foi dividida em três capítulos, apresentados mais adiante:

1. Caracterização física e química da água e dos sedimentos do rio Monjolinho e tributários;
2. Levantamento e distribuição de macrófitas aquáticas ao longo do rio Monjolinho;
3. Análise da relação entre macrófitas aquáticas e variáveis físicas e químicas no rio Monjolinho e tributários.

2. Área de Estudo

2.1- Caracterização geral da área de estudo

A bacia do rio Monjolinho (Figura 1) localiza-se em sua maior parte dentro do município de São Carlos, na região centro-norte do Estado de São Paulo, distando aproximadamente 240 km da capital, em (IBGE, 1971). Esta bacia faz parte da bacia do rio Jacaré-Guaçú que é um dos afluentes da margem direita do rio Tietê e possui área de 273,77 km² (Sé, 1992; Mendes, 1998; Espíndola, 2000).

O rio Monjolinho possui uma extensão de 43,25 km, e tem como principal característica o desenvolvimento urbano da cidade de São Carlos e os impactos advindos de suas atividades (Sé, 1992; Salami, 1996). O município de São Carlos apresenta uma economia predominantemente industrial, sendo que a maior parte dos estabelecimentos é representada pela metalurgia, transformação de minerais não-metálicos, siderurgia e outras atividades como couros e peles, calçados e vestuário (Cortêz *et al.*, 2000).

A bacia do rio Monjolinho possui 26,3% de remanescente vegetal, sendo que deste total, só 17,5% são fragmentos de vegetação natural e 8,8% são fragmentos de capoeira; a maior parte da área vegetal (73,7%) é ocupada por plantações de cana (35,7%) e pastagens (20,0%) (Silva *et al.*, 2000). De 1965 a 1998, a área cultivada com cana-de-açúcar aumentou em 10,8%, enquanto a área urbana aumentou de 6,4% para 15,0% (Criscuolo *et al.*, 2000).

Segundo Salami (1996), 215km² da área da sub-bacia hidrográfica do rio Monjolinho possuem ocupação predominantemente rural, enquanto a área urbana abrange 34km². Na área urbana, a ocupação é preferencialmente residencial, com uma concentração maior de estabelecimentos comerciais no centro. Na área rural, há a predominância de plantações de cana, cujo consumo atende em sua maior parte a Usina da Serra, e de pastagens, principalmente nos trechos iniciais do rio Monjolinho e seus formadores. Outras áreas de pastagens estão presentes na parte sul da sub-bacia, próximo às nascentes do córrego da Água Fria e extremo oeste junto ao trecho final do rio Monjolinho.

Segundo Mendes (1998), o rio Monjolinho nasce no planalto de São Carlos, a uma altitude de 900m, e desce a serra originando uma planície de inundação onde deposita a maior parte do material suspenso que transporta. Próximo a Universidade Federal de São Carlos, parte da água que abastece a cidade (15%) é captada do rio Monjolinho (vazão de captação: 180 litros/segundo) e do córrego do Espraiado (vazão de captação 40 litros/segundo). Ao entrar no perímetro urbano, este passa a ser limitado em um canal artificial onde recebe a contribuição de alguns dos seus tributários (Santa Maria Madalena, córrego do Gregório e córrego do Tijuco Preto) (Figura 2), que de acordo com Gonçalves (1986), também são impactados, e de águas residuárias, formadas principalmente por esgotos sanitários da região norte de São Carlos e efluentes industriais de curtumes, fábricas de papel, de tintas, além de produtos alimentícios (Cortêz *et al.*, 2000).

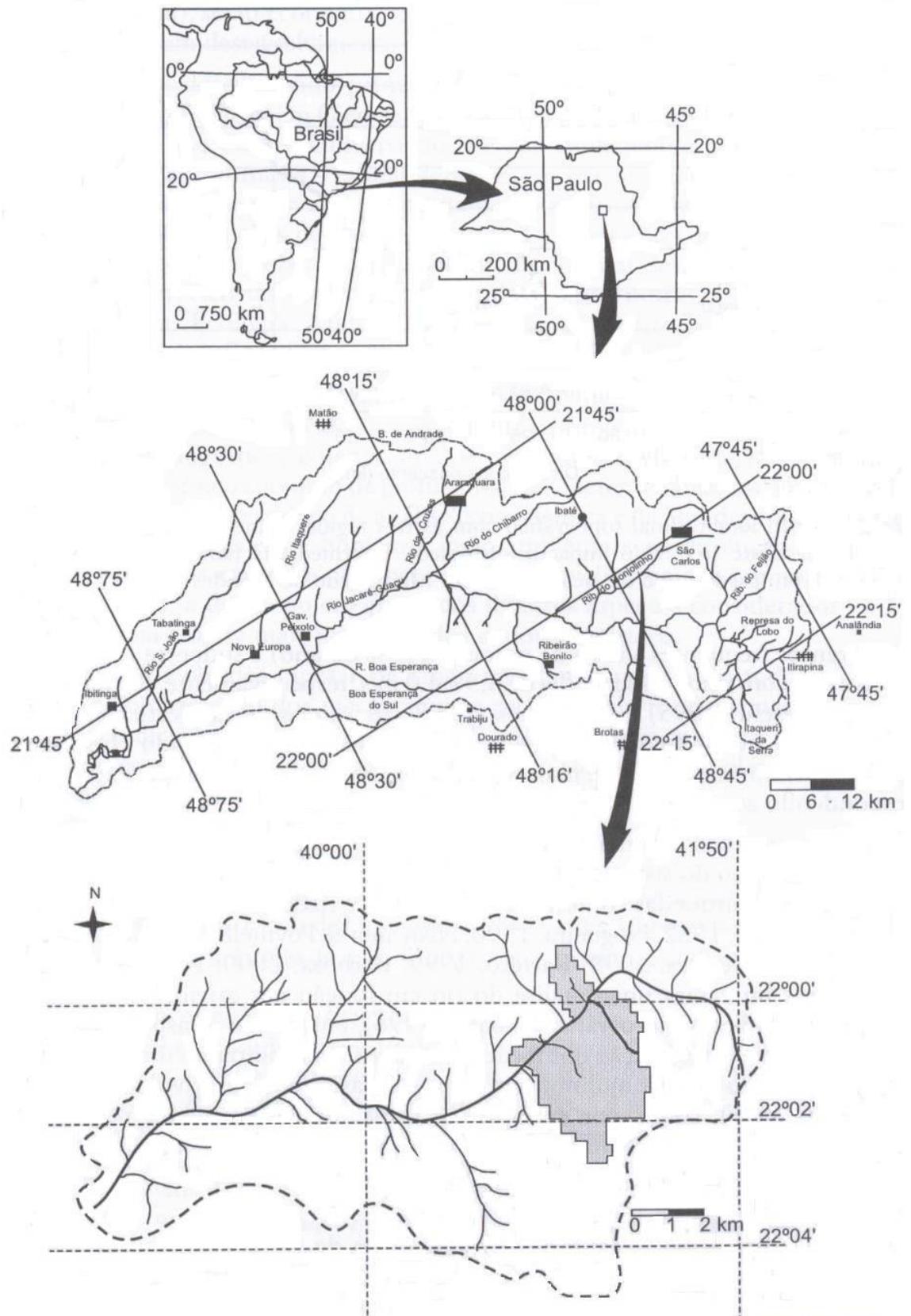


Figura 1 – Localização geográfica da bacia do rio Monjolinho (Espíndola., 2000).

2.2 Estudos realizados na Bacia do rio Monjolinho

Vários estudos já foram realizados na bacia hidrográfica do rio Monjolinho, englobando as mais diversas comunidades bióticas, incluindo organismos bentônicos, macroalgas, protozoários além de estudos relacionados à Educação Ambiental, Ecotoxicologia Aquática, entre outras, os quais serão cronologicamente considerados a seguir.

Damaceno *et al.* (1971), avaliaram o balanço de oxigênio ao longo do rio Monjolinho, com a intenção de observar o grau de poluição, assim como a capacidade de autodepuração deste. Os autores chegaram à conclusão de que o rio naquela época já se apresentava poluído em alguns trechos na região urbana, mas que possuía alguma capacidade de recuperação ao longo do seu curso.

Povinelli (1972), analisou os fatores que influenciam na constante de desoxigenação na equação da DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), em rios com diferentes graus de poluição, dentre eles, o rio Monjolinho. Este estudo também detectou os impactos, advindos do despejo de efluentes, após a passagem pela área urbana do município de São Carlos.

O estudo realizado por Sé (1992), no rio Monjolinho e sua bacia hidrográfica, visou o estabelecimento de um plano de Educação Ambiental para as populações locais e regionais. Dentre as conclusões apresentadas, constou a divisão do rio em cinco subsistemas característicos, cada um com um diferente grau de intervenção antrópica, os quais devem ser considerados no estabelecimento de metas ou programas para a recuperação do sistema.

Santos (1993), realizou um estudo limnológico em dois tributários do rio Monjolinho, os córregos da Água Fria e da Água Quente. A autora realizou o levantamento qualitativo e quantitativo das comunidades zooplanctônica, fitoplanctônica, bentônica e de macrófitas aquáticas, além da avaliação das condições físicas e químicas, procurando comparar a qualidade das águas dos dois córregos. Com relação à comunidade de macrófitas aquáticas, estas foram encontradas apenas em alguns pontos, constituindo comunidades mistas de plantas aquáticas e anfíbias, que apresentaram baixos valores de biomassa em ambos os córregos. Concluiu-se com este estudo que, apesar de ambos os córregos serem próximos, pertencerem à mesma sub-bacia e drenarem solos com características semelhantes, os mesmos possuem águas com

características físicas e químicas bem diferentes, e do ponto de vista ecológico, o córrego da Água Fria apresentou melhor qualidade do que o córrego da Água Quente.

Em outro estudo realizado na bacia do rio Monjolinho, Guerreschi (1995) monitorou a sub-bacia através dos invertebrados bentônicos. A autora verificou com este trabalho, diferenças marcantes nas variáveis físicas e químicas neste rio devido principalmente a intervenção do homem. Enquanto na nascente houve uma diversidade significativa de espécies ($H' > 2,5$) e a presença de organismos indicadores de boa qualidade de água, as outras estações de coleta apresentaram índices de diversidade de moderado a baixo ($H' < 1,5$), com a presença de organismos mais tolerantes a poluição.

Chinalia (1996), caracterizou as populações de protozoários, com ênfase na verificação da aplicabilidade destes na avaliação da qualidade de água dos rios Monjolinho e Jacaré-Guaçu. No ponto da nascente do rio Monjolinho, que foi considerada como pouco impactada pelo estudo, foram encontrados protozoários oligossapróbicos, ou seja, de água pouco poluída, enquanto no ponto após a passagem do rio pela cidade de São Carlos, foram verificados elevados valores de coliformes fecais e a presença de protozoários polissapróbicos, em outras palavras, indicadores de água altamente poluída, como *Aspidisca*, *Vorticella microstoma*, *Sapronidium*, entre outros.

Salami (1996), ao observar as influências antropogênicas e climáticas sobre as características físicas e químicas do rio Monjolinho, concluiu que as influências antrópicas juntamente com as características naturais do rio Monjolinho, o definem como um ambiente extremamente variável no tempo e no espaço. Durante o período de seca, houve grandes variações nas características físicas e químicas da água, destacando-se os valores médios de oxigênio dissolvido, que nesta época, foram em média inferiores a $6,0 \text{ mgO}_2 \cdot \text{L}^{-1}$, com a exceção de três pontos, indicando o agravamento das condições do rio devido ao aporte insuficiente de água nesta época.

Na avaliação dos impactos sobre a macrofauna bentônica ao longo do rio Monjolinho, Mendes (1998) dividiu o rio Monjolinho em três regiões: a primeira, da nascente até a entrada na cidade, com ocupação predominantemente rural e suburbana; a segunda, onde o rio percorre a cidade de São Carlos, com uma ocupação urbana e alta influência antrópica, e a terceira onde há novamente uma ocupação rural, com predominância de plantações de cana e pastagens. O autor concluiu que a principal fonte de impacto sobre a comunidade bentônica está na cidade, onde há despejos industriais e domésticos diretamente no rio, e embora haja recuperação, das características físicas e

químicas da água ao longo do rio, demonstrando alguma capacidade de depuração, grande parte dos contaminantes fica depositada nos sedimentos, e deste modo faz com que o impacto sobre a comunidade bentônica seja constante e amplie-se ao longo do rio, independente do regime climático.

Barreto (1999), ao quantificar e avaliar a distribuição de metais no rio Monjolinho nas comunidades nectônica, bentônica, perifítica e de macrófitas aquáticas, além dos sedimentos e coluna d'água verificou que as concentrações de zinco, chumbo, níquel, ferro e cádmio, desempenharam papel fundamental no declínio da qualidade das águas do rio Monjolinho. Com relação as macrófitas, a única espécie amostrada pela autora foi *Heteranthera reniformis*, que a considerou como uma excelente indicadora de contaminação ambiental por metais pesados, se comparados a outros compartimentos, como a água e os peixes.

O estudo sobre qualidade das águas do rio Monjolinho, Marinelli *et al.* (2000), detectaram que vários parâmetros, tais como os nutrientes, sofrem alterações ao longo do rio devido às ações antrópicas, acarretando em um gradiente decrescente da qualidade da água no sentido da nascente para a foz. Os autores consideraram que os lançamentos de esgotos domésticos e industriais e a expansão das atividades agrícolas na região são os principais fatores determinantes da qualidade da água.

Além disso, Peláez-Rodríguez (2001), ao estudar a bacia do Alto Jacaré-Guaçu, procurando avaliar a qualidade da água do ribeirão do Feijão e do rio Monjolinho através da análise física, química e biológica da água e sedimentos, verificou alta concentração de metais biodisponíveis nos sedimentos, principalmente prata e chumbo, e de pesticidas organoclorados próximo ao local de captação de água de São Carlos, no rio Monjolinho. O autor enfatizou a necessidade de maior atenção à nascente do rio Monjolinho, a qual já se apresenta moderadamente impactado, segundo as características físicas, químicas e biológicas da água, a ausência de mata ciliar e a tendência da expansão da área urbana para a região da nascente.

Almeida (2001) retratou através da memória dos velhos cidadãos de São Carlos a degradação e a perda de usos do rio Monjolinho através dos últimos 70 anos, de forma a utilizá-los como registro cientificamente válido para a detecção de impactos ambientais, assim como o resgate da história do processo de urbanização da cidade.

Souza (2002), ao analisar a comunidade de diatomáceas epilíticas ao longo do rio Monjolinho e a sua relação com as variáveis físicas e químicas da água, verificou, a partir dos valores do índice de saprobidade e do índice de estado trófico, que este se

apresenta eutrofizado desde próximo a sua nascente até a sua foz, porém apresentando alta capacidade de depuração. A autora também verificou que a espécie *Gomphonema parvulum*, mostrou grande afinidade a baixos níveis de saporidade e de concentração de fósforo total, decrescendo em abundância relativa à medida que a poluição orgânica e trofia do rio aumentaram, não coincidindo com a classificação de indicadora de águas poluídas, como citado em literatura.

Por outro lado, Peres (2002), verificou que a maioria das espécies de macroalgas encontradas foram consideradas características de zonas poluídas ou de forte poluição, tais como *Klebsormidium subtile*, *Stigeochlonium amoenum*, *S. helveticum*, *Spyrogira* sp, *Phormidium retzii*, *P. inundatum*, entre outras.

Finalmente Lima (2003), analisou o nível de informação, o grau de interesse e a percepção ambiental dos moradores de São Carlos em relação aos rios e córregos da bacia do rio Monjolinho através de entrevistas estruturadas. Em sua pesquisa, o autor concluiu que a maioria dos moradores entrevistados não possuem relações afetivas com os corpos d'água do seu entorno, o que poderia dificultar a disponibilidade destes em participar de ações em prol da recuperação destes corpos d'água. Além disso, a maioria das pessoas desconhece o conceito de bacia hidrográfica e a origem da água de abastecimento, existindo, porém a preocupação com a qualidade e a quantidade desta. O autor também ressalta que a percepção dos entrevistados com relação ao rio Monjolinho é acentuadamente negativa devido a atual situação de degradação em que se encontram os trechos dentro da área urbana e suburbana do município.

3. Objetivos

Foram objetivos gerais deste estudo, o levantamento e distribuição de macrófitas aquáticas no rio Monjolinho, como uma forma de contribuir ao conhecimento sobre a riqueza de espécies desta comunidade, bem como a análise da relação existente entre as macrófitas aquáticas e as variáveis ambientais no ambiente estudado.

Para tanto, foram considerados os seguintes aspectos, apresentados nos capítulos 1, 2 e 3, respectivamente:

- Caracterizar física e quimicamente a água e os sedimentos em pontos de amostragem no rio Monjolinho e nos córregos Santa Maria Madalena, Tijuco Preto e da Água Fria (afluentes), visando conhecer o atual estado do rio e comparar os resultados obtidos com os de estudos já realizados nesta mesma bacia, avaliando-se a variação temporal neste ambiente;
- Realizar um levantamento sobre as espécies de macrófitas aquáticas e sua distribuição ao longo do rio Monjolinho, uma vez que há carência de informações sobre esta comunidade no mesmo;
- Verificar quais variáveis físicas e químicas podem influenciar na distribuição das macrófitas aquáticas no rio Monjolinho, uma vez que estudos deste tipo são escassos em rios de regiões tropicais, principalmente em rios influenciados pelos impactos das áreas urbanas.

4. Capítulo 1. Caracterização física e química da água e dos sedimentos da bacia do rio Monjolinho e tributários

4.1 Introdução

A qualidade da água, assim como a quantidade, são profundamente afetadas espacialmente e temporalmente por causas naturais, como o clima, a geomorfologia, a vegetação e as condições geoquímicas da sua bacia de drenagem e do aquífero que a alimenta, assim como por intervenções antrópicas, como desmatamento de áreas adjacentes aos corpos de água, mudanças no uso do solo, projetos de irrigação, construção de barragens, e despejo de esgotos (ou poluentes) (Meybeck e Helmer, 1992, Salati *et al.*, 2002).

Nos rios, em particular, as características químicas também são dependentes da proporção de águas subterrâneas e de *runoff* (carreamento), do regime hidrológico, da mistura com as águas de tributários qualitativamente diferentes e da entrada de poluentes (Meybeck *et al.*, 1992).

Além disso, os sedimentos são importantes por funcionarem como reservatório de nutrientes para outros compartimentos e também como indicadores das formas e intensidade de impactos que ocorrem nos corpos de água. Muitos poluentes lançados em rios e lagos podem ser acumulados neste compartimento e através de processos como a bioturbação, ressuspensão, dragagem, adsorção ou pela ingestão de sedimentos por espécies que ocasionalmente comportam-se como epibênticas, estes podem ser ressuspensos para a coluna d'água. Em locais em condições anaeróbias, também pode

haver a liberação de uma maior quantidade de nutrientes e de certos contaminantes, devido a sua maior solubilização (Esteves, 1998).

No presente capítulo, são apresentados dados quanto às análises físicas e químicas da água e dos sedimentos do rio Monjolinho e alguns tributários, com a finalidade de caracterizá-los limnologicamente e compará-los com trabalhos anteriormente realizados, avaliando-se as mudanças que ocorreram ao longo do tempo.

4.2. Materiais e Métodos

4.2.1. Variáveis físicas e químicas da água e dos sedimentos

Com base em visitas preliminares e trabalhos anteriormente desenvolvidos no rio Monjolinho, optou-se pela realização de duas coletas, uma no período chuvoso, no mês de janeiro de 2004, e outra em um período de estiagem, em julho de 2004. Foram selecionados 9 pontos para as análises físicas e químicas da água e dos sedimentos do rio Monjolinho e alguns de seus tributários, sendo 6 deles dentro do próprio rio Monjolinho, e 3 nos seguintes tributários: Córrego do Tijuco Preto, Córrego Santa Maria Madalena e Córrego da Água Fria (Figura 3 e Tabela 1).

Tabela 1 - Localização geográfica e descrição dos pontos de amostragem de água e sedimentos

Pontos de coleta	Localização Geográfica	Características do ponto de amostragem
1 - Nascente	S 22° 00'33.0" W 47° 50'07.9" 830m	Aproximadamente 2 km da nascente principal do rio Monjolinho, junto ao fim da mata ciliar.
2 - Federal	S 21° 59'25.2" W 47° 53'29.4" 766m	Aproximadamente 10 km da nascente principal do rio Monjolinho, próximo a um antigo curtume, a jusante da represa Monjolinho, localizada dentro da UFSCar
3 - Madalena	S 21° 59'46,6" W 47° 54'06.9" 827m	Córrego Santa Maria Madalena, a montante da antiga captação de água, no bairro Santa Marta
4 - Tijuco	S 22° 00'14.0" W 47° 53'05.9" 850m	Córrego do Tijuco Preto, área suburbana, já próximo do trecho canalizado.
5 - USP	S 22° 00'10.5" W 47° 54'00.5" 820m	Aproximadamente 14km da nascente do rio Monjolinho, em frente a USP, a poucos metros da foz do córrego do Tijuco Preto.
6 - Usina	S 22° 01'19.5" W 47° 54'50.3" 782m	Distante 17km da nascente, pequeno represamento antes da UHE Alois Partel, após lançamento de grande parte do esgoto, se nenhum tratamento da cidade de São Carlos.
7 - Água Fria	S 22° 02'01.8" W 47° 56'21.4" 690m	Córrego da Água Fria, próximo a foz com rio Monjolinho.
8 - Ponte Caída	S 22° 02'04.3" W 47° 57'25.7" 678m	29,8 km de distância da nascente do rio Monjolinho, ao lado de uma estrada de terra da Usina da Serra, cercado por monocultura de cana, ausência de mata ciliar.
9 - Foz	S 22° 03'31.1" W 48° 05'24.5" 540m	Foz do Rio Monjolinho com rio Jacaré-Guaçú, distando aproximadamente 43km da nascente.

Durante as coletas, foram efetuadas medidas *in situ* de temperatura da água, turbidez, pH, condutividade e oxigênio dissolvido com o auxílio de um multisensor Horiba U-10. Outras análises realizadas com amostras de água coletadas, na superfície da coluna d'água, nos pontos selecionados, assim como suas respectivas metodologias encontram-se na Tabela 2. Com relação aos sedimentos, as amostras analisadas foram

coletadas considerando-se três réplicas por ponto, posteriormente homogeneizadas. Após a secagem das amostras, com auxílio de estufa, foram realizadas as análises citadas na Tabela 3.

Tabela 2 - Variáveis físicas e químicas da água analisadas e respectivas referências metodológicas.

Variável amostrada	Referência
Material em suspensão	Teixeira et al., 1965
Nitrito e nitrato	Mackereth <i>et al.</i> , 1978
Íon amônio	Koroleff, 1976
Nitrogênio orgânico total	APHA, 1995
Fosfato total dissolvido, fosfato inorgânico e fósforo total	Strickland e Parson, 1960
Cloreto, sulfeto e sulfato	HACH, 1991-1995

Tabela 3 - Análises físicas e químicas realizadas com as amostras de sedimento e respectivas referências metodológicas.

Variável amostrada	Referência
Matéria orgânica	Trindade, 1980
Granulometria	ABNT, 1968
Fósforo total	Andersen, 1976
Nitrogênio orgânico total	APHA, 1995

4.2.2. Medidas de Vazão ou Descarga

A vazão é definida como o volume de água que passa por uma determinada seção do rio por unidade de tempo. Neste estudo, foram feitas seções transversais no rio (Figura 4), onde se mediu, a velocidade da corrente, com o auxílio de um molinete (também denominado correntômetro).

O cálculo da vazão, foi realizado a partir da seguinte equação:

$$q_i = A_i \times V_i$$

$$Q = \sum qi$$

onde:

A_i - área de cada subseção em m^2 ;

V_i - velocidade de escoamento em cada vertical em $m.s^{-1}$;

Q_i - vazão da área de influência de cada vertical em $m^3.s^{-1}$;

Q - vazão total da seção em $m^3.s^{-1}$.

A velocidade da corrente na maioria dos casos foi medida em 20% e 80% da profundidade local. Este procedimento foi necessário para se obter velocidade mais representativa, já que a velocidade da água não é uniforme em todo o canal, devido ao atrito da água com o leito do rio, tendendo a aumentar das margens para o centro e do fundo para a superfície (Sé, 1992, Martinelli e Krusche, 2004).

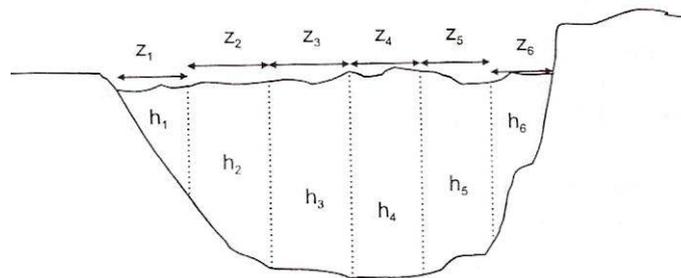


Figura 2 - Esquema da seção transversal do rio em que a soma das vazões de uma das seções resultará na vazão total da seção (Martinelli e Krusche, 2004).

1.2.3. Precipitação pluviométrica e temperatura do ar

A precipitação pluviométrica interfere em vários processos físicos e químicos dos ecossistemas aquáticos, como por exemplo, na vazão, no transporte de sedimentos, na turbidez, na condutividade, no pH, entre outros parâmetros, enquanto a temperatura

do ar afeta a temperatura da água, que por sua vez interfere na solubilidade dos gases, como no caso do oxigênio.

As medidas da precipitação pluviométrica e da temperatura média do ar foram obtidas a partir de dados coletados na Estação Climatológica do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada.

4.2.4. Análise Estatística

No presente estudo, foi utilizada a análise de componentes principais (ACP). De acordo com Bini (2004), do ponto de vista limnológico, a ACP procura condensar a informação contida no conjunto de variáveis ambientais físicas e químicas, em uma quantidade menor de variáveis (fatores ou componentes), produzindo menos eixos ortogonais, com uma perda mínima de informação (Hair Jr. *et al.*, 1995).

A análise dos componentes principais procurou indicar as variáveis que melhor explicaram o comportamento do rio Monjolinho ao longo do período estudado, agrupando as variáveis mais representativas dentro do ecossistema na forma de fatores. Quanto mais forte for esta correlação entre os dados maior será o poder de síntese dos componentes principais (ou eixos de ordenação). Estes componentes principais são utilizados para ordenar, por meio de gráfico, as unidades amostrais, proporcionando assim informações acerca das semelhanças ecológicas das unidades amostrais (Valentin, 1995, Bini, 2004).

4.3. Resultados e Discussão

4.3.1. Precipitação pluviométrica e Temperatura do Ar

O clima regional de São Carlos é caracterizado por verões chuvosos e invernos secos, e com temperatura do mês mais quente superior a 22°C (Salami, 1996, Silva *et al.*, 2000). A região apresenta ciclo sazonal bem definido, caracterizado por uma

concentração de chuvas entre os meses de dezembro a fevereiro, ou seja, durante o verão, e um inverno com baixos valores de precipitação (Barreto, 1999, Sé, 1992).

No ano de 2004, os maiores valores de pluviosidade ocorreram durante o mês de janeiro, com total de 302,1 mm, o qual esteve acima das médias dos últimos 10 anos citadas por Silva *et al.* (2000), correspondendo a 278,7 mm para este mesmo mês. O mês mais seco foi agosto, em que não houve precipitação. Entretanto, em julho, a precipitação total foi de 56,2mm, valor este também acima da média citada (30,8 mm) por Silva *et al.* (2000).

As médias mensais de temperatura do ar e pluviosidade total para o período de janeiro de 2004 até dezembro de 2004 são mostradas na Figura 5. Pode-se verificar que a temperatura do ar acompanhou as estações chuvosa e de estiagem, com temperaturas mais elevadas durante o período chuvoso (verão) e temperaturas menos elevadas durante o período de estiagem (inverno). Na Figura 6, encontram-se os dados de pluviosidade e temperaturas médias diárias dos meses em que se realizaram as coletas.

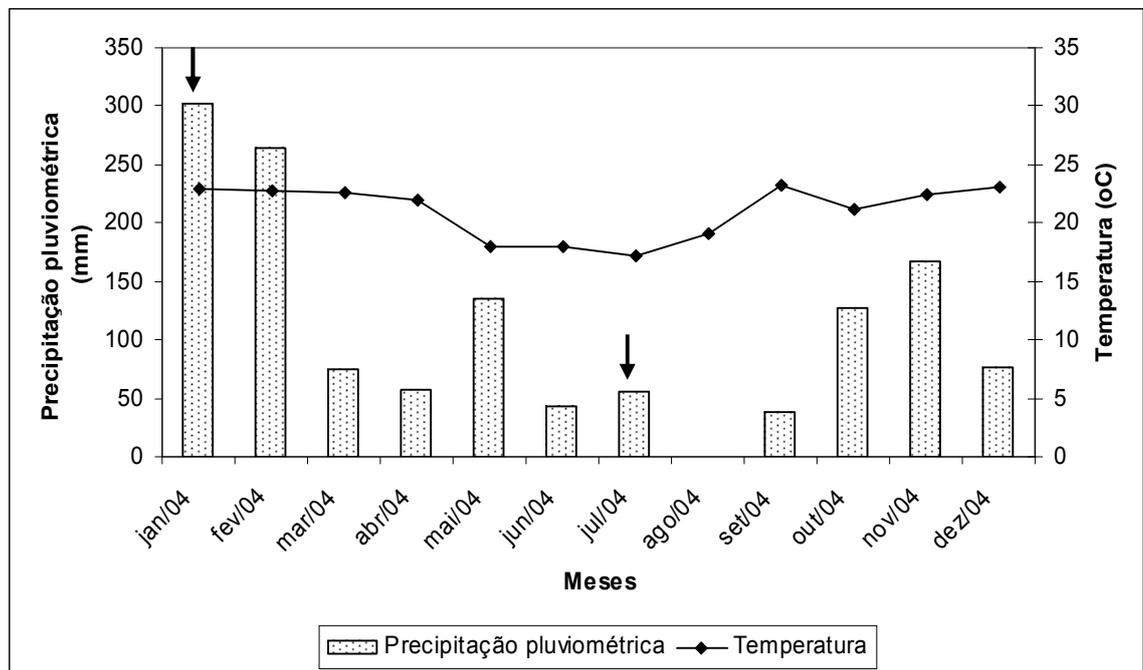


Figura 3 – Precipitação pluviométrica (mm) e temperaturas médias (°C) de 01/01/2004 até 19/12/2004. As setas indicam os meses em que se realizaram coletas.

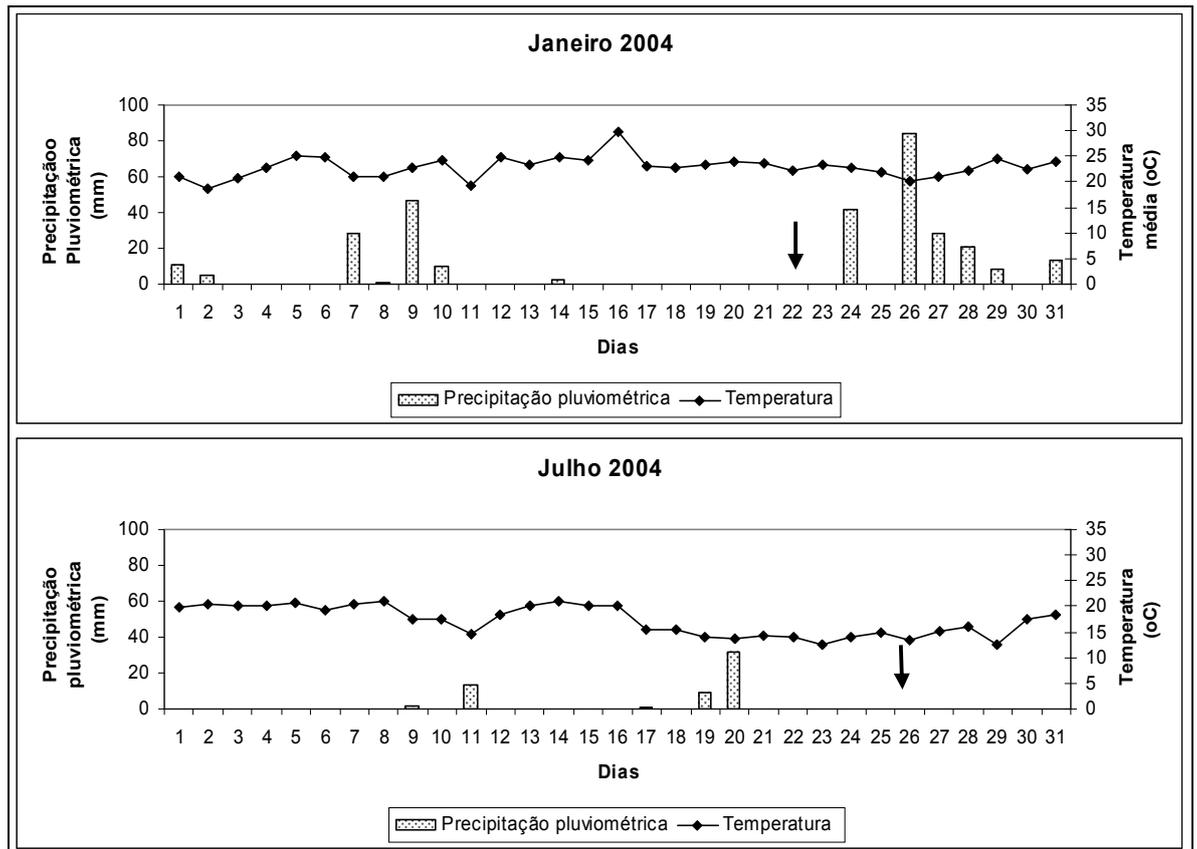


Figura 4 – Precipitação pluviométrica (mm) e temperaturas médias (°C) diárias, dos meses de janeiro de 2004 e julho de 2004. As setas indicam os dias em que se realizaram as coletas.

4.3.2. Vazão

Como esperado, a vazão do rio Monjolinho aumentou de sua nascente em direção a foz (Figura 7). De acordo com Salami (1996), esse aumento é proporcional ao aumento da área de drenagem, a contribuição de seus tributários e também a entrada de efluentes, tanto domésticos como industriais, principalmente após a entrada deste no perímetro urbano, corroborando com a observação feita por autores como Sé (1992) e Barreto (1999).

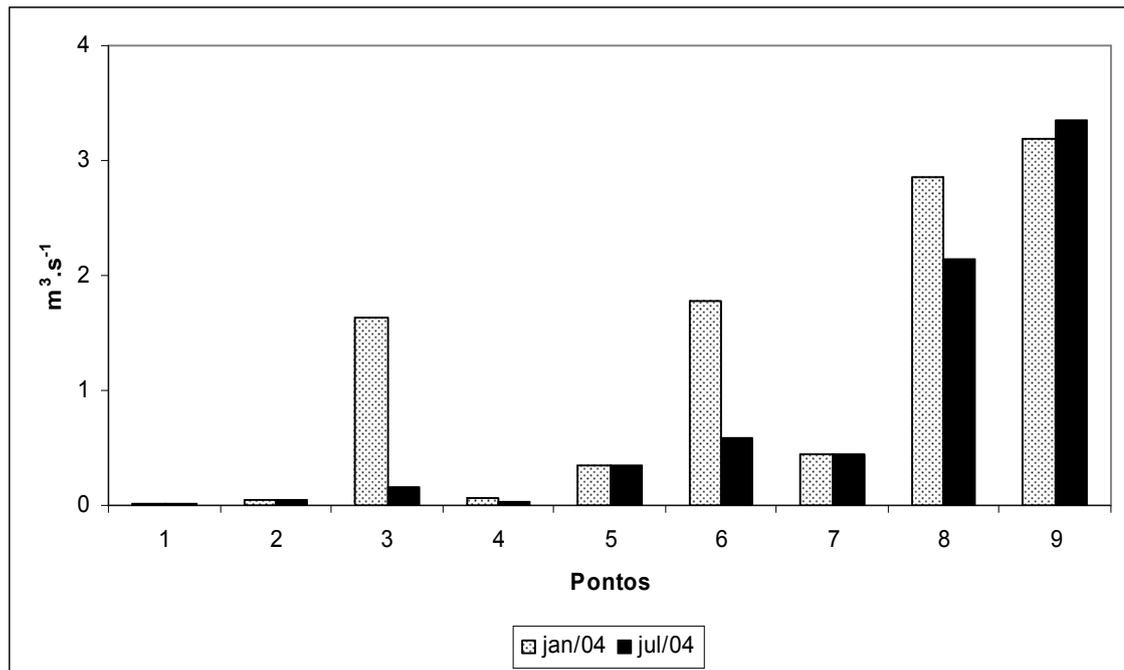


Figura 5 – Vazão ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) em trechos do rio Monjolinho e alguns de seus afluentes nas amostragens de janeiro de 2004 (período chuvoso) e julho de 2004 (período de estiagem).

Além disso, vazão pode influenciar diversas outras características da água, como a quantidade de materiais em suspensão e dissolvidos, já que a erosão das margens traz mais substâncias naturais com aumento exponencial da concentração em relação à vazão. Substâncias introduzidas artificialmente como materiais orgânicos e elementos-traço tendem a ter suas concentrações diminuídas enquanto a vazão aumenta (Chapman e Kimstach, 1992).

Os maiores valores de vazão tanto para o período de chuvas quanto de estiagem ocorreram no ponto 9 (Foz), correspondendo a $3,19 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ e $3,35 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, respectivamente. Dentre os tributários estudados, o córrego Santa Maria Madalena (ponto 3) apresentou o maior valor de vazão durante o período chuvoso ($1,64 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), enquanto o Córrego da Água Fria (ponto 7) apresentou os mesmos valores de vazão durante os dois períodos de coleta ($0,44 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$).

Comparando-se os valores encontrados no presente estudo aos obtidos por Guerreschi (1995), Salami (1996) e Barreto (1999), para ambas as épocas de amostragem, pode-se verificar que todos seguiram o mesmo padrão, com maiores vazões na época chuvosa e menores na estiagem, embora na época de estiagem, o

presente trabalho tenha encontrado valores inferiores de vazão aos citados por Guerreschi (1995) e Barreto (1999).

Cabe ressaltar, que as diferenças encontradas, podem ocorrer já que a vazão é altamente dependente do regime de chuvas (Martinelli e Krusche, 2004) que naturalmente pode variar ao longo dos anos, além das interferências antrópicas que podem acontecer a longo do rio, como represamentos e obras em geral nos trechos que passam dentro da área urbana, causando variações ao longo do rio, como observado nos pontos 5 e 6 (barragem da usina Monjolinho).

4.3.3. Variáveis Físicas e Químicas da água

4.3.3.1. Temperatura

No presente estudo, os valores de temperatura da água variaram de 25,2°C (ponto 4) a 20,4°C (ponto 1) no período chuvoso e de 22,5 °C (ponto 4) a 13,6°C (ponto 9) no período de estiagem (Figura 8).

Nos corpos da água a temperatura normalmente varia conforme a sazonalidade, e em alguns casos mesmo em períodos de 24 horas. A temperatura também é influenciada pela latitude, altitude, hora do dia, circulação do ar, velocidade da corrente da água e profundidade do rio.

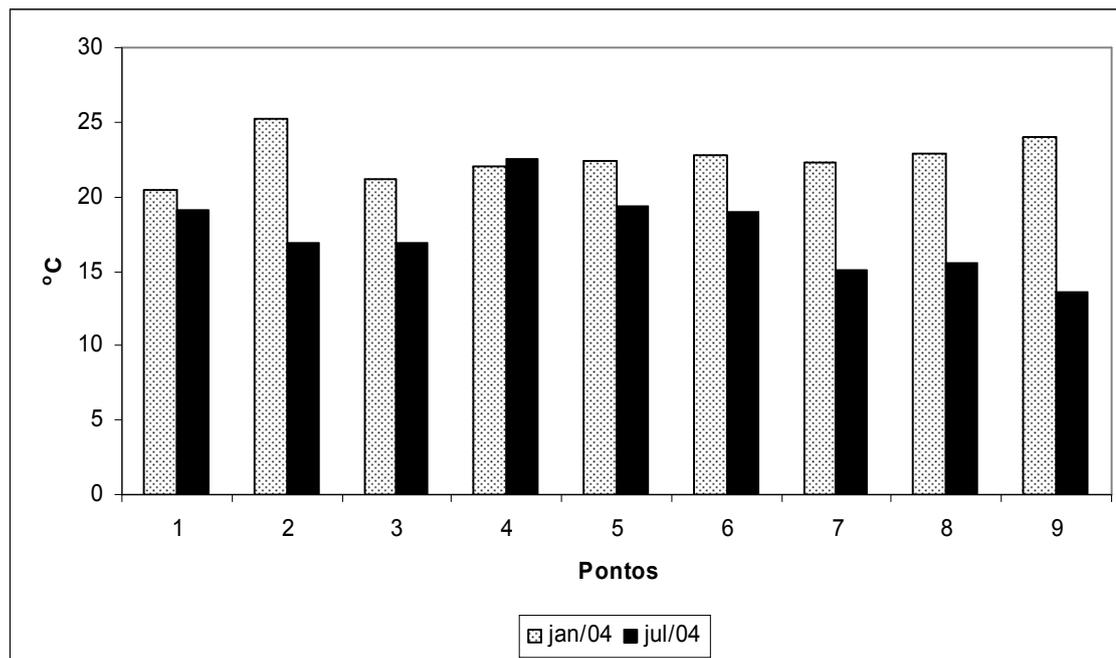


Figura 6 – Valores de temperatura da água (°C) nos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários nos meses de janeiro (período chuvoso) e julho de 2004 (período de estiagem).

Os valores obtidos neste estudo estiveram relacionados principalmente a sazonalidade, bem como ao horário das coletas, ao grau de sombreamento, proximidade da nascente, vazão e tamanho do leito (profundidade e largura). No mês de janeiro de 2004 a coleta iniciou-se no ponto 1 (nascente) em direção ao ponto 9, enquanto em julho de 2004, o sentido da coleta foi o inverso, do ponto 9 para o ponto 1, devido a questões operacionais da coleta.

Estes mesmos fatores são descritos como determinantes para os resultados obtidos em outros estudos no rio Monjolinho (Sé,1992; Salami,1996; Mendes,1998; Barreto,1999 e Peláez-Rodríguez,2001), e em outros corpos de água da região, como nos córregos e ribeirões da bacia do ribeirão do Feijão (Rios, 1993) e no córrego do Cancã (Oliveira, 2003).

4.3.3.2. Potencial Hidrogeniônico (pH)

A faixa de pH durante o período chuvoso variou de 4,7 (ponto 1) a 7,7 (ponto 4) com valor médio de 6,3, e no período de estiagem variou de 5,8 (ponto 7) a 7,1 (ponto 4), com valor médio de 6,3 (Figura 9). Em geral, o rio Monjolinho apresentou águas que variaram de ligeiramente ácidas a neutras. Essa tendência pode estar relacionada ao fato de que boa parte da bacia do rio Monjolinho drena solos de cerrado, cujo pH é consideravelmente ácido (Fundo Mundial Para Natureza, 1995). Esta mesma observação com relação ao pH da água e o tipo de solos da região foi feito por Sidagis-Galli (1997), para a microbacia do córrego São José e Santos (1993), para os córregos da Água Fria e da Água Quente.

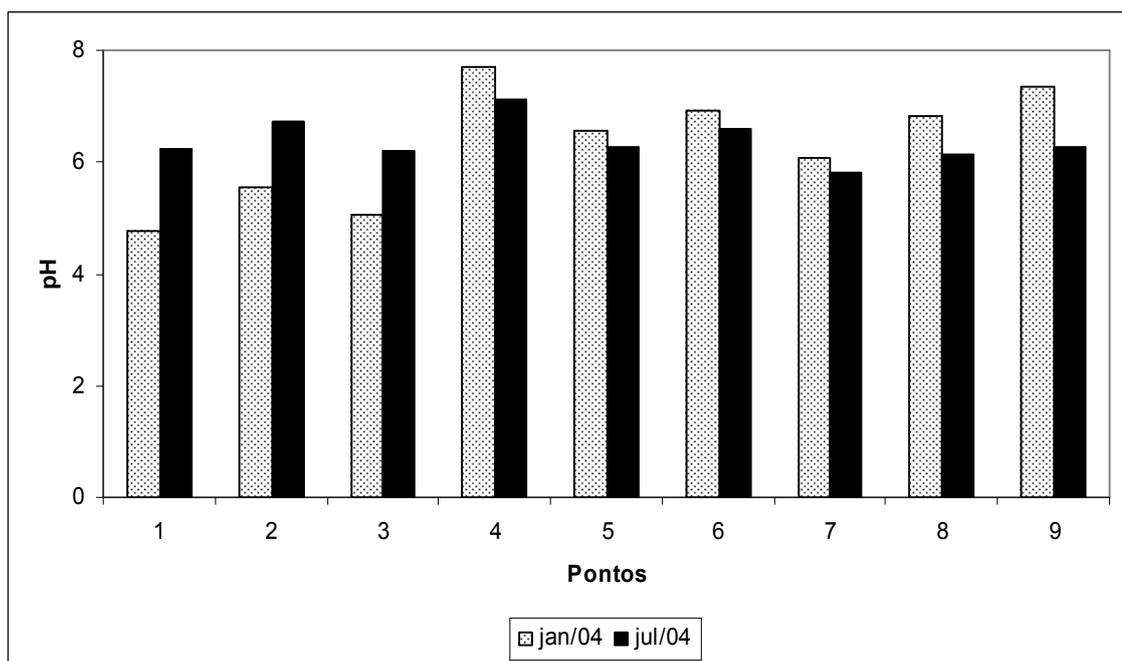


Figura 7 – Valores de pH da água nos pontos amostrados nos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários nos meses de janeiro (período chuvoso) e julho de 2004 (período de estiagem).

Os valores de pH, em média, foram mais baixos durante a época chuvosa, e a faixa de pH entre os pontos variou mais ($s = 1,02$) do que na estação seca ($s = 0,38$). Entretanto deve-se levar em consideração que a média obtida foi baixa devido aos

pontos 1, 2 e 3, cujas águas estavam com águas mais ácidas, sendo que o ponto 1, fica próximo a uma região de mata ciliar, aumentado assim a quantidade de matéria orgânica em decomposição neste local e neste período. Este resultado corroborou o valor de pH obtido por Peláez-Rodríguez (2001), no mesmo local e na mesma época (chuvosa). (Tabela 21).

A faixa de pH encontrada por outros autores entre os anos de 1989 a 2004 variou de 4,7 a 7,4 no período chuvoso e de 6,0 a 7,6 no período de estiagem. Comparando-se estes valores aos encontrados no presente estudo, pode-se verificar que os valores de pH variaram pouco temporalmente, tanto na estação seca quanto chuvosa.

Na maioria dos dados anteriores, entretanto, os maiores valores de pH ocorreram durante o período chuvoso, no qual o solo que drena a bacia é lavado, carreando para o rio substâncias e íons, refletindo assim a composição do solo adjacente e sua ocupação. (Sé, 1992, Salami, 1996, Mendes, 1998 e Barreto, 1999). Além disso, a concentração de matéria orgânica, que em quantidades mais elevadas poderia abaixar o pH, é menor nesta época devido à diluição provocada pela água das chuvas. Por outro lado, no presente estudo, somente os pontos após 10 km de distância da nascente corroboraram a tendência encontrada por Sé (1992), Salami (1996), Mendes (1998) e Barreto (1999).

4.3.3.3. Condutividade

Os valores de condutividade tanto no período chuvoso, quanto no de estiagem, foram mais elevados a partir do ponto 6 (Figura 10). Estes valores refletiram a entrada, a partir do trecho urbano, de efluentes domésticos e industriais, fato também observado por Sé (1992), Mendes (1996), Guerreschi (1995), Barreto (1999), Peláez-Rodríguez (2001) e Peres (2002). Além disso, após a entrada do Córrego da Água Quente, também há um aumento significativo da condutividade, devido à contribuição deste afluente, que também recebe esgotos da região suburbana de São Carlos (Sé, 1992, Mendes, 1998).

Os menores valores ocorreram nos pontos 1, 7 e 3 ($8\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, $17\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e $22\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ para o período de chuvas e $11\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, $19\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e $24\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ no período de estiagem, respectivamente). No do ponto 1, na região da nascente, como mencionado por Barreto (1999), os baixos valores de condutividade poderiam ser explicados devido

a influência das águas subterrâneas, com baixas concentrações de eletrólitos, a presença de mata ciliar que auxiliam na preservação das margens, e por fim, o baixo poder erosivo das águas devido a baixa vazão neste ponto.

Com exceção do ponto 4 não se observam grandes diferenças nos valores de condutividade entre os dois períodos, embora como já citado por autores como Peláez-Rodríguez (2001), os valores de condutividade tendem a ser menores durante o período chuvoso devido a diluição pelas águas da chuva. Além disso, verificou-se, que na coleta da época chuvosa a condutividade diminui do ponto 8 para o 9. Isto possivelmente ocorre devido ao efeito diluidor causado pela entrada das águas dos Córregos do Palmital, Serra e Cancan, conforme observado por Sé (1992). De fato, Oliveira (2003) encontrou, no córrego do Cancã, valores de condutividade em média de $48\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ durante o período chuvoso e $51\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ no período de estiagem, valores muito inferiores aos encontrados nos pontos 8 e 9.

Os resultados de condutividade obtidos por Rios (1993) e Silva Filho (1998) para o ribeirão do Feijão, mostram valores muito inferiores aos do presente trabalho. Para o primeiro autor, os valores mais altos de condutividade foram de $24\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e $27,30\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ para as estações seca e chuvosa, enquanto para o segundo autor os valores máximos foram de $22,9\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e $27,18\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ para as estações de estiagem e chuvosa. No córrego São José, Sidagis Galli (1997), considerou que a condutividade da bacia do córrego São José, pode ser classificada de baixa a muito baixa, com exceção apenas de um ponto de coleta no córrego São José, que fica a jusante do córrego que recebe o chorume do aterro sanitário de São Carlos, com média de $79,74\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Em todos estes casos, a baixa condutividade foi explicada pela presença de mata ciliar em boa parte dos cursos destes corpos de água, capaz de absorver boa parte dos íons que poderiam ser carregados para as águas dos rios. Como no rio Monjolinho, há poucos trechos de mata ciliar, e vários trechos onde há entrada de efluentes, a condutividade neste tende a ser mais elevada do que em outros rios da região.

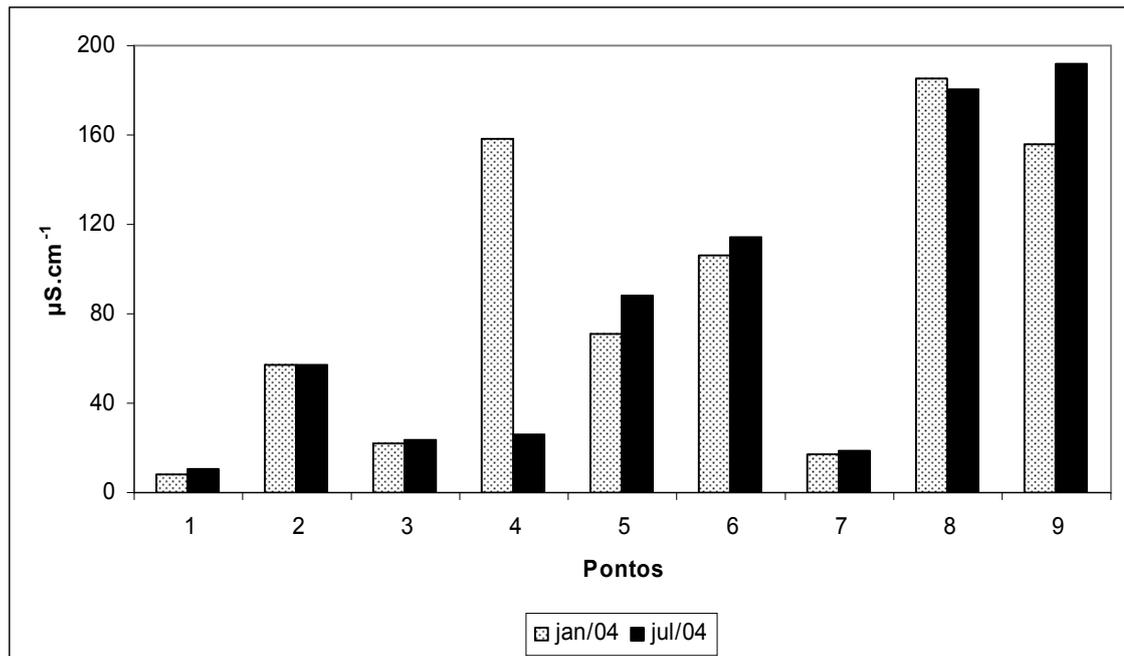


Figura 8 – Valores de condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) da água nos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários nos meses de janeiro (período chuvoso) e julho de 2004 (período de estiagem).

4.3.3.4. Turbidez

Os valores de turbidez da água encontrados são apresentados na Figura 11. Os maiores valores de turbidez foram encontrados no ponto 8 (57,6 UNT e 36 UNT para estação chuvosa e de estiagem, respectivamente).

De acordo com Barreto (1999), os maiores valores de turbidez no rio Monjolinho ocorreram durante o período de chuvas devido à entrada de material alóctone e revolvimento dos sedimentos do fundo pela chuva. No presente trabalho, alguns pontos diferiram desta tendência, principalmente no período de estiagem, devido a intervenções antrópicas nas proximidades, como a construção da nova entrada para a cidade de São Carlos na Rodovia Washington Luís em julho de 2004, que fica a montante do ponto 2. Já no ponto 8, a abertura e fechamento da barragem devido a obras à jusante, pode ter tido alguma influência no aumento da turbidez nesta região. Além disso, o fato de que este ponto está situado logo após o despejo de quase todo o esgoto da área urbana do município, também pode ser levado em consideração para a

explicação desta alta turbidez, uma vez que os níveis de turbidez aumentam em função da poluição de corpos de água com matéria orgânica (Chapman e Kimstach, 1992).

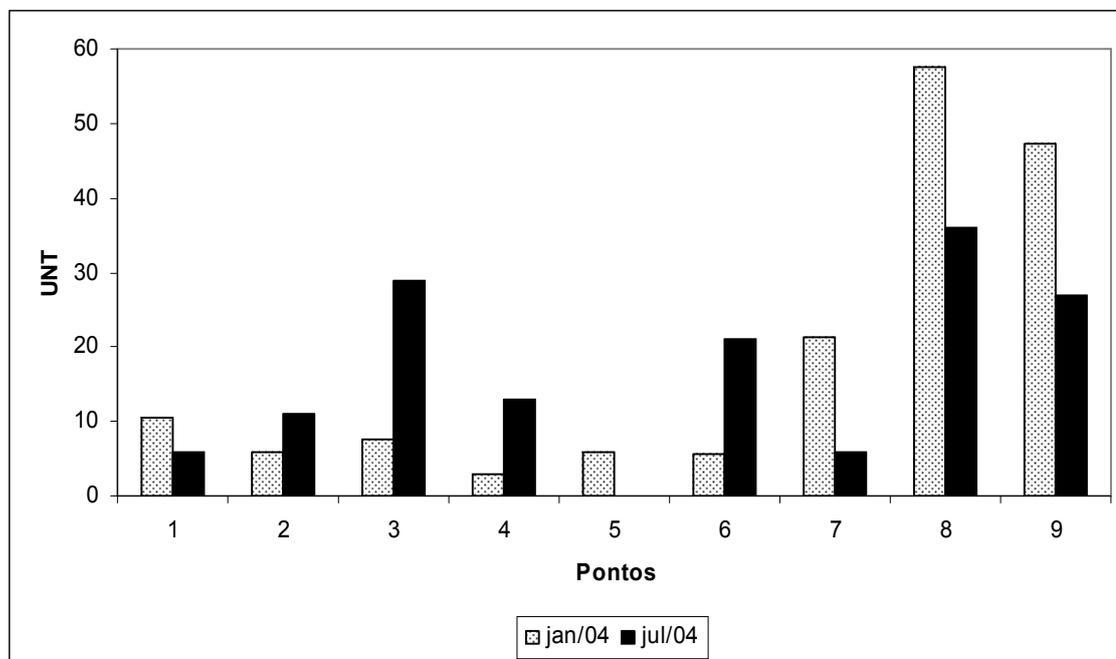


Figura 9 – Turbidez (UNT – Unidade Nefelométrica de Turbidez) da água nos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários nos meses de janeiro (período chuvoso) e julho de 2004 (período de estiagem)

Corroborando os resultados obtidos por Peláez-Rodríguez (2001), as variações da turbidez também foram menores neste trabalho no período de estiagem (valor máximo encontrado 57,6UNT no ponto 8 e mínimo de 3UNT no ponto 4) do que no chuvoso (valor máximo de 36UNT no ponto 8 e mínimo de 6UNT nos pontos 1 e 7).

4.3.3.5. Oxigênio Dissolvido

Os menores valores de oxigênio dissolvido ocorreram em ambas as estações no ponto 8 ($1,56 \text{ mgO}_2 \cdot \text{L}^{-1}$ durante a estação chuvosa e $4,33 \text{ mgO}_2 \cdot \text{L}^{-1}$ no período de estiagem), seguido pelos pontos 2 no período chuvoso ($3,29 \text{ mgO}_2 \cdot \text{L}^{-1}$) e 4 ($4,6 \text{ mgO}_2 \cdot \text{L}^{-1}$).

¹⁾ durante a época de estiagem, valor similar ao encontrado por Barreto (1999) em ponto próximo ao deste trabalho no Córrego do Tijuco Preto ($4,3 \text{ mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$) (Figura 12). Esta queda na concentração de oxigênio deve-se principalmente a entrada de efluentes na área urbana, já que grandes concentrações de matéria orgânica e nutrientes, levam ao aumento da atividade bacteriana e conseqüente consumo de oxigênio disponível (Chapman e Kimstach, 1992, Von Sperling, 1996).

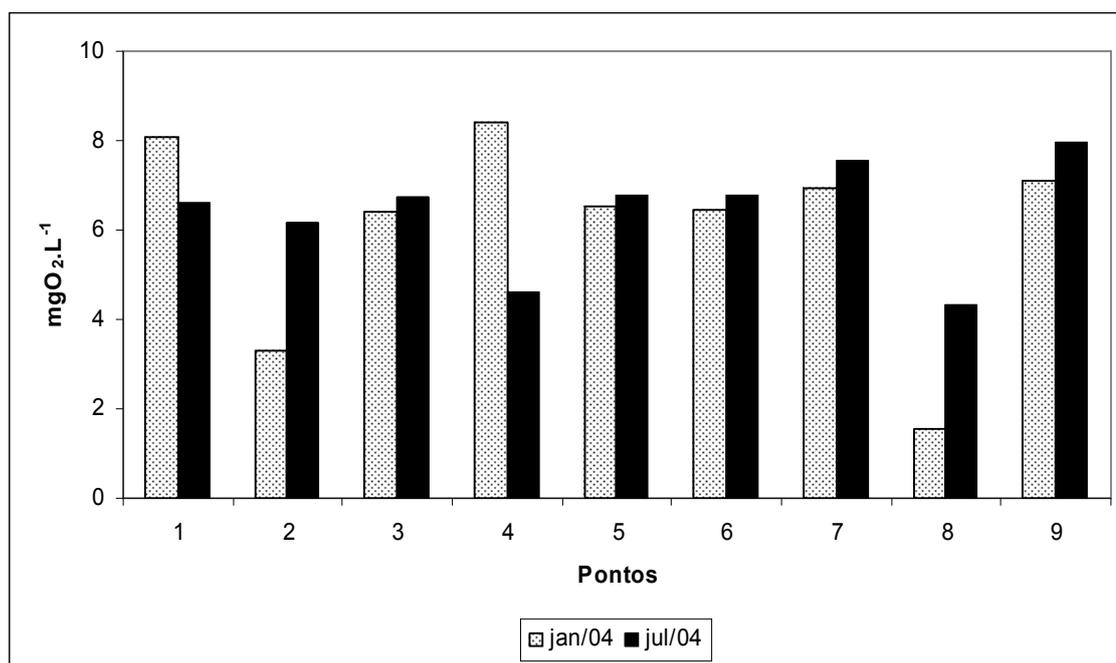


Figura 10 – Valores Oxigênio Dissolvido na água ($\text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$) nos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários nos meses de janeiro (período chuvoso) e julho de 2004 (período de estiagem)

Observa-se também que após o ponto 8 houve, principalmente na época chuvosa, um aumento considerável, da concentração de oxigênio dissolvido em direção a região da foz do rio Monjolinho, fato também observado por Sé (1992), Mendes (1998) e Barreto (1999), demonstrando que o rio Monjolinho possui alguma capacidade de depuração, que é considerada como baixa por Barreto (1999).

Santos (1993), Rios (1993), Silva Filho (1998) e Oliveira (2003) observaram nas águas dos córregos da Água Fria e da Água Quente, nos córregos da bacia do ribeirão do Feijão e no córrego do Cancã as menores concentrações de oxigênio dissolvido durante o período chuvoso. Estas menores concentrações foram justificadas pelas

maiores temperaturas deste período, uma vez que as quantidades de oxigênio dissolvido na água são dependentes da temperatura e da pressão. Quanto menor a temperatura, maior a solubilidade do oxigênio na água (Chapman e Kimstach, 1992, Von Sperling, 1996). Entretanto, no rio Monjolinho, não se observou este tipo de padrão em todos os pontos amostrados, sendo que em alguns casos, a quantidade de oxigênio dissolvido durante a época chuvosa, onde as temperaturas da água foram mais elevadas, chegaram a ser maiores do que na época de estiagem. Neste caso, a concentração de oxigênio foi mais influenciada pela entrada de matéria orgânica, e provável aumento de sua concentração durante a época de estiagem nos pontos 1 e 4.

4.3.3.6. Material em suspensão

Durante o período chuvoso (Figura 13) os maiores valores de material em suspensão total, foram encontrados nos pontos 8 (60,46 mg.L⁻¹), 7 (33,10 mg.L⁻¹) e 9 (31,91 mg.L⁻¹). Já no período de estiagem (Figura 14), os valores foram em geral menores do que aqueles obtidos durante a época de chuvas, com exceção apenas dos pontos 2, 3 e 4. Os maiores valores foram mensurados nos pontos 3 (17,83 mg.L⁻¹), 8 (20,32 mg.L⁻¹) e 9 (25,12 mg.L⁻¹), enquanto os menores valores, tanto na época chuvosa quanto na estiagem, foram sempre encontrados no ponto 1 (3,57 mg.L⁻¹ e 1,93 mg.L⁻¹, respectivamente).

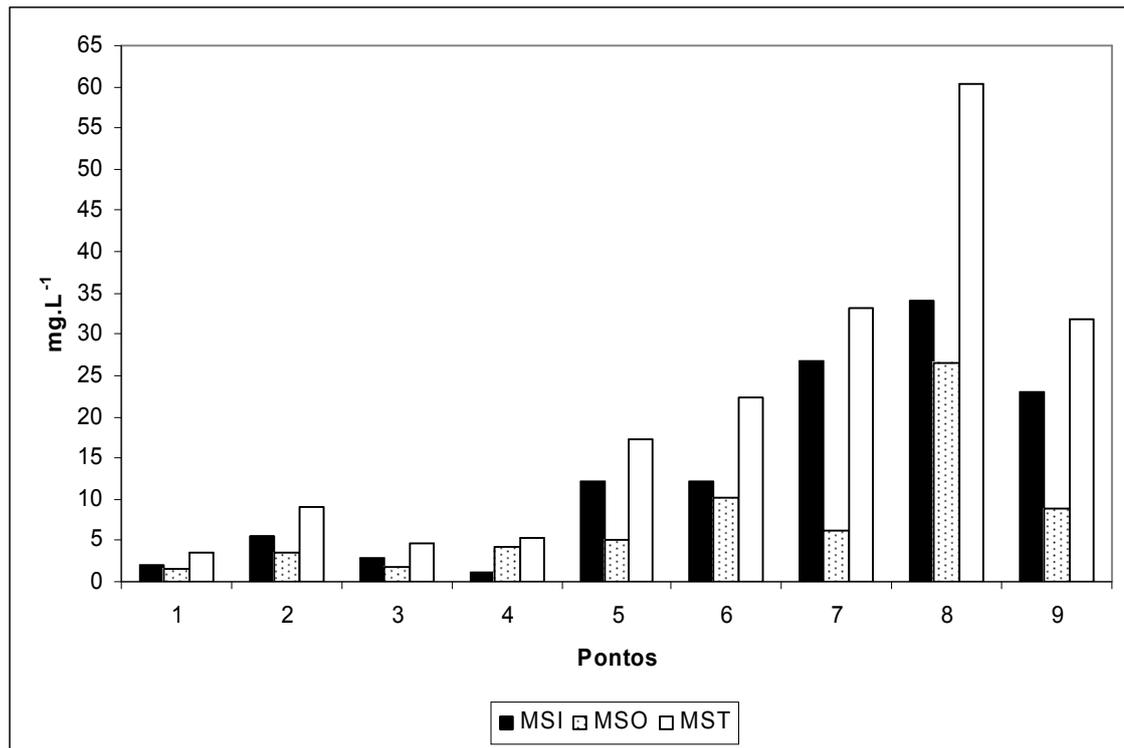


Figura 11 – Valores de material em suspensão inorgânico (MSI), orgânico (MSO) e total (MST), em mg.L⁻¹, nos pontos de amostragem no rio Monjolinho e tributários, em janeiro de 2004.

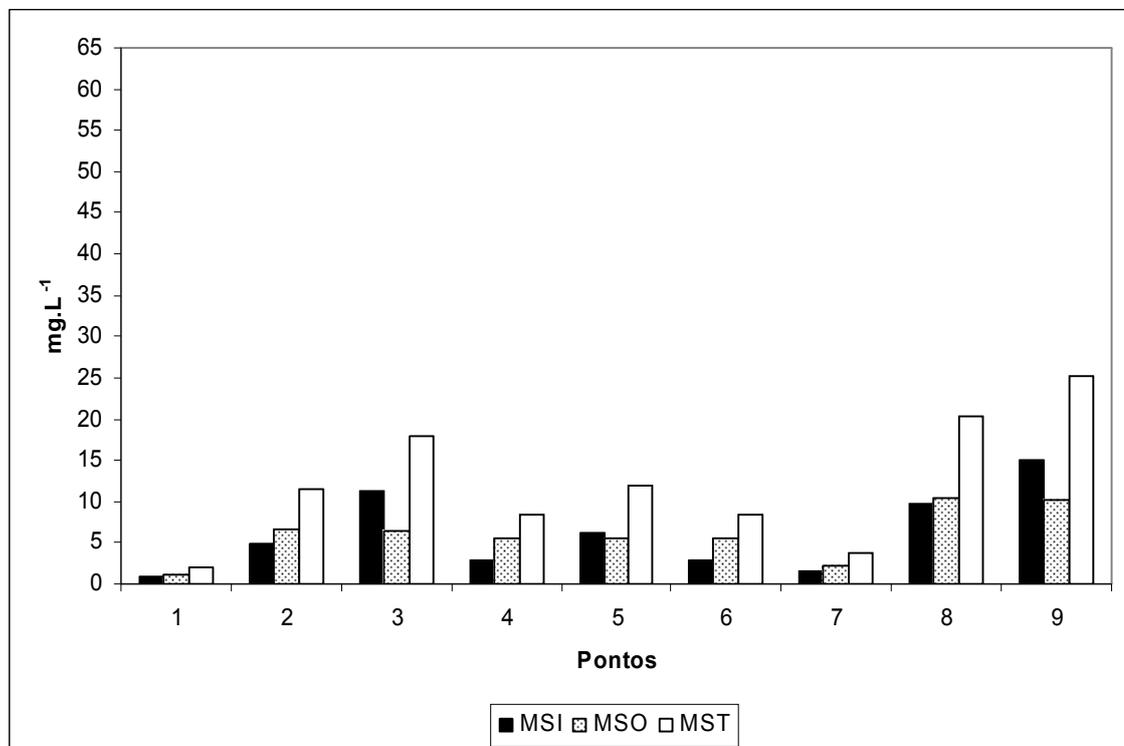


Figura 12 – Valores de material em suspensão inorgânico (MSI), orgânico (MSO) e total (MST), em mg.L⁻¹, nos pontos de amostragem no rio Monjolinho e tributários, em julho de 2004.

Com relação ao material em suspensão inorgânico e orgânico, verificou-se, durante o período chuvoso, predominância do material inorgânico sobre o orgânico, com exceção apenas do ponto 4 (MSI - $1,18 \text{ mg.L}^{-1}$ e MSO - $4,15 \text{ mg.L}^{-1}$). Notadamente, os maiores valores de material inorgânico em suspensão ocorreram nos pontos 8, 7 e 9 ($34,02 \text{ mg.L}^{-1}$, $26,83 \text{ mg.L}^{-1}$ e $23,03 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente), enquanto as maiores concentrações de material em suspensão orgânico foram verificadas nos pontos 8, 6 e 9 ($26,44 \text{ mg.L}^{-1}$, $10,15 \text{ mg.L}^{-1}$ e $8,88 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente).

Os autores Sé (1992), Barreto (1999), Peláez-Rodríguez (2001), Peres (2002) e Souza (2002) encontraram em suas coletas no rio Monjolinho, tanto em períodos chuvosos quanto de seca, os menores valores de material em suspensão total e orgânico na região da nascente, que ocorre provavelmente devido à baixa turbulência e a presença de mata ciliar próxima deste ponto. Os dois primeiros autores enfatizaram também o efeito das chuvas sobre o material em suspensão, havendo maior concentração de material em suspensão inorgânico advindo provavelmente do carreamento e do poder erosivo da vazão no leito do rio, corroborando assim o resultado obtido no presente trabalho.

Silva Filho (1998), também citou um aumento dos sólidos suspensos inorgânicos durante o período de chuvas, e atribuiu as altas concentrações de sólidos em suspensão totais ao uso inadequado dos solos da bacia do Ribeirão do Feijão. Esta mesma situação pode ser observada em alguns trechos do rio Monjolinho, como no caso do ponto 8, onde há ausência de mata ciliar, e toda a área é circundada por plantações de cana-de-açúcar da Usina da Serra.

4.3.3.7. Compostos fosfatados na água

Os resultados das determinações das formas fosfatadas encontram-se nas Figuras 15 e 16, sendo que os resultados de fósforo total, fosfato inorgânico e fosfato total dissolvido do ponto 4, de julho de 2004, foram descartados, devido a erros na leitura.

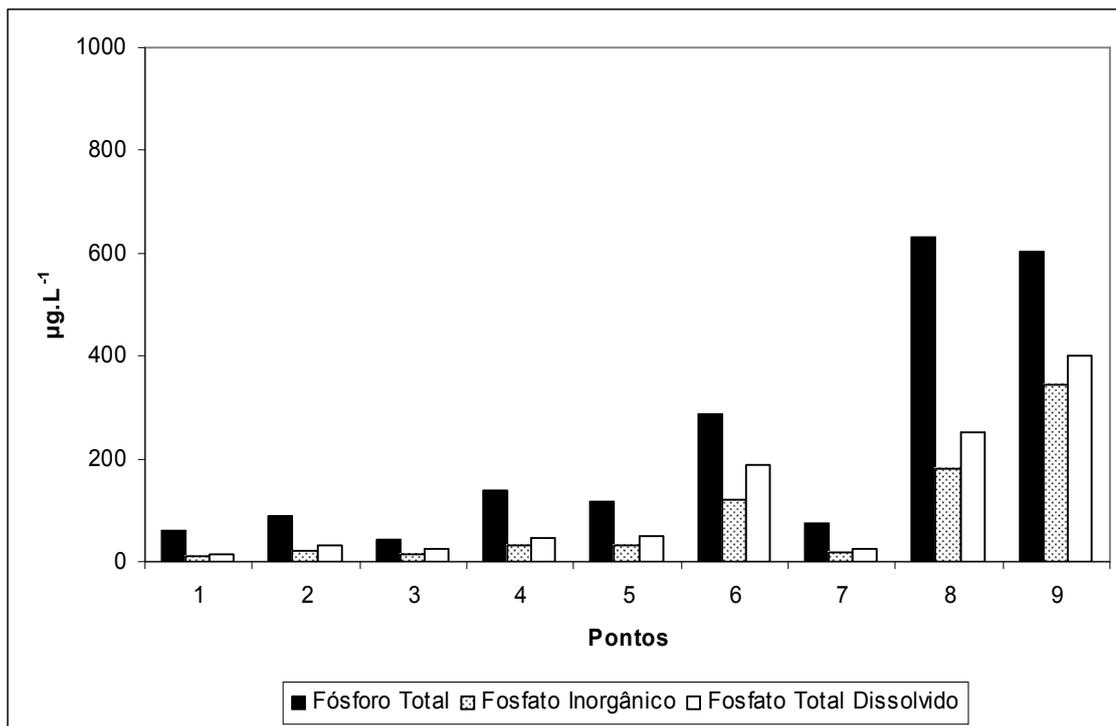


Figura 13 – Concentrações de fósforo total, fosfato inorgânico e fosfato total dissolvido ($\mu\text{g.L}^{-1}$) na água nos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários no mês de janeiro de 2004 (período chuvoso).

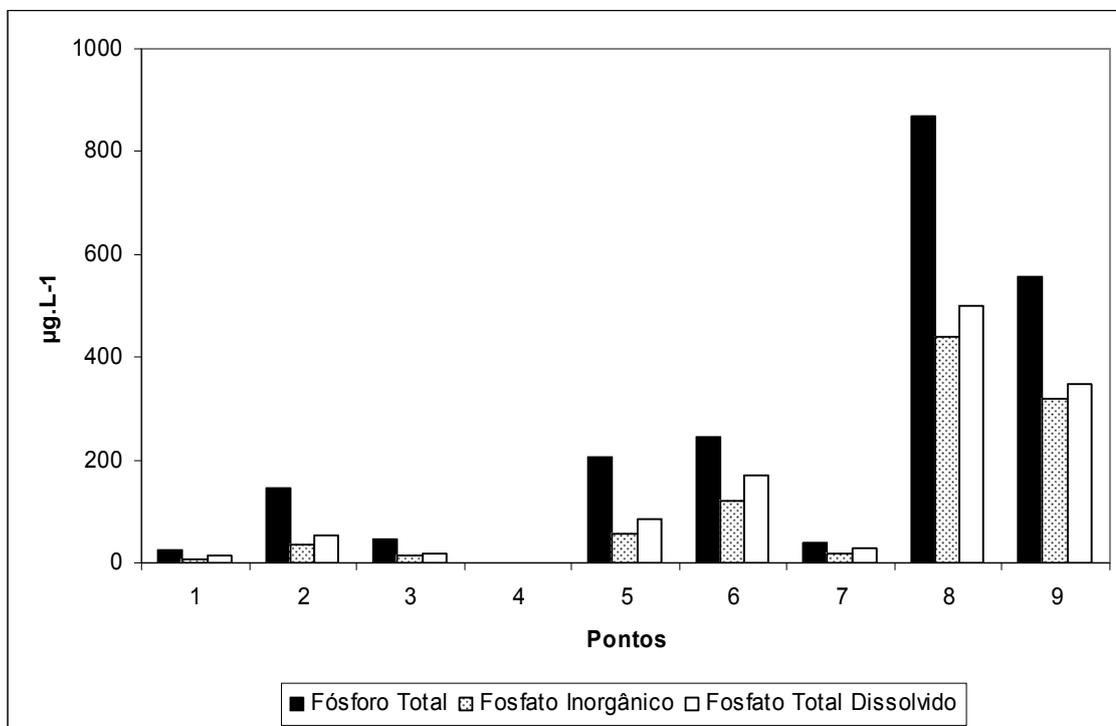


Figura 14 – Concentrações de fósforo total, fosfato inorgânico e fosfato total dissolvido ($\mu\text{g.L}^{-1}$) na água nos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários no mês de julho de 2004 (período de estiagem).

Com relação ao fósforo total, as maiores concentrações de fósforo total foram encontradas no ponto 8 em ambas as estações de amostragem ($632,88 \mu\text{g.L}^{-1}$ e $868,37\mu\text{g.L}^{-1}$), sendo que os valores variaram de $61,38 \mu\text{g.L}^{-1}$ a $632,88 \mu\text{g.L}^{-1}$ no período chuvoso e de $25,48 \mu\text{g.L}^{-1}$ a $868,37 \mu\text{g.L}^{-1}$ no período de seca. A média para o período chuvoso foi de $227,08 \mu\text{g.L}^{-1}$ e na estação seca foi de $266,22 \mu\text{g.L}^{-1}$. As menores concentrações ocorreram em ambas as estações no ponto 1 e nos pontos amostrados nos pontos 3 e 7.

Quanto ao fosfato inorgânico dissolvido, as menores concentrações, em ambos os períodos de coleta ocorreram no ponto 1 ($11,99 \mu\text{g.L}^{-1}$ e $6,63 \mu\text{g.L}^{-1}$, respectivamente). A maior concentração também foi verificada no ponto 8 durante o período de estiagem ($440,97 \mu\text{g.L}^{-1}$). Em média, as menores concentrações ocorreram no período chuvoso, cuja média foi de $86,07 \mu\text{g.L}^{-1}$. Os pontos 1, 3, 6 e 7, não apresentaram grandes diferenças nas concentrações de fosfato inorgânico entre a estação seca e a chuvosa.

Já os valores de fosfato total dissolvido variaram de $15,80\mu\text{g.L}^{-1}$ (ponto 1) a $399,93\mu\text{g.L}^{-1}$ (ponto 9) no período chuvoso e dos mesmos $15,80\mu\text{g.L}^{-1}$ do ponto 1 a $498,53\mu\text{g.L}^{-1}$ (ponto 8), no período de estiagem. As maiores concentrações de fósforo total dissolvido, tanto no período de chuvas quanto no de estiagem, foram verificadas nos pontos 6 ($187,26\mu\text{g.L}^{-1}$ e $171,72\mu\text{g.L}^{-1}$), 8 ($250,18 \mu\text{g.L}^{-1}$ e $498,53\mu\text{g.L}^{-1}$) e 9 ($399,90\mu\text{g.L}^{-1}$ e $348,58\mu\text{g.L}^{-1}$). No geral, as concentrações de fosfato total dissolvido no período chuvoso foram menores ou similares às do período de estiagem, exceto no ponto 9, onde ocorreu o inverso.

De acordo com Chapman e Kimstach (1992) e Von Sperling (1996), as principais fontes naturais de fósforo são a decomposição de rochas e a decomposição de materiais orgânicos, enquanto as principais fontes antropogênicas são os despejos domésticos, especialmente aqueles ricos em produtos de limpeza com polifosfatados, como detergentes, despejos de indústrias, particularmente as do setor alimentício, e o carreamento de áreas ricas em fertilizantes.

Deste modo, avaliando-se espacialmente a série fosfatada analisada, verificou-se que as concentrações de fósforo começaram a aumentar significativamente após a entrada na área urbana, em particular no ponto 6, onde quase todo o esgoto da cidade de São Carlos já foi lançado e com os picos de concentração no ponto 8, após o recebimento dos Córregos da Água Quente e Água Fria. Como já observado por outros autores (Sé, 1992, Santos, 1993), o primeiro córrego, em particular, é altamente

impactado por despejos advindos da área suburbana do município de São Carlos, podendo influenciar de forma significativa às concentrações de fósforo no rio Monjolinho (Sé, 1992, Santos, 1993).

Allan (1995), cita que em pequenos rios e córregos as concentrações de nitrato, fosfato, nitrogênio e fósforo total dissolvido tem forte relação com o uso do solo adjacente, e menor influência da geologia local, dependendo do tipo de solo que é drenado. Logo, áreas onde há maior proporção de terras cultivadas, possuem maior concentrações destes nutrientes do que rios circundados por áreas florestadas. Neste sentido, o ponto 1, apesar de ser aquele que apresenta as menores concentrações de formas fosfatadas, está entre os pontos sujeitos a maior carreamento destes nutrientes devido a pequena quantidade de mata ciliar e aos cultivos de cana-de-açúcar, pastagens, hortaliças e milho próximos. Nos pontos 8 e 9 além da influência dos efluentes advindos da área urbana de São Carlos, também há a ausência de áreas florestadas, e o cultivo intenso de cana-de-açúcar no entorno.

Durante o período de chuvas, a maioria dos pontos apresentou teores menores de fósforo comparado ao período de estiagem, com exceção dos pontos 9 e 6 para fosfato total dissolvido e fósforo total e do ponto 1 para fósforo total, onde os menores teores de fósforo ocorreram na época chuvosa. Entretanto, as concentrações de fósforo, em particular durante o período de estiagem, tenderam a aumentar da região da nascente para a foz, com diminuição depois do ponto 8, caracterizando assim uma certa capacidade de recuperação do rio, com relação a este parâmetro, em seu trecho final, fato também observado por Sé (1992), Guerreschi (1995), Barreto (1999), Peres (2002) e Souza (2002). Durante o período chuvoso, verificou-se que as concentrações dos pontos 8 e 9 quase se igualaram, como no caso do fósforo total ou eram maiores neste último ponto, como para os parâmetros fosfato inorgânico e fosfato total dissolvido.

A comparação dos resultados obtidos com os de outros autores, no rio Monjolinho, são apresentados nas Tabelas 18 a 24 do Anexo 1. A maioria dos autores consultados encontrou as maiores concentrações de fósforo a partir de 17km de distância da nascente, correspondendo ao ponto 6 deste trabalho, sendo este aumento justificado pelo lançamento de esgotos do município de São Carlos, como observado por Guerreschi (1995) e Barreto (1999). Também é interessante notar os efeitos nas concentrações de fósforo nos pontos a 22 e 29,8 km de distância da nascente, muito provavelmente como reflexo da entrada do Córrego da Água Quente (Sé, 1992).

Com relação a análise temporal para o fosfato total dissolvido, apenas os pontos localizados após a junção dos Córregos da Água Fria e da Água Quente (22 km de distância da nascente) até a região da foz (\approx 43 km de distância da nascente), apresentaram aumento na concentração ao longo do tempo (entre 1989 e 2004 para o período de estiagem e de 1990 a 2004 para o período de chuvas). Nos demais pontos, a concentração foi variável ao longo dos anos, assim como para as concentrações de fósforo total e fosfato inorgânico.

Estas variações nas concentrações dos nutrientes ao longo dos anos, segundo Goldman e Horne (1983), ocorrem naturalmente em ecossistemas lóticos, principalmente naqueles não perturbados, sendo que estas mudanças não são ainda bem entendidas, por se tratarem de uma combinação de vários fatores que controlam os fluxos de nutrientes no rio.

Comparando-se ainda os resultados do presente estudo com os encontrados em outros rios e córregos da região, a exemplo do córrego da Água Quente (Santos, 1993), verificou-se valores médios de fósforo total similares as concentrações encontradas nos trechos finais do rio Monjolinho (a partir do ponto 8), enquanto no córrego do Cancã (Oliveira, 2003), os valores médios encontrados ($18,68\mu\text{g.L}^{-1}$ e $18,81\mu\text{g.L}^{-1}$, para os períodos de estiagem e seca, respectivamente) foram mais baixos do que os encontrados no presente trabalho.

Neste último trabalho, a autora enfatiza que apesar das atividades agrícolas na bacia hidrográfica e a escassez de matas ciliares, a concentração de nutrientes neste córrego pode ser considerada como baixa. Teixeira (1993) também encontrou valores inferiores ao do presente trabalho nos córregos da bacia do ribeirão do Feijão, enquanto Sidagis Galli (1997), encontrou valores similares para a série fosfatada dos córregos da microbacia do córrego São José. As maiores concentrações das formas fosfatadas analisadas neste trabalho, presentes nos pontos 6, 8 e 9, foram também muito superiores do que os valores máximos encontrados para estas mesmas formas no rio Mogi-Guaçú (Brigante *et al.*, 2003).

4.3.3.8. Compostos nitrogenados na água

Os resultados das concentrações das diferentes formas nitrogenadas analisadas nas amostras de água são apresentadas nas Figuras 17 e 18. Corroborando as observações de Sé (1992), Guerreschi (1995), Mendes (1998), Barreto (1999) e Marinelli (2000), as concentrações das formas nitrogenadas aumentaram, no geral, de forma significativa após a passagem pela área urbana de São Carlos.

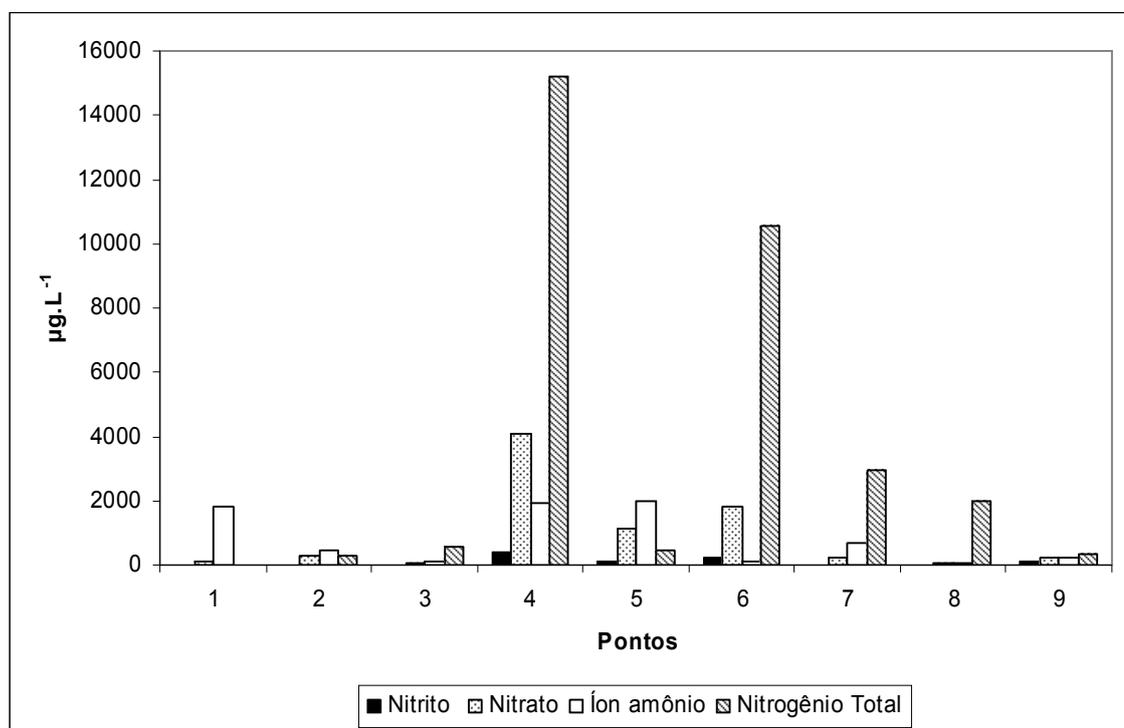


Figura 15 – Concentrações de nitrito (NO₂), nitrato (NO₃), íon amônio e nitrogênio total (µg.L⁻¹) na água dos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários no mês de janeiro de 2004 (período chuvoso).

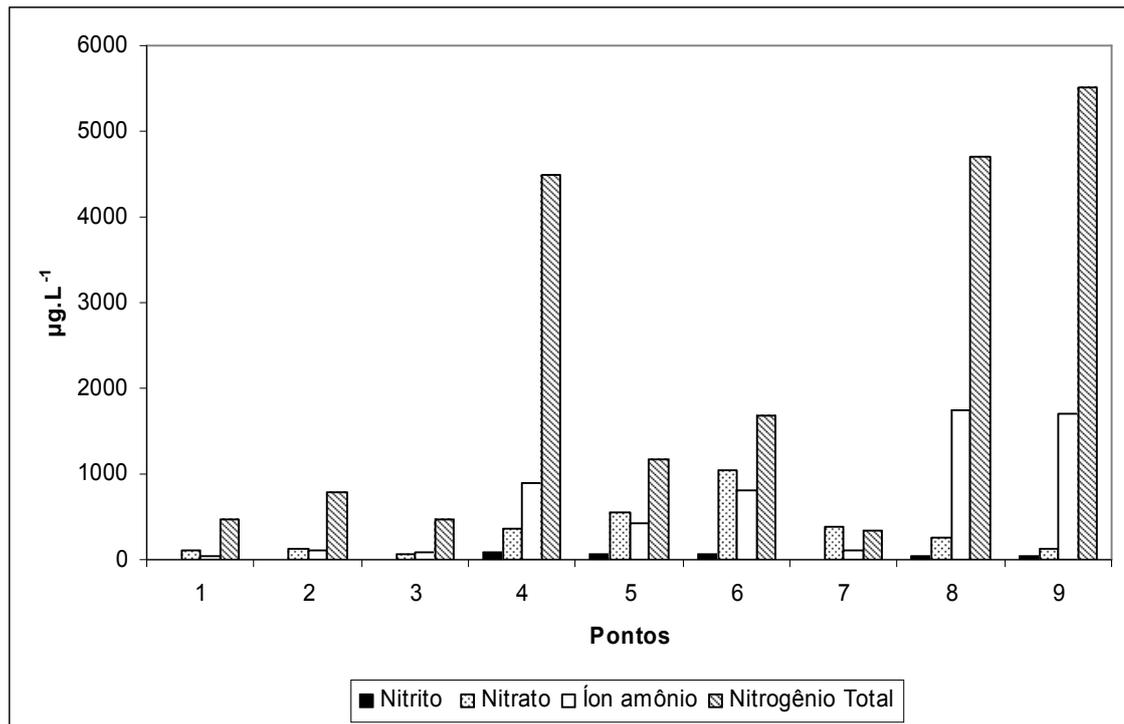


Figura 16 – Concentrações de nitrito (NO_2), nitrato (NO_3), íon amônio e nitrogênio total ($\mu\text{g.L}^{-1}$) na água dos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários no mês de julho de 2004 (período de estiagem).

Os pontos 8 e 9 foram aqueles que apresentaram as maiores concentrações de formas nitrogenadas, em particular de nitrogênio total, embora altas concentrações destas formas também tenham sido encontradas no ponto 4 e 6. As menores concentrações de nitrato, nitrito e nitrogênio total ocorreram nos pontos 1 e 3. Com relação ao íon amônio, as menores concentrações foram encontradas nos pontos 1 ($38,89\mu\text{g.L}^{-1}$) e 3 ($80,60\mu\text{g.L}^{-1}$) no período de estiagem e no ponto 8 ($29,80\mu\text{g.L}^{-1}$) no período chuvoso, sendo que nesta mesma época, verificou-se a elevada concentração de amônio no ponto 1 correspondente a região da nascente ($1815,40\mu\text{g.L}^{-1}$).

Para o nitrato (NO_3), que é a forma combinada mais comum do nitrogênio presente em águas superficiais, verificou-se, em ambos os períodos de coleta, uma tendência de aumento de suas concentrações até o ponto 6 e de diminuição em direção ao ponto 9, sendo que esta queda foi mais acentuada durante o período chuvoso. Fato semelhante foi observado por Oliveira (2003), que encontrou concentrações de nitrato menores que $30\mu\text{g.L}^{-1}$ nas águas do córrego do Cancã, durante a época chuvosa.

De acordo com Sé (1992), esta queda da concentração de nitrato pode ocorrer devido à mistura com as águas do Córrego do Cancã, à sedimentação do nitrogênio orgânico em forma de material particulado e à adsorção das partículas ou absorção biológica. Para o nitrogênio total, essa tendência só foi observada durante o período chuvoso, já que no período de estiagem, as concentrações aumentaram gradualmente, até atingir os valores mais altos na região da foz. Por outro lado, Barreto (1999), cita que mesmo durante o período chuvoso, o aumento da vazão não é suficiente para abaixar as concentrações de nitrogênio total e amônio, e torná-las mais próximas às encontradas na região da nascente.

Em geral dentro dos ambientes aquáticos, a amônia é convertida a nitrito e este por sua vez a nitrato. Entretanto, estas reações consomem uma grande quantidade de oxigênio dissolvido do meio, e o excesso de nitrito e amônio podem ser altamente tóxicos aos organismos aquáticos. Convém ressaltar que no período chuvoso foram encontrados picos de concentração de íon amônio no ponto 1, possivelmente devido à entrada de dejetos de animais próximo ao local de coleta. O ponto 4, no córrego do Tijuco Preto, também apresentou altas concentrações de amônio, as quais puderam explicar os altos valores encontrados no ponto 5, que se localiza a jusante da foz do Córrego do Tijuco Preto. No período de estiagem, as concentrações de amônio tenderam a aumentar em direção a foz, enquanto as de nitrito, aumentaram em direção ao ponto 6 e a partir daí decaíram até a região da foz.

De acordo com Chapman e Kimstach (1992), em áreas não impactadas por atividades antropogênicas, as concentrações de nitrato raramente apresentam valores acima de $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$ ($100 \text{ }\mu\text{g.L}^{-1}$), enquanto em áreas influenciadas por estas atividades, normalmente as concentrações podem alcançar valores acima de $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$, e raramente abaixo de $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$. Após o recebimento da maior parte dos esgotos do município de São Carlos, no ponto 6, valores acima de $1,00 \text{ mg.L}^{-1}$ foram mensurados ($1823,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ e $1040,30 \mu\text{g.L}^{-1}$ para o período chuvoso e de estiagem, respectivamente).

Segundo estes mesmos autores, as concentrações de nitrito também costumam ser muito baixas nas águas superficiais, por volta de $0,001 \text{ mg.L}^{-1}$, raramente excedendo a concentração de $1,00 \text{ mg.L}^{-1}$, sendo que altas concentrações de nitrito podem ser indicadoras de lançamento de efluentes industriais. No presente estudo, novamente o ponto 6 apresentou os valores mais elevados deste nutriente ($246,94 \text{ }\mu\text{g.L}^{-1}$ no período chuvoso e $66,49 \text{ }\mu\text{g.L}^{-1}$ no período de estiagem), e dentre os afluentes estudados, o

ponto 4 apresentou os valores mais altos de nitrito ($386,49 \mu\text{g.L}^{-1}$ no período chuvoso e $92,88$ no período de estiagem). Já Sé (1992) e Mendes (1998) encontraram maiores concentrações de nitrogênio total no período de estiagem, enquanto Barreto (1999) verificou uma sazonalidade nos resultados de nitrogênio total, amônio e nitrito, com um aumento das concentrações durante o período chuvoso. No presente trabalho, as concentrações de todas as formas nitrogenadas analisadas apresentaram em média maiores valores durante a época chuvosa.

As concentrações de nitrito e íon amônio encontrados neste estudo, principalmente nos pontos 4 no período de estiagem, são comparáveis com alguns dos valores encontrados no trecho paulista do rio Mogi-Guaçu. Entretanto, em média, os valores de nitrito e nitrato, encontrados neste mesmo trecho foram superiores as médias do presente trabalho, enquanto no caso da amônia a média foi superior ao encontrado no rio Mogi-Guaçu (Brigante *et al.*, 2003).

No trabalho de Oliveira (2003), realizado no córrego do Cancã, que é um dos afluentes do rio Monjolinho, as concentrações médias das formas nitrogenadas foram muito inferiores às encontradas no presente trabalho, assim como no estudo realizado por Silva Filho (1998) no ribeirão do Feijão, em que as médias encontradas para nitrogênio total, nitrito, íon amônio, em ambos os períodos de coleta, e nitrato no período chuvoso, foram bem inferiores à maioria dos valores encontrados neste trabalho, principalmente aqueles encontrados nos pontos 4 e a partir do ponto 6 até o 9.

4.3.3.9. Íons: Cloreto, Sulfeto e Sulfato

Em média, as maiores concentrações de cloreto foram encontradas durante o período de estiagem ($6,58\text{mg.L}^{-1}$), com as maiores concentrações nos pontos 8 e 9, ou seja, logo após a passagem pela área urbana do município de São Carlos, tanto no período chuvoso quanto no de estiagem, enquanto as menores concentrações tanto na estiagem quanto no período chuvoso ocorreram no ponto 1 ($0,3 \text{mg.L}^{-1}$ no período de estiagem e $0,1 \text{mg.L}^{-1}$, no período chuvoso) (Figura 19). Estes resultados corroboraram os dados obtidos por Peláez-Rodríguez (2001).

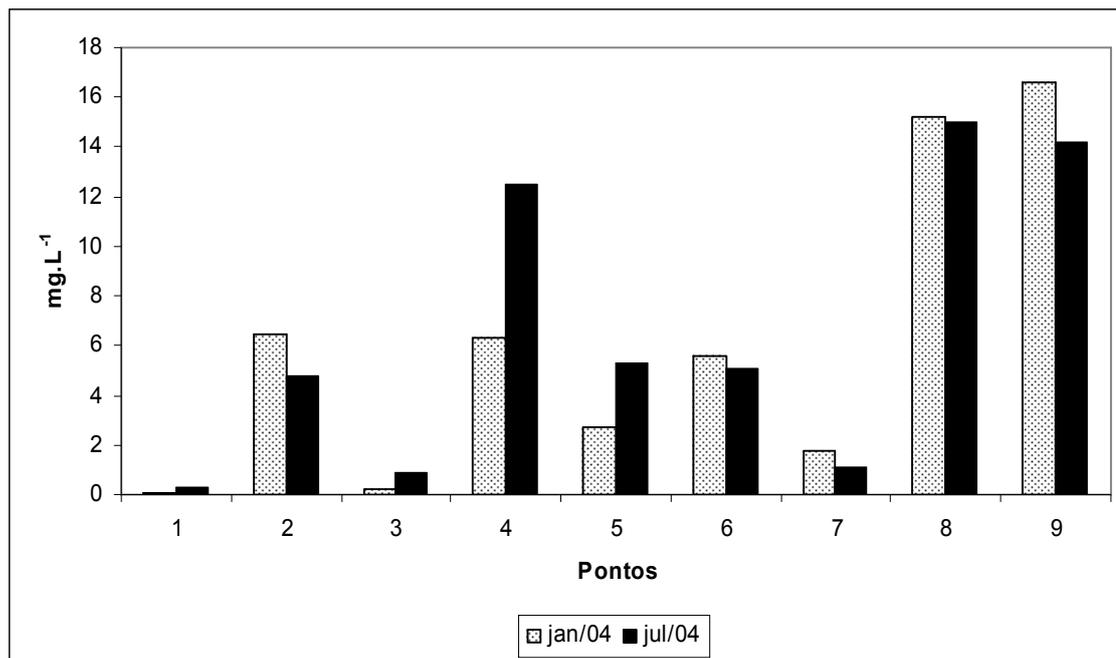


Figura 17 – Concentrações de cloreto (mg.L^{-1}) na água dos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários nos meses de janeiro (período chuvoso) e julho de 2004 (período de estiagem)

De acordo com Chapman e Kimstach (1992), concentrações de sulfatos entre 2 mg.L^{-1} e 80 mg.L^{-1} podem ocorrer normalmente, porém em regiões áridas com grande quantidade de minerais sulfatados e em locais próximos a descargas de efluentes industriais, níveis acima de 1000 mg.L^{-1} podem ser encontrados. Além disso, concentrações maiores que 400 mg.L^{-1} podem conferir sabor desagradável à água.

No presente estudo, em média, o sulfato apresentou maiores concentrações durante o período o chuvoso ($10,56 \text{ mg.L}^{-1}$) (Figura 20). Assim como o cloreto, as maiores concentrações de sulfato ocorreram após a passagem pela área urbana, em ambos os períodos de coleta, fato este também observado por Peláez-Rodríguez (2001). Durante o período chuvoso, a maior concentração de sulfato ocorreu no ponto 8 ($32,0 \text{ mg.L}^{-1}$), enquanto a menor concentração ocorreu nos pontos 4 no período chuvoso e 7 no período de estiagem ($2,0 \text{ mg.L}^{-1}$).

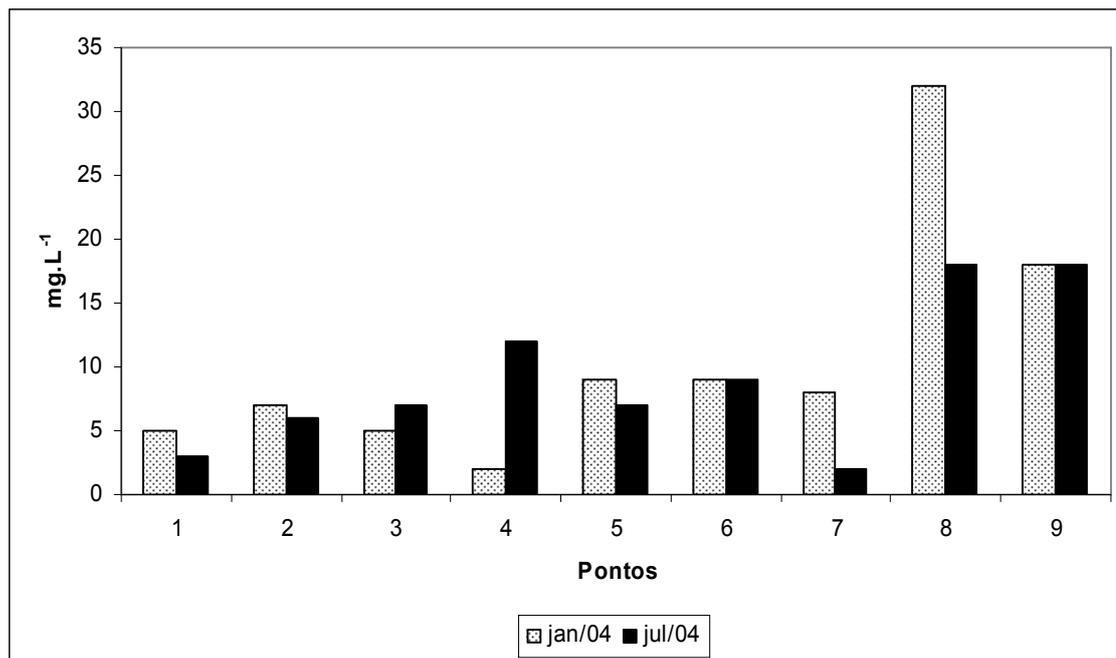


Figura 18 – Concentrações de sulfato (mg.L^{-1}) na água dos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários nos meses de janeiro (período chuvoso) e julho de 2004 (período de estiagem)

Com relação ao íon sulfeto, a maior concentração foi verificada no ponto 8 ($0,027 \text{ mg.L}^{-1}$) durante o período chuvoso (Figura 21). Entretanto, o mesmo não foi detectado no ponto 7, no período de estiagem. De acordo com o CONAMA 357/05, para as águas de classe 2 o valor máximo de sulfetos permitido é de $0,002 \text{ mg.L}^{-1}$, enquanto para as água de classe 3, é de $0,3 \text{ mg.L}^{-1}$. Neste contexto, portanto, apenas o ponto 7 durante a estiagem se enquadraria na classe 2, já que nos demais pontos as concentrações variaram de $0,003 \text{ mg.L}^{-1}$ a $0,027 \text{ mg.L}^{-1}$ durante o período chuvoso e de $0,004 \text{ mg.L}^{-1}$ a $0,015 \text{ mg.L}^{-1}$ durante o período de estiagem. Seguindo o mesmo padrão do cloreto e do sulfato, as concentrações de sulfeto aumentaram significativamente após a passagem pela área urbana.

Barreto (1999), detectou a presença de sulfetos em suas coletas somente uma vez durante uma de suas coletas no período chuvoso, e em todas as coletas no período de estiagem. Entretanto, convém ressaltar que as concentrações encontradas por esta autora foram bem maiores do que os valores encontrados no presente estudo no período de estiagem, tendo havido também aumento significativo dos valores após a passagem pela área urbana.

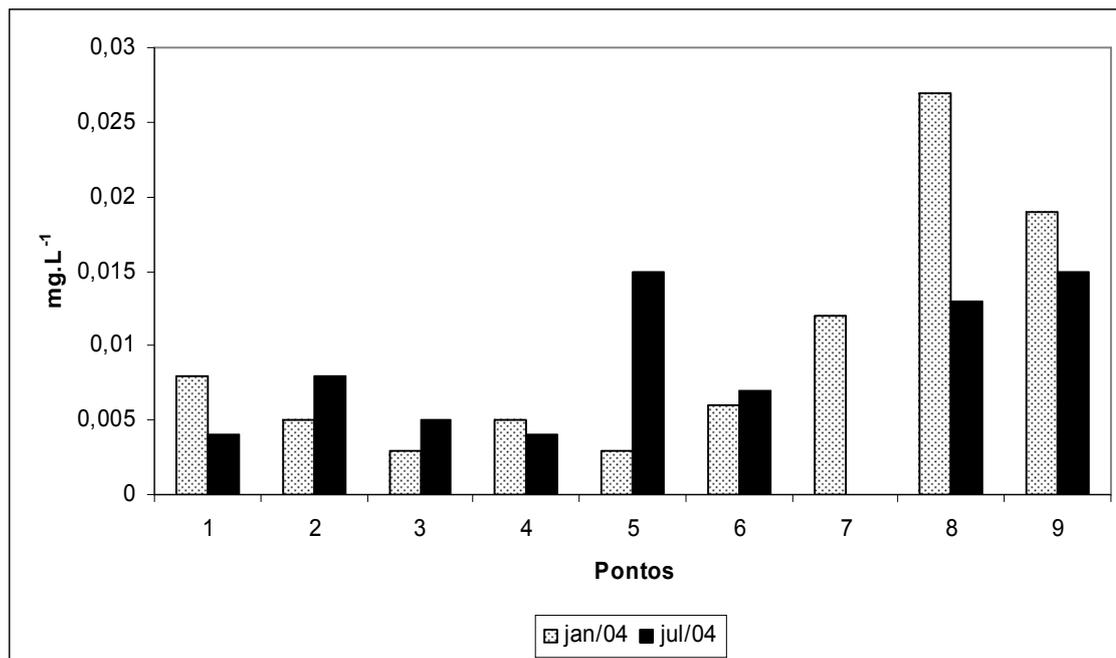


Figura 19 – Concentrações de sulfeto (mg.L^{-1}) na água dos pontos amostrados no rio Monjolinho e seus tributários nos meses de janeiro (período chuvoso) e julho de 2004 (período de estiagem)

4.3.3.10. Enquadramento dos dados limnológicos na Legislação

Analisando-se o enquadramento dos dados limnológicos obtidos na resolução CONAMA número 357 de 17 de março de 2005, verificou-se que apenas os parâmetros pH, oxigênio dissolvido e fósforo total apresentaram valores acima daqueles recomendados para corpos de água de classe 2.

No caso do pH, cujos limites estão estabelecidos entre 6,0 e 9,0, os pontos 1, 2 e 3 (com valores de pH de 4,7, 5,5 e 5,0, respectivamente) no período chuvoso e ponto 7 (5,8) no período de estiagem não se enquadraram nos valores estipulados pela resolução. Entretanto, cabe ressaltar que vários autores encontraram baixos valores de pH em rios e córregos da região de São Carlos (Sidagis Galli, 1997, Silva Filho, 1998), sem que isto tenha sido sinal de interferência antrópica, mas sim de influências do solo da região. O único ponto que apresentou pH acima da média dos demais foi o 4 (sem entretanto ultrapassar o valor máximo estipulado pela resolução), devido muito provavelmente, aos lançamentos de despejos tanto de origem doméstica como industrial.

Quanto aos valores de oxigênio dissolvido, os pontos 8, em ambos os períodos de coleta, 2, durante o período chuvoso e 4, durante o período de estiagem, apresentaram valores de oxigênio dissolvido muito abaixo do mínimo estabelecido pela resolução, correspondente a $5,00 \text{ mgO}_2 \cdot \text{L}^{-1}$.

Para o fósforo total, a concentração máxima permitida para águas de classe 2 em ambientes intermediários, com tempo de residência de 2 a 40 dias (intermediários), e tributários diretos de ambiente lânticos, é de $0,050 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, enquanto para ambientes lóticos e tributários de ambientes intermediários, o valor máximo é de $0,1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Deste modo, o ponto 6, que pode ser considerado como ambiente intermediário, apresentou valores de fósforo total muito superiores aos estabelecidos por esta resolução, em ambos os períodos de coleta. Da mesma forma, os pontos 5, 8 e 9, em ambas as épocas de amostragem, o ponto 2 na época de estiagem, e o ponto 4 no período chuvoso, também apresentaram valores muito superiores aqueles estipulados para ambientes lóticos.

Os demais parâmetros analisados estiveram abaixo dos limites estabelecidos pela resolução, incluindo-se neste caso, a turbidez; formas nitrogenadas; e íons sulfeto, sulfato e cloreto.

Segundo a legislação, o limite para turbidez corresponde a 100 UNT para águas de classe 2. Quanto às formas nitrogenadas, os limites são de $1,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ para nitrito; para o nitrato é de $10,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ para nitrato; e no caso do íon amônio de $3,7 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ para $\text{pH} \leq 7,5$; $2,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ para $\text{pH} > 7,5$ e $\leq 8,0$; $1,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ para $\text{pH} > 8,0$ e $\leq 8,5$ e $0,5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ para $\text{pH} > 8,5$. Apesar dos aumentos dos íons sulfeto, sulfato e cloreto após a passagem pela área urbana, todas as concentrações mensuradas neste estudo, ficaram bem abaixo dos valores máximos estabelecidos pelo CONAMA 357/05, que é de $250,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ para sulfato, $0,002 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ para sulfeto e $250,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ para cloreto.

No Estado de São Paulo, de acordo com o decreto nº 10.755 de 22 de novembro de 1977, o rio Monjolinho, até sua confluência com o córrego do Gregório é considerado como rio de classe 2, com águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, irrigação e recreação de contato primário. Após a junção do rio Monjolinho com o córrego do Gregório até sua junção com o rio Jacaré-Guaçu, este passa a ser classificado como rio de classe 4, cuja destinação é menos nobre, e só podem ser utilizadas em abastecimento doméstico, após tratamento avançado. Entretanto, esta classificação é prevista, baseada nos critérios determinados pelo decreto

nº 8.468 de 8 de setembro de 1976, que é anterior ainda a resolução CONAMA no. 20/86, necessitando assim de atualização (ANA, 2005).

4.3.3.11. Análise estatística das variáveis físicas e químicas

Os resultados da análise dos componentes principais, realizada com as variáveis físicas e químicas da água, são apresentados na Tabela 4 e Figura 22 para o período chuvoso e na Tabela 5 e na Figura 23 para o período de estiagem.

Para a análise realizada com os dados do período chuvoso os dois eixos explicaram 83,27% da variabilidade dos dados. O primeiro eixo explicou 58,20% da variação e os componentes que mais influenciaram neste eixo em ordem de importância foram o fósforo total, fosfato total dissolvido, fosfato inorgânico, material em suspensão orgânico, material em suspensão total, cloreto, sulfato, sulfeto, vazão, material em suspensão inorgânico, condutividade, pH e turbidez. No segundo eixo, que explicou 25,07 % da variabilidade dos dados, os componentes que mais influenciaram foram o nitrato, nitrito e nitrogênio total.

A Figura 22 mostra claramente as diferenças entre os pontos amostrais. Em um grupo, foram reunidos os pontos 7, 3 e 1; em um segundo grupo foram agrupados os pontos 5 e 2 e por fim outro grupo com os pontos 6, 8 e 9. O primeiro grupo inclui locais com uma melhor qualidade de água, localizados em sua maior parte em área rural. O segundo grupo contém os pontos de amostragem localizados na transição da área rural/suburbana para a área urbana do município de São Carlos, refletindo-se na qualidade da água. No último grupo, os pontos se localizam após a passagem da área urbana, já impactados pela entrada de esgotos industriais e domésticos. O ponto 4, que se encontra isolado, teve seu deslocamento influenciado, no eixo 2, pelos compostos nitrogenados (exceto o íon amônio), uma vez que as concentrações encontradas durante o período chuvoso foram mais elevadas do que as encontradas nos demais pontos.

Tabela 4 – Valores das variáveis analisadas no período chuvoso (janeiro 2004) para os pontos amostrados na bacia do rio Monjolinho

	Componente 1	Componente 2
Fósforo Total	-0,958717	0,149384
Fosfato Total Dissolvido	-0,952363	0,146380
Fosfato Inorgânico	-0,946352	0,129133
Material em Suspensão Orgânico	-0,941794	0,034847
Material em Suspensão Total	-0,876283	-0,171402
Cloreto	-0,861746	0,317239
Sulfato	-0,838142	-0,473939
Sulfeto	-0,801993	-0,416238
Vazão	-0,792089	-0,284641
Material em Suspensão Inorgânico	-0,785297	-0,341416
Condutividade	-0,768623	0,540344
pH	-0,700246	0,655609
Turbidez	-0,694846	-0,634797
Íon Amônio	0,662934	0,356744
Nitrato	0,007315	0,963763
Nitrito	-0,380667	0,885275
Nitrogênio Total Kjeldhal	-0,191898	0,714030

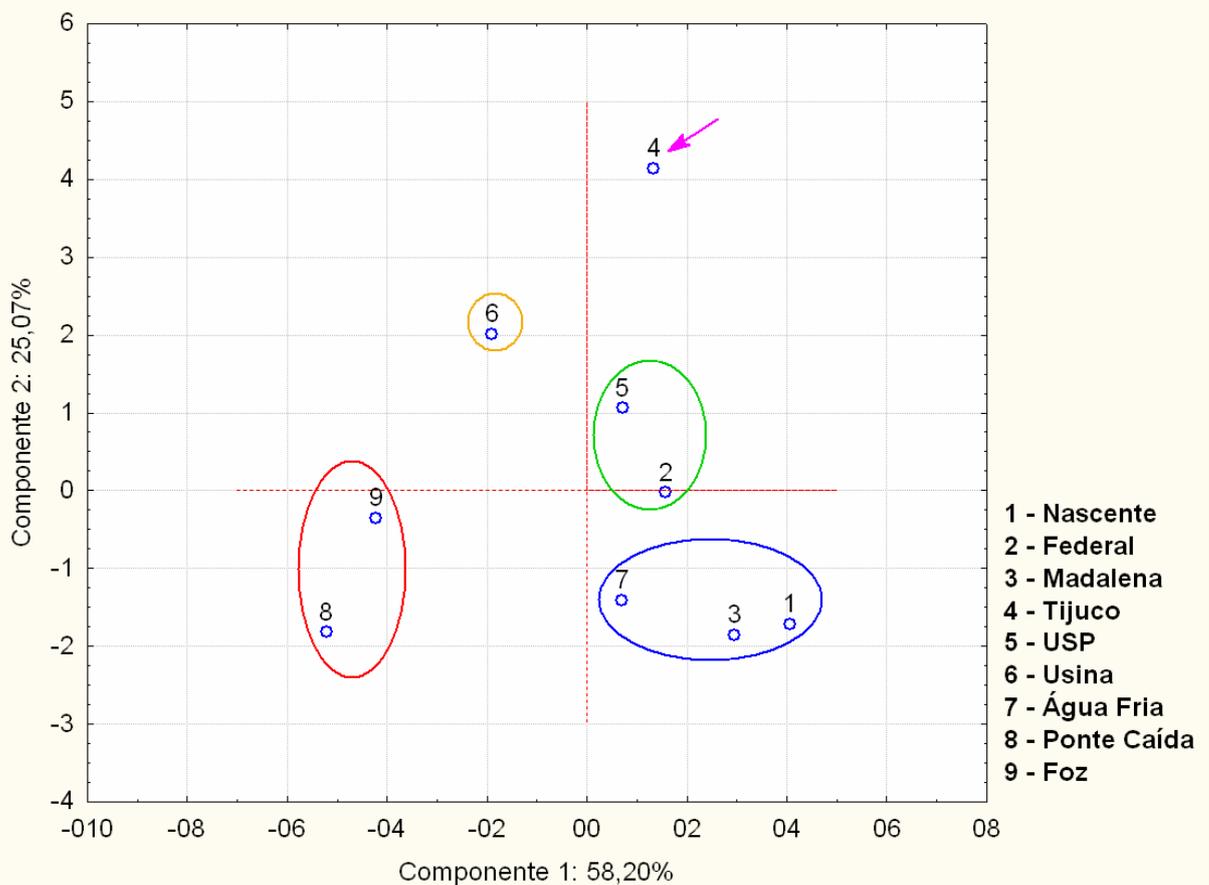


Figura 20 – Representação gráfica da Análise Componentes Principais (PCA) , para o período chuvoso (janeiro de 2004)

Na análise realizada com os dados obtidos durante o período de estiagem, os dois eixos explicaram 85,15% da variabilidade. No primeiro eixo, que explicou 67,58% da variabilidade dos dados, as variáveis que mais influenciaram, em ordem de importância, foram o cloreto, íon amônio, sulfato, fosfato inorgânico, material em suspensão orgânico, material em suspensão inorgânico, nitrito, condutividade, fósforo total, sulfeto e vazão. No segundo eixo, em que 17,57% da variabilidade dos dados foi explicada, os componentes mais importantes foram a temperatura, pH e o oxigênio dissolvido. Nota-se pela Figura 23, que durante o período de estiagem, o ponto 4 continuou isolado dos demais, devido ao deslocamento no eixo 2, influenciado pelo oxigênio dissolvido, temperatura e pH.

Tabela 5 – Valores das variáveis analisadas no período de estiagem (julho 2004) para os pontos amostrados na bacia do rio Monjolinho

	Componente 1	Componente 2
Cloreto	-0,975498	0,117062
Íon Amônio	-0,955355	0,005995
Sulfato	-0,948092	0,039810
Fosfato Inorgânico	-0,944861	0,222552
Material em Suspensão Total	-0,942774	0,023147
Fosfato Total Dissolvido	-0,934020	0,236863
Nitrogênio Total	-0,929269	0,110874
Material em Suspensão Orgânico	-0,928316	0,073209
Material em Suspensão Inorgânico	-0,909440	-0,071674
Nitrito	-0,865754	0,329224
Condutividade	-0,861903	-0,371868
Fósforo Total	-0,824120	-0,443250
Sulfeto	-0,740885	-0,355864
Vazão	-0,701061	-0,640626
Temperatura	0,144314	0,911093
pH	-0,341536	0,811283
Oxigênio Dissolvido	0,410916	-0,611167

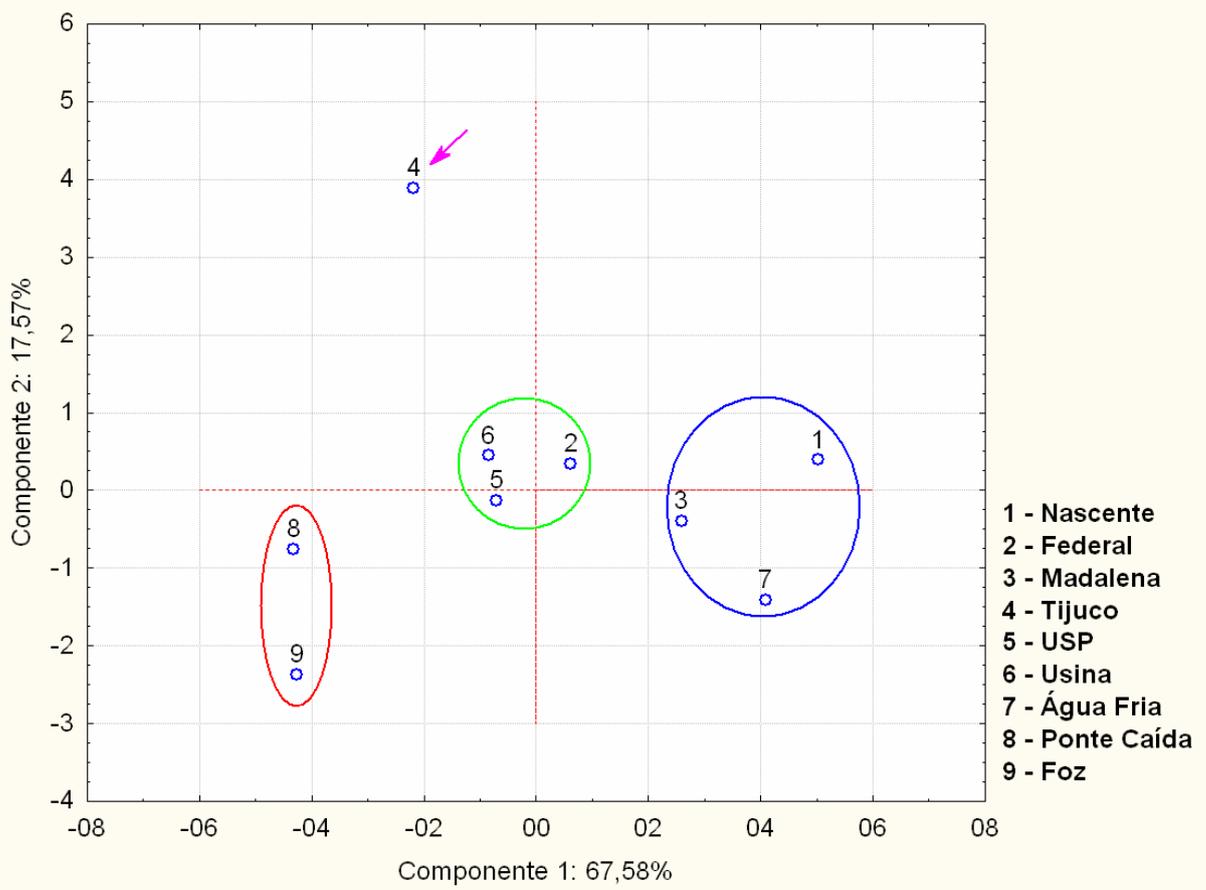


Figura 21 – Representação gráfica da Análise Componentes Principais (PCA) , para o período de estiagem (julho de 2004)

Novamente verificou-se três agrupamentos, o primeiro com os pontos 1, 3 e 7, o segundo com os pontos 2, 5 e 6 e o terceiro com os pontos 8 e 9. Neste caso, estes agrupamentos também puderam ser considerados como transições da área rural/suburbana para área urbana, com o início dos impactos advindos da área urbana como a canalização e despejo de efluentes. Entretanto neste período, diferentemente do anterior, observou-se que o segundo agrupamento, possivelmente esteve relacionado ao fato de que alguns poluentes, como o cloreto, sulfato e da série fosfatada, estiveram mais concentrados neste período, com ausência do efeito diluidor das chuvas, piorando assim a qualidade da água em alguns trechos do rio Monjolinho, como no caso dos pontos USP e Federal.

4.3.4. Caracterização física e química dos sedimentos

4.3.4.1. Teor de matéria orgânica no sedimento

Os teores de matéria orgânica no sedimento foram maiores durante a época de estiagem (Figura 24). Entretanto, apenas o ponto 2 apresentou uma porcentagem de matéria orgânica no sedimento maior que 10%, nos dois períodos de coleta. Segundo a classificação de Naumann (1930) *apud* Esteves (1998)¹, sedimentos, com mais de 10% de matéria orgânica em relação ao peso seco, são caracterizados como orgânicos, sendo, portanto o caso deste último ponto. Quando esta porcentagem é menor que 10%, como ocorreu com a maioria dos pontos considerados neste estudo, considera-se que o sedimento possui baixo teor de matéria orgânica, sendo classificado como mineral.

A fração orgânica nos sedimentos tendeu a aumentar da nascente para a foz, corroborando os resultados obtidos por Guerreschi (1995) e Marinelli *et al.* (2000). De acordo com Barreto (1999), os baixos valores de matéria orgânica nos sedimentos do rio Monjolinho ocorrem devido ao fluxo d'água que transporta a matéria orgânica para locais de remanso, como, por exemplo, o ponto 6, onde há a barragem da UHE Monjolinho.

Comparado ainda com os teores de matéria orgânica encontrados por Brigante *et al.* (2003a), no rio Mogi-Guaçú, verificou-se que estes foram superiores aos encontrados no rio Monjolinho, os quais, entretanto, foram semelhantes aos valores encontrados por Rios (1993), nos córregos e ribeirões da bacia do ribeirão do Feijão, com a predominância de sedimentos representados pela fração inorgânica.

¹ NAUMANN, E. (1930) Einführung im die Bodenkunde der Seen. Stuttgart E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. 126pp.

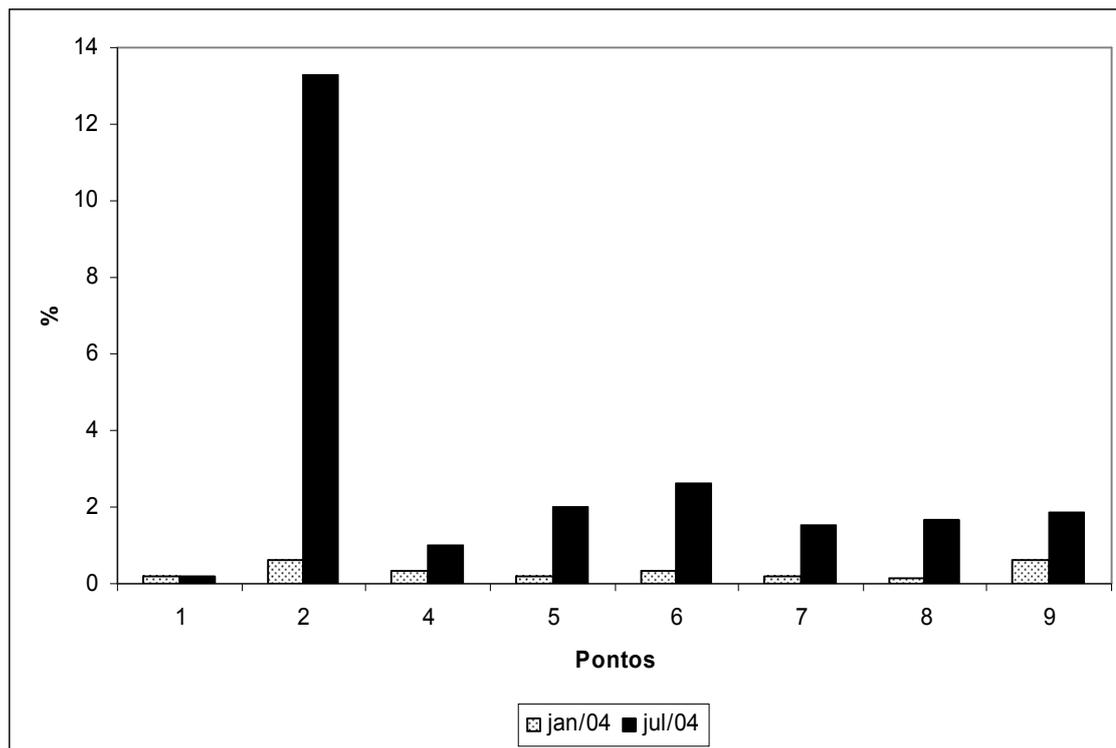


Figura 22 – Teor de matéria orgânica (%) nos sedimentos amostrados no rio Monjolinho e alguns de seus tributários nos períodos chuvoso (janeiro 2004) e de estiagem (julho 2004)

4.3.4.2. Teor de nitrogênio total no sedimento

Os teores de nitrogênio total nos sedimentos são mostrados na Figura 25. Os maiores teores de nitrogênio foram verificados na região da foz tanto no período de chuvas (0,037%) quanto de estiagem (0,058%). Durante o período de estiagem, observou-se um aumento dos teores de nitrogênio da nascente para a foz, com aumento significativo após a passagem pela área urbana. Barreto (1999), considerou que o rio Monjolinho, comparado com outros ecossistemas da região como o rio Jacaré-Guaçu, possui baixas concentrações de nitrogênio nos sedimentos, particularmente no período de estiagem, diferindo, entretanto, dos resultados encontrados no presente estudo, em que as maiores concentrações de nitrogênio ocorreram, em média, durante este período.

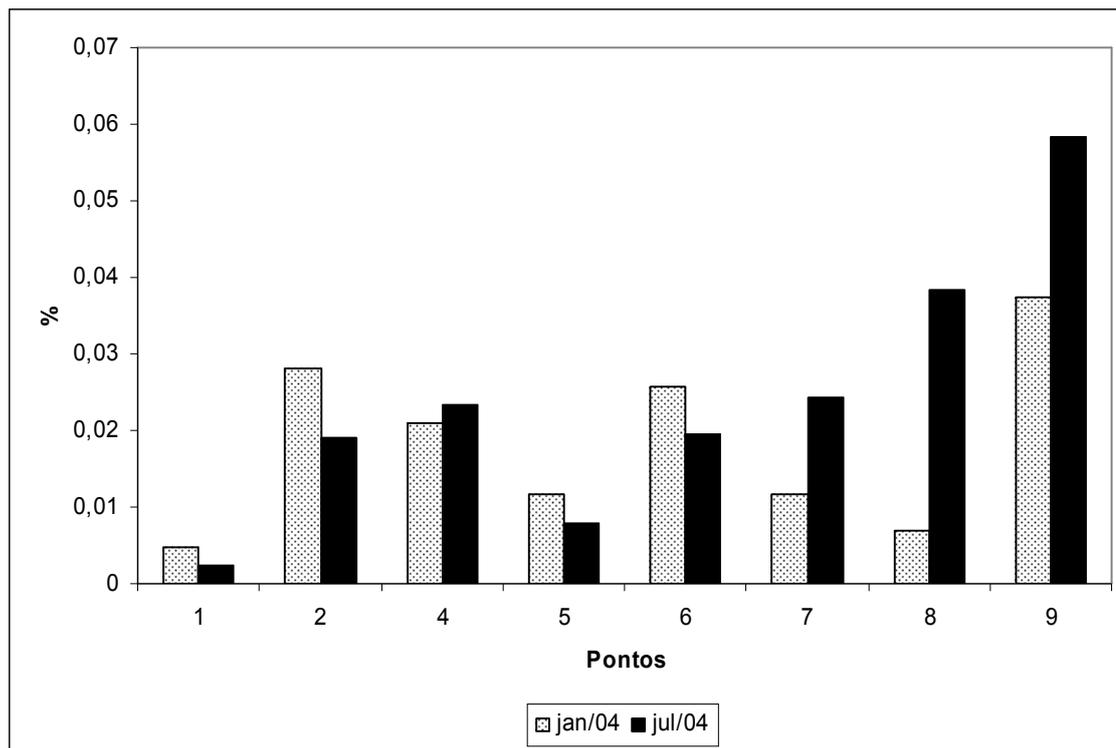


Figura 23 – Teor de nitrogênio nos sedimentos amostrados no rio Monjolinho e alguns de seus tributários nos períodos chuvoso (janeiro 2004) e de estiagem (julho 2004)

4.3.4.3. Fósforo total no sedimento

As concentrações de fósforo total no sedimento foram em todos os pontos maiores durante o período de estiagem (Figura 26), em parte devido a menor precipitação pluviométrica, possibilitando a sedimentação de material particulado contendo fósforo. Assim como no caso do nitrogênio total no sedimento, os maiores valores de fósforo total no sedimento ocorreram na região da foz do rio Monjolinho, em ambos os períodos de coleta ($0,037 \mu\text{g.g}^{-1}$ e $0,058 \mu\text{g.g}^{-1}$, para os períodos chuvoso e de estiagem, respectivamente). Por outro lado, Mendes (1998), verificou que a concentração de fósforo no sedimento foi bem maior do que aquela contida na água, e que este compartimento pode estar sendo a destinação final do fósforo não assimilado pela comunidade biótica. O mesmo foi observado por Brigante (2003a), durante a época de estiagem no rio Mogi-Guaçú.

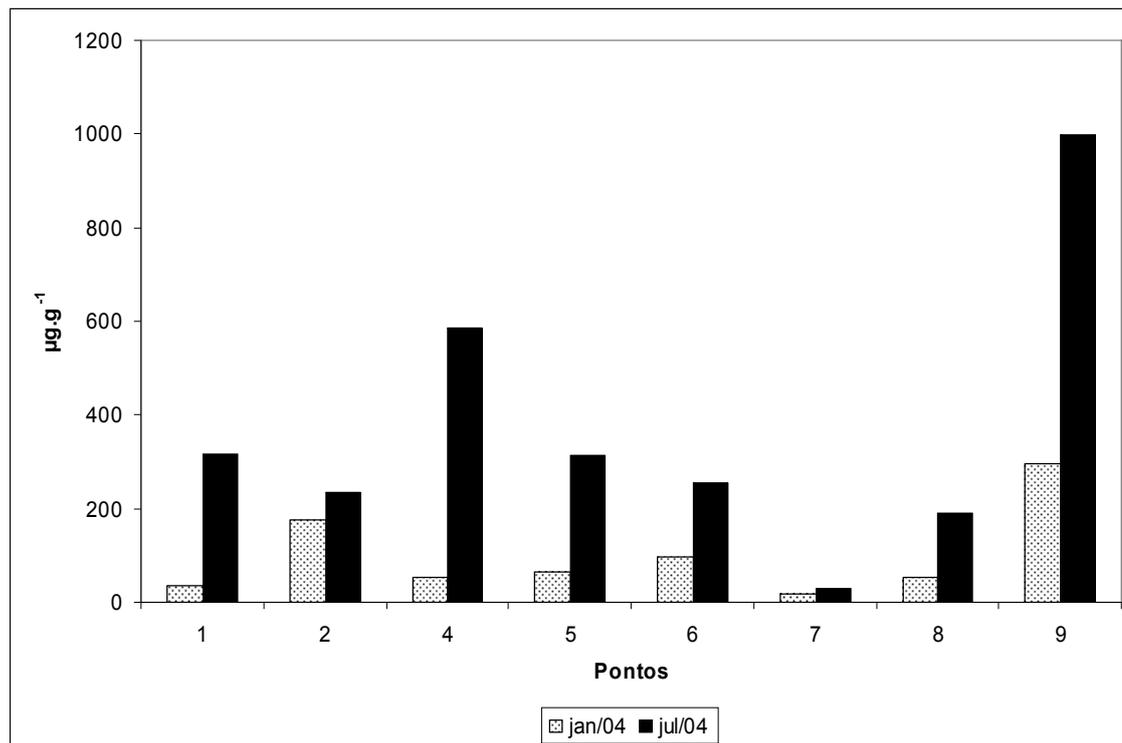


Figura 24 – Concentração de fósforo total ($\mu\text{g.g}^{-1}$) no sedimento amostrado no rio Monjolinho e alguns de seus afluentes

4.3.4.4. Granulometria

Os resultados das análises granulométricas são apresentados nas Figuras 27 e 28. Durante o período chuvoso, a fração areia média foi a predominante até o ponto 8 e após este ponto de coleta, no ponto 9, a fração areia fina passou a ser a predominante. No período de estiagem, houve em praticamente todos os pontos, com exceção apenas do ponto 9, a predominância de frações de areia fina, possivelmente devido à ausência de precipitação pluviométrica.

Estes resultados corroboraram os dados obtidos por Guerreschi (1995), Barreto (1999) e Peláez-Rodríguez (2000), que encontraram na grande maioria dos pontos, em ambos os períodos de coleta, porcentagens das frações de areia maior que 90%, classificando assim os sedimentos como arenosos.

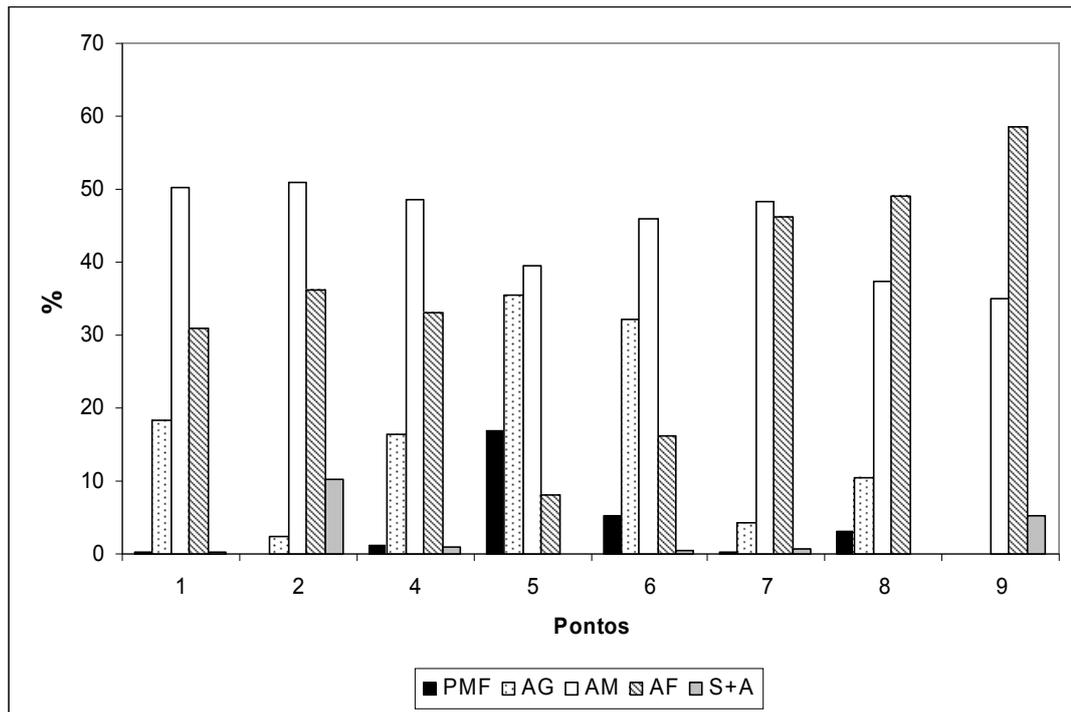


Figura 25 – Análise granulométrica das amostras de sedimento coletadas no rio Monjolinho e alguns de seus tributários durante o período chuvoso (janeiro 2004). (PMF – pedregulho muito fino; AG – areia grossa; AM – areia média, AF – areia fina, S+A – Silte + Argila).

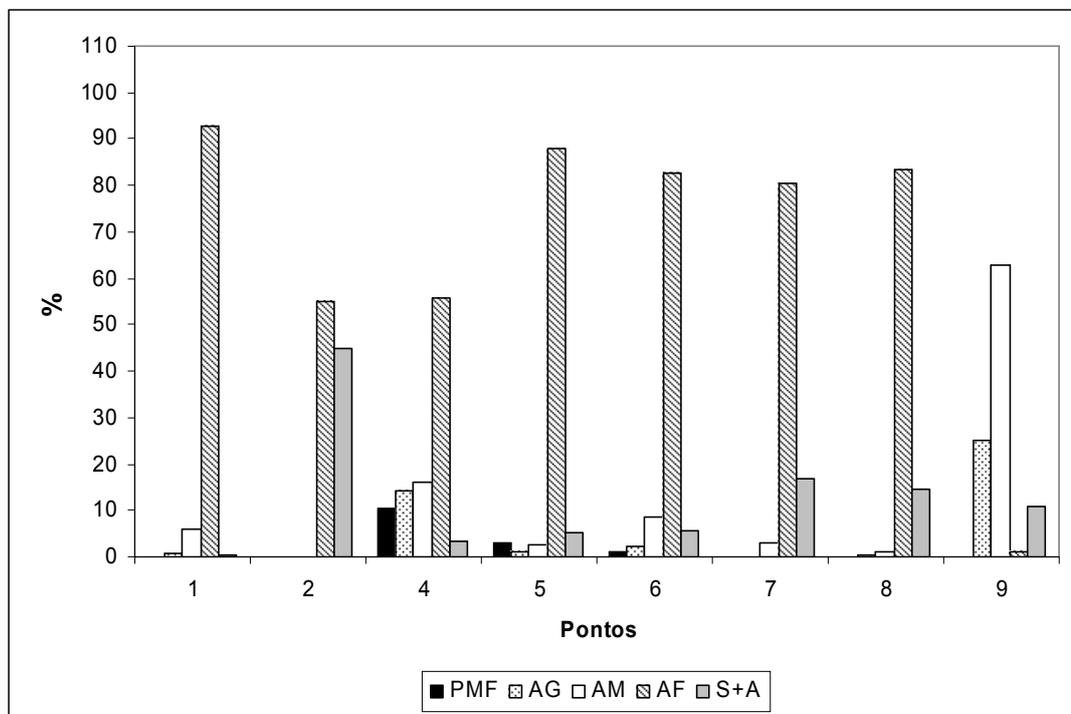


Figura 26 - Análise granulométrica das amostras de sedimento coletadas no rio Monjolinho e alguns de seus tributários durante o período de estiagem (julho 2004). (PMF – pedregulho muito fino; AG – areia grossa; AM – areia média, AF – areia fina, S+A – Silte + Argila).

4.4. Conclusão

- Dentre as variáveis abióticas analisadas, o oxigênio dissolvido, as séries fosfatada e nitrogenada, a condutividade e material em suspensão indicaram o agravamento da qualidade da água após drenar a área urbana, e mais especificamente após a contribuição dos tributários, Córrego do Gregório (a jusante do ponto 6) e o Córrego da Água Quente (a jusante do ponto 8);
- Dentre as variáveis avaliadas, apenas o fósforo total apresentou valores muito superiores àqueles determinados pela resolução do CONAMA 357/05, para as águas de classe 2;
- Através da análise estatística, os pontos de amostragem foram divididos em grupos, conforme o tipo e intensidade de impacto que estes receberam. Durante o período de estiagem, verificou-se o agravamento da qualidade das águas, principalmente nos pontos localizados mais próximos à área urbana, que nesse período ficam mais semelhantes àqueles mais impactados, já dentro da área urbana;
- A comparação dos dados obtidos com outros estudos realizados no rio Monjolinho, não mostrou variações significativas dos parâmetros avaliados, no período de 1989 a 2004, particularmente com relação ao despejo de efluentes domésticos. Entretanto, deve-se levar em conta, que os rios são sistemas altamente variáveis, e que a dinâmica de certas variáveis, como os nutrientes, ainda são pouco compreendidas;
- O presente estudo corroborou muitas das observações anteriormente feitas por outros autores, no que diz respeito ao declínio da qualidade da água da montante em direção à jusante, principalmente nos pontos localizados em trechos urbanos ou imediatamente após estes trechos;

- Os parâmetros oxigênio dissolvido em ambas as estações de coleta, as formas nitrogenadas no período chuvoso e fosfatadas no período de estiagem indicaram capacidade de depuração do rio Monjolinho, já próximo aos trechos finais do rio;
- A avaliação dos sedimentos amostrados no rio Monjolinho mostrou sedimentos predominantemente inorgânicos, com baixos teores de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo.

5. Capítulo 2. Levantamento e distribuição de macrófitas aquáticas ao longo do rio Monjolinho

5.1. Introdução

A definição de macrófita aquática é um assunto controverso, uma vez que pode variar de acordo com diferentes autores. Como exemplo, Cook (1974) e Irgang e Gastal (1996), consideram como macrófitas aquáticas, as plantas, visíveis a olho nu, cujas partes fotossinteticamente ativas estão permanentemente, ou por alguns meses, submersas e flutuantes. Estes mesmos autores englobam no grupo das macrófitas aquáticas as plantas de margem que tem relação com água em abundância. Segundo Weaner e Clements (1938) *apud* Esteves (1998)², macrófitas aquáticas são plantas herbáceas que crescem na água, em solos cobertos por água ou em solos saturados de água.

O termo macrófitas aquáticas engloba vários tipos de plantas, dentre eles angiospermas, pteridófitas, briófitas, alguns grupos de macroalgas, que se tornaram adaptadas à vida totalmente ou parcialmente submersa em água, e assim, são principalmente classificadas de acordo com o habitat em que ou vivem ao invés de sua classificação taxonômica (Figura 29) (Westlake, 1975, Fox, 1996). Dentre o grupo das Angiospermas, acredita-se que, durante o período Cretáceo (100 milhões de anos depois de seu aparecimento), algumas plantas deste grupo readaptaram-se e recolonizaram os ambientes aquáticos (Duarte *et al.*, 1994).

As macrófitas aquáticas desempenham importante papel nos ecossistemas lênticos e lóticos como produtoras primárias juntamente com as algas, na estocagem e

² Weaner, J.E.; Clements, F.E. (1983). *Plants Ecology*. Mac Graw Hill .New York *apud* Esteves, F.A. (1998). *Fundamentos de Limnologia*. 2ª Ed. Editora Interciência. Rio de Janeiro. 602pp.

ciclagem de nutrientes, na liberação de detritos orgânicos, como importante local de abrigo e na alimentação, assim como na diversificação de habitats para peixes, organismos bentônicos e até mesmo para o perifíton que as utilizam como substrato. Certos peixes também comem as folhas de algumas macrófitas, enquanto as suas partes submersas servem de berçário e abrigo para espécies de peixes menores. Todas estas funções são amplamente discutidas na literatura (Kreçker, 1939, Westlake, 1975, Esteves e Camargo, 1986; Pott e Pott, 2000, Pott e Pott, 2000a).

Em rios e riachos, as macrófitas podem ainda influenciar na sedimentação e retenção de nutrientes, nas características físicas e químicas da água, assim como podem influenciar significativamente, em alguns casos, na velocidade de fluxo da água (Petracco, 1995, Schulz *et al.*, 2003).

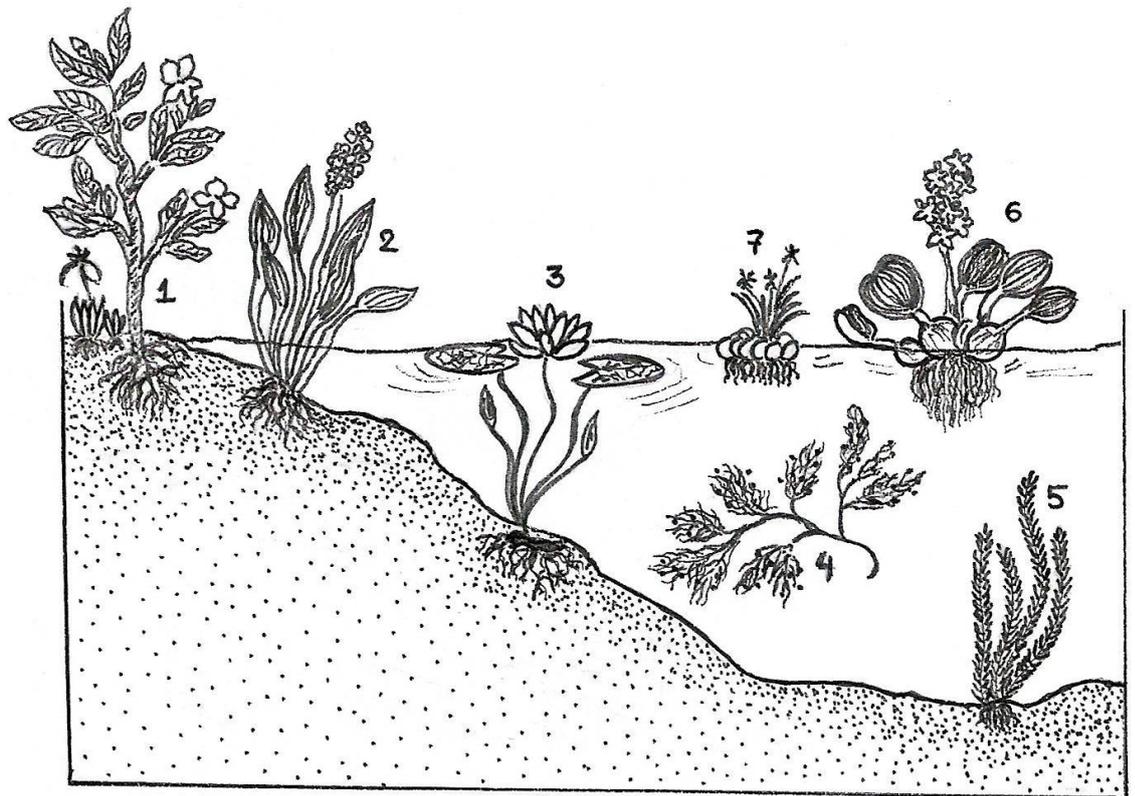


Figura 27 - Principais grupos de macrófitas (formas biológicas): 1- anfíbias: plantas capazes de viver tanto em área alagada como fora da água; 2- emergentes: plantas enraizadas no fundo, parcialmente submersas e parcialmente fora da água; 3 – flutuantes fixas: enraizadas no fundo com caule e/ou folhas flutuantes; 4- submersas livres: não enraizadas no fundo, com caules e folhas submersas; 5 – submersas fixas: enraizadas no fundo, totalmente submersas; 6 - flutuantes livres: enraizadas no fundo, podendo ser levadas por correnteza, vento ou animais; e 7 – epífitas: instalam-se sobre outras plantas aquáticas. (adaptado de Irgang *et al.*, 1984).

Levantamentos florísticos são importantes na medida em que colaboram como subsídio para a preservação da biodiversidade e também para o manejo adequado destes vegetais, podendo fornecer importantes informações do ponto de vista comparativo.

Neste contexto, e levando-se em conta que não existem estudos anteriores que tenham se aprofundado na comunidade de macrófitas aquáticas do rio Monjolinho, o presente estudo teve como objetivo listar as diferentes espécies que ocorrem ao longo deste rio, visando contribuir para futuros estudos relacionados a esta comunidade, fornecendo subsídios para a comparação e compreensão de mudanças nesta comunidade.

5.2. *Materiais e Métodos*

Para o levantamento de espécies de macrófitas e sua distribuição, foi feita uma coleta no mês de julho de 2004, onde foram selecionados 18 pontos ao longo do rio Monjolinho, em grande parte, em função das facilidades de acesso aos locais (Tabela 6 e Figura 30). A partir destes pontos, foram feitas caminhadas aleatórias, onde se procurou coletar e identificar todas as espécies possíveis de macrófitas aquáticas. Quando possível, as espécies localizadas também foram fotografadas e colocadas em exsiccatas que foram depositadas no herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal de São Carlos. Os pontos foram localizados com um GPS (Global Position Surveying) e fotografados.

A identificação das espécies foi feita a partir de consulta a bibliografia especializada (Cook *et al.* 1974, Ramamoorthy e Zardini, 1987, Araújo e Longhi-Wagner, 1996, Kissmann, 1997, Lorenzi, 2000, Melo, 2000, Pott e Pott, 2000, Longhi-Wagner *et al.*, 2001) e também com a colaboração da doutoranda Kátia Sendra Tavares e da Prof. Dra. Maria Inês Salgueiro do Departamento de Botânica da UFSCar.

Além disso, foi feita a análise da similaridade das comunidades de macrófitas entre os pontos amostrados no rio Monjolinho. O cálculo foi feito a partir de matrizes de presença/ausência, utilizando-se o índice de similaridade de Sorensen. A partir deste índice, realizou-se a análise de agrupamento ou “cluster”, utilizando-se o método de ligação ou formação de grupos por associação média, método também conhecido como

UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*) (Magurran, 1989, Valentin, 1995). A análise de agrupamento fornece um arranjo hierárquico das unidades amostrais na forma de gráfico, o dendrograma, o qual representa graficamente as similaridades entre as unidades amostrais (Bini, 2004).

Entretanto, como o dendrograma fornece uma representação distorcida da realidade, é necessário que se saiba se esta distorção é relevante através do coeficiente de correlação cofenético. Quanto maior for este coeficiente, menor será o grau de distorção. De acordo com a literatura, valores acima de 0,8 são considerados aceitáveis, significando que o dendrograma fornece representação razoável da matriz original de parença (Valentin, 1995, Bini, 2004).

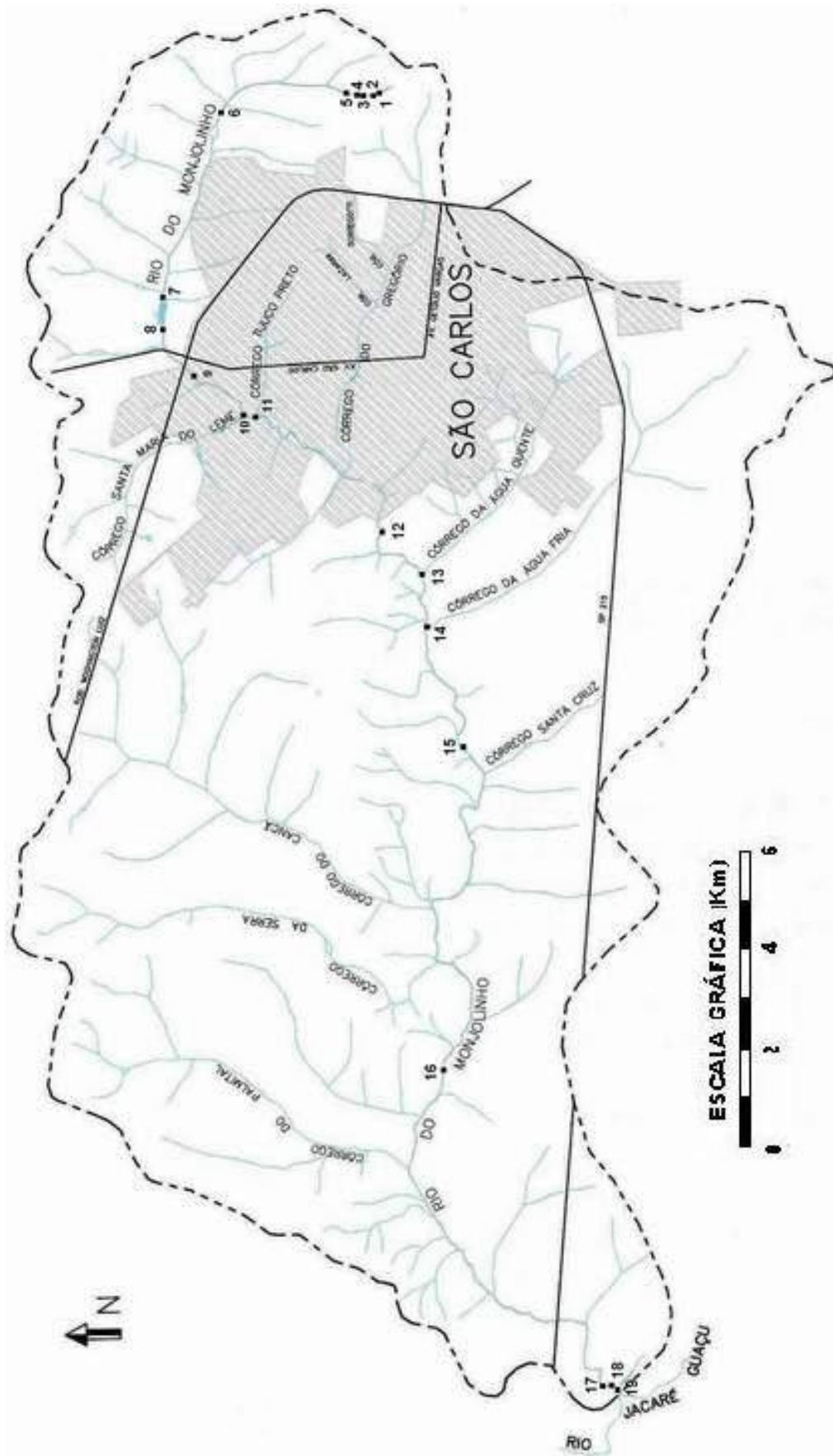


Figura 30 – Mapa mostrando os pontos de coleta para o levantamento das espécies de macrófitas aquáticas e sua distribuição no rio Monjolinho

Tabela 6 – Localização georreferenciada, descrição e fotos dos pontos de coleta onde houve amostragem no mês de julho de 2004

Ponto	Localização Geográfica	Descrição	Foto
1	S 22° 00' 33.0" WO 47° 50' 07.9" 830m	Fim da mata ciliar, aproximadamente 2km da nascente	
2	S 22° 00' 32.7" WO 47° 50' 08.4" 828m	Entre o fim da mata ciliar e área de alagado	

<p>3</p>	<p>S 22° 00'33.0" WO 47° 50'07.9" 827m</p>	<p>Área alagada (Obs: anteriormente esta área foi modificada pelo proprietário que modificou o curso do rio)</p>	
<p>4</p>	<p>S 22° 00'17.8" WO 47° 50'09.8" 824m</p>	<p>Pequena represa, aproximadamente 4 km da nascente</p>	<p>-</p>
<p>5</p>	<p>S 21° 59'48.0" WO 47° 50'34.6" 814m</p>	<p>Ponto localizado antes da represa dentro da fazenda Dois Portões</p>	

6	S 21° 59'08.4" WO 47° 52'40.0" 781m	Canal localizado a jusante da foz do córrego do Espraiado e a montante da represa do Monjolinho, dentro da UFSCar	
7	S 21° 59'07.4" WO 47° 52'59.2" 783m	Jusante da represa do Monjolinho, antes da saída dos efluentes da fábrica de papel	
8	S 21° 59'25.2" WO 47° 53'29.4" 766m	Ponto próximo a um curtume desativado, próximo a ponte de madeira.	

<p>9</p>	<p>S 22° 00'00.8" WO 47° 53'58.5" 751m</p>	<p>Foz do córrego da Santa Maria Madelena, ao lado do antigo Kártódromo, no bairro Santa Marta.</p>	
<p>10</p>	<p>S 22° 00'06.5" WO 47° 54'00.1" 751m</p>	<p>Foz do córrego do Tijuco Preto. Neste ponto o córrego do Tijuco Preto apresenta-se canalizado e altamente modificado devido a obras realizadas neste trecho do rio Monjolinho.</p>	

11	S 22° 01'19.5" WO 47° 54'50.3" 782m	Ponto localizado no represamento antes da UHE Alois Partel (Monjolinho).	
12	S 22° 01'48.8" WO 47° 56'29.5" 650m	Foz do córrego da Água Fria. Local com solo muito arenoso e parte das margens erodidas. Foram encontradas marcas de invasões de bovinos.	

<p>13</p>	<p>S 22° 01'46.2" WO 47° 55'55.7" 669m</p>	<p>Foz do córrego da Água Quente. Local com solo muito arenoso, com boa parte das margens erodidas, também há a invasão de bovinos na área. Devido ao despejo de esgoto no rio Monjolinho e no córrego da Água Quente, o cheiro neste local é altamente desagradável</p>	
<p>14</p>	<p>S 22° 02'04.3" WO 47° 57'25.7" 678m</p>	<p>Localizado em área de plantação de cana-de-açúcar, ao lado de uma ponte da estrada de terra, antes do córrego do Cancan.</p>	

<p>15</p>	<p>S 22° 01'47.4" WO 48° 01'57.6" 574m</p>	<p>Localizado em área de plantação de cana-de-açúcar, em estrada que dá acesso a Usina da Serra, após o córrego do Cancan e córrego da Serra.</p>	
<p>16</p>	<p>S 22° 03'32.8" WO 48° 05'22.0" 543m</p>	<p>Região de pastagens, com constantes invasões de gado na área.</p>	

<p>17</p>	<p>S 22° 03'31.2" WO 48° 05'23.7" 541m</p>	<p>Região de pastagens, com constantes invasões de gado na área.</p>	
<p>18</p>	<p>S 22° 03'31.1" WO 48° 05'24.5" 540m</p>	<p>Localizado a poucos metros da foz do rio Monjolinho com rio Jacaré-Guaçú</p>	

5.3. Resultados e Discussão

5.3.1. Levantamento de espécies de macrófitas aquáticas no rio Monjolinho

Nos trechos amostrados ao longo do rio Monjolinho foram encontradas 31 espécies e 24 gêneros distribuídos em 15 famílias. As famílias com maior representação de espécies foram Cyperaceae (7 espécies), Onagraceae (4 espécies), Poaceae (4 espécies) e Polygonaceae (4 espécies).

Os pontos com maior riqueza de espécies foram aqueles mais próximos da região da nascente (pontos 1 até 5), principalmente os pontos 1 e 2 que se localizam logo após o fim da mata ciliar (Figura 31).

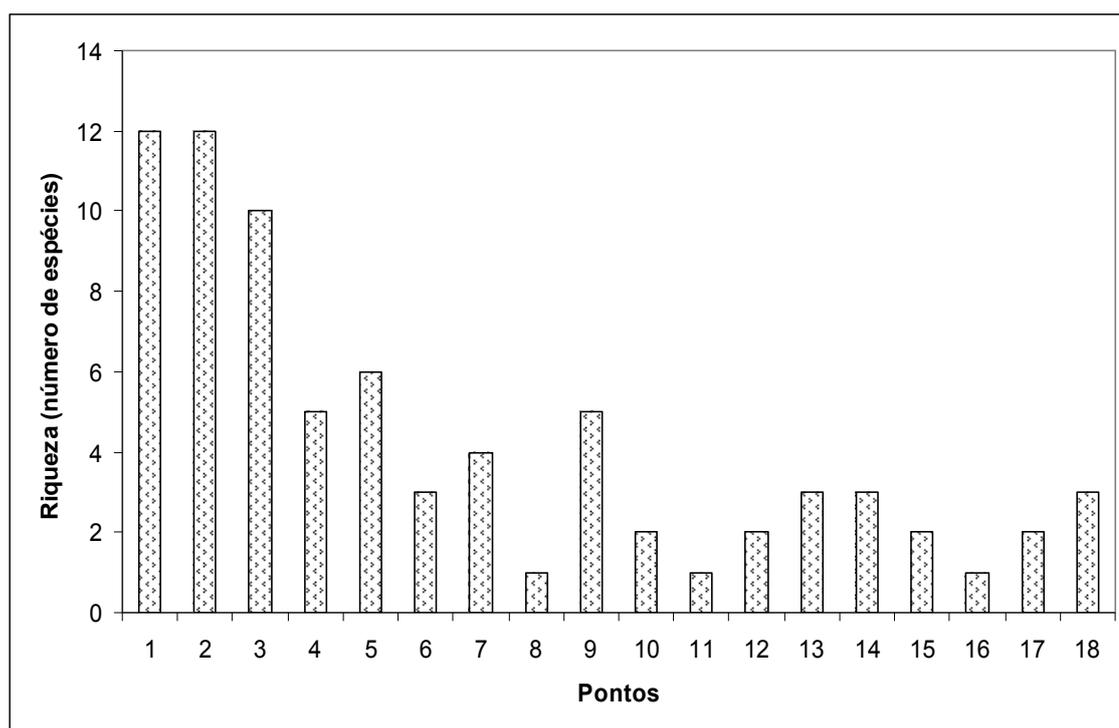


Figura 28 – Riqueza de espécies encontradas em pontos amostrados no rio Monjolinho

Os gêneros com maior número de espécies foram *Ludwigia* (4 espécies) e *Polygonum* (3 espécies). As espécies com maiores ocorrências foram *Pennisetum purpureum* (8 pontos) seguido por *Ludwigia elegans* (6 pontos) e *Heteranthera*

reniformis (5 pontos). O tipo ecológico mais encontrado foi o das emergentes, seguido pelas anfíbias, não tendo sido encontrada nenhuma espécie de macrófita flutuante livre ou flutuante fixa neste estudo (Tabela 7). As fotografias das espécies encontradas são apresentadas no Anexo 2.

Tabela 7 – Espécies de macrófitas aquáticas encontradas nos trechos estudados no rio Monjolinho

Família	Nome Científico	Nome Popular	Hábito	Estação
Alismataceae	<i>Echinodorus</i> sp.	Chapéu-de-Couro	Anfíbia	7, 9
Apiaceae (Umbelliferae)	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L.f.	Chapéu-de-sapo	Anfíbia	1, 2, 3
Asteraceae (Compositae)	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Picão-Roxo	Emergente/ Anfíbia	1, 2
Commelinaceae	<i>Commelina</i> sp.		Emergente	7
	<i>Cyperus lanceolatus</i> Poir.	Tiririca-do-brejo	Emergente	1, 2, 3
	<i>Cyperus luzulae</i> L. Retz.	Junça, Tiririca, Três-quinhas	Emergente	14
	<i>Eleocharis</i> sp.	Junquinho, Taboinha,	Emergente, Submersa fixa	1, 2, 3, 4, 5
Cyperaceae	<i>Eleocharis acutangula</i> (Roxb.) Schult.	Junquinho-três- quinhas	Emergente, Submersa fixa	5
	<i>Fimbristylis</i> sp.	Falso-alecrim- da-praia	Emergente	5
	<i>Pycreus decumbens</i> T. Koyama	Tiririca-do- brejo	Emergente	1, 2, 3
	<i>Rhynchospora aurea</i> Vahl	Capim-navalha, Navalha-de- macaco	Emergente	5
Halagraceae	<i>Myriophyllum</i> sp.	Pinheirinho- d'água	Submersa fixa	6, 7
Melastomataceae	<i>Rhynchanthera</i> sp.	-	Emergente, Anfíbia	2, 4
	<i>Ludwigia elegans</i> (Cambess.) Hara	Cruz-de-Malta, Florzeiro	Anfíbia	1, 2, 6, 9, 10, 15
	<i>Ludwigia leptocarpa</i> (Nutt) Hara	Cruz-de-Malta, Florzeiro	Emergente	1, 2, 3
Onagraceae	<i>Ludwigia nervosa</i> (Poir) Hara c.f.	Cruz-de-Malta, Florzeiro	Emergente	3
	<i>Ludwigia</i> sp. (1)	Cruz-de-Malta, Florzeiro	Anfíbia	1

Continuação da Tabela 7

Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i> L.	Rabo-de-burro, Capim- vassoura	Emergente	5
	<i>Brachiaria subquadripa</i> (Trin.) Hitchc. cf.	Braquiária	Anfíbia	17, 18
	<i>Luziola</i> sp.	Pastinho- d'água	Emergente, Anfíbia	12
	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	Capim-napier, Capim-elefante	Emergente, Anfíbia	5, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 16
Polygonaceae	<i>Polygonum hispidum</i> H.B.K.	Cataia, Erva- de-bicho	Emergente	1
	<i>Polygonum ferrugineum</i> Wedd.	Cataia Gigante, Fumo-bravo	Anfíbia	15, 17, 18
	<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx.	Cataia, Erva- de-bicho	Emergente	13
	<i>Rumex crispus</i> L.	Língua-de-vaca crespa	Anfíbia	12
Pontederiaceae	<i>Heteranthera reniformis</i> Ruiz et Pavel	Hortelã-do- brejo, Aguapé- mirim, Pavao	Emergente	2, 4, 9, 13, 14, 18
	<i>Pontederia cordata</i> L.	Rainha-dos- lagos, Murerê	Emergente	6, 9
Scrophulariaceae	<i>Bacopa</i> sp.		Emergente	2, 3
Typhaceae	<i>Typha domingensis</i> Pers.	Taboa, Tabua, Paineira-de- flexa	Emergente	1, 2, 3, 4
Xyridaceae	<i>Xyris</i> sp.	-	Emergente, Anfíbia	1, 3, 4
Zingiberaceae	<i>Hedychium coronarium</i> J. Köening	Napoleão, Lírio-do-brejo, Lírio-branco, escalda-mão, jasmim- boroboleta	Anfíbia	1, 2, 3, 18

Comparando-se o número de táxons encontrados com o de outros levantamentos, verificou-se que a riqueza encontrada no rio Monjolinho foi relativamente baixa e que os valores mais próximos de riqueza foram encontrados nos levantamentos feitos no rio Itaqueri (Viana *et al.* 2004) e na bacia do rio Itanhaém (Pereira, 2002), como mostra a Tabela 8.

Tabela 8 – Comparação da riqueza de táxons de macrófitas aquáticas registrados no rio Monjolinho (SP) e em outros sistemas de lagos e rios brasileiros.

	Famílias	Gêneros	Espécies	Local	Autor
Área alagável	54	106	242	Pantanal Mato-grossense (MT)	Pott e Pott (1997, 2003)
	29	41	60	Planície de Inundação do Alto Rio Paraná (PR)	Thomaz <i>et al.</i> (2002)
Lagos, lagoas e represas	23	25	53	12 lagos do Vale do Rio Doce (MG).	Tavares (2003)
	18	33	45	Lagoa de Jijoca de Jericocoara (CE)	Matias <i>et al.</i> (2003)
	22	26	48	6 Reservatórios do Médio e Baixo Tietê (SP).	Tavares (2003)
	11	13	15	Represa de Salto Grande (SP)	Tavares <i>et al.</i> (2004)
Rios	19	21	34	Rio Itaqueri, (SP).	Viana <i>et al.</i> (2004)
	22	27	35	Bacia do Rio Itanhaém (SP).	Pereira (2002)
	15	24	31	Rio Monjolinho (SP)	O presente trabalho

Comparando-se ainda a composição taxonômica destes dois estudos feitos em rios com os resultados obtidos no rio Monjolinho, verificou-se que no primeiro estudo 12 famílias e 11 espécies foram comuns às encontradas neste estudo, enquanto no segundo apenas 9 famílias e 6 espécies foram comuns. Por outro lado, apenas no estudo realizado por Tavares *et al.* (2004) no reservatório de Salto Grande, foi encontrado menor número de táxons comparado com o presente estudo. No reservatório estudado, os autores verificaram a predominância de espécies flutuantes e emergentes, constituídas em sua maioria, de espécies que costumam desenvolver-se melhor em ambientes eutrofizados, e a ausência de espécies submersas devido à baixa transparência da água. Além disso, segundo Tavares *et al.* (2004), o entorno do reservatório de Salto Grande e de seus tributários encontra-se degradado, devido a remoção da vegetação marginal, urbanização e plantações de cana.

Na maioria dos estudos citados, assim como neste estudo, as famílias com maior número de gêneros, em geral, foram Poaceae e Cyperaceae, e as formas biológicas mais representadas foram as emergentes e as anfíbias.

É interessante notar que fatores, como a heterogeneidade ambiental, as oscilações do nível da água, a velocidade da correnteza, quantidade de nutrientes disponíveis podem afetar significativamente a riqueza de macrófitas aquáticas nos

corpos de água (Thomaz e Bini, 1999). Além disso, as listagens podem ainda ser afetadas pela quantidade de áreas e períodos amostrados, além das intervenções antrópicas nos rios e lagos (Rørslett, 1991).

Considerando-se que áreas alagadas possuem maior heterogeneidade ambiental, pode-se inferir que este foi um dos fatores que influenciaram na maior riqueza encontrada nos trechos iniciais do rio Monjolinho, (pontos 1, 2 e 3) onde há a predominância de áreas alagadas. Entretanto, nestas áreas, apesar de possuírem uma maior riqueza, há interferências como o pisoteio de bovinos e eqüinos. Pressupõe-se que sem estas interfeências, a diversidade ou mesmo a ocorrência de algumas espécies invasivas pudesse ser diferente do verificado no presente estudo.

Já nas áreas urbanas, a riqueza de espécies foi influenciada diretamente pela interferência antrópica, como as obras e limpeza nas calhas dos rios e córregos para a contenção de enchentes e mais recentemente (entre março e julho de 2004) para a reforma e ampliação de alguns trechos das avenidas marginais do município, além da remoção periódica das espécies não arbóreas da beira dos corpos de água, que ocorre principalmente durante a época chuvosa em locais com predomínio de gramíneas como *Pennisetum purpureum*, e no caso do córrego Santa Maria Madalena, além desta gramínea, há também bancos muito densos de *Hedychium coronarium*.

O crescimento de certas espécies invasivas, também pode contribuir significativamente para a diminuição da riqueza, como no caso das gramíneas encontradas a partir da área urbana e de *Hedychium coronarium*, que com seu rápido crescimento e formação de bancos densos, se sobrepõe as outras espécies, competindo agressivamente (Kissmann, 1997). Além disso, após a passagem pelos pontos da foz dos córregos da Água Quente e da Água Fria, nota-se também a instabilidade das margens, o que pode interferir significativamente no crescimento das macrófitas aquáticas.

Por outro lado, a listagem de espécies limitou-se ao período de seca e talvez fosse maior em função de um maior número e períodos de amostragens. Além disso, no período de seca certas espécies podem regredir, e reaparecer somente em determinadas estações (Rørslett, 1991, Pereira, 2002)

5.2.2. Distribuição das espécies de macrófitas aquáticas e agrupamento

A espécie *Hedychium coronarium*, conhecida pelos nomes populares de lírio-do-brejo, cardamomo ou jasmim-borboleta, considerada como exótica invasora, e em alguns casos como daninha, só foi encontrada nas listagens feitas por Pereira (2002), Tavares *et al.* (2004) e Viana *et al.* (2004). O crescimento desta espécie é vigoroso, agressivo e seu crescimento excessivo geralmente ocorre em áreas perturbadas (Lorenzi, 2000). Pott e Pott (2000), citam a presença de *H. coronarium* apenas nas bordas da região do Pantanal, como sinal da boa conservação desta região, uma vez que seus bancos não avançaram. Nos trechos estudados no rio Monjolinho, foram encontrados bancos muito densos desta espécie na região próxima a nascente, particularmente após a área de mata ciliar e na região da foz (Figura 32).



Figura 29 – Bancos densos de *Hedychium coronarium* em trecho do rio Monjolinho próximo a região da foz com rio Jacaré-Guaçu.

Pennisetum purpureum, conhecida popularmente como capim-napier ou capim-elefante não foi encontrada em nenhuma das listagens anteriormente citadas, tendo sido a espécie mais encontrada nos pontos amostrados. Também é uma espécie invasiva, de origem africana, com produtividade de até 400 toneladas de biomassa por ano. Seu crescimento é agressivo e de difícil controle (Lorenzi, 2000). Bancos densos desta gramínea podem impedir a regeneração de espécies nativas e podem interferir em sistemas de prevenção a enchentes bloqueando e reduzindo a correnteza de canais com sua biomassa (Figura 33) (Cronk e Fuller, 1995, Langeland e Burks, 1998).



Figura 30 - *Penniseteum purpureum* dentro do canal do córrego Santa Maria Madalena

A espécie *Heteranthera reniformis*, também foi encontrada em vários pontos de amostragem, sendo observado que as folhas dos indivíduos encontrados a partir da área urbana eram muito maiores do que aqueles encontrados nos pontos iniciais do rio Monjolinho (pontos 2 e 4). De acordo com Lorenzi (2000), esta espécie é freqüente em todo o Brasil, ocorrendo em lagos, rios, canais de drenagem, e freqüentemente é considerada como daninha.

Algumas espécies tiveram sua ocorrência limitada a região alagada próxima a nascente, como *Rhynchanthera* sp., *Hydrocotyle ranunculoides*, *Bacopa* sp, *Ludwigia*

leptocarpa, *Xyris* sp e *Polygonum hispidum*, onde há a predominância de solos arenosos e com pouca matéria orgânica. *Ludwigia nervosa*, só ocorreu em um ponto da região alagada, possuindo poucos indivíduos na área amostrada. Já *Typha domingensis*, uma espécie com ampla distribuição, ocorreu em bancos consideravelmente grandes nas áreas alagadas perto da região da nascente.

A espécie *Myriophyllum* sp só foi encontrada nas regiões amostradas dentro da Universidade Federal, em maior quantidade a montante da represa do Monjolinho, próximo à foz do córrego do Espreado, onde a transparência da água é maior, e em pequena quantidade após a jusante.

No dendrograma apresentado na Figura 34, verifica-se que o agrupamento dos pontos 18 e 17 localizados próximos à foz, formaram um grupo mais distante dos demais pontos, enquanto os pontos 16, 11 e 8 foram os mais similares entre si. Cortando-se o dendrograma em 0,36, verificou-se a formação de 5 grandes grupos e 2 pontos isolados, sendo eles formados por um grupo incluindo os pontos 1, 2, 3 e 4 que são áreas alagadas próximas a nascente com maiores riquezas; o segundo grupo formado pelos pontos 8, 11, 16, 13 e 14 que, com exceção do primeiro ponto, estão todos localizados após a passagem pela área urbana e um terceiro grupo formado pelos pontos 6, 9 e 7, cujos pontos localizam-se dentro da UFSCar e na Foz do Córrego Santa Maria Madalena, que pode ser considerado como área de transição, para entrada no perímetro urbano. Notam-se nestes dois últimos grupos o crescimento acentuado de bancos da invasiva *Pennisetum purpureum*, em maior grau nos pontos na área urbana e após esta.

O quarto grupo foi formado pelos pontos 10 e 15, respectivamente na foz do córrego do Tijuco Preto e rio Monjolinho (dentro da plantação de cana-de-açúcar), ambos altamente impactados e com baixa riqueza devido a intervenções antrópicas, o primeiro pelas obras na Av. Trabalhador São-carlense e o segundo pela plantação de cana que chega até quase a beira do rio. O quinto grupo compreendeu os pontos 18 e 17, na foz do Rio Monjolinho, enquanto os pontos 5 no rio Monjolinho dentro da Fazenda Dois Portões e 12 na Foz do Córrego da Água Fria ficaram isolados dos demais agrupamentos, provavelmente devido ao fato de ambos possuírem espécies que não foram encontradas em nenhuma das outras áreas analisadas ao longo do rio Monjolinho, como *Luziola* sp, *Rumex crispus*, para o primeiro e *Rhynchospora aurea*, *Eleocharis acutangula* e *Fimbristylis* sp para o segundo ponto citado.

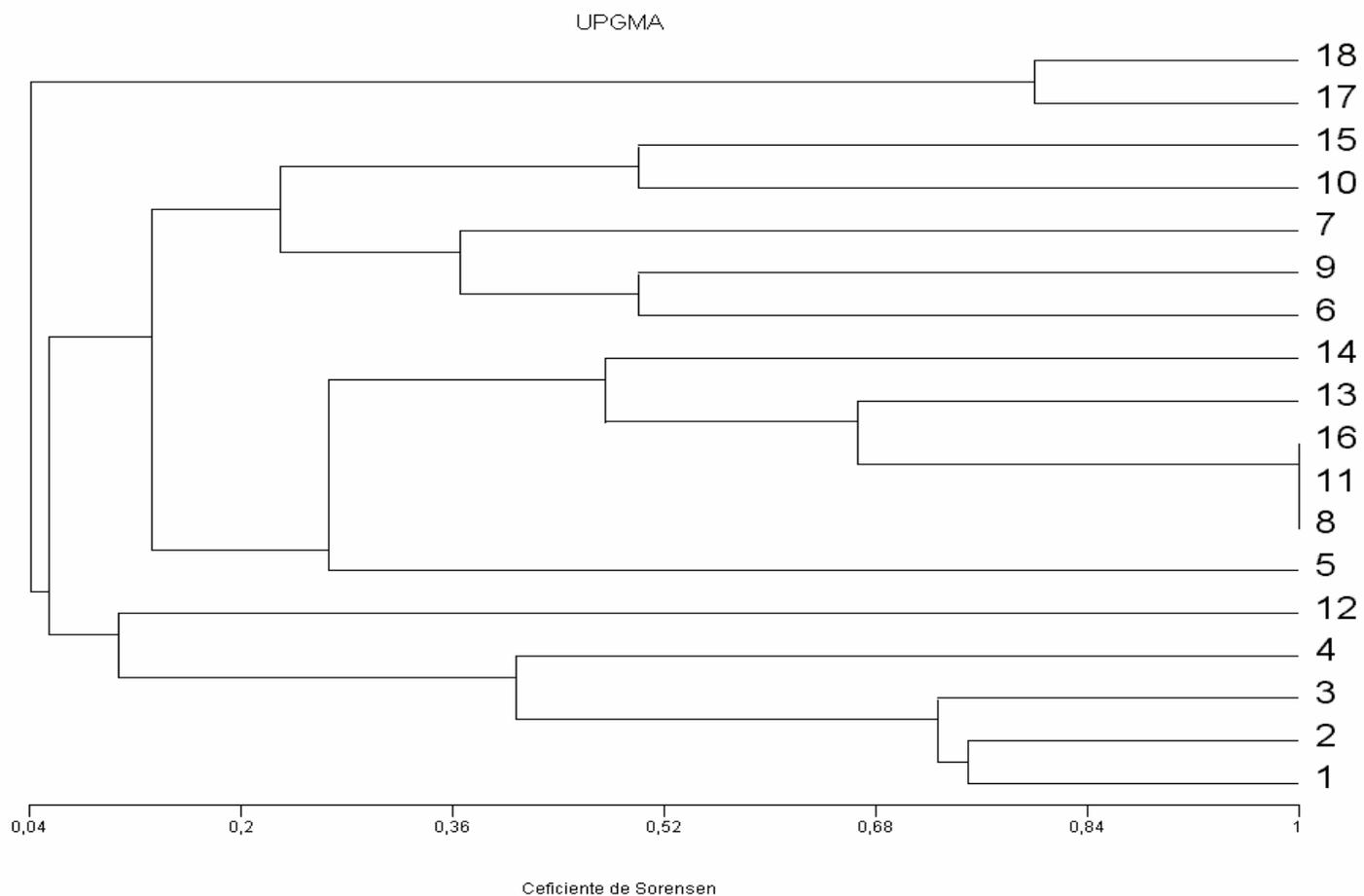


Figura 31 – Dendrograma de similaridade florística entre os pontos amostrados no rio Monjolinho , utilizando como índice o coeficiente de Sorensen e agrupando os pontos amostrais pelo método de média de grupo (UPGMA). O coeficiente cofenético obtido foi de 0,8717.

5.4 Conclusões

- No estudo realizado no rio Monjolinho em julho de 2004, as famílias mais representativas foram Cyperaceae (7 espécies), Onagraceae (4 espécies), Poaceae (4 espécies) e Polygonaceae (4 espécies), incluindo principalmente macrófitas emergentes e anfíbias.
- Comparando-se a riqueza de táxons encontrados pelo presente trabalho no rio Monjolinho com os poucos trabalhos similares, realizados em rios no Brasil, verificou-se que a riqueza de macrófitas aquáticas é relativamente baixa no ambiente estudado;
- A maior riqueza de espécies foi encontrada nas regiões mais conservadas do rio, mais próximas à área da nascente, as quais apresentam áreas alagadas, com maior heterogeneidade ambiental, diferindo dos trechos após a entrada na área urbana, devido a intervenções antrópicas nas margens dos rios e córregos. Além disso, também verificou-se a presença de várias espécies exóticas invasivas, nos diferentes trechos amostrados, como o lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*) e o capim-napier (*Pennisetum purpureum*), cuja competição pode estar interferindo na riqueza de espécies;
- Através da análise estatística, os pontos de amostragem foram agrupados, de modo geral, em 5 grandes grupos, compreendendo desde áreas mais conservadas no início do rio Monjolinho com maior riqueza de espécies, representadas por *Typha domingensis*, *Rhynchanthera* sp, *Ludwigia leptocarpa* e *Ludwigia nervosa*, áreas de transição onde houve o início dos impactos advindos da urbanização e maior ocorrência de espécies invasivas como *Pennisetum purpureum*, e áreas com baixa riqueza de espécies, após a passagem pela área urbana e áreas fortemente impactadas por atividades agropastoris;
- Apenas os pontos 5 (Fazenda Dois Portões) e 12 (fóz do Córrego da Água Fria) ficaram isolados dos demais grupos, devido a ocorrência de espécies

consideradas daninhas e pioneiras em ambientes perturbados, como *Luziola* sp, *Rumex crispus*, *Rhynchospora aurea*, *Eleocharis acutangula* e *Fimbristylis* sp, as quais não ocorreram em nenhum dos outros pontos analisados.

6. Capítulo 3. Relação entre as macrófitas aquáticas e variáveis físicas e químicas na bacia do rio Monjolinho

6.1. Introdução

Vários estudos relacionados à distribuição das espécies de macrófitas aquáticas, assim como à abundância, biomassa e densidade da comunidade de macrófitas, têm sido feitos visando conhecer aspectos ecológicos desta comunidade, analisando quais os fatores que favorecem ou desfavorecem a sua ocorrência. A compreensão destes aspectos e das respostas das diferentes espécies de macrófitas é de grande valia para a sua utilização como bioindicadores no monitoramento da poluição das águas, no controle destas onde o seu crescimento excessivo é indesejável e no manejo e recuperação de áreas degradadas (Ali, 1999, Camargo *et al.*, 2003, Pedralli, 2003).

Nos últimos anos, em decorrência principalmente dos interesses no controle destas plantas em ambientes sujeitos a alterações antrópicas, diversos estudos tem abordado a ocorrência, abundância ou biomassa das comunidades de macrófitas aquáticas, procurando compreender quais os principais fatores relacionados ao crescimento excessivo destas macrófitas (Pereira, 2002, Camargo *et al.*, 2003).

Dentre as interferências que as macrófitas aquáticas podem provocar nos ecossistemas aquáticos, podem ser citados os casos de crescimento excessivo de certas espécies em reservatórios, que podem causar prejuízos na geração de energia elétrica (Thomaz e Bini, 1998 Pompêo, 1999) e inteferência em usos recreacionais (Ruiz-Ávila e Klemm, 1996).

Em alguns casos, o crescimento de certas espécies pode ser tão vigoroso e formar bancos tão densos que interferem na velocidade e profundidade dos rios e canais,

aumentando o risco de enchentes (Westlake, 1975). No caso particular do rio Pinheiros, em São Paulo, a grande quantidade de macrófitas do gênero *Heteranthera*, funciona como abrigo para larvas de insetos e impede que o larvicida, que é aplicado nas margens deste rio, chegue ao seu alvo principal, favorecendo a infestação de mosquitos naquela região (Jornal da Cultura, 2004).

Boa parte dos estudos com macrófitas aquáticas e sua relação com as características físicas e químicas da água e dos sedimentos tem sido feito em rios e lagos de regiões temperadas como os de Rørslett (1991) em lagos do norte da Europa (Noruega, Suécia, Dinamarca e Finlândia), Ferreira (1994) no Rio Divor em Portugal, Dawson (1999) em vários rios britânicos, Riis (2000) e Baatrup-Pedersen (2003) que trabalharam com rios da Dinamarca.

Dentre os poucos trabalhos realizados nos corpos de água brasileiros, pode-se citar os trabalhos de Bini *et al.* (1999) na represa de Itaipu e Pereira (2002) nos rios da Bacia do Rio Itanhaém.

O mesmo ocorre com o rio Monjolinho, considerado no presente estudo, do qual pouco se sabe a respeito das macrófitas aquáticas presentes e dos efeitos antrópicos sobre a distribuição das espécies ao longo deste rio.

6.2. Materiais e Métodos

Para este estudo, foram selecionados cinco dos pontos de amostragem no rio Monjolinho e tributários, no período chuvoso (janeiro de 2004) e de estiagem (julho de 2004), incluindo sua nascente e foz, e os afluentes Córrego Santa Maria Madalena, Córrego do Tijuco Preto e Córrego da Água Fria (Figura 35).

Em cada um dos locais selecionados, georreferenciados por um GPS (*Global Position System*), foram consideradas áreas com secções de 20m, considerando-se as macrófitas encontradas dentro dos trechos do rio estudado e nas margens em faixas de até 2 metros. Os bancos das diferentes espécies de macrófitas foram medidos, obtendo-se a área que cada uma cobria (Wright *et al.*, 1981). Paralelamente a obtenção destes dados, realizou-se as medidas de pH, temperatura da água, condutividade, turbidez e oxigênio dissolvido *in situ*, utilizando-se o multisensor de qualidade de água da marca

Horiba, modelo U-10. Amostras de água e de sedimento também foram coletadas para posterior análise em laboratório dos parâmetros indicados nas Tabelas 2 e 3.

Com os dados obtidos para as comunidades de macrófitas aquáticas, foram calculados o índice de diversidade de Shannon (H') de cada uma das áreas amostradas, e a partir dos valores de H' , calculou-se a variância para posterior verificação de diferenças significativas entre os resultados dos índices de diversidade das amostras, a partir de um teste t (Magurran, 1991).

A partir de todos os resultados, foram montadas duas matrizes, para cada período de coleta, uma contendo os dados bióticos com a área de cobertura de cada espécie encontrada e outra com os dados abióticos, ou seja, as variáveis limnológicas. Primeiramente, os dados das matrizes abióticas foram padronizados, uma vez que apresentavam dados com diferentes unidades, e a matriz biótica foi linearizada através da função $\ln(x+1)$, para reduzir o efeito de arco (Bini, 2004).

Em seguida, estas matrizes foram analisadas através da Análise de Correlação Canônica (CCA), técnica desenvolvida por Ter Braak (1986), que de acordo com Bini (2004) é uma das mais utilizada em estudos limnológicos, uma vez que identifica a influência de variáveis ambientais sobre padrões de composição e abundância de assembléias aquáticas e sintetiza as variáveis ambientais por meio de eixos de ordenação (gradientes), podendo ser representada graficamente.

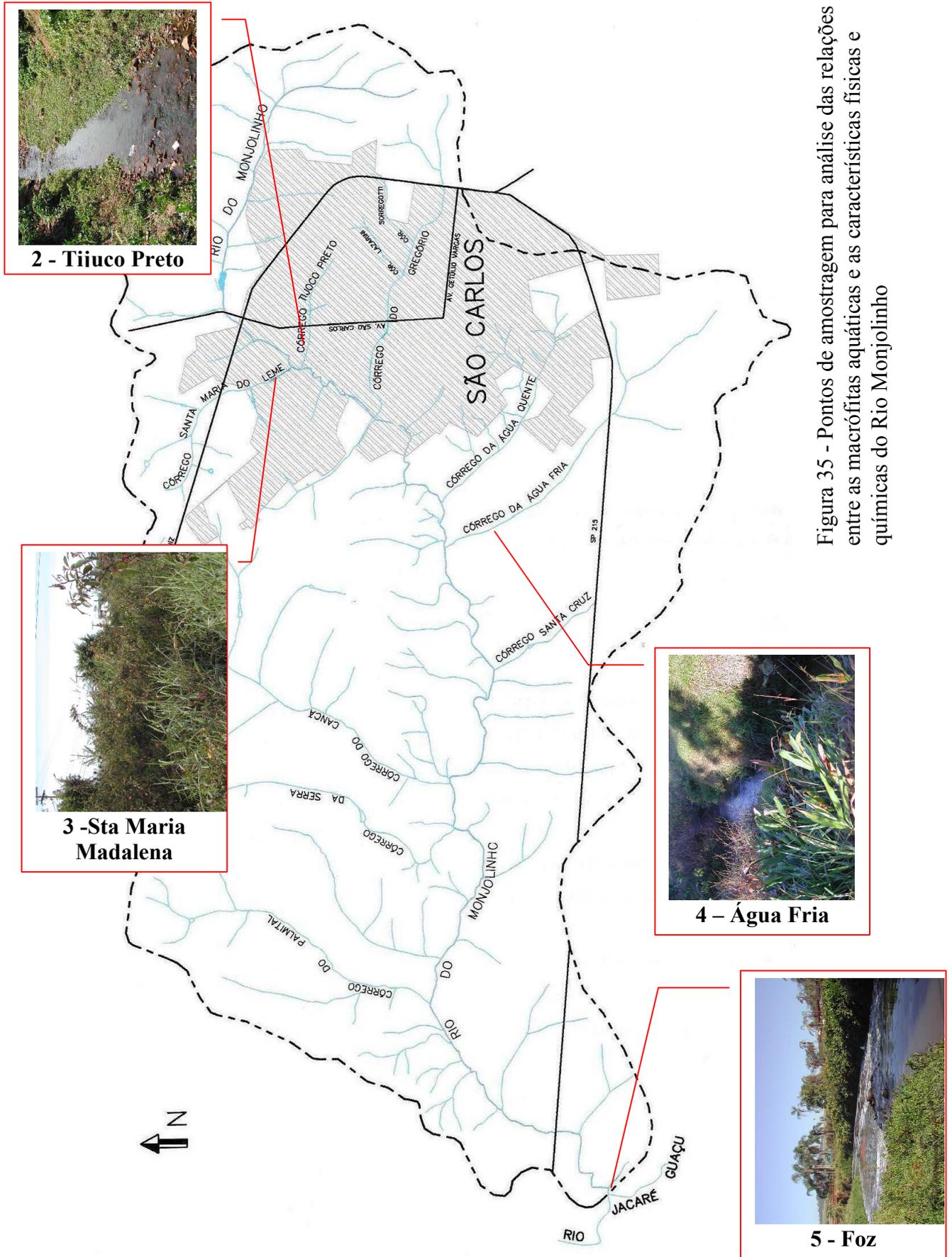


Figura 35 - Pontos de amostragem para análise das relações entre as macrofitas aquáticas e as características físicas e químicas do Rio Monjolinho

6.3. Resultados e Discussão

Os dados de macrófitas aquáticas e variáveis abióticas, dos diferentes pontos de coleta, encontram-se nas Tabelas 9 e 10, respectivamente. Ao todo foram encontradas 15 famílias, 24 gêneros e 31 espécies, com predominância de macrófitas emergentes e anfíbias, não tendo sido encontrada nenhuma flutuante livre ou flutuante fixa. Houve a ocorrência de uma espécie submersa fixa, *Mayaca* sp, no ponto 4, além de *Bacopa* sp e *Eleocharis* sp, no ponto 1, que embora consideradas na literatura como emergentes ou anfíbias, foram encontradas na sua grande maioria como submersas fixas (Lorenzi, 2000; Pott e Pott, 2000). Uma maior riqueza de espécies foi encontrada no ponto 1, próximo a nascente, ao contrário do que foi verificado no ponto 5, a alguns metros da junção do rio Monjolinho com o rio Jacaré-Guaçú.

Com relação às características abióticas, no geral, o ponto 3 apresentou as menores concentrações de formas nitrogenadas, enquanto no ponto 1 foram verificadas as menores concentrações de formas fosfatadas, em ambos os períodos de amostragem. Embora durante o período chuvoso, uma maior concentração de oxigênio dissolvido, menor turbidez e menor concentração de sulfato tenham sido encontradas no ponto 2, que é um local altamente impactado pelo despejo de esgotos domésticos e industriais, o mesmo não ocorreu durante o período de estiagem. As maiores concentrações de nutrientes ocorreram predominantemente nos pontos 2 e 5, em ambas as coletas. Entretanto, no período chuvoso, foi encontrada elevada concentração do íon amônio no ponto 1, o que pode ter ocorrido devido à entrada de dejetos de criações de aves e bovinos no local, próximo ao dia de coleta.

Os maiores índices de diversidade foram encontrados no ponto 1, tanto para a estação chuvosa quanto de seca ($H' = 2,136$ e $H' = 2,067$, respectivamente), enquanto os menores índices foram encontrados no ponto 5 ($H' = 1,216$ no período chuvoso e $H' = 1,050$ no período de estiagem).

O teste t , com um $\alpha = 0,05$, indicou que os pontos 2 e 3 ($t < t_c$) foram similares quanto a diversidade, em ambas as amostragens. Durante o período chuvoso, também foram encontradas similaridades pelo teste t entre os pontos 3 e 5; 2 e 4; e 2 e 5, o mesmo tendo sido verificado entre os pontos 1 e 4, durante o período de estiagem.. Os valores de H' , a variância de H' , os respectivos valores de t e os graus de liberdade calculados são apresentados nas Tabelas 26 e 27 do Anexo 1.

Tabela 9 – Espécies de macrófitas encontradas nas áreas amostradas. (*Ambas as formas foram encontradas nas áreas amostradas)

Família	Espécies	Área ocorrência	Tipo Ecológico
Alismataceae	<i>Echinodorus</i> sp.	2	Anfíbia
Amaranthaceae	<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	4	Emergente /Submersa fixa*
Asteraceae (Compositae)	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	1	Anfíbia
Commelinaceae	<i>Tradescantia elongata</i> G.F. Mey	3	Emergente
	<i>Commelina</i> sp.	4, 3	Emergente
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.	1	Anfíbia
	<i>Cyperus lanceolatus</i> Poir.	1	Emergente
	<i>Eleocharis</i> sp.	1, 4	Emergente /Submersa fixa*
	<i>Fimbristylis</i> sp.	4	Emergente
	<i>Pycnus decumbens</i> T. Koyama	1	Emergente
Mayacaceae	<i>Mayaca</i> sp	4	Submersa fixa
Melastomataceae	<i>Rhynchanthera</i> sp.	1	Emergente / Anfíbia*
Onagraceae	<i>Ludwigia leptocarpa</i> (Nutt) Hara	1, 3	Emergente
	<i>Ludwigia elegans</i> (Cambess.) Hara	1, 2, 3, 4	Anfíbia
	<i>Ludwigia</i> sp.	1	Anfíbia
	<i>Ludwigia nervosa</i> (Poir) Hara c.f.	1	Emergente
Poaceae (Gramineae)	<i>Brachiaria arrecta</i> (Trin.) Hitchc. cf.	5	Anfíbia
	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	3, 4	Anfíbia
	<i>Luziola</i> sp.	4	Anfíbia/ Emergente
	<i>Paspalum repens</i> Berg.	4	Emergente
Polygonaceae	<i>Polygonum hispidum</i> H.B.K.	1,2	Emergente
	<i>Polygonum ferrugineum</i> Wedd.	2, 5	Anfíbia
	<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx.	2	Emergente
	<i>Rumex crispus</i> L.	2	Anfíbia
Pontederiaceae	<i>Heteranthera reniformis</i> Ruiz et Pavel	1, 2, 5	Emergente
	<i>Pontederia cordata</i> L.	3, 4	Emergente
Scrophulariaceae	<i>Bacopa</i> sp.	1	Emergente /Submersa fixa*
Typhaceae	<i>Typha dominguensis</i> Pers.	1	Emergente
Xyridaceae	<i>Xyris</i> sp.	1	Emergente
Zingiberaceae	<i>Hedichyllum coronarium</i> J. Kőening	1, 3, 4, 5	Anfíbia

Tabela 10 – Variáveis limnológicas mensuradas nos pontos de amostragem: pH; Cond = Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); Turb = Turbidez (UNT); OD = oxigênio dissolvido na água ($\text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$); Temp = temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$); PTD = fosfato total dissolvido ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$); PI = fosfato inorgânico ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$); PT = fósforo total ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), NO_2 = nitrato ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$); NH_4 = íon amônio ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), NO_3 = nitrito ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$); NT = nitrogênio total ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$); Vaz = vazão ($\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$); Veloc = velocidade da correnteza ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) e Prof = profundidade (m).

Janeiro 2004	Pontos	pH	Cond	Turb	OD	Temp	PTD	PI	PT
	1. Nascente	4,77	8	10,6	8,07	20,4	15,80	11,99	61,38
	3. Madalena	5,06	22	7,5	6,41	21,2	24,59	15,17	42,09
	2. Tijuco	7,70	158	3,0	8,41	22,1	46,21	31,89	136,77
	4. Água Fria	6,07	17	21,3	6,94	22,3	25,56	16,63	74,14
	5. Foz	7,35	156	47,3	7,11	24	399,93	343,44	603,63
	Pontos	NO_2	NH_4	NO_3	NT	Vaz	Veloc	Prof	
	1. Nascente	2,30	1815,40	104,30	0,02	0,01	0,13	0,02	
	3. Madalena	1,82	121,02	45,57	0,56	1,64	0,56	0,13	
	2. Tijuco	386,49	1933,10	4084,00	15,18	0,06	0,25	0,03	
4. Água Fria	1,82	702,62	206,69	2,97	0,44	0,32	0,16		
5. Foz	105,69	217,06	214,74	0,33	3,19	0,31	0,35		
Julho 2004	Pontos	pH	Cond	Turb	OD	Temp	PTD	PI	PT
	1. Nascente	6,25	11	6	6,62	19,1	0,02	15,80	6,64
	2. Tijuco	6,19	24	29	6,72	16,9	0,16	18,91	13,12
	3. Madalena	7,11	26	13	4,60	22,5	0,03	606,68	561,89
	4. Água Fria	5,82	19	6	7,56	15,1	0,44	27,90	15,99
	5. Foz	6,28	192	27	7,96	13,6	3,35	348,58	318,99
	Pontos	NO_2	NH_4	NO_3	NT	Vaz	Veloc	Prof	
	1. Nascente	2,87	38,88	108,27	0,47	0,02	0,13	0,04	
	3. Madalena	4,15	80,60	65,68	0,47	0,16	0,49	0,18	
	2. Tijuco	92,88	903,39	353,02	4,48	0,03	0,22	0,01	
4. Água Fria	2,06	103,18	387,63	0,33	0,44	0,31	0,15		
5. Foz	40,92	1701,20	129,09	5,51	3,35	0,36	0,39		

A maior quantidade de pontos com índices de diversidade similares durante o período de chuvas pode estar relacionado a maior disponibilidade de água durante este período, possibilitando maior desenvolvimento das macrófitas aquáticas durante este período.

A similaridade entre os pontos 1 e 4 era esperada em ambas as estações, devido ao fato destes pontos apresentarem as maiores riquezas, o que, entretanto, só foi detectado na estação de seca. Convém ressaltar que o t calculado para a estação chuvosa ficou muito próximo do t_c , em um nível de significância de 0,001. A similaridade da diversidade nos pontos 3 e 5 pode ter ocorrido pelo fato de que durante a época chuvosa, o ponto 3, que está em área urbana e residencial, sofre poda de sua vegetação marginal, várias vezes durante esta estação. Além disso, o crescimento de *Pennisetum purpureum* é favorecido, em função das condições de luminosidade, temperatura e umidade, em detrimento de outras espécies de macrófitas. O ponto 5, apresentou baixa riqueza e os menores índices de diversidade, em ambos os períodos amostrados, devido ao constante pisoteio pelo gado, maior correnteza e presença de poluentes advindos da passagem do rio pela cidade de São Carlos.

As Figuras 36 e 37 mostram os diagramas de ordenação das CCAs para as amostragens da época chuvosa e de estiagem, respectivamente. Para a primeira análise, a do período chuvoso, os dois eixos juntos explicam 64,13% da variância dos dados, enquanto para o segundo período, de estiagem, 56,26% da variância é explicada pelos dois eixos.

Na Figura 36, pode-se observar na porção direita superior do gráfico o conjunto de espécies 2, representando as espécies que foram encontradas somente na área da nascente, relacionadas às maiores concentrações de oxigênio dissolvido e íon amônio. No quadrante direito inferior observa-se a espécie *Cyperus* sp, enquanto no quadrante inferior esquerdo, encontram-se as espécies do conjunto 2, correspondentes às espécies que só foram encontradas na área referente ao ponto 4, incluindo *Ludwigia elegans*, *Pennisetum purpureum*, *Tradescantia elongata* e *Pontederia cordata*, associadas às maiores concentrações de nitrogênio total e velocidade de correnteza. Já no quadrante esquerdo superior, estão as espécies *Polygonum spectabile*, *Brachiaria arrecta*, *Polygonum hispidum*, *Heteranthera reniformis*, *Echinochloa* sp, *Polygonum hidropiperoides* e *Rumex crispus* relacionadas às maiores concentrações de nutrientes, pH, vazão, profundidade e temperatura. A espécie *Hedychium coronarium*, que se encontra mais próxima ao centro do diagrama, indicou ser pouco afetada pelas

características abióticas consideradas neste estudo.

Na Figura 37, no lado direito do diagrama no quadrante superior, estão as espécies *Hedychium coronarium*, *Brachiaria arrecta* e *Polygonum spectabile*, e no quadrante inferior estão as espécies *Heteranthera reniformis*, *Commelina* sp., *Polygonum hidropiperoides* e *Rumex crispum*. As espécies citadas estiveram relacionadas às maiores concentrações de nutrientes, turbidez, temperatura e condutividade. *Ludwigia elegans*, no centro do diagrama, esteve pouco associada às características mensuradas neste estudo. Por outro lado, as espécies *Pontederia cordata*, *Pennisetum purpureum*, *Tradescantia elongata* estiveram associadas às maiores concentrações de oxigênio dissolvido no segundo quadrante, além do conjunto de espécies do ponto 4. No terceiro quadrante, incluíram-se as espécies encontradas próximas ao ponto 1, *Eleocharis* sp e *Ludwigia leptocarpa*, as quais estiveram relacionadas a menores valores de fósforo total, nitrato, íon amônio, vazão, turbidez, condutividade e velocidade da correnteza.

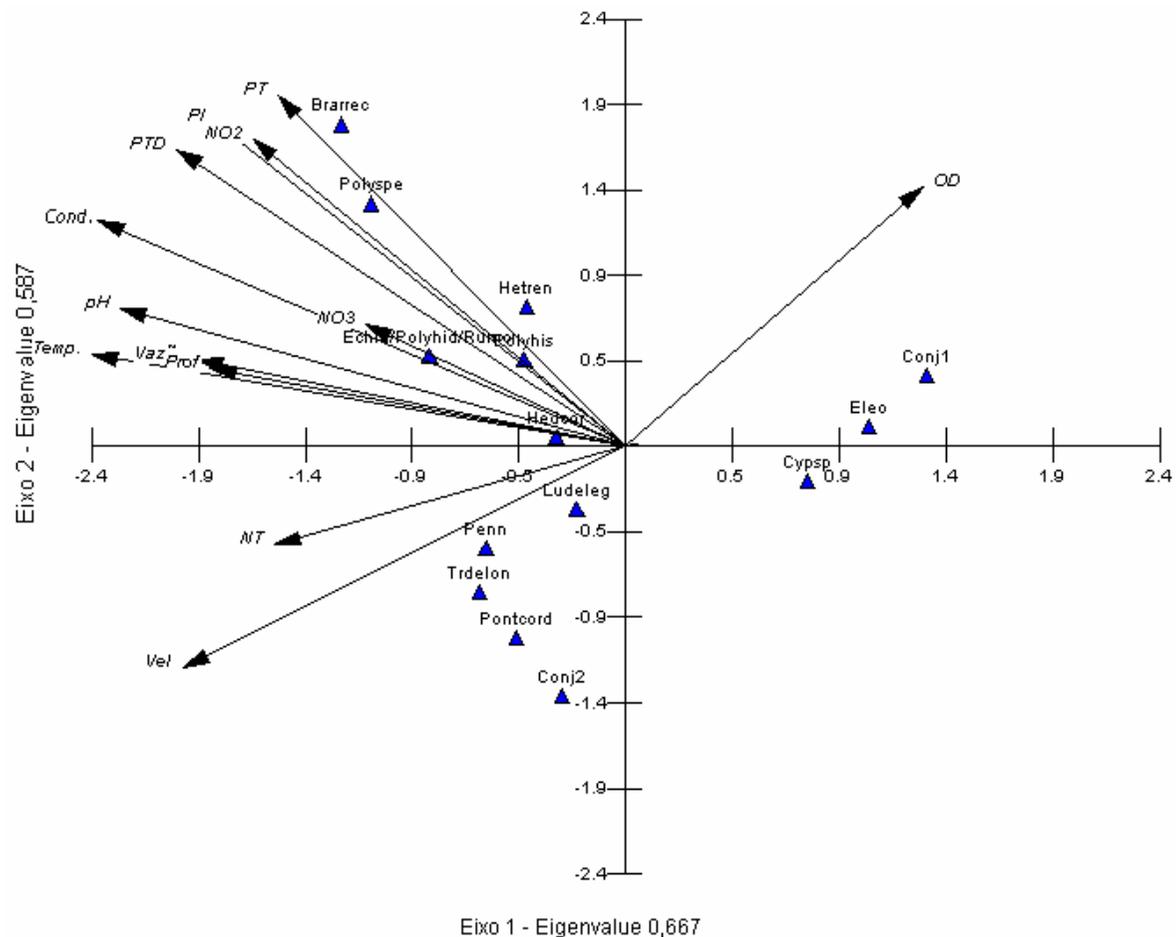


Figura 32 - Diagrama de ordenação da CCA de janeiro/2004. Abreviaturas espécies: **Conj1** – representado por: *Xyris* sp., *Cyperus lanceolatus*, *Ageratum conyzoides*, *Pycreus decumbens*, *Rhynchanthera* sp., *Bacopa* sp., *Ludwigia leptocarpa*, *Ludwigia* sp., *Ludwigia nervosa* e *Typha dominguisensis*; **Conj2** – representado por: *Fimbristylis* sp., *Alternanthera philoxeroides*, *Luziola* sp., *Paspalum repens* e *Commelina* sp.; **Echin** = *Echinodorus* sp., **Trdelon** = *Tradescantia elongata*, **Cypsp** = *Cyperus* sp., **Eleo** = *Eleocharis* sp., **Ledele** = *Ludwigia elegans*, **Brarrec** = *Brachiaria arrecta*, **Penn** = *Pennisetum purpureum*, **Polyhis** = *Polygonum hispidum*, **Polyspe** = *Polygonum ferrugineum*, **Polyhid** = *Polygonum hydropiperoides*, **Rumcr** = *Rumex crispus*, **Hetren** = *Heteranthera reniformis*, **Pontcor** = *Pontederia cordata*, **Hedcor** = *Hedichyum coronarium*

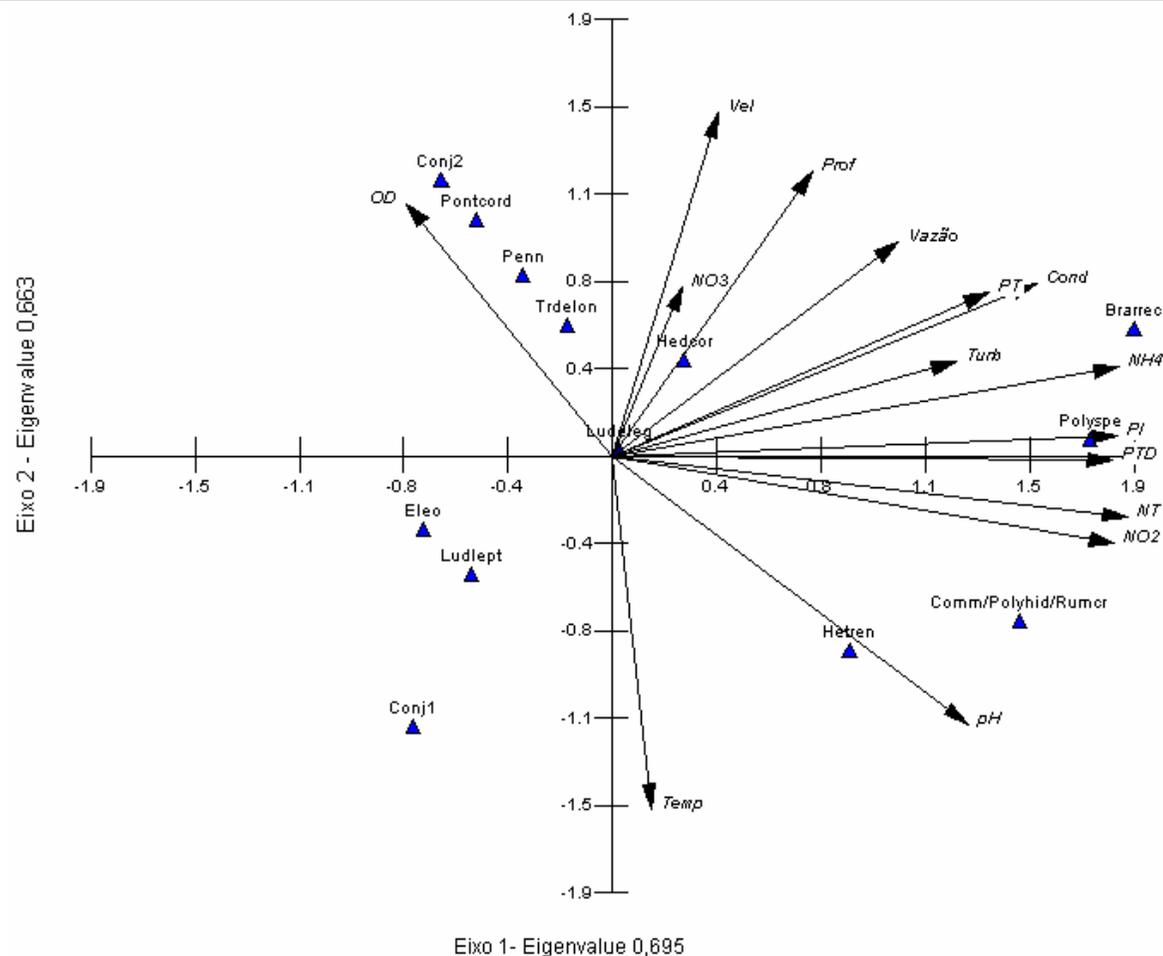


Figura 33 - Diagrama de ordenação da CCA de julho/2004. Abreviaturas: **Conj1** – representado por: *Xyris* sp., *Typha dominguensis*, *Bacopa* sp., *Cyperus* sp., *Cyperus lanceolatus*, *Ageratum conyzoides*, *Pycreus decumbens*, *Rhynchanthera* sp., *Ludwigia* sp. e *Ludwigia nervosa*, **Conj2** - *Alternanthera philoxeroides*, *Mayaca* sp., *Luziola* sp. e *Paspalum repens*, **Echin** = *Echinodorus* sp., **Trdelon** = *Tradescantia elongata*, **Comm** = *Commelina* sp., **Eleo** = *Eleocharis* sp., **Ludlept** = *Ludwigia leptocarpa*, **Ledele** = *Ludwigia elegans*, **Brarrec** = *Brachiaria arrecta*, **Penn** = *Pennisetum purpureum*, **Polyspe** = *Polygonum ferrugineum*, **Polyhid** = *Polygonum hydropiperoides*, **Rumcr** = *Rumex crispus*, **Hetren** = *Heteranthera reniformis*, **Pontcord** = *Pontederia cordata*, **Hedcor** = *Hedichyum coronarium*

Aparentemente através destas análises, não houve um padrão espacial claramente definido, como encontrado por Bini *et al.*(1999) e Pereira (2002). Entretanto, algumas considerações sobre a associação das espécies com as características físicas e químicas da água podem ser feitas. Espécies como *B. arrecta*, *Polygonum ferrugineum*, *P. hydropiperoides*, *Commelina* sp e *Rumex crispum* estiveram relacionadas com altas concentrações de nutrientes, enquanto o conjunto das espécies presentes no ponto 1, incluindo *Ludwigia leptocarpa* e *Eleocharis* sp estiveram relacionadas às menores vazões e velocidades de correnteza, em ambos os períodos estudados. Bini *et al.* (1999) também verificaram a associação das espécies *P. hydropiperoides* e *Commelina nudiflora* a altas concentrações de nutrientes (fósforo total) e condutividade, enquanto Kher e El Demerdash, (1997) encontraram relação entre ambientes com maiores quantidades de nutrientes em canais de drenagem no Delta do rio Nilo e a distribuição de espécies submersas enraizadas com folhas flutuantes e emergentes.

Entretanto, as relações entre as espécies e características ambientais aqui citadas não poderiam ser todas levadas em consideração como indicadoras da qualidade das águas do rio Monjolinho. Como já foi dito, a maior parte das espécies encontradas eram emergentes e anfíbias, e de acordo com Gopal and Chamanlal (1991), as macrófitas deste grupo tem maior amplitude ecológica e podem ter menor capacidade em responder a tipos específicos de nutrientes (como fósforo total ou dissolvido) ou poluentes. Um exemplo desse caso, no presente trabalho, é a invasiva *Pennisetum purpureum*, que aparentemente é muito mais dependente da perturbação da área do entorno, do que das características dos sedimentos e água, uma vez que ocorre tanto em áreas com uma melhor qualidade de água, a exemplo do córrego Santa Maria Madalena, quanto em lugares altamente impactados como nas áreas de plantação de cana-de-açúcar próximos a Usina da Serra e na região da foz do rio Monjolinho.

Gopal and Chamanlal (op.cit) também discute que as espécies emergentes e submersas com folhas flutuantes podem crescer dentro de uma grande faixa de condições dentro de seu habitat, e seu crescimento sozinho, aparentemente teria pequeno valor como indicadores de poluição. Neste caso, estas considerações poderiam ser aplicadas a emergente *Heteranthera reniformis*, que foi tanto encontrada nos pontos iniciais do rio Monjolinho, onde há menor quantidade de poluição nas águas, quanto na foz do rio Monjolinho, altamente impactada pela descarga de esgotos da área urbana e suburbana de São Carlos.

Outros fatores como as características dos sedimentos e o uso do solo em torno dos pontos amostrados, talvez possam explicar melhor a distribuição das diferentes espécies de macrófitas. Baattrup-Pedersen *et al.* (2003), citaram em seu estudo as intervenções antropogênicas como a linearização, a canalização e a retirada periódica de macrófitas dos canais de rios assim como plantações e pastagens cultivos e pastagens próximos às margens dos rios como os principais fatores que afetam a riqueza e a distribuição das espécies de macrófitas. Os autores também comentaram que a intensificação das atividades agropastoris favoreceram a entrada de espécies com altas necessidades de nutrientes e crescimento terrestre vigoroso.

Com relação aos sedimentos, foram feitas análises dos pontos 1, 2, 4 e 5, sendo o ponto 3 constituído por fundo pedregoso com as laterais do canal tomadas pela gramínea *Pennisetum purpureum*. Nos pontos analisados, verificou-se que em ambos os períodos de coleta, o ponto 5 apresentou as maiores porcentagens de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo total no sedimento. As menores concentrações de fósforo total ocorreram no ponto 4, nos dois períodos, enquanto as menores porcentagens de nitrogênio total ocorreram no ponto 1, sendo que nestes pontos foi verificada a maior riqueza de espécies. Também nestes locais, a porcentagem de matéria orgânica foi menor em janeiro de 2004 (ponto 4) e em julho de 2004 (ponto 1), como mostra a Tabela 11. A análise granulométrica indicou que todos os pontos considerados eram predominantemente arenosos (areia média a fina), com maior quantidade de areia fina e silte e argila apenas durante a época de estiagem (Tabela 12).

Tabela 11 – Porcentagem de matéria orgânica(MO) e de nitrogênio total(NT) no sedimento e concentração de fósforo total (PT) no sedimento ($\mu\text{g.g}^{-1}$), coletados em trechos do rio Monjolinho e afluentes em janeiro e julho de 2004.

Janeiro 2004	Pontos	MOsed	NTsed	Psed
	1. Nascente	0,19	0,0047	35,92
	2. Tijuco	0,32	0,0210	51,85
	3. Madalena	*	*	*
	4. Água Fria	0,14	0,0117	18,98
	5. Foz	0,61	0,0373	294,28
Julho 2004	Pontos	MOsed	NTsed	Psed
	1. Nascente	0,20	0,0023	316,79
	2. Tijuco	1,00	0,0233	585,15
	3. Madalena	*	*	*
	4. Água Fria	1,53	0,0243	29,88
	5. Foz	1,87	0,0583	998,70

Tabela 12 - Granulometria do sedimento, referente as amostras coletadas em trechos do rio Monjolinho e afluentes em janeiro e julho de 2004. (PMF - pedregulho muito fino; AG - areia grossa; AM - areia média, AF - areia fina, S+A - Silte + Argila).

Janeiro 2004	Pontos	PMF	AG	AM	AF	S+A
	1. Nascente	0,29	18,26	50,25	30,97	0,21
	2. Tijuco	1,11	16,36	48,46	33,12	0,93
	3. Madalena	*	*	*	*	*
	4. Água Fria	0,26	4,4	48,36	46,22	0,74
	5. Foz	0	0	35	58,5	5,3
Julho 2004	Pontos	PMF	AG	AM	AF	S+A
	1. Nascente	0	0,66	6,08	92,88	0,38
	2. Tijuco	10,62	14,22	16,06	55,84	3,26
	3. Madalena	*	*	*	*	*
	4. Água Fria	0	0	3	80,3	16,7
	5. Foz	0	25,00	63,00	1,00	11,00

Baatrup-Pedersen e Riis (1999) e Riis *et al.* (2000) relacionaram a distribuição das espécies de macrófitas aquáticas com a composição dos substratos. O primeiro trabalho citado mostrou a predominância de espécies submersas e emergentes em áreas com substrato de textura mais fina, enquanto as espécies submersas fixas, tendiam a ocorrer mais em áreas com fundo pedregoso. As autoras também relacionaram o aumento da diversidade, área coberta e a heterogeneidade das espécies de macrófitas a uma maior heterogeneidade do substrato. Ferreira (1994), também considerou o tipo de substrato do leito do rio e o uso do solo na área de entorno como os principais fatores determinantes da distribuição das macrófitas.

Levando-se em consideração todos os resultados obtidos, pode-se considerar que dentro da área urbana, particularmente nos trechos iniciais do rio, os principais fatores que determinaram a ocorrência das espécies de macrófitas aquáticas estiveram relacionados às intervenções antrópicas diretas, como alterações no leito do rio e as podas periódicas, além da poluição orgânica advinda dos despejos domésticos e industriais, embora neste último caso, isto não tenha ficado claro através da análise estatística.

Nos pontos observados, houve predominância de sedimentos de textura mais fina, favorecendo o aparecimento de espécies emergentes e submersas fixas, principalmente no ponto 1. Na região da nascente, os fatores que possivelmente determinaram a ocorrência das macrófitas estiveram mais associados ao uso dos solos adjacentes ao rio, como pastagens e cultivos, e a ausência de mata ciliar. Embora na região da nascente (ponto 1), haja um esforço no sentido de se recuperar a mata ciliar em alguns trechos, há também a ameaça da expansão de áreas suburbanas da cidade (Figura 38) em sua direção.



Figura 34 – Local próximo ao ponto de amostragem 1, correspondente a região da nascente do rio Monjolinho. A seta indica onde o rio Monjolinho corre; note também pontos de erosão próximos ao rio (foto: Sabrina Mieke Viana).

6.4 Conclusões

- A maior riqueza de espécies de macrófitas aquáticas foi verificada no ponto 1, próximo a nascente do rio Monjolinho, enquanto a menor riqueza foi encontrada no ponto 5, correspondente a foz do rio Monjolinho, o mesmo tendo ocorrido em relação aos índices de diversidade, em ambos os períodos de coleta. Os índices de diversidade encontrados foram em geral baixos, variando de 1,05 no ponto 5 (foz), durante o período de estiagem, até 2,136 no ponto 1 (nascente), no período chuvoso;
- De acordo com a análise estatística realizada a partir dos valores de índice de Shannon (H'), os pontos 2 e 3 apresentaram índices de diversidade similares, em ambos os períodos de amostragem. Para os resultados obtidos durante o período chuvoso, também foram encontradas similaridades entre os pontos 3 e 5; 2 e 4; e 2 e 5, o mesmo tendo sido verificado entre os pontos 1 e 4, durante o período de estiagem. Estas similaridades durante o período chuvoso, indicaram estar relacionadas ao regime hídrico (maior disponibilidade de água para os bancos de macrófitas) e aos diferentes impactos antrópicos nestes pontos;
- Os pontos 3, no córrego Santa Maria Madalena, e 4 no córrego da Água Fria, apresentaram as menores concentrações de formas nitrogenadas, sendo que somente no ponto 3 houve a ocorrência de *Tradescantia elongata* e somente no ponto 4 de *Alternanthera philoxeroides* e *Mayaca* sp. De acordo com a literatura, as duas primeiras espécies citadas são consideradas como daninhas e mais resistentes a mudanças no ambiente;
- No ponto 1 (nascente), foram verificadas as menores concentrações de formas fosfatadas, tanto na água como nos sedimentos, em ambos os períodos de amostragem, com a ocorrência de espécies emergentes como *Rhynchanthera* sp, *Bacopa* sp, *Cyperus lanceolatus* e *Ludwigia nervosa*, encontradas somente neste ponto. Já as maiores concentrações de fósforo ocorreram predominantemente nos pontos 2 (córrego do Tijuco Preto) e 5 (foz do rio Monjolinho), em ambas as coletas, locais em que foram encontradas espécies consideradas típicas de

ambientes eutróficos, como *Polygonum hydropiperoides*, *Polygonum ferrugineum* e *Rumex crispum*;

- A análise de sedimentos dos pontos amostrados no rio Monjolinho mostrou a ocorrência de sedimentos inorgânicos com predominância de areia nas frações média e fina, fator este que, de acordo com a literatura, favorece a ocorrência de espécies emergentes e anfíbias, e que, de fato, representaram a maioria absoluta das macrófitas aquáticas encontradas neste estudo;
- Em termos de distribuição espacial, estatisticamente, não houve uma relação entre variáveis físicas e químicas e macrófitas aquáticas, indicada pelo fato da maioria das espécies encontradas serem emersas e anfíbias, as quais apresentam uma maior amplitude ecológica e baixa representatividade como bioindicadoras de qualidade de água. Como exemplo, *Heteranthera reniformis* e *Ludwigia elegans* foram encontradas tanto em áreas altamente impactadas por efluentes da área urbana do município de São Carlos, quanto em áreas pouco impactadas. Por outro lado, verificou-se que a maioria dos pontos considerados apresentaram baixa heterogeneidade ambiental, condições eutróficas e intervenções antrópicas (obras e podas periódicas), levando a uma baixa diversidade de espécies, representadas principalmente por espécies mais tolerantes.

7. Considerações Finais

O rio Monjolinho apresenta-se impactado, em maior ou menor intensidade e de diferentes formas desde a sua nascente até a sua foz. Trabalhos realizados desde 1971 já detectavam algum impacto advindo da poluição no rio. Impactos como aqueles advindos da agricultura, desmatamento e urbanização das áreas no entorno do rio são relatados no trabalho de Almeida (2001), verificando-se que a degradação deste já havia começado há mais de 60 anos atrás.

Analisando-se todos os estudos limnológicos anteriormente realizados na Bacia do rio Monjolinho em um período de 16 anos (1989 – 2004), verifica-se que em termos de qualidade da água pouca coisa foi feita para a sua melhoria. Entretanto, apesar destes impactos, todos os estudos verificaram que o rio Monjolinho possui ainda alguma capacidade de depuração na área próxima da sua foz, capacidade esta, em parte devido a diluição dos poluentes pelas águas de tributários como os córregos do Cancã e da Serra.

No atual momento, verifica-se na região das nascentes, no bairro da Babilônia, a proximidade da área suburbana de São Carlos, de bairros que se expandem rapidamente como Jardim Tangará, Maria Stella Fagá e Astolpho Luís do Prado em direção ao rio Monjolinho. Mesmo na região da nascente, já há pouca mata ciliar, embora haja algum esforço no sentido de se tentar recuperar parte desta dentro da Fazenda Santa Terezinha. Após este ponto, praticamente não há mais mata ciliar ao longo do rio Monjolinho até a sua foz.

O código florestal (Lei n.º 4.777/65) categoriza as matas ciliares como locais de preservação permanente, e de acordo com o artigo 2º desta lei, em áreas de nascente, a faixa de mata ciliar deve possuir um raio de 50 metros em torno desta; em rios com largura menor que 10 metros deve possuir uma faixa de mata ciliar de 30 metros, enquanto em rios com largura de 10 a 50 metros, a faixa deve ser de 50 metros. No presente estudo, a maior parte dos trechos analisados no rio Monjolinho apresentava largura variando entre menos de 10 metros até aproximadamente 17 metros, enquadrando-se nos dois últimos casos anteriormente citados do código florestal. Entretanto, nenhum destes trechos possui sequer mata ciliar, sendo que em sua nascente, a mata ciliar também não chega a cobrir o raio de 50 metros, como exigidos por lei.

O papel da macrófitas aquáticas na diversificação de habitats, como local de abrigo e alimentação de diversos animais, na ciclagem de nutrientes, na liberação de detritos orgânicos, entre outros, é amplamente discutido na literatura. Em ambientes lóticos, as macrófitas também podem interferir na velocidade do fluxo da água, na retenção de sedimentos e quando em excesso podem, por exemplo, interferir na ocorrência de enchentes, obstruindo canais e em questões de saúde pública como na proliferação de vetores de doenças.

De acordo com Paul e Meyer (2001), existem poucos estudos relacionados às respostas da comunidade de macrófitas aquáticas à urbanização, dentre os quais, estudos realizados na Austrália, que mostraram a diminuição da diversidade com as mudanças nos sedimentos, aumento de turbidez, e nutrientes, e a invasão de espécies exóticas. No caso do rio Monjolinho, particularmente, os poucos estudos sobre a comunidade de macrófitas, impossibilitam qualquer comparação acerca das mudanças temporais nesta comunidade relacionada aos impactos tanto da área urbana como rural.

No presente trabalho, pode-se constatar que o maior impacto sobre esta comunidade vem das ações diretas do homem sobre os rios e córregos da bacia, como dragagens e despejos de resíduos sólidos da construção civil e domésticos (fato este verificado em alguns pontos do córrego do Tijuco Preto), reformas nas avenidas marginais, e mais recentemente o início das construções da segunda pista da avenida marginal, e até mesmo a poda periódica (fato verificado no córrego Santa Maria Madalena e pontos próximos a sua foz no rio Monjolinho). Além destes fatos, também a canalização do córrego do Tijuco Preto. Como a maioria das espécies encontradas nos locais estudados são, em sua grande maioria, anfíbias e emergentes, pode-se esperar, que estas tenham uma maior tolerância a mudanças de qualidade na água, além do fato de que estas macrófitas dependem muito menos de algum fatores, como turbidez e transparência da água, como é o caso das submersas.

Além disso, a ausência de matas ciliares, também favoreceu a entrada de espécies invasivas principalmente gramíneas, particularmente dentro da área urbana e margeando canais próximos a plantações, cujo crescimento rápido e excessivo, somado ao possível efeito alelopático, pode afetar significativamente as comunidades de macrófitas aquáticas ainda presentes nos rios e córregos da região, com a predominância de *Pennisetum purpureum* (capim-napier) e *Panicum maximum* (capim-colonião) e *Hedychium coronarium* (lírio-do-brejo).

Como sugestão para futuros trabalhos, seriam interessantes estudos mais detalhados sobre a comunidade de macrófitas, comparando áreas impactadas e não impactadas dentro do rio Monjolinho e também em outros pontos nos principais tributários, principalmente nas regiões próximas às suas nascentes.

Quanto ao uso das macrófitas aquáticas como indicadores da qualidade ambiental, seriam necessários estudos mais aprofundados, voltados para regiões tropicais, já que a maioria dos protocolos desenvolvidos com essa finalidade são adaptados para regiões temperadas, e para espécies nativas da Europa e algumas da América do Norte. Assim, é necessário um maior conhecimento da ecologia e biologia de espécies que ocorrem em regiões tropicais, para que estas possam ser utilizadas como bioindicadores.

Com relação a medidas que poderiam ser tomadas para a melhoria da qualidade da água do rio Monjolinho, podem ser citadas a construção de uma estação de tratamento de esgoto, a recuperação das matas ciliares e a informação e educação ambiental tanto das populações que vivem nas áreas urbanas quanto nas das áreas rurais.

Tem havido, em certos trechos do rio, como próximo à foz do córrego do Gregório no rio Monjolinho e na região próxima a nascente principal do rio Monjolinho, o plantio de árvores nativas, numa tentativa de se recuperar a mata ciliar, representando, entretanto áreas muito pequenas, frente a quantidade de áreas totalmente desmatadas desde poucos quilômetros da nascente principal deste rio até sua foz.

Com relação à construção da estação de tratamento de esgoto, já está em andamento a liberação das licenças necessárias à sua construção, prevista para ser instalada em local próximo ao Córrego da Água Quente, zona sul da cidade de São Carlos. O tratamento será feito utilizando sistema misto aeróbio-anaeróbio.

Embora estas ações sejam importantes, outras devem ser tomadas em conjunto para a real melhoria deste ecossistema. Neste contexto, inclui-se a educação ambiental da população, que, de acordo com o trabalho de Lima (2003), pouco conhece a respeito dos corpos de água do município de São Carlos (mesmo aqueles próximos a sua casa) e não possuem relação afetiva com os mesmos, o que dificulta a preservação e o manejo adequado de sua bacia hidrográfica, abrangendo tanto áreas urbanas quanto áreas rurais. Além disso, há a necessidade de que as informações geradas através dos trabalhos acadêmicos, sejam repassadas a comunidade, estendendo assim, as pesquisas realizadas dentro da universidade.

8. Referências Bibliográficas

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1968) Análise granulométrica de solos. 32p.

ALI, M.M., MURPHY, K.J., ABERNETHY, V.J. (1999) Macrophyte functional variables versus species assemblages as predictors of trophic status in flowing waters. *Hydrobiologia*, 415: 131-138.

ALLAN, J.D. (1995) Stream Ecology. Structure and function of running waters. Chapman and Hall. 388p.

ALMEIDA, R. C. (2001) Memórias do Rio Monjolinho – O processo de urbanização e os impactos sobre os recursos hídricos. 119p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

ANA – Agência Nacional de Águas (2005) Panorama do enquadramento dos corpos d'água. Disponível em:
http://www.ana.gov.br/pnrh_novo/documentos/03%20Enquadramento/VF%20Enquadramento.pdf

ANDERSEN, J.M. (1976). An ignition method for determination of total phosphorus in lake sediments. *Water Research*, 10: 329-331.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1995); American Water Work Association; Water Control Federation. Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater. 19 Ed. New York. 1268p.

ARAÚJO, A.C., LONGHI-WAGNER, H.M. (1996) Levantamento taxonômico de *Cyperus* L. 1. Subg. *Anosporum* (Ness) Clarke (Cyperaceae-Cypereae) no rio Grande do Sul, Beasil. *Acta Botânica Brasílica* 10(1): 453-192.

BAATTRUP-PEDERSEN, RIIS, T. (1999) Macrophyte diversity and composition in relation to substratum characteristics in regulated and unregulated Danish streams. *Freshwater Biology*, 42: 375-385.

BAATTRUP-PEDERSEN, A., LARSEN, S.E., RIIS, T. (2003) Composition and richness of macrophyte communities in small Danish streams – influence of environmental factors and weed cutting. *Hydrobiologia* 495: 171-179.

BARBIERI, R. (1984) Estudo da composição química de algumas espécies de macrófitas aquáticas e suas implicações no metabolismo da represa do Lobo (Broa), SP. 225p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

BARRETO, A.S. (1999) Estudo da distribuição de metais em ambiente lótico, com ênfase na assimilação pelas comunidades biológicas e a sua quantificação no sedimento e na água. 274p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

BEYRUTH, Z. (1989) Estudo ecológico –sanitário de um lago marginal ao Rio Embu-Mirim – Itapeperica da Serra, São Paulo e ensaio sobre a possibilidade de utilização da macrófitas *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms como indicadora de poluição. 272p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

BINI, L.M ; THOMAZ, S.M., MURPHY, K.; CAMARGO, A.F.M. (1999) Aquatic macrophyte distribution in relation to water and sediment conditions in the Itaipu Reservoir, Brazil. *Hydrobiologia* 415: 147-154

BINI, L.M. (2004) Análises multivariadas e limnologia: Exploração, síntese e inferência de um mundo aquático complexo. In: Bicudo, C.E.M. e Bicudo, D.C. (Ed.) Amostragem em limnologia. Rima Editora, São Carlos, SP. 73-108 pp.

BRIGANTE, J., ESPÍNDOLA, E.L.G., POVINELLI, J., NOGUEIRA, A.M. (2003) Caracterização física, química e biológica da água do Rio Mogi-Guaçu. In: Brigante, J.

e Espíndola, E.L.G. (Ed.) Limnologia Fluvial: Um estudo no rio Mogi-Guaçu. Rima Editora, São Carlos, SP. pp.55-76

BUTCHER, R.W. (1933) Studies in the ecology of the rivers. I- On the distribution of macrophytic vegetation in the rivers of Britain – Journal of Ecology, 21: 58-91.

CAMARGO, A.F.M., SCHIAVETTI, A., CETRA, M. (1997) Efeito da mineração de areia sobre a estrutura da comunidade de macrófitas aquáticas em um ecossistema lótico do litoral sul paulista. Revista Brasileira de Ecologia, 01: 54-59.

CAMARGO, A.F.M., FLORENTINO, E.R. (2000) Population dynamics and net primary production of the aquatic macrophyte *Nymphaea rudgeana* C.F. Mey in a lotic environment of the Itanhaném River Basin (SP, Brazil). Revista Brasileira de Biologia, 60(1): 83-92.

CAMARGO, A.F.M., PEZZATO, M.M., HENRY-SILVA, G. (2003) Fatores limitantes a produção primária de macrófitas aquáticas. . In: THOMAZ, S.M. e BINI, L.M. (Ed.) Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. EDUEM, Maringá. 59-84 pp.

CHAPMAN, D. e KIMSTACH, V. (1992) Selection of water quality variables. In: An introduction to water quality. In: CHAPMAN, D. Water Quality Assessments. Chapman e Hall, London. 51-119 pp.

CHINALIA, F.A. (1996) Caracterização e verificação da aplicabilidade do uso de populações de protozoários para avaliação da qualidade da água dos rios Monjolinho e Jacaré-Guaçu, São Carlos, SP. 101p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

CONAMA RESOLUÇÃO 20 de 18 de Junho de 1986. Diário Oficial da União [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 de julho de 1986. disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>

CONAMA RESOLUÇÃO 357 de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 de março, seção 1, p. 58-63.

COOK, C.D.K.; GUT, B.J.; RIX, E.M.; SCHNELLER, J.; SEITZ, M. (1974). *Water Plants of the world*. Dr. Junk b.v. Publishers. England. 561pp.

CORTÊZ, M.R., RIGHETTO, G.M., LEONELLI, G.C.V., FERNANDES, A.C. DE A. (2000) Uso e ocupação da terra na área urbana. In: ESPÍNDOLA, E.L.G., SILVA, J.S.V., MARINELLI, C.E., ABDON, M.M. (ed.) (2000) *A bacia hidrográfica do Rio Monjolinho – Uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar*. RiMa Editora – São Carlos, SP.

COSTA, M.L.R. (2000) *As macrófitas aquáticas da região litorânea de 3 lagoas laterais do rio Paranapanema na zona de sua desembocadura na represa de Jurumirim*. 126p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

CRISCUOLO, C.; VASCONCELOS, C.H, SILVA, J.S.V. (2000). *Uso e Ocupação da terra em 1965 e 1968* In: ESPÍNDOLA, E.L.G., SILVA, J.S.V., MARINELLI, C.E., ABDON, M.M. (ed.) *A bacia hidrográfica do Rio Monjolinho – Uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar*. Rima Editora – São Carlos, SP.

CRONK, Q. C. B, FULLER, J. L. (1995) *Plant Invaders*. London. Chapman and Hall. 241p.

DAMACENO, A.G., GOMES, A, LIMA, W.M. (1971) *Estudo da qualidade da água do córrego do Monjolinho*. Trabalho de formatura. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

DAWSON, F.H., SZOSZKIEWICZ, K. (1999) Relationships of some ecological factors with the associations of vegetation in British rivers. *Hydrobiologia* 415: 117-122.

DUARTE, C. M., PLANAS, D., PEÑUELAS, J. (1994) Macrophytes, taking control of na ancestral home. In: MARGALEF, A. (1994) *Limnology Now: A paradigm of Planetary Problems*. Elsevier Science 553p.

ESPÍNDOLA, E.L.G. (2000) Rio Monjolinho: Um estudo de caso. In: ESPÍNDOLA, E.L.G., SILVA, J.S.V., MARINELLI, C.E., ABDON, M.M. *A Bacia Hidrográfica do Rio Monjolinho*. RiMa Editora, São Carlos. 36-40pp.

ESTEVES, F.A. (1998) *Fundamentos de Limnologia*. Editora Interciência Rio de Janeiro/RJ 602 pp.

ESTEVES, F.A., CAMARGO, A.F.M. (1986) Sobre o papel das macrófitas na estocagem e ciclagem de nutrientes. *Acta Limologica Brasiliensia*. 1: 273-298.

FARIA, O., ESPÍNDOLA, E.L.G. (2002) Macrófitas aquáticas no Reservatório de Salto Grande (Americana, SP): estimativa de biomassa, concentração de nutrientes e metais. In: ESPÍNDOLA, E.L.G, MAUAD, F.F., SCHALCH, V., ROCHA, O., FELICIDADE, N., RIETZLER, A.C. (ed.) (2002) *Recursos hidroenergéticos – volume 1 – Série Ciências da Engenharia Ambiental*. Rima Editora - São Carlos, SP.

FOX, A.M. (1996) Macrophytes In: CALLOW, P. e PETTS, G.E. (1996) *River Biota – Diversity and Dynamics*. Blackwell Science London U.K. 257p.

FERREIRA, M.T. (1994) Aquatic marginal vegetation of the River Divor and its relation to land use. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 25:2309-2315.

FUNDO MUNDIAL PARA NATUREZA. 1995. De grão em grão, o cerrado perde espaço (Cerrado - Impactos do processo de ocupação), Brasília, WWF, 63p.

GUERESCHI, R.M. (1995) Monitoramento biológico da bacia hidrográfica do Rio Monjolinho pelo uso de invertebrados bentônicos. 93p. Monografia (Graduação). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

GONÇALVES, A.R.L. (1986) Geologia Ambiental da área de São Carlos. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

GOPAL and CHAMANLAL, B. 1991 – Distribution of aquatic macrophytes in polluted water bodies and their bioindicator value. Verh. Internat. Limnol. 24(4) 2125-2129

HAIR JR., J.F., ANDERSON, R.E, TATHAM, R.L., BLACK, W.C (1995) Multivariate data analysis with readings. Fourth edition. Prentice Hall, New Jersey. 745p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (1971) Carta geográfica do Brasil. Folhas São Carlos, Ibaté, Araraquara e Ribeirão Bonito. Escala 1:50.000. IBGE – Rio de Janeiro/RJ.

HACH (1991-1995) Kit para análise para cloreto no. 8113, sulfato no. 8051 e sulfeto no. 8131.

HENRY-SILVA, G.G, CAMARGO, A.F.M. (2003) Avaliação sazonal da biomassa da macrófita aquática *Eichhornia azurea* em um rio de águas brancas da bacia hidrográfica do rio Itanhaém (litoral sul do estado de São Paulo, Brasil). Hoehnea, 30(1): 71-77.

IRGANG, B., PEDRALLI, G., WAECHTER, J.L. (1984) Macrófitos Aquáticos da estação do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil. Roessleria 6(1): 395 – 404.

IRGANG, B., GASTAL (1996) Plantas aquáticas da planície costeira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 290p.

JORNAL DA CULTURA (2004) Nuvem de mosquitos invade os bairros próximos ao Rio Pinheiros. Reportagem exibida em 11/07/2004.

KHER, A.H.A.; EL DEMERDASH, M.A. (1997) – Distribution of aquatic plants in relation to environmental factors in the Nile Delta Aquatic Botany 56(1): 75-86.

KISSMANN, K.G. (1997) Plantas infestantes e nocivas. Tomo I. 2ª ed. Basf, São Paulo SP. 824p.

KOROLEFF (1976) Determination of nutrients. In: Grasshoff, K. (ed.) – Methods for seawater analysis. Verlag Chemie Weinheim p. 117-181.

LANGELAND, K.A., BURKS, K.C. (1998) Identification and biology of non-native plants in Florida's natural areas. University of Florida. 165 p.

LIMA, R.T. (2003) Percepção ambiental e participação pública na gestão dos recursos hídricos; perfil dos moradores da cidade de São Carlos, SP (Bacia Hidrográfica do Rio Monjolinho). 94p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

LONGHI-WAGNER, H.M., BITTRICH, V. WANDERLEY, M.G.L., SHEPHERD, G.J. (2001) Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. – volume 1: Poaceae. FAPESP/Editora Hucitec. 292p.

LOPES, K.S. (1999) Fatores responsáveis pela coexistência entre três espécies de macrófitas aquáticas emergentes (*Crinum procerum* Carey., *Spartina alterniflora* Loiseleur e *Scirpus* sp) no Rio Itanhaem (Itanhaem/SP). Monografia (Graduação) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, SP.

LORENZI, H. (2000) Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 3a. ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa. 608p.

MACKERETH, F.J.H., HERON, J., TALLING, J.F. (1978) Water analysis: some revised methods for limnologists. Freshwater Biological Association. Scientific Publication no36. Titus Wilson & son Ltd., Kendall 117p.

MAGURRAN, A.E. (1991) Ecological diversity and its measurement. Chapman and Hall, London. 179p.

MARINELLI, C.E., MORETTO, E.M., BRUCHA, G., LUCCA, J.V. (2000) Limnologia. In: ESPÍNDOLA, E.L.G., SILVA, J.S.V., MARINELLI, C.E., ABDON, M.M. A Bacia Hidrográfica do Rio Monjolinho. RiMa Editora, São Carlos. 133-149 pp.

MARGALEF, R. (1983) *Límnologia*. Ediciones Omega, Barcelona. 1010p.

MARTINELLI L.A. e KRUSCHE, A.V. (2004) Amostragem em rios. In: BICUDO, C.E.M. e BICUDO, D.C. (Org.) Amostragem em limnologia. Editora Rima, São Carlos, SP. 263-280 pp.

MATIAS, L.Q, AMADO, E.R., NUNES, E.P. (2003) Macrófitas aquáticas da lagoa de Jijoca de Jericoacoara, Ceará, Brasil. *Acta Bot. Brás.* 17(4): 623-631.

MENDES, A.J.S. (1998) Avaliação dos impactos sobre a comunidade macrozoobentônica no Córrego do Monjolinho (São Carlos, SP). Dissertação (Mestrado) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

MEYBECK, M. e HELMER, R. (1992) An introduction to water quality. In: CHAPMAN, D. *Water Quality Assessments*. Chapman e Hall, London. p: 1-17.

MELLO, E. (2000) Polygonaceae na cadeia do espinhaço, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, 14(3): 273-300.

MEYBECK, M.; FRIEDRICH, G.; THOMAS, R.; CHAPMAN, D. (1992) River. In: CHAPMAN, D. *Water Quality Assessments*. Chapman e Hall, London. P: 241-320.

ODUM, E. P. (1988) *Ecologia*. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 434p.

OLIVEIRA, S.R. (2003) Avaliação da qualidade da água e da carga de nutrientes do Córrego do Cancã, município de São Carlos – SP. 141p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

PEDRALLI, G. (2003) Macrófitas aquáticas como bioindicadoras da qualidade da água: alternativas para usos múltiplos em reservatórios. In: THOMAZ, S.M. e BINI, L.M. (Ed.) Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. EDUEM, Maringá. 171-188 pp.

PELÁEZ-RODRÍGUEZ, M. (2001) Avaliação da qualidade da água da bacia do Alto Jacaré-Guaçú/SP (Ribeirão do Feijão e Rio do Monjolinho) através de variáveis físicas, químicas e biológicas. 147p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

PEREIRA, M.C.T. (2002) Distribuição e abundância de macrófitas aquáticas em relação as características limnológicas em cinco áreas da bacia do rio Itanhaem, litoral sul do Estado de São Paulo. 79p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, SP.

PERES, A.C. (2002) Uso de macroalgas e variáveis físicas, químicas e biológicas para avaliação da qualidade da água do Rio Monjolinho, São Carlos, Estado de São Paulo. 101p. (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

PETRACCO, P. (1995) Determinação da biomassa estoque de nitrogênio e fósforo de *Polygonum spectabile* Mart., e *Paspalum repens* Berg., da represa de Barra Bonita. 108p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

PAUL, M. J, MEYER, J.L. (2001) Streams in the urban landscape Annual Review of Ecology and Systematics 32:333–65

PEZZATO, M.M., CAMARGO, A.F.M. (2004) Photosynthetic rate of the aquatic macrophyte *Egeria densa* Planch. (Hydrocharitaceae) in two rivers from the Itanhaém River Basin in São Paulo State, Brazil. Brazilian Archives of Biology and Technology, 27(1): 153-162.

POMPÊO, M.L.M., MOSCHINI-CARLOS, V. (1995) Zonação e biomassa das macrófitas aquáticas na Lagoa Dourada (Brotas, SP), com ênfase na *Utricularia gibba* L. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 7:78-86.

POMPÊO, M.L.M. (1999) As macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais: aspectos ecológicos e propostas de monitoramento e manejo. In: POMPÊO, M.L.M (Ed.) *Perspectivas da Limnologia do Brasil*. Gráfica e Editora União, São Luís, MA. 105-119 pp.

POMPÊO, M.L.M., HENRY, R., MOSCHINI-CARLOS, V. (1999) Chemical composition of tropical macrophyte *Echinochloa polystachya* (H.B.K.) Hitchcock in Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil). *Hydrobiologia*, 411: 1-11.

POMPÊO, M.L.M., MOSCHINI-CARLOS, V. (2003) Macrófitas aquáticas e perifíton – Aspectos ecológicos e metodológicos. Rima Editora, São Carlos, SP. 142p.

POTT, V.J. e POTT, A.(1997) Checklist das macrófitas aquáticas do Pantanal, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 11(2): 215-227.

POTT, V.J. e POTT, A. (2000) Plantas aquáticas do Pantanal (Corumbá – MS). Embrapa, Brasília. 404 pp.

POTT, V.J. e POTT, A. (2000a) Subsídio à conservação da vegetação aquática de rios de Bonito, MS: Caso do Rio Sucuri. III Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal. <<http://www.cpap.embrapa.br/agencia/congresso/home.htm>> Acesso em 20/05/2003.

POTT, V.J. e POTT, A. (2003) Dinâmica da vegetação aquática do Pantanal. In: THOMAZ, S.M. e BINI, L.M. *Ecologia e Manejo de macrófitas aquáticas*. Editora da Universidade Estadual de Maringá. 145-162 pp.

POVINELLI, J. (1972) Contribuição ao estudo da “constante” de desoxigenação da equação de Demanda Bioquímica de Oxigênio. 141p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

RAMAMOORTHY, T.P., ZARDINI, E.M. (1987) The systematics and evolution of *Ludwigia* sect. *Myrtocarpus sensu lato* (Onagraceae). Monographs in systematics botany (19). Missouri Botanical Garden Press. 120 pgs

RICKLEFS, R.E. (1996) The economy of nature 4th ed. WH Freeman e Company, New York. 678p.

RIIS, T., SAND-JENSEN, K., VESTERGAARD, O. (2000) Plant communities in lowland Danish streams: species composition and environmental factors. *Aquatic Botany*, 66:255-272.

RIOS, L. (1993) Estudo limnológico e fatores ecológicos em ribeirões e córregos da bacia hidrográfica do Ribeirão do Feijão (Estado de São Paulo). 146p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

RØRSLETT, B. (1991) Principal determinant of aquatic macrophyte richness in northern European lakes. *Aquatic Botany* 39(1-2): 173-193.

RUIZ-ÁVILA, R.J., KLEMM, V.V. (1996) Management of *Hydrocotyle ranunculoides* L.f., na aquatic invasive weed of urban waterways in Western Australia. *Hydrobiologia*, 340: 187-190.

SALAMI, L.N.B.P. (1996) Estudo das influências climáticas e antropogênicas nas características físico-químicas no Rio Monjolinho. 129 p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

SALATI, E., LEMOS, H.M., SALATI, E. (2002) Água e o desenvolvimento sustentável. In: Águas Doces no Brasil – Capital Ecológico, Uso e Conservação. 2ª edição revisada e ampliada. Escrituras, São Paulo. P. 41 -47.

SANTOS, M.J. (1993) Estudo limnológico dos córregos da Água Fria e da Água Quente. 291p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

SÉ, J.A.S. (1992) O rio Monjolinho e sua bacia hidrográfica como integradores de sistemas ecológicos. 381p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

SCHULZ, M., KOZERSKI, H.P., PLUNTKE, T., RINKE, K. (2003) The influence of macrophyte on sedimentation and nutrient retention in the Lower River Spree (Germany). *Water Research*, 37: 569-578.

SCREMIN-DIAS, E. POTT, V.J.; HORA, R.C.; SOUZA, P.R. (1999) Nos jardins submersos da Bodoquena – Guia para identificação de plantas aquáticas de Bonito e região. Editora da UFMS, Campo Grande, MS. 160p.

SIDAGIS GALLI, C.V. (1997) Aplicação da abordagem ecossistêmica ao estudo da microbacia do Córrego São José (São Carlos, SP).158p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

SILVA, A.C., BATTISTELLE, R.A.G., CABRAL, N.R.A.J. (2000) Clima. In: ESPÍNDOLA, E.L.G., SILVA, J.S.V., MARINELLI, C.E., ABDON, M.M. A Bacia Hidrográfica do Rio Monjolinho. RiMa Editora, São Carlos. 60-76 pp.

SILVA FILHO, J.P. (1998) Caracterização abiótica do ribeirão de Feijão, considerando-se dois regimes hidrológicos, chuva e seca (São Carlos – SP). 167p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

SOUZA, M.G.M. (2002) Variação da comunidade de diatomáceas epilíticas ao longo de um rio impactado no município de São Carlos, SP e sua relação com as variáveis físicas e químicas. 168p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

STRICKLAND, J.D., PARSONS, T.R. (1960) A manual of seawater analysis. *Bull. Res. Bel. Can.*, 125: 1-185.

VALENTIN, J.L. (1995) Agrupamento e ordenação. *Oecologia Brasiliensis*. 2: 27-55.

VIANA, S.M., LUVIZOTTO-SANTOS, R., MONTAGNOLLI, W., ESPÍNDOLA, E.L.G. (2004) Macrófitas aquáticas do Rio Itaqueri, Itirapina, SP. *Arquivos do Instituto Biológico* 71 (Supl.) Resumo número 176 - disponível em meio digital (CD-ROM)

VON SPERLING, M. (1996) Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos 2 ed., DESA, UFMG. 243p.

WRIGHT, J.F., HILEY, P.D., HAM, S.F., BERRIE, A.D. (1981) Comparison of three mapping procedures developed for river macrophytes. *Freshwater Biology* 11: 369-379

TAVARES, K.S. (2003). A comunidade de macrófitas aquáticas em reservatórios do Médio e Baixo Tietê (SP) e em lagoas da Bacia do Médio Rio Doce (MG). Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

TAVARES, K.S., ROCHA, O., ESPÍNDOLA, E.L.G., DORNFELD, C.B. (2004). Composição taxonômica de macrófitas aquáticas do reservatório de Salto Grande (Americana, SP). In: ESPÍNDOLA, E.L.G., LEITE, M.A., DORNFELD, C.B. *Reservatório de Salto Grande (Americana, SP): Caracterização, Impactos e Propostas de Manejo*. Rima Editora, São Carlos. 239-252 pp.

TER BRAAK, C.J.F. (1986) Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67: 1167-1179

TEIXEIRA, C.; TUNDISI, J.G., KUTNER, M.B. (1965) Plankton studies in a mangrove II: The standing-stock and some ecological factors. *Bol. Inst. Oceanogr.* 24: 23-41.

THOMAZ, S.M. e BINI, L.M. (1999) A expansão das macrófitas aquáticas e implicações para o manejo de reservatórios: um estudo na represa de Itaipu. In: HENRY, R. (Ed.) *Ecologia de reservatórios: Estrutura, função e aspectos sociais*. Fundibio: FAPESP, Botucatu. 597-626 pp.

THOMAZ, S. M., PAGIORO, T. A., BINI, L. M., SOUZA, D.C. (2002) Macrófitas aquáticas da planície de inundação do Alto rio Paraná: listagem de espécies e padrões de diversidade em ampla escala. Relatório anual 2002 – PELD/CNPq – A planície de inundação do alto Rio Paraná.

http://www.peld.uem.br/Relat2002/pdf/comp_biotico_macrofitas.pdf. Acesso em 05/04/2005.

THOMAZ, S.M. e BINI, L.M. (2003) Análise crítica dos estudos sobre macrófitas aquáticas desenvolvidas no Brasil. In: THOMAZ, S.M. e BINI, L.M. (Ed.) Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. EDUEM, Maringá. 19-38 pp.

TRINDADE, M. (1980) Nutrientes em sedimento da represa do Lobo (Brotas/Itirapina, SP). São Carlos. 219p. Dissertação (Mestrado) – PPG-ERN/UFSCar – São Carlos/SP.

WESTLAKE, D.F. (1975) Macrophytes In: WHITTON, B.A. Studies in Ecology - River Ecology. University of California Press, California, 725p.

Anexos

Anexo 1 – Tabelas

Tabela 13 – Precipitação pluviométrica no período de 01 de janeiro de 2004 até 20 de dezembro de 2004

Dias	Meses											
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1	11,2	8,3	4,5	0,0	0,0	6,6	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0
2	5,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	0,0	0,0
3	0,0	30,8	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	17,5	0,0	18,8
4	0,0	1,1	21,2	0,0	0,0	14,1	0,0	0,0	0,0	4,7	0,0	1,9
5	0,0	25,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	12,3	10,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2
7	28,5	0,0	2,9	4,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
8	0,8	0,0	13,0	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	47,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0
10	9,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,1
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,2	0,0	0,0	21,3	6,2	0,0
12	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,1	0,0
13	0,3	19,7	0,0	0,0	1,8	13,6	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0
14	2,8	55,5	1,9	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	14,1	0,0	0,0
15	0,0	0,8	6,7	17,5	14,9	8,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,2	47,2	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0	0,5	0,0	0,0	16,7	0,8	0,4
18	0,0	0,0	21,5	0,0	0,9	0,0	0,2	0,0	0,0	2,8	0,5	13,7
19	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	9,1	0,0	28,6	6,2	31,2	0,0
20	0,0	0,0	1,4	21,3	0,0	0,0	31,7	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
21	0,0	0,3	0,0	0,0	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*
22	0,0	41,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*
23	0,0	32,1	0,0	0,0	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*
24	41,8	4,6	0,0	0,0	23,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*
25	0,0	20,2	0,0	2,2	22,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*
26	84,0	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9	17,3	0,0	*
27	28,3	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	*
28	20,5	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,2	*
29	8,5	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,2	*
30	0,3	*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*
31	13,5	*	0,0	*	3,0	*	0,0	0,0	*	0,0	*	*
Total	302,1					43,6	56,2	0,0				

Tabela 14 – Valores de pH, condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$), turbidez (UNT), oxigênio dissolvido ($\text{mgO}_2.\text{L}^{-1}$), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), íons cloreto, sulfeto e sulfato (mg.L^{-1}), PTD (fosfato total dissolvido) ($\mu\text{g.L}^{-1}$), PI (fosfato inorgânico) ($\mu\text{g.L}^{-1}$), PT (fósforo total) ($\mu\text{g.L}^{-1}$), NO_2 (Nitrito) ($\mu\text{g.L}^{-1}$), NO_3 (nitrato) ($\mu\text{g.L}^{-1}$), NH_4^+ (íon amônio) ($\mu\text{g.L}^{-1}$) e NT (nitrogênio total) ($\mu\text{g.L}^{-1}$), material em suspensão total (MST) (mg.L^{-1}), Material em suspensão orgânico (MSO) (mg.L^{-1}), material em suspensão inorgânico (MSI) (mg.L^{-1}), vazão ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$), teor de matéria orgânica (%), nitrogênio (%) e concentração de fósforo ($\mu\text{g.g}^{-1}$) coletadas no rio Monjolinho e alguns de seus afluentes nos mês de janeiro de 2004

Janeiro 2004	Pontos	pH	Cond.	Turb.	OD	Temp.	Cloreto	Sulfeto	Sulfato	PTD	PI	PT
	1. Nascente	4,77	8	10,6	8,07	20,4	0,1	0,008	5	15,80	11,99	61,38
	2. Federal	5,54	57	6	3,29	25,2	6,5	0,005	7	33,32	20,52	87,40
	3. Madalena	5,06	22	7,5	6,41	21,2	0,2	0,003	5	24,59	15,17	42,09
	4. Tijuco	7,7	158	3	8,41	22,1	6,3	0,005	2	46,21	31,89	136,77
	5. USP	6,56	71	6	6,54	22,4	2,7	0,003	9	48,69	32,89	116,95
	6. Usina	6,92	106	5,6	6,46	22,8	5,6	0,006	9	187,26	121,94	288,47
	7. Água Fria	6,07	17	21,3	6,94	22,3	1,8	0,012	8	25,56	16,63	74,138
	8. Ponte Caída	6,82	185	57,6	1,56	22,9	15,2	0,027	32	250,18	180,14	632,88
	9. Foz	7,35	156	47,3	7,11	24	16,6	0,019	18	399,93	343,44	603,63
	Média	6,31	86,67	18,32	6,09	22,59	6,11	0,010	10,56	114,62	86,07	227,08
	Desvio Padrão	1,02	67,35	20,21	2,23	1,42	6,07	0,008	9,18	135,32	112,79	233,21
	Pontos	NO_2	NH_4	NO_3	NT	MST	MSO	MSI	Vazão	MOsed	NTsed	Psed
1. Nascente	2,29	1815,40	104,30	18	3,57	1,48	2,08	0,012	0,19	0,0047	35,92	
2. Federal	20,47	432,98	282,57	261	9,13	3,53	5,60	0,049	0,63	0,0280	174,17	
3. Madalena	1,82	121,02	45,57	559	4,58	1,68	2,90	1,638	*	*	*	
4. Tijuco	386,49	1933,1	4084,00	15183	5,33	4,15	1,18	0,06	0,32	0,0210	51,85	
5. USP	100,47	1970,30	1146,60	475	17,17	5,12	12,05	0,342	0,18	0,0117	64,66	
6. Usina	246,94	88,14	1823,00	10573	22,25	10,15	12,10	1,78	0,35	0,0257	97,00	
7. Água Fria	1,82	702,62	206,69	2967	33,10	6,27	26,83	0,441	0,18	0,0117	18,98	
8. Ponte Caída	11,91	29,79	64,02	1997	60,46	26,44	34,02	2,85	0,14	0,0070	52,67	
9. Foz	105,69	217,06	214,74	335	31,92	8,88	23,03	3,19	0,61	0,0373	294,28	
Média	97,55	812,27	885,72	3596,44	20,83	7,52	13,31	1,15	0,33	0,0184	98,69	
Desvio Padrão	135,35	846,18	1343,61	5470,51	18,70	7,67	11,99	1,25	0,20	0,0115	92,37	

Tabela 15 - Valores de pH, condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$), turbidez (UNT), oxigênio dissolvido ($\text{mgO}_2.\text{L}^{-1}$), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), íons cloreto, sulfeto e sulfato (mg.L^{-1}), PTD (fosfato total dissolvido) ($\mu\text{g.L}^{-1}$), PI (fosfato inorgânico) ($\mu\text{g.L}^{-1}$), PT (fósforo total) ($\mu\text{g.L}^{-1}$), NO_2 (nitrito) ($\mu\text{g.L}^{-1}$), NO_3 (nitrato) ($\mu\text{g.L}^{-1}$), NH_4^+ (íon amônio) ($\mu\text{g.L}^{-1}$) e NT (nitrogênio total) ($\mu\text{g.L}^{-1}$), material em suspensão total (MST) (mg.L^{-1}), material em suspensão orgânico (MSO) (mg.L^{-1}), material em suspensão inorgânico (MSI) (mg.L^{-1}), vazão ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$), Teor de matéria orgânica no sedimento (%), nitrogênio total no sedimento (%) e concentração de fósforo no sedimento ($\mu\text{g.g}^{-1}$) coletados no rio Monjolinho e alguns de seus afluentes no mês de julho de 2004. + - Resultado descartado devido a erro metodológico / * Amostra não coletada

Julho 2004	Pontos	pH	Cond.	Turb.	OD	Temp.	Cloreto	Sulfeto	Sulfato	PTD	PI	PT
	1. Nascente	6,25	11	6	6,62	19,1	0,3	0,004	3	15,80	6,64	25,48
	2. Federal	6,73	57	11	6,17	16,9	4,8	0,008	6	51,43	34,81	146,65
	3. Madalena	6,19	24	29	6,72	16,9	0,9	0,005	7	18,91	13,12	44,82
	4. Tijuco	7,11	26	13	4,6	22,5	12,5	0,004	12	+	+	+
	5. USP	6,27	88	*	6,77	19,3	5,3	0,015	7	86,59	58,01	204,57
	6. Usina	6,60	114	21	6,77	19	5,1	0,007	9	171,72	121,47	243,88
	7. Água Fria	5,82	19	6	7,56	15,1	1,1	0	2	27,90	15,99	39,69
	8. Ponte Caída	6,14	180	36	4,33	15,6	15	0,013	18	498,53	440,97	868,37
	9. Foz	6,28	192	27	7,96	13,6	14,2	0,015	18	348,58	318,99	556,30
	Média	6,38	79,00	18,63	6,39	17,56	6,58	0,008	9,11	152,43	126,25	266,22
	Desvio Padrão	0,38	69,66	11,30	1,21	2,70	5,84	0,005	5,84	179,35	164,10	298,48
	Pontos	NO_2	NH_4	NO_3	NT	MST	MSO	MSI	Vaz.	MOsed	NTsed	Psed
1. Nascente	2,87	38,88	108,27	470	1,93	1,02	0,92	0,023	0,20	0,0023	316,79	
2. Federal	9,68	110,56	131,27	790	11,45	6,57	4,88	0,055	13,27	0,0191	233,88	
3. Madalena	4,15	80,60	65,68	470	17,83	6,52	11,32	0,16	*	*	*	
4. Tijuco	92,88	903,39	353,02	4480	8,40	5,43	2,97	0,034	1,00	0,0233	585,15	
5. USP	62,99	430,12	548,28	1170	11,90	5,60	6,30	0,352	2,00	0,0079	312,48	
6. Usina	66,49	817,44	1040,30	1680	8,42	5,63	2,78	0,58	2,60	0,0196	253,51	
7. Água Fria	2,06	103,18	387,63	330	3,73	2,23	1,50	0,44	1,53	0,0243	29,88	
8. Ponte Caída	49,89	1735,40	262,12	4710	20,32	10,48	9,83	2,15	1,66	0,0383	190,23	
9. Foz	40,92	1701,20	129,09	5510	25,12	10,15	14,97	3,35	1,87	0,0583	998,70	
Média	36,88	657,86	336,18	2178,89	12,12	5,96	6,16	0,79	3,02	0,0241	365,08	
Desvio Padrão	33,66	681,07	308,05	2099,19	7,67	3,11	4,87	1,16	4,20	0,0175	299,43	

Tabela 16 – Granulometria do sedimento referente às amostras coletadas em janeiro e julho 2004 em pontos de amostragem no rio Monjolinho e alguns de seus afluentes.

	Pontos	PMF	AG	AM	AF	S+A
Janeiro 2004	1 - Nascente	0,29	18,26	50,25	30,97	0,21
	2 - Federal	0	2,5	51	36,2	10,3
	3 - Tijuco	1,11	16,36	48,46	33,12	0,93
	4 - USP	16,88	35,53	39,48	8,05	0,05
	5 - Usina	5,24	32,08	45,91	16,27	0,46
	6 - Água Fria	0,26	4,4	48,36	46,22	0,74
	7 - Ponte Caída	3,11	10,48	37,37	48,97	0,04
	8 - Foz	0	0	35	58,5	5,3
Julho 2004	Pontos	PMF	AG	AM	AF	S+A
	1 - Nascente	0	0,66	6,08	92,88	0,38
	2 - Federal	0	0	0	55	45
	3 - Tijuco	10,62	14,22	16,06	55,84	3,26
	4 - USP	3,06	1,16	2,58	87,86	5,34
	5 - Usina	1,18	2,14	8,46	82,62	5,6
	6 - Água Fria	0	0	3	80,3	16,7
	7 - Ponte Caída	0,12	0,44	1,24	83,5	14,7
	8 - Foz	0	25,00	63,00	1,00	11,00

Tabela 17 – Meses de coleta adotados por diferentes autores para efeito de comparação

	Sé, 1992	Guereschi, 1995	Salami, 1996	Mendes, 1998	Barreto, 1999	Peláez-Rodríguez, 2001	Peres, 2002 e Sousa, 2002	Este Trabalho 2004
Período Chuvoso	Jan 1990	Fev 1994	Jan 1992	Jan 1997	Jul 1997	Mar 1999	*	Jan 2004
Período de Estiagem	Jul 1990	*	Jul 1991	Jul 1997	Fev 1998	Ago 1999	Jul 1998	Jul 2004

Tabela 18 - Comparação de valores de fosfato total ($\mu\text{g.L}^{-1}$) durante o período chuvoso encontrados na literatura para o rio Monjolinho. * = não detectado.

Distância da nascente	Período Chuvoso						Período de Estiagem					
	Sé, 1992	Guereschi, 1995	Mendes, 1998	Barreto, 1999	Peláez-Rodríguez, 2001	Este Trabalho	Sé, 1992	Mendes, 1998	Barreto, 1999	Peláez-Rodríguez, 2001	Peres, 2002 e Souza, 2002	Este Trabalho
2	31	24,81	650	*	39	61,38	46	nd*	*	210	19,7	25,48
4	*	*	*	40	*	*	*	*	130	*	*	*
10	*	*	*	*	*	87,4	*	*	*	*	483,9	146,65
14	*	*	*	110	*	117	*	*	230	*	*	204,57
17	188	1342,25	*	2190	*	288,5	1327	*	1380	*	5527,5	243,88
22	309	296,94	690	2560	*	*	507	0,4	920	202	1632,2	*
29,8	181	235,07	570	*	*	632,9	487	nd*	*	1230	705,7	868,37
43	174	238,32	*	1340	117	603,6	181	*	750	1550	627,4	556,3

Tabela 19 - Comparação de valores de fosfato inorgânico ($\mu\text{g.L}^{-1}$) durante o período de chuvas encontrados na literatura para o rio Monjolinho.

Distância da nascente	Período Chuvoso			Período de Estiagem			
	Guereschi, 1995	Barreto, 1999	Este Trabalho	Sé, 1992	Barreto, 1999	Peres, 2002 e Souza, 2002	Este Trabalho
2	7,95	*	11,995	10	*	0,6	6,6359
4	*	0	*	*	0	*	*
10	*	*	20,525	*	*	9,4	34,807
14	*	0	32,889	*	0	*	58,014
17	578,95	70	121,94	802	80	2475,1	121,47
22	91,2	80	*	133	40	482,9	*
29,8	61,34	*	180,14	124	*	126,6	440,97
43	88,58	70	343,44	105	0	72,4	318,99

Tabela 20 - Comparação de valores de fosfato total dissolvido ($\mu\text{g.L}^{-1}$) durante o período chuvoso encontrados na literatura para o rio Monjolinho.

Distância da nascente	Período Chuvoso			Período de Estiagem			
	Guereschi, 1995	Barreto, 1999	Este Trabalho	Sé, 1992	Barreto, 1999	Peres, 2002 e Souza, 2002	Este Trabalho
2	8,74	*	15,802	17	*	4,08	15,802
4	*	30	*	*	30	*	*
10	*	*	33,317	*	*	72,87	51,433
14	*	550	48,691	*	40	*	86,599
17	782,95	880	187,26	1047	610	2995,81	171,72
22	149,2	490	*	256	330	644,32	*
29,8	97,2	*	250,18	233	*	214,97	498,53
43	119,95	320	399,93	181	160	109,55	348,58

Tabela 21 - Comparação de valores de nitrogênio total Kjeldhal ($\mu\text{g.L}^{-1}$) durante o período chuvoso encontrados na literatura para o rio Monjolinho. * nd = não detectado

Distância da nascente	Período Chuvoso						Período de Estiagem				
	Sé, 1992	Guereschi, 1995	Mendes, 1998	Barreto, 1999	Pelaez-Rodriguez, 2001	Este Trabalho	Sé, 1992	Barreto, 1999	Pelaez-Rodriguez, 2001	Peres, 2002 e Souza, 2002	Este Trabalho
2	1237	645,34	nd*		494	18	1465	*	2000	371,5	470
4	*	*	*	1200	*	*	*	4700	*	*	*
10	*	*	*	*	*	261	*	*	*	1482,4	790
14	*	*	*	800	*	475	*	2800	*	*	1170
17	2565	7966,72	*	9200	*	10573	8280	13600	*	9453,5	1680
22	3141	3661,54	1000	8100	*	*	7611	6100	3200	7881,4	*
29,8	2565	3389,63	490	*	*	1997	7439		3200	7525,9	4710
43	2094	2612,86	*	5800	1194	335	5529	7100	5600	7310,7	5510

Tabela 22 - Comparação de valores de amônio ($\mu\text{g.L}^{-1}$) durante o período chuvoso encontrados na literatura para o rio Monjolinho.

Distância da nascente	Período Chuvoso				Período de Estiagem				
	Guereschi, 1995	Barreto, 1999	Pelaez-Rodriguez, 2001	Este Trabalho	Sé, 1992	Barreto, 1999	Pelaez-Rodriguez, 2001	Peres, 2002 e Souza, 2002	Este Trabalho
2	33,37	*	35	1815,4	42	*	76	27,5	38,877
4	*	290	*	*	*	1530	*	*	*
10	*	*	*	432,98	*	*	*	127,6	110,56
14	*	720	*	1970,3	*	1760	*	*	430,12
17	2494,67	2600	*	88,142	5047	5880	*	7224,8	817,44
22	864,75	1880	*	*	3325	2940	154	4675,1	*
29,8	577,11	*	*	29,795	3054	*	3100	3404,2	1735,4
43	901,62	1590	118	217,06	2353	1880	2470	2999,9	1701,2

Tabela 23 - Comparação de valores de nitrito ($\mu\text{g.L}^{-1}$) durante o período chuvoso encontrados na literatura para o rio Monjolinho.

Distância da nascente	Período Chuvoso				Período de Estiagem				
	Guereschi, 1995	Barreto, 1999	Pelaez-Rodriguez, 2001	Este Trabalho	Sé, 1992	Barreto, 1999	Pelaez-Rodriguez, 2001	Peres, 2002 e Souza, 2002	Este Trabalho
2	1,16		4	2,2994	2		4	0,8	2,8693
4		40			*	10			
10				20,474	*	*	*	13,1	9,6795
14		10		100,47		10			62,998
17	7,12	890		246,94	74	50		99,5	66,493
22	59,61	30			52	50	4	47,6	
29,8	150,96			11,918	51		7	77,1	49,895
43	127,91	70	61	105,69	67	70	4	58,9	40,916

Tabela 24 - Comparação de valores de nitrato ($\mu\text{g.L}^{-1}$) durante o período chuvoso encontrados na literatura para o rio Monjolinho.

Distância da nascente	Período Chuvoso			Período de Estiagem				
	Guereschi, 1995	Barreto, 1999	Este Trabalho	Sé, 1992	Barreto, 1999	Peláez-Rodríguez, 2001	Peres, 2002 e Souza, 2002	Este Trabalho
2	438		104,3	721		890	290,4	108,27
4		920			1540			
10			282,57				137,4	131,27
14		550	1146,6		1330			548,28
17	143,59	800	1823	940	2080		113,3	1040,3
22	445,22	840		506	1100	230	194	
29,8	591,46		64,018	492		780	203,5	262,12
43	504,63	1000	214,74	472	1220	690	208,2	129,09

Tabela 25 – Área ocupada pelas espécies de macrófitas aquáticas em m², nos pontos de amostragem no rio Monjolinho e seus afluentes.

Espécies	Janeiro 2004					Julho 2004				
	Nascente	Madalena	Tijuco	Água Fria	Foz	Nascente	Madalena	Tijuco	Água Fria	Foz
<i>Echinodorus</i> sp.	0	0	0,25	0	0					
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	0	0	0	2,75	0	0	0	0	5	0
<i>Commelina</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	13,55	0	0
<i>Tradescantia elongata</i>	0	4,5	0	0	0	0	3,75	0	0	0
<i>Ageratum conyzoides</i>	0,8	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0
<i>Cyperus</i> sp.	16	0	0	3	0	6	0	0	0	0
<i>Cyperus lanceolatus</i>	17	0	0	0	0	14	0	0	0	0
<i>Eleocharis</i> sp.	49	0	0	1,1	0	48	0	0	8	0
<i>Fimbristylis</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Pycnus decumbens</i>	5	0	0	0	0	6	0	0	0	0
<i>Rhynchanthera</i> sp.	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0
<i>Bacopa</i> sp.	7,75	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0
<i>Ludwigia leptocarpa</i>	8	0	0	0	0	5	2	0	0	0
<i>Ludwigia elegans</i>	8	28	14,54	9,75	0	10	27,5	16,86	14	0
<i>Ludwigia</i> sp.	1,2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Ludwigia nervosa</i> c.f.	0,38	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0
<i>Brachiaria arrecta</i> c.f.	0	0	0	0	25,04	0	0	0	0	27,4
<i>Pennisetum purpureum</i>	0	26,2	8	5,75	0	0	25,5	0	4,8	0
<i>Paspalum repens</i>	0	0	0	5	0	0	0	0	5	0
<i>Polygonum hispidum</i>	0,1	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polygonum spectabile</i>	0	0	2,69	0	11,36	0	0	4	0	13
<i>Polygonum hydropiperoides</i>	0	0	2,69	0	0	0	0	2,4	0	0
<i>Rumex crispus</i>	0	0	2,25	0	0	0	0	1,94	0	0
<i>Heteranthera reniformis</i>	3,75	0	32,55	0	3,6	2,25	0	19,65	0	0
<i>Pontederia cordata</i>	0	3,75	0	2,5	0	0	0,85	0	4	0
<i>Typha dominguensis</i>	8,5	0	0	0	0	13,75	0	0	0	0
<i>Xyris</i> sp.	1,05	0	0	0	0	0,75	0	0	0	0
<i>Hedichyllum coronarium</i>	7,5	12,8	0	8,8	14,6	4	12	0	9	17
<i>Luziola</i> sp.	0	0	0	46,25	0	0	0	0	37	0
<i>Mayaca</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
<i>Hydrocotyle</i> sp.	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0

Tabela 26 – Índices de Shannon (H'), Variância de H' e Riqueza de espécies de macrófitas aquáticas do rio Monjolinho e alguns de seus tributários.

Pontos	Índice de Diversidade de Shannon (H')		Variância H'		Riqueza	
	Janeiro 2004	Julho 2004	Janeiro 2004	Julho 2004	Janeiro 2004	Julho 2004
1- Nascente	2,136	2,067	0,00678	0,009669	16	16
2 -Tijuco	1,387	1,492	0,01303	0,006286	9	6
3 - Madalena	1,354	1,342	0,00461	0,006671	5	6
4 - Água Fria	1,643	1,914	0,01523	0,005327	9	10
5 - Foz	1,216	1,05	0,00435	0,001237	4	4

Tabela 27 – Graus de liberdade e t calculado a partir da comparação entre os índices de Shannon (H') para as espécies de macrófitas encontradas nos pontos de amostragem no rio Monjolinho e alguns de seus tributários. * H' significativamente diferentes entre si ($t_c < t$), a um $\alpha = 0,05$.

Janeiro 2004						Julho 2004					
Graus de liberdade	1 - Nascente	2 - Tijuco	3 - Madalena	4 - Água Fria	5 - Foz	Graus de liberdade	1 - Nascente	2 - Tijuco	3 - Madalena	4 - Água Fria	5 - Foz
1- Nascente	-	-	-	-	-	1- Nascente	-	-	-	-	-
2 - Tijuco	130,398	-	-	-	-	2 - Tijuco	174,757	-	-	-	-
3 -Madalena	209,988	105,199	-	-	-	3 -Madalena	190,493	129,327	-	-	-
4 -Água Fria	161,249	149,443	133,328*	-	-	4 -Água Fria	224,415	150,078	170,643	-	-
5 - Foz	181,607	100,003	127,608	127,147*	-	5 - Foz	147,441	80,477	96,477	173,245	-
Janeiro 2004						Julho 2004					
Teste t	1 - Nascente	2 - Tijuco	3 - Madalena	4 - Água Fria	5 - Foz	Teste t	1 - Nascente	2 - Tijuco	3 - Madalena	4 - Água Fria	5 - Foz
1- Nascente	-	-	-	-	-	1- Nascente	-	-	-	-	-
2 - Tijuco	5,322*	-	-	-	-	2 - Tijuco	4,553*	-	-	-	-
3 -Madalena	7,327*	0,249	-	-	-	3 -Madalena	5,676*	1,321	-	-	-
4 -Água Fria	3,328*	1,518	2,046*	-	-	4 -Água Fria	1,251	3,916*	5,225*	-	-
5 - Foz	8,720*	1,299	1,461	3,047*	-	5 - Foz	9,743*	5,100*	3,282*	10,667*	-

Tabela 28 – Espécies depositadas no herbário e seus respectivos códigos.

Família	Espécie	Numeração	Local de coleta
Mayacaceae	<i>Mayaca</i> sp	6826	Córrego Água Fria
Cyperaceae	<i>Fimbristylis</i> sp	6827	Córrego Água Fria
	<i>Eleocharis</i> sp R. Brown	6832	Córrego Água Fria
	<i>Cyperus lanceolatus</i> Poir	6839	Faz. Sta. Terezinha
	<i>Pycneus decumbens</i> T. Koyama	6843	Faz. Sta. Terezinha
	<i>Rhynchospora aurea</i> Vahl.	6849	Rio Monjolinho
	<i>Eleocharis acutangula</i> (Roxb) Steud.	6850	Rio Monjolinho
Poaceae	<i>Paspalum repens</i> Bergius	6829	Córrego Água Fria
Amaranthaceae	<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb	6830	Córrego Água Fria
Rubiaceae	<i>Spermacace</i> sp	6831	Córrego Água Fria
Polygonaceae	<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michaux	6833	Córrego Tijuco Preto
	<i>Polygonum hispidum</i> Kunth	6834	Córrego Tijuco Preto
	<i>Polygonum ferrugineum</i> Wedd.	6835	Córrego Tijuco Preto
	<i>Rumex crispus</i> L.	6836	Córrego Tijuco Preto
Commelinaceae	<i>Tripogandra diuretica</i> (Mart.)	6837	Córrego Sta. Ma. Madalena
Melastomataceae	<i>Rhynchanthera</i> sp DC	6838	Faz. Sta. Terezinha
	<i>Rhynchanthera</i> sp DC	6840	Faz. Sta. Terezinha
Compositae	<i>Ageratum conizoydes</i> L.	6841	Faz. Sta. Terezinha
Xyridaceae	<i>Xyris</i> sp L.	6842	Faz. Sta. Terezinha
Onagraceae	<i>Ludwigia</i> sp L.	6844	Faz. Sta. Terezinha
	<i>Ludwigia nervosa</i> (Poir)	6845	Faz. Sta. Terezinha
	<i>Ludwigia elegans</i> (Camb) Hara	6846	Faz. Sta. Terezinha
	<i>Ludwigia leptocarpa</i> (Nutt) H. Hara	6847	Faz. Sta. Terezinha
Pontederiaceae	<i>Heteranthera reniformis</i> Ruiz & Pav.	6848	Rio Monjolinho
Haloragaceae	<i>Myriophyllum</i> sp L.	6851	Montante Represa Monjolinho

Anexo 2 – Figuras

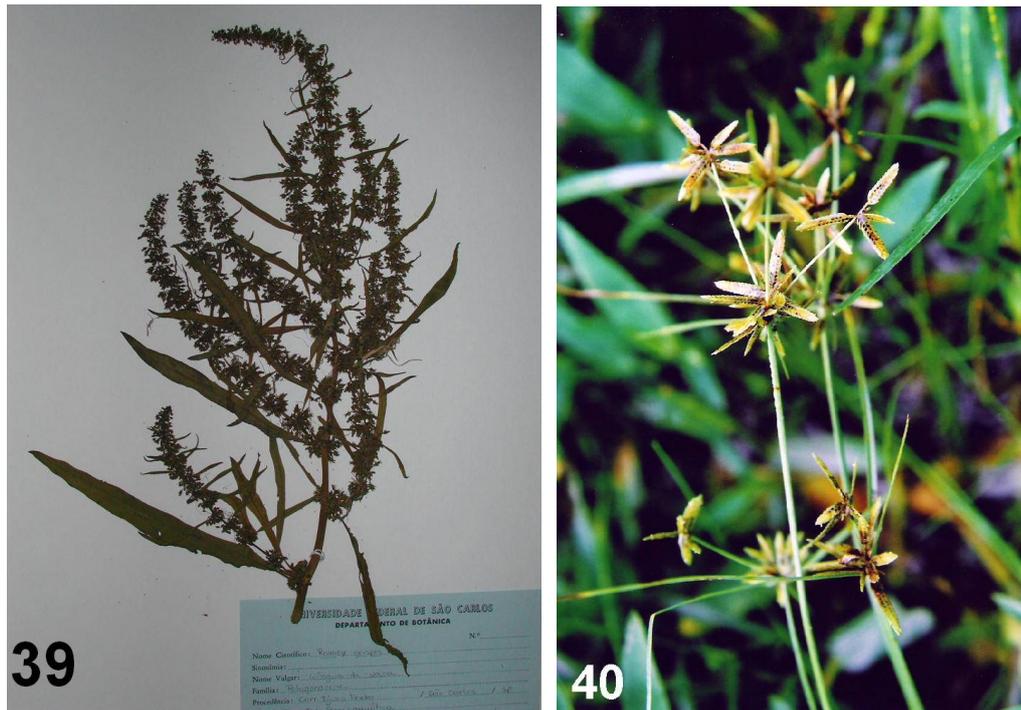


Figura 35 – *Rumex crispus* (exicata) encontrado na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Sabrina Mieko Viana).

Figura 36 – *Cyperus lanceolatus*, encontrado na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Janete Brigante).



Figura 37 – *Cyperus lanceolatus* em exicata (foto: Sabrina Mieko Viana).

Figura 38 – *Alternanthera philoxeroides* (exicata) encontrado no córrego da Água Fria (foto: Sabrina Mieko Viana).



Figura 39 - *Pycreus decubens* encontrado na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Janete Brigante).

Figura 40 - *Pycreus decubens* em exicata (foto: Sabrina Mieko Viana).



Figura 41 - *Ludwigia leptocarpa*, encontrada na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Sabrina Mieko Viana).

Figura 42 - *Ludwigia leptocarpa*, em exicata (foto: Sabrina Mieko Viana).



Figura 43 – *Ludwigia nervosa*, encontrada na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Sabrina Mieko Viana).

Figura 44 – *Ludwigia nervosa* em exsicata (foto: Sabrina Mieko Viana).



Figura 45 – *Rhynchathera* sp., encontrada na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Sabrina Mieko Viana).

Figura 46 – *Rhynchathera* sp., em exsicata (foto: Sabrina Mieko Viana).



Figura 47 – *Ageratum conyzoides*, encontrada na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Sabrina Mieko Viana).

Figura 48 - *Ageratum conyzoides*, em exicata (foto: Sabrina Mieko Viana).



Figura 49 – *Xyris* sp., encontrado na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Sabrina Mieko Viana).

Figura 50 – *Xyris* sp., em exicata (foto: Janete Brigante).



Figura 51 – *Ludwigia elegans*, encontrado na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Janete Brigante).

Figura 52 - *Ludwigia elegans*, encontrado na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Janete Brigante).



Figura 53 – *Myriophyllum* sp., banco fotografado a montante da represa Monjolinho, dentro da UFSCar (foto: Sabrina Mieko Viana).



Figura 54 – *Hedychium coronarium*, encontrado na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Sabrina Mieke Viana).



Figura 55 – Bancos submersos de *Eleocharis* sp. , encontrado em trecho dentro da fazenda Santa Terezinha (foto: Sabrina Mieke Viana).



Figura 56 – Bancos de *Heteranthera reniformis* e *Hedychium coronarium*, na região próxima a nascente, na fazenda Santa Terezinha (foto: Janete Brigante).



Figura 57 – Banco de *Polygonum spectabile* e *Brachiaria arrecta*, encontrado na região próxima a confluência dos rios Monjolinho e Jacaré-Guaçú (foto: Sabrina Miekeo Viana).



Figura 58 – Vista geral do trecho do rio Monjolinho na avenida Trabalhador São-carlense em frente a USP (foto: Sabrina Miekko Viana).



Figura 59 – Mesmo ponto após obras na avenida trabalhador São-carlense (foto: Carolina Buso Dornfeld).

Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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