



**USO DE MACROALGAS E VARIÁVEIS FÍSICAS,  
QUÍMICAS E BIOLÓGICAS PARA A AVALIAÇÃO DA  
QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO DO MONJOLINHO,  
SÃO CARLOS, ESTADO DE SÃO PAULO.**

ANA CLAUDIA PERES

São Carlos  
2002

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**USO DE MACROALGAS E VARIÁVEIS FÍSICAS,  
QUÍMICAS E BIOLÓGICAS PARA A AVALIAÇÃO DA  
QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO DO MONJOLINHO, SÃO  
CARLOS, ESTADO DE SÃO PAULO.**

ANA CLAUDIA PERES

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Doutor em Ecologia, Área de concentração em Ecologia (Campo de Pesquisa: Limnologia)

SÃO CARLOS  
2002

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

P437um

Peres, Ana Claudia.

Uso de macroalgas e variáveis físicas, químicas e biológicas para avaliação da qualidade da água do rio do Monjolinho, São Carlos, Estado de São Paulo / Ana Claudia Peres . -- São Carlos : UFSCar, 2003.

116 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2002.

1. Rios – ecologia. 2. Macroalgas. 3. Ecologia de água doce. I. Título.

CDD: 574.526323 (20<sup>a</sup>)

Orientador

---

Prof. Dr. Pedro Américo Cabral Senna

Co-Orientador

---

Prof. Dr. Orlando Necchi-Junior

*Aos meus pais Nelson e  
Margarida, pelo amor, incentivo,  
carinho, por acreditarem em  
mim e por serem o motivo  
principal de eu estar aqui.*

Entre o sono e sonho,  
Entre mim e o que em mim  
É o quem eu me suponho  
Corre um rio sem fim.

Passou por outras margens,  
Diversas mais além,  
Naquelas várias viagens  
Que todo o rio tem.

Chegou onde hoje habito  
A casa que hoje sou.  
Passa, se eu me medito;  
Se desperto, passou.

E quem me sinto e morre  
No que me liga a mim  
Dorme onde o rio corre -  
Esse rio sem fim.

*Fernando Pessoa,  
11-9-1933*

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Pedro Américo Cabral Senna, mestre sem igual, pela formação, orientação, incentivo, amizade, carinho, atenção, lição de vida e perseverança e também pelo constante apoio nas horas difíceis.

Ao Prof. Dr. Orlando Necchi-Junior, pela co-orientação deste trabalho, pela presença no início dos trabalhos e na finalização do mesmo.

Aos membros da banca examinadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria da Graça Gama Melão, DHB - UFSCar, Prof. Dr. João Alberto da Silva Sé, UNIARA, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Odete Rocha, DEBE - UFSCar, Prof<sup>o</sup> Irinei Bianchini, DHB – UFSCar, pelas críticas e sugestões;

Em especial à Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Odete Rocha, do DEBE pela imensa ajuda na finalização deste trabalho;

Ao CNPq (Conselho Nacional de Pesquisa), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos coordenadores do PPG-ERN, professores Dr. José Eduardo dos Santos e Dr. José Roberto Verani, pelo apoio constante, o que foi decisivo para a conclusão deste trabalho.

Ao técnico, José Valdecir de Lucca pelo auxílio nos trabalhos de campo, nas análises químicas nos nutrientes e pela amizade ;

Aos técnicos, Airton e Luiz, pela idas e vindas até São José do Rio Preto e pela amizade;

Aos funcionários do DEBE Maria José, Daniele, Edna, Dora e Cleuza, pelo apoio, carinho e amizade.

Aos professores do departamento Cristiano, Sônia, Mirna, José Carlos, Josué, Angélica, Manoel, pela amizade e simpatia

Aos amigos de laboratório, Maristela, Roselane, Zezé, Adriana, Paulo, Maria da Graça, Zéza, Glória, Naysa, Saionara, Judith, Magno, Cátia, pela ajuda no campo, no laboratório, no microscópio, no computador, nos problemas pessoais e domésticos, pelos papos no cafézinho e pela amizade;

Um obrigado especial à Adriana Maria Güntzel pela grande ajuda na fase final deste trabalho e pela imensa amizade;

Aos amigos pessoais Simoni e Edison, pela amizade, carinho, apoio e paciência comigo em todos estes últimos meses, meu muito obrigada;

A Kamila e Vanessa, amigas recentes mais especiais e que com as quais, sei que posso contar a qualquer momento;

E por fim às pessoas mais especiais, meus pais que sempre me incentivaram a ir em frente; estando comigo nos momentos mais difíceis da minha vida.

A meus sempre presente em todos os momentos, sendo estes de alegrias ou de tristezas; e a todos os meus demais familiares.



## SUMÁRIO

1.Introdução.....	1
2. Objetivos.....	10
3.Justificativa.....	11
4. Área de Estudo.....	13
5.Material e Métodos.....	22
6.Análise Estatística .....	28
7. Resultados.....	30
8. Discussão .....	85
9.Conclusões.....	99
10. Bibliografia.....	101

### **Anexos**

#### Anexo 1

Figuras.....	112
--------------	-----

#### Anexo2

Planilhas .....	116
-----------------	-----

## RESUMO

Um ecossistema fluvial tem uma extensa superfície de interação com os ecossistemas terrestres. O rio se integra com os ecossistemas terrestres, os quais drena, em uma unidade funcional mais equilibrada. É também um sistema de baixa tensão, que está sobrealimentado e que exporta parte de seus materiais, mantendo um ciclo relativamente acelerado. Macroalgas, são organismos bentônicos que formam um talo maduro que é uma estrutura discreta porém reconhecível a olho nu. Estas algas têm sido amplamente utilizadas no monitoramento de rios, particularmente na Europa, como indicadores biológicos e são melhores que as variáveis físicas e químicas, que indicam as condições da água apenas no momento em que foram realizadas as medições, enquanto que as biológicas refletem os efeitos a médio e longo prazo sobre os organismos vivos. Este estudo teve como objetivo principal correlacionar as espécies de macroalgas encontradas, com as variáveis ambientais avaliadas para o rio do Monjolinho, traçando assim um perfil da qualidade de águas ao longo do rio. O trabalho foi realizado durante 6 meses (maio a outubro de 1998) no período menos chuvoso, em 6 estações de coleta distribuídas ao longo de toda a extensão do rio. Durante os seis meses foram feitas coletas em um transecto de 10m ao longo das margens do rio, dentro do qual foram feitas as coletas de água para a análise de nutrientes e material em suspensão e a medição das variáveis temperatura da água, condutividade, pH, turbidez, oxigênio dissolvido e coleta para a estimativa da abundância relativa das espécies de macroalgas presentes. Foram encontrados 16 taxa de algas, sendo que *Vaucheria geminata*, *Schysomeris leibleinii*, *Geithlerinema amphybium* e *Stigeoclonium helveticum* tiveram distribuições mais amplas. Quanto às variáveis ambientais, a estação 1 foi a que apresentou os menores valores de nutrientes e altos níveis de OD, enquanto que a estação 3 apresentou os mais altos valores de nutrientes e níveis muito baixos de OD. A classificação das estações de coleta, com base nos valores de DBO, Déficit de Saturação do Oxigênio,  $\text{NH}_4^+$  e MO foi: a estação 1 como Oligossapróbia (zona de água saudável, não afetada pela poluição), estação 2 e 6  $\beta$ -mesossapróbia (zona levemente poluída ou poluição fraca), estação, 4 e 5  $\alpha$ -mesossapróbia (zona poluída ou poluição forte) e estação 3 polissapróbia (zona muito poluída ou de intensa decomposição bacteriana).

## ABSTRACT

A fluvial ecosystem has a big interaction surface with the terrestrial ecosystems. The river interact with the terrestrial ecosystem, in drains, in an equilibrated and functional unit. Besides being is a low tension system, that is overloaded and that exports part of its materials, it keeps a quick cycle. Macroalgae are benthic organisms that produce a mature stalk, that has a discreet structure, however recognized by naked eye. Those algae have been used for river monitoring, in Europe particularly, as biological indicators and they are better than the physical and chemical variables, that reflects only the water conditions in the collecting moment, whereas the biological indicators reproduce medium-long term aspects of living organisms. This study has as principal aiming, was to establish a relationship between the macroalgae species found and the ambiental variables at the Monjolinho River, tracing a water quality profile of this river. The study was performed in 6 months (May to October, 1998 – dry season) in six sampling stations distributed along all the river extension. During six months sampling were performed in a six stretch of 10m along to the river course. Water was collected for nutrient and suspended matter analyses and measurements of variables as, water temperature, conductivity, pH, turbidity and dissolved oxygen. Macoralgae were samples qualitatively and quantitatively. A total of 16 sampling macroalgae species present, among which *Vaucheria geminata*, *Schysomeris leibleinii*, *Geithlerinema amphybium* and *Stigeoclonium helveticum* had a wide distribution. In relation to the ambiental variables, the station was found to have the lowest nutrient concentration and highest OD, whereas the station 3 had the highest nutrient concentration and lowest OD concentrations. The sampling stations were classified, according to the values of BOD, saturation oxygen deficit,  $\text{NH}_4$ , and OM as: station 1 Oligossaprobic (health water zone, not affected by the pollution), station 2 and 6  $\beta$ -mesossaprobic (zone of lightly weak pollution), station, 4 and 5  $\alpha$ -messoproibic (polluted zone or strongly polluted) and station 3 polissaprobic (extremely polluted zone or intense bacterial decomposition).

## 1- INTRODUÇÃO

### 1.1- ASPECTOS LIMNOLÓGICOS

O ecossistema rio difere da maior parte dos ecossistemas por não apresentar estratificação vertical, como se observa na floresta tropical ou nos lagos estratificados MARGALEF (1983). O rio, por ação do transporte horizontal da corrente d'água, apresenta uma deformação dessa tendência vertical. Em comparação, o epilímnio de um lago equivaleria aos trechos das nascentes de um rio e o hipolímnio aos trechos de desembocadura. Porém, diferenças marcantes como a iluminação em todos os estratos, (exceto nos trechos bastante sombreados por vegetação marginal) e pequena possibilidade de retorno de nutrientes e de migração de organismos dos trechos finais aos iniciais, tornam por si só o sistema rio bastante diferenciado. A semelhança entre os processos de sucessão temporal descritos por ODUM (1993) e o de 'sucessão espacial' da comunidade

lótica é admitida por MARGALEF (op.cit.) como sendo uma idéia por demais simplista, quando se trata de um sistema com variabilidade temporal intensa. Nesse contexto, esse autor considera o conceito do “river continuum” de VANNOTE *et al.* (1980) como a melhor concepção ecológica para as comunidades lóticas.

Segundo VANNOTE *et al.* (op.cit.), os rios, desde a sua nascente até a foz, apresentam um gradiente contínuo de variáveis físicas (largura, profundidade, fluxo, temperatura e ganho de entropia), que determinam uma série de respostas oriundas das comunidades, resultando em um contínuo ajuste biótico e no carreamento, transporte, utilização e armazenamento da matéria orgânica ao longo do curso.

O desenvolvimento de uma teoria para ecossistemas lóticos resultou no “Conceito de Contínuo Fluvial” (CCF), que descreve a estrutura e função das comunidades ao longo do rio. Um ecossistema fluvial tem uma enorme superfície de interação com o ecossistema terrestre (SIOLI, 1978). O rio se integra com os ecossistemas terrestres, os quais drena, em uma unidade funcional mais equilibrada. É também um sistema de baixa tensão, que está sobrealimentado e que exporta parte de seus materiais, mantendo um ciclo relativamente acelerado (MARGALEF, op. cit.).

Outro conceito utilizado para ecossistemas lóticos é o do “pulso de inundação” no qual a região de transição entre o ambiente aquático e o terrestre (ATTZ – aquatic terrestrial zone) reveste-se de acentuada importância por desempenhar papel fundamental sobre todo o ecossistema alagável.

A interação dinâmica entre o rio e a planície de inundação vem confirmar o conceito de pulso de inundação em contraste com o conceito de contínuo fluvial, o qual se aplica melhor a riachos e pequenos rios (HORNE & GOLDMAN, 1994).

A pesquisa do subsistema-rio é um trabalho difícil, porém bastante interessante, devido ao alto grau de variabilidade espacial e temporal de muitas de suas características

(SÉ, 1992). Assim, a caracterização ecológica de um rio deve considerar o encadeamento espaço-temporal de suas comunidades bióticas, direcionado principalmente pelo trabalho desenvolvido pelo fluxo d'água e pelos processos climáticos, geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, hidráulicos, químicos e biológicos em geral. Estes ocorrem em escalas de tempo e espaço bastante diferenciadas e podem variar muito de bacia a bacia, de região para região e conforme o grau de interferência antrópica na bacia hidrográfica, o que torna os rios entidades bastante individualizadas (HYNES, 1970).

Hidrobiologicamente, um rio é um sistema aberto, com um fluxo contínuo da fonte à foz, o que influi fortemente na composição das comunidades, as quais apresentam adaptações que as tornam capazes de evitar a deriva em direção à foz (SCHAEFER, 1985).

Os rios nunca devem ser considerados isoladamente, visto que o papel das áreas adjacentes é muito marcante. As propriedades físicas e biológicas dos sistemas lóticos refletem as características da água da chuva, da geologia, do declive do leito, da vegetação e da ação antrópica (HORNE & GOLDMAN, op. cit.). As características dos ecossistemas lóticos estão, portanto, intimamente ligadas à natureza da bacia de drenagem.

Devido à quase ausência de estratificação em águas correntes, isto em se tratando de rios não muito profundos e turbulentos, há, normalmente, uma grande uniformidade nas características físicas e químicas da coluna d'água de um dado trecho (MAITLAND, 1978). Por outro lado, a velocidade da correnteza é um fator importante em ambientes lóticos por várias razões: uma grande quantidade de espécies livres tenderão a ser arrastadas rio abaixo e a flora se reduzirá somente a espécies que são fixas e resistentes à destruição (HYNES, op.cit.).

A declividade dos rios, em dependência de sua localização geográfica, e a velocidade das águas, não permitem um balanço de substâncias estático, como observado nos lagos, mesmo que os processos físicos e químicos sejam idênticos. A dinâmica da

correnteza provoca nos rios uma zonação horizontal, enquanto que em lagos existe predominantemente, estratificação vertical (SCHÄFER, op.cit.).

Mas ainda, segundo ODUM (1983), ecossistemas submetidos à uma perturbação física periódica, porém aguda, são especialmente adaptados a esta perturbação, tornando-se, inclusive, dependentes dela. Isto ocorre em virtude destes sistemas incluírem processos e espécies de recuperação rápida.

## 1.2- MACROALGAS COMO BIOINDICADORES

O conceito de bioindicadores foi desenvolvido para a realização de monitoramento das condições ambientais. Segundo este conceito, são bioindicadores os organismos que podem sobreviver em um estreito espectro de condições naturais e as alterações ambientais podem causar a eliminação de um grupo de organismos ou favorecer o desenvolvimento de outros (HARDOIN, 1996)

As primeiras tentativas para as avaliações de indicadores biológicos começaram com COHN (1978). No entanto, foram KOLKWITZ & MARSSON (1909) que criaram o primeiro sistema de organismos bioindicadores (sistema de sapróbios) e identificaram cinco zonas de poluição orgânica. Estas zonas foram caracterizadas como:

- CATARÓBICA: águas puras, não poluídas;
- OLIGOSSAPRÓBICA: zona de água saudável, não afetada pela poluição;
- $\beta$ -MESOSSAPRÓBICA: zona levemente poluída, poluição fraca;
- $\alpha$ - MESOSSAPRÓBICA: zona poluída, poluição forte;
- POLISSAPRÓBICA: zona muito poluída, intensa decomposição bacteriana.

WHITTON (1991) ressalta que os indicadores biológicos são melhores que aqueles oriundos a partir das variáveis físicas e químicas, porque estas são limitadas, indicando as

condições da água apenas no momento em que foram realizadas as medições, enquanto que as biológicas refletem os efeitos a médio e longo prazo. Nesse aspecto, COX (1991), discutiu que um importante argumento a favor do biomonitoramento é que os organismos vivos têm uma resposta integrada ao seu ambiente e, portanto, respondem melhor às flutuações na qualidade da água, informações estas que podem ser perdidas em análises químicas intermitentes.

Contudo ROUND (1991) afirma que os métodos baseados em análises químicas, como: nutrientes, metais pesados, pesticidas, substâncias radioativas, entre outros, completam os métodos biológicos ao verificar os efeitos globais de “input” químico sobre os organismos. Os dois métodos constituem a base para uma correta avaliação da qualidade das águas correntes.

Sistemas de bioindicadores de poluição, baseados em animais são limitados, dado que a maioria pode se movimentar e mudar do local (FJERDINGSTAD, 1971). A mesma objeção pode ser feita para o uso do fitoplâncton que, geralmente, é levado pela correnteza e costuma ser considerado menos satisfatório que as espécies perifíticas/bentônicas.

Estudos de algas de ambientes lóticos têm recebido muito menos atenção do que aqueles de outros habitats, provavelmente devido à instabilidade destes sistemas (HYNES, 1970; PASCOALOTO, 1992).

Comunidades vegetais bentônicas de águas correntes consistem de espécies muito variadas, geralmente dominadas por algas e briófitas e mostram evidente heterogeneidade espacial e rápida variação temporal (WHITTON, 1991). Viver em ambiente lótico traz algumas vantagens aos organismos, tais como: rápida remoção de produtos extracelulares, suprimento constante de gases e competição inter-específica reduzida. Porém, estas espécies necessitam de adaptações que lhes manter-se nas condições mais adversas como, por exemplo, em posição contra a corrente (HYNES, 1970; WHITTON, 1975).



DELL'UOMO (1991) destacou a importância de macroalgas lólicas e as vantagens que oferecem, em relação a outras algas, especialmente por serem observáveis a olho nú, algumas vezes até mesmo identificáveis no local. Estas algas possuem talos completamente imersos no meio aquático e, portanto, refletem as propriedades físicas e composição química do local onde vivem. Frequentemente a composição e a dinâmica sazonal da comunidade de algas lólicas mudam rapidamente em resposta às flutuações nas condições do meio ou substrato (HYNES, 1971; WHITTON, 1975).

WHITTON (op. cit) enfatizou que um problema diferente no estudo de algas se ambientes lólicos é que existe pouco embasamento teórico que possa ser usado para reunir dados de estudos diversos e dar, assim alguma perspectiva do assunto como um todo. Embora rios possam ser classificados de diversas maneiras, eles não se encaixam em tipos hidrológicos distintos como os lagos.

Na Europa, as macroalgas têm sido amplamente utilizadas no monitoramento de rios (FJERDINGSTAD, 1964; 1965; SLÁDECEK, 1973, WHITTON *et al.*, 1991. De acordo com ROUND, (1991), todos os problemas de diferenciação de comunidades algais em águas não poluídas são igualmente válidos em estudos sobre águas poluídas.

As espécies de macroalgas podem apresentar diversos tipos de talos e ocorrerem em diferentes formas como: filamentos, colônias gelatinosas, pseudoparênquima e parênquima apresentando-se como emaranhados filamentos gelatinosos, filamentos livres, tufos ou aqueles incrustantes (HOLMES & WHITTON, 1981). Estas formas possuem características adaptativas para tolerar o estresse decorrente do fluxo. Filamentos ou emaranhados de filamentos são as mais comumente encontradas nas floras de macroalgas (WHITTON *et al.*, 1986).

Por outro lado, no Brasil, as avaliações de águas superficiais utilizam-se geralmente de um conjunto de variáveis abióticas (ph, temperatura, condutividade entre outras)

associados a sistemas de avaliação de qualidade de água (coliformes, DBO ), desenvolvidos para regiões climáticas diferentes (PINEDA & SCHÄFER, 1987 *in* NECCHI- JUNIOR *et al.* (1994). Segundo NECCHI- JUNIOR *et al.* (1994) não é apropriada a aplicação direta de sistemas desenvolvidos em outras áreas (p. ex. regiões temperadas do hemisfério norte) principalmente se considerarmos que nos faltam estudos auto-ecológicos, taxonômicos e biogeográficos.

UHERKOVICH & FRANKEN (1980) podem ser considerados pioneiros no estudo das macroalgas de ambientes lóticos brasileiros, porém, realizaram uma análise essencialmente descritiva da fitocenose perifítica de sete igarapés amazônicos. FRANCESCHINI (1991) trabalhou com Cyanophyta de um rio do Rio Grande do Sul, tratando-se de um dos raros trabalhos realizados no Brasil no qual um grupo de algas foi estudado detalhadamente num ecossistema lótico. NECCHI-JUNIOR *et al.*(1990) investigaram a fenologia de uma espécie de Rhodophyta (*Compsopogon coeruleus*) em um riacho da região noroeste do estado de São Paulo, para o qual as variações morfológicas e de biomassa da espécie foram relacionadas com a temperatura, velocidade da correnteza e precipitação pluviométrica. PASCOALOTO & NECCHI-JUNIOR (1990) estudaram a variação sazonal da macroalga *Sirodotia delicatula* Skuja (Rhodophyta) em termos de frequência, porcentagem de cobertura e fenologia e ainda sua relação com as variáveis físicas e químicas em um pequeno riacho do estado de São Paulo. NECCHI-JUNIOR *et al.* (1991) analisaram a composição, variação sazonal (incluindo frequência e porcentagem de cobertura) e as relações com variáveis físicas e químicas da comunidade de macroalgas de um riacho na região noroeste do estado de São Paulo, sendo este um trabalho pioneiro nesta linha de pesquisa no Brasil. PASCOALOTO (1992) inventariou as espécies de macroalgas bentônicas ocorrentes na bacia do rio Preto e estudou o padrão de distribuição das espécies aí ocorrentes, relacionando-o com os fatores ambientais. NECCHI-JUNIOR

(1992) investigou a dinâmica da comunidade de macroalgas em uma nascente, no estado de São Paulo, quanto à frequência, porcentagem de cobertura e colonização sobre substratos artificiais e sua relação com algumas variáveis físicas e químicas. NECCHI-JUNIOR *et al.* (1994) estudaram a comunidade de macroalgas do rio Preto, noroeste do estado de São Paulo, usando-as como bioindicadora para a avaliação da poluição orgânica no rio; este trabalho foi pioneiro para o estado de São Paulo e todos os dados foram submetidos à análise de variância, coeficiente de correlação, análises de agrupamento “cluster” e convertidos em índices biológicos (déficit de espécies, poluição relativa, saprobidade, diversidade e índice de uniformidade). Uma grande variação de qualidade de água foi encontrada entre os diferentes pontos de amostragem, os quais foram classificados em três grupos distintos (muito poluído, moderadamente poluído e não poluído/fracamente poluído). Entre os índices biológicos, o de saprobidade foi o que mais se correlacionou com todas as variáveis da água e com os outros índices. NECCHI-JUNIOR & MOREIRA (1995) estudaram a distribuição longitudinal de macroalgas em dois ecossistemas lóticos do sudeste do Brasil, na primavera e inverno; observaram a relação da incidência de luz e tipo de substrato nas amostragens sazonais. NECCHI-JUNIOR *et al.* (1994) estudaram a distribuição de macroalgas de um rio, na região noroeste do estado de São Paulo e encontraram 36 táxons infra-genéricos de macroalgas, sendo que o grupo das Chlorophyta foi dominante, seguido por Cyanophyta, Rhodophyta e Chrysophyta. Observaram que a alta condutividade elétrica e a baixa concentração de oxigênio dissolvido combinadas, constituíram condições favoráveis para o desenvolvimento de macroalgas nessa região. Como pode ser observado, a maioria dos estudos realizados até o presente momento, foram feitos no estado de São Paulo. Para a região de São Carlos, pouco foi feito com relação à utilização de macroalgas como bioindicadoras, apesar dos inúmeros trabalhos limnológicos realizados nos rios da região. O estudo desenvolvido por BERTUGA-

CERQUEIRA (2000) foi o primeiro trabalho dentro deste tema realizado nesta região para o rio Bonito, Município de Descalvado (próximo à cidade de São Carlos). Apesar de muitos trabalhos terem sido feitos para o rio do Monjolinho, nota-se a inexistência de estudos ecológicos associados à poluição orgânica deste ecossistemas tendo as macroalgas como indicadores de poluição na bacia hidrográfica. Sendo assim, o presente projeto pretende avaliar as condições limnológicas e sanitárias da água do rio do Monjolinho, a partir da avaliação da comunidade de macroalgas associadas às variáveis físicas, químicas e biológicas do rio.

## 2-OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivos:

1. Contribuir para a ampliação do conhecimento sobre a diversidade florística das águas doces brasileiras, analisando a composição e a distribuição da comunidade de macroalgas existente em diferentes trechos do rio do Monjolinho;
2. Caracterizar física e quimicamente as águas do rio do Monjolinho ao longo de um gradiente de contaminação por efluentes domésticos e industriais;
3. Avaliar e quantificar as populações de macroalgas, correlacionando-as com as variáveis ambientais;
4. Avaliar a qualidade da água através das espécies de macroalgas bioindicadoras e do emprego de índices bióticos.

### 3- JUSTIFICATIVA

Com o crescente aumento populacional, a necessidade de água para consumo vem aumentando. O rio do Monjolinho, percorrendo a cidade de São Carlos, sofre várias ações antrópicas, principalmente, por receber toda a carga de esgoto, provenientes de resíduos domésticos e industriais da cidade, sem nenhum tratamento. Este fato causa sérios problemas, tais como: sedimentação, poluição, alterações físicas e químicas da água, alterações nas comunidades aquáticas, entre outras. Este conjunto de fatores leva a uma hipótese de que, durante todo o seu percurso, este rio sofre sérias modificações as quais alteram suas condições físicas, químicas e biológicas em níveis diferentes daqueles necessários para a manutenção de condições sanitárias e ecológicas adequadas.

Considerando que pouca ou nenhuma atenção têm sido dada aos rios de pequenas ordens, os quais sofrem há muito tempo o efeito da atividade humana, e a escassez de estudos sobre as comunidades biológicas de rios, apesar da sua importância ecológica para o funcionamento desses ecossistemas, este estudo visa a utilização da

comunidade de macroalgas como indicadoras de poluição, vinculadas ao estudo ecológico e sanitário do rio do Monjolinho.

A avaliação deste ecossistema lótico é de extrema importância, levando em consideração que a bacia hidrográfica do Monjolinho é uma região sócio-economicamente importante. A utilização das macroalgas para a caracterização da qualidade da água desta bacia hidrográfica é um trabalho inovador. Este estudo também fornecerá base de dados para um futuro plano de manejo ambiental e recuperação do rio do Monjolinho.

#### 4 - ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio do Monjolinho (Figura 1), abrange uma área de aproximadamente 275km<sup>2</sup>, com a maior parte de sua área contida no município de São Carlos e uma pequena parcela (porção noroeste, entre o córrego do Can-Can e o rio do Monjolinho), correspondendo ao município de Ibaté, no estado de São Paulo. Essa sub-bacia integra a bacia hidrográfica do rio Jacaré-Guaçu, sendo este um importante afluente da margem direita do rio Tietê, o qual recebe essa afluente no reservatório de Ibitinga, um dos sistemas pertencentes ao complexo de reservatórios construídos em seqüência no rio Tietê. (ESPÍNDOLA, 2000)



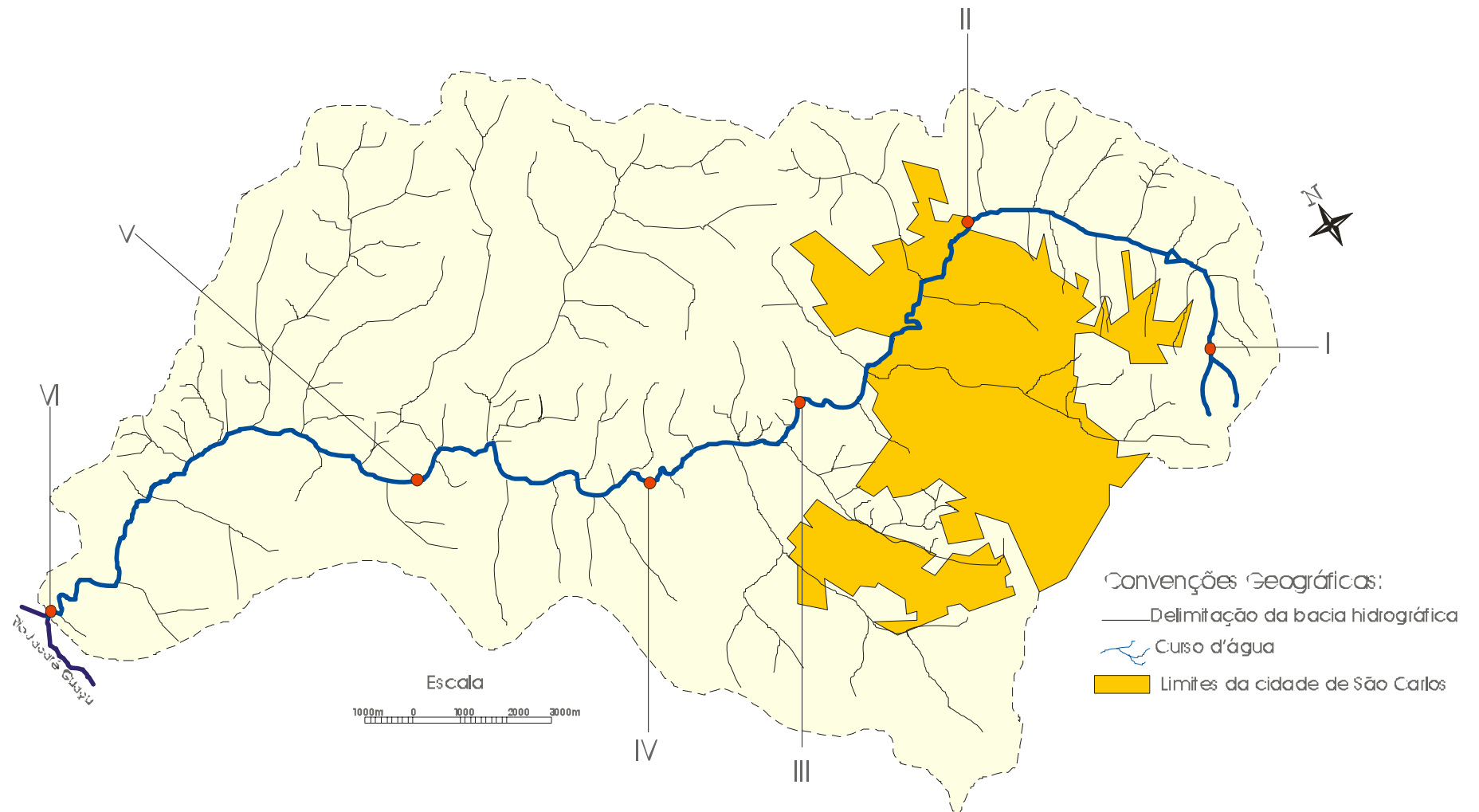


Figura 1- Rio do Monjolinho com as respectivas estações de coleta (I - VI).

A bacia hidrográfica do rio do Monjolinho esta localizada na região centro-leste do Estado de São Paulo a aproximadamente 240km da capital, entre as seguintes coordenadas geográficas, 47°50' W, 21°57' S e 48°05' W, 22°06' S, tendo como característica marcante o desenvolvimento urbano da cidade de São Carlos e conseqüentemente, os impactos decorrente destas atividades.

O rio do Monjolinho, com uma extensão de aproximadamente 43,25km (SÉ, 1992), nasce no planalto de São Carlos, a leste do município, na cota de 900m, percorrendo o sentido leste-oeste, originando, segundo MENDES (1998), uma ampla planície de inundação onde deposita a maior parte do material suspenso que transporta.

Na área urbana, o rio do Monjolinho foi canalizado, recebendo contribuições de diversos tributários, como os córregos Santa Maria, Tijuco Preto e do Gregório e também de águas residuárias, as quais são formadas por esgotos da região norte de São Carlos e despejos provenientes de indústrias, segundo GONÇALVES (1986), cerca de 400 lançam seus despejos no rio (curtumes, papel, tintas, alimentos). Após percorrer o centro urbano, semi canalizado, o rio retorna a seu leito natural, apresentando faixas de mata galeria e atividades agropastoris; posteriormente, ao encontrar o substrato basáltico adquire aspecto encachoeirado, que conserva até desembocar no rio Jacaré-Guaçu, na cota de 543m, representando um desnível de 357m em relação a sua nascente (ESPÍNDOLA, op.cit).

Com relação ao clima, a região de São Carlos apresenta duas estações climáticas bem características e é classificada como Cwb de Koppen, a de seca (abril-setembro) e a chuvosa ( dezembro a fevereiro). As médias anuais de precipitação pluviométrica variam entre 1.200 e 1.500mm (SÉ, op.cit) sendo que os meses mais quentes são, janeiro, fevereiro, março e dezembro, em ordem decrescente.

Predominam na área da bacia hidrográfica do rio do Monjolinho, as seguintes formações geológicas, o Grupo São Bento (formação Pirambóia, Botucatu e Serra Geral) e o Grupo Bauru (formação Marília) SÉ (1992)

SOUZA *et al.*(2000) caracterizou os solos que constituem a bacia hidrográfica do rio do Monjolinho em sete categorias: Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho Escuro, Latossolo Vermelho Amarelo, Terra Roxa Estruturada, Areia Quartzosas Profundas, Solos Litólicos e Solos Hidromórficos.

Quanto à vegetação, foram mapeadas sete classes de vegetação na bacia, incluindo as capoeiras, que são áreas em processo de sucessão ecológica. Salienta-se que essa classe é bastante variável em sua fisionomia e estrutura, podendo ser formada desde campo sujo com alguns arbustos até campos sujos com arbustos e arbóreas (SILVA, *et al.*(2000). As formações vegetais de ocorrência na bacia hidrográfica do Monjolinho são: Floresta Estacional Semidecidual Submontana (mata), Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (mata ciliar), Savana Florestada (cerradão), Savana Arborizada (cerrado), capoeira, vegetação ciliar arbustiva e herbácea e área de uso agropecuário (agricultura, pecuária e outras) (SILVA, *et al.* 2000).

Diversos estudos já foram feitos no rio do Monjolinho, os quais contribuíram para um diagnóstico do sistema em relação às características físicas e químicas da água e do sedimento, estrutura de comunidades aquáticas e toxicidade (DAMACENO *et al.*, 1971; STRIXINO & STRIXINO, 1982; NOGUEIRA, 1990; NISYAMA & POVINELI, 1993; GUERESCHI, 1995, CHINAGLIA, 1996; MENDES, 1998; BARRETO, 1999; BARBOSA, 2000; PELÁE-RODRIGUES *et al.*,2000), aos aspectos geológicos e caracterização de águas subterrâneas (BJORNBERG & TOLENTINO, 1989; BORTOLUCCI, 1983; ZUQUETTE, 1981; GOLÇALVES, 1986; AGUIAR, 1958); geomorfológicos (TOLENTINO *et al.*, 1968); pedológicos (OLIVEIRA &

PRADO, 1984; LORANDI, 1985); urbanísticos (AMADOR, 1981; BISINOTTO, 1988); históricos (BRAGA, 1894; CAMARGO, 1928; MOURA, 1961; NEVES, 1983); estatístico-sócio-econômicos (PMSC, 1989); limnológicos (na Represa do Monjolinho da UFSCar, NOGUEIRA, 1990); aos aspectos sanitários (POVINELLI, 1972; GARCIA, 1988); à qualidade de água nos Córregos do Gregório e do Bicão (GOMES, 1981; SANTOS, 1990); efeitos das atividades antropogênicas (SALAMI, 1996), estudos ecológicos com enfoque holístico na bacia hidrográfica e uso ocupação do solo (SÉ, 1992; CUNHA, 1996; AGUIAR, 1989).

A demanda de água para as atividades rurais na bacia hidrográfica do rio do Monjolinho sempre foi suprida por seus próprios recursos hídricos, os quais tornaram-se insuficientes após aumento progressivo dessa demanda ocasionado pelo desenvolvimento da cidade de São Carlos (SÉ, op.cit.). Após a passagem e o uso dessa água pela área urbana da cidade de São Carlos, esse volume, em geral, retorna no rio do Monjolinho transportando os mais variados tipos de resíduos e tornando cada vez mais impróprio o aproveitamento de suas águas para o uso humano (SÉ, op.cit.). Apesar de haver um sistema de coleta público, a ausência de um sistema de tratamento de esgotos torna o rio do Monjolinho praticamente um condutor de esgotos a céu aberto, principalmente nos períodos de estiagem, para os quais estima-se uma DBO de 15 ton/dia (Prefeitura Municipal de São Carlos, 1989).

### **Estações de Amostragem**

O estudo foi realizado em 6 meses (maio a outubro de 1998), em seis estações de coleta ao longo do curso do rio. As fotografias das estações de coleta são apresentadas através das figuras de 2 a 7.

Em cada estação de amostragem foi demarcado um trecho de 10m de extensão ao longo de uma das margens, dentro do qual coletadas as amostras de água para as análises de nutrientes e material em suspensão e a medição das variáveis, como a temperatura da água, condutividade, pH, turbidez, oxigênio dissolvido, velocidade da correnteza, além da coleta e da estimativa da abundância relativa das espécies de macroalgas presentes.

Seguem abaixo as fotos das estações de coleta e suas localizações (figuras 2-7).



Figura 2. Estação 1- antiga captação de água do Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto de São Carlos (S.A.A.E.), Fazenda Santa Terezinha, bairro da Babilônia; região de pecuária;



Figura 3. Estação 2- trecho do Rio após a canalização, sob a Rodovia Washington Luiz, início da área urbana;





Figura 4. estação 3- após o lançamento de praticamente toda a carga de esgoto da cidade, abaixo da U.H. do Monjolinho;



Figura 5. estação 4- após o desagüe dos córregos da Água Quente e Água Fria, sob ponte entre cultivo de cana-de-açúcar;





Figura 6. Estação 5- sob ponte da estrada de terra, próximo à Usina da Serra.



Figura 7. Estação 6- Fazenda São José, próximo da confluência com o rio Jacaré-Guaçu.



## 5 - MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1- VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS

As amostragens para obtenção das variáveis físicas, químicas e biológicas foram realizadas em seis estações de coleta ao longo do curso do rio. As coletas foram realizadas no período da manhã (entre 8:00 e 12:00hs) na seguinte ordem das estações: 2, 1, 6, 5, 4 e 3.

Os métodos utilizados para as determinações das variáveis físicas e químicas são apresentadas na Tabela 1.

Os testes estatísticos utilizados foram os testes de Componentes Principais, Teste de Agrupamento das Variáveis e Análise Canônica, para isso foram utilizados os programas estatísticos, Statistica e Multi Variate Statisc Package (MVSP).

Tabela 1: Metodologias utilizadas para as determinações das variáveis químicas, físicas e biológicas

<b>Variável amostrada</b>	<b>Referência</b>	<b>Técnica utilizada</b>
Condutividade Elétrica		HORIBA, MOD. U-10.
Turbidez		HORIBA, MOD. U-10.
Oxigênio Dissolvido		HORIBA, MOD. U-10.
pH		HORIBA, MOD. U-10.
Temperatura da Água		HORIBA, MOD. U-10.
Velocidade da correnteza (três medições)	Necchi – Jr. (1991)	Flutuador e cronômetro;
Profundidade (três medições)	Necchi – Jr. (1991)	tomada no ponto médio do trecho;
Largura (três medições)	Necchi – Jr. (1991)	tomada no ponto médio do trecho;
Material em Suspensão	Teixeira <i>et al.</i> (1965) e Tundisi (1969)	técnica gravimétrica;
Amônia	Koroleff, (1976)	pela reação de fenol com hipoclorito;
Nitrito	Golterman <i>et al.</i> (1978) APHA (1985)	pelo método de reação por sulfanilamida;
Nitrato	Mackereth <i>et al.</i> (1978)	pela técnica da redução ao nitrito, utilizando cádmio amalgamado;
Ortofosfato	Golterman <i>et al.</i> (1978)	pela utilização do ácido ascórbico;
Fósforo Total e Nitrogênio Total	Valderrama (1981)	pela técnica de determinação simultânea;
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	APHA, 1985; CETESB, 1992.	detecção por incubação por 5 dias em incubadora com temperatura controlada;
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	APHA, (1992)	Metodo colorimétrico de refluxo fechado

## 5.2. -MACROALGAS

Foi adotado, para este estudo, o conceito de macroalga de SHEATH & COLE (1992), onde qualquer alga cujo talo (filamentoso, colonial, incrustante, parenquimatoso ou pseudoparenquimatoso) seja visível a olho nú (geralmente maior que 0.5cm), e que

geralmente seja reconhecível em campo, comumente até nível genérico. A identificação microscópica, é geralmente e freqüentemente macroalgas estão associadas ao talo.

Para melhor visualização da massa algácea no leito do rio, foi utilizado um visor subaquático com fundo de vidro. As algas foram removidas do substrato manualmente ou com auxílio de espátula, tomando-se o cuidado de retirá-las inteiras. As macroalgas foram acondicionadas em frascos, contendo água do próprio local de coleta e transportadas para o laboratório, onde foram imediatamente fixadas com solução de formol a 8 % (concentração final 4%).

#### 5.2.1. ESTUDO TAXONÔMICO

Os espécimes foram identificados usando-se estereomicroscópio e microscópio binocular Zeiss, modelo Axioskop, dotado de câmara clara, ocular micrometrada, câmara fotográfica e optovar.

A identificação foi feita, sempre que possível, em nível específico ou infra-específico. Os táxons que não puderam ser identificados foram excluídos de algumas análises, como o índice de saprobidade.

A classificação das espécies em divisões e famílias feita segundo os sistemas de classificação de ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK (1985, 1988, 1990) e KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS (1986, 1989) para as Cyanophyta, BOLD & WYNNE (1985), para as Rhodophyta e BOURRELLY (1981 e 1985) para as Chlorophyta.

#### 5.2.2. DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES

O estudo do padrão de distribuição das espécies no rio do Monjolinho, foi baseado em dois enfoques:

1. qualitativo: considerando-se a presença ou ausência de cada espécie nos pontos de amostragem e;
2. quantitativo: levando-se em conta a abundância (frequência e cobertura percentual) das espécies em cada ponto de amostragem.

A amostragem quantitativa foi realizada através da técnica do “quadrado” (KREBS, 1989; NECCHI-JUNIOR *et al.*, 1995). Cada unidade amostral consistiu de um círculo de 25cm de diâmetro, dentro do qual foi estimada a cobertura percentual. Dez unidades amostrais foram distribuídas equidistantemente ao longo do transecto de dez metros de extensão. A fim de se avaliar a frequência das espécies, em cada ponto de amostragem do transecto, foi considerado o número de unidades amostrais em que cada espécie esteve presente em relação ao total amostrado. A cobertura percentual foi estimada em cada unidade amostral e aproximada para todo o transecto, através de média aritmética. A avaliação da abundância das espécies foi obtida através da seguinte escala combinada de frequência e cobertura percentual (NECCHI-JUNIOR *et al.*, 1994):

- 1 = 1 unidade amostral (UA) ou cobertura percentual (CP) = <1%;
- 2 = 2-3 (UA) ou CP= 2-25%;
- 3 = 4-6 (UA) ou CP= 26-50%;
- 4 = 7-8 (UA) ou CP=51-75%;
- 5 = 9-10 (UA) ou CP=76-100%.

A cobertura percentual fornece uma idéia da biomassa (HOLMES & WHITTON, 1991). A escala utilizada, foi obtida a partir daquela proposta em trabalhos anteriores sobre algas de águas correntes, como os desenvolvidos por HOLMES & WHITTON (1981), JOHANSON (1982), KAWECKA (1982), SHEATH & BURKHOLDER (1985), BIGGS & PRICE (1987) e ABOAL (1989). A combinação dos dois tipos de dados (frequência e cobertura percentual) foi baseada nos resultados dos trabalhos anteriores de NECCHI-

JUNIOR *et al.*(1991) e NECCHI-JUNIOR, (1992), que indicaram correspondência entre estas variáveis.

O valor de uma dada espécie, em uma determinada época, foi a média dos registros para a frequência e cobertura.

### 5.3– ÍNDICES BIOLÓGICOS

As variações longitudinais das comunidades de macroalgas foram avaliadas pela aplicação dos seguintes índices biológicos: saprobidade, diversidade e poluição relativa. Somente os táxons identificáveis em nível específico foram incorporados nestas análises, pois permitiram comparações entre as estações de coleta. As caracterizações das espécies, segundo sua tolerância à poluição orgânica (sapróbicas, saprófilas, sapróxenas ou saprófobas) seguiu o conceito de FJERDINGSTAD (1964, 1965) e foram baseadas nos próprios dados deste trabalho (ocorrência das espécies sob diferentes condições) bem como em informações de PASCOALOTO (1992) e NECCHI-JUNIOR *et al.*, (1994).

CÁLCULO DO ÍNDICE DE SAPROBIDADE (PANTLE & BUCK, 1955):

$$S = \frac{\sum(s * h)}{\sum h}$$

onde:

s= indicador do nível de saprobidade da espécie (1= saprófoba; 2= saproxena; 3= saprófila; 4= saprobiônica);

h= abundância da espécie indicadora (variável de 1 a 5);

Segundo os valores de S:

S= 1,0-1,5 ➤ poluição inexistente a fraca;

S= 1,6-2,5 ➤ poluição moderada;

S= 2,6-3,5 ➤ poluição forte;

S= 3,6-4,0 ➤ poluição muito forte;

A classificação das macroalgas quanto aos quatro níveis de saprobidade baseou-se em estudo ecológico na Bacia do Rio Preto (PASCOALOTO, 1992); nas informações de BERTUGA-CERQUEIRA, 2000 e também nos dados do próprio trabalho em estudo (para as espécies não reportadas nos demais).

#### CÁLCULO DA POLUIÇÃO RELATIVA (KNÖPP, 1955)

A poluição relativa considera a abundância das espécies indicadoras de poluição em relação à de todas as espécies e foi estimada através da seguinte equação:

$$Pr = \frac{\sum(p + \alpha)}{\sum(p + \alpha + \beta + \theta)}$$

onde:

p= polissapróbios (saprobionticos);

$\alpha$ =  $\alpha$ - mesossapróbios (saprófilos);

$\beta$ =  $\beta$ - mesossapróbios (sapróxenos);

$\theta$ = oligossapróbios (saprófobos);

Os índices de Shannon-Winer foram utilizados para avaliar a variação longitudinal e oscilação entre e dentro dos pontos de amostragem das macroalgas.

#### CÁLCULO DO ÍNDICE DE DIVERSIDADE SHANNON-WIENER (KREBS, 1989):

$$H' = -\sum(pi) (\log_e pi)$$

onde:

pi= proporção da espécie *i* na amostra da comunidade;

## 6. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foram feitos alguns testes estatísticos para as caracterizações das macroalgas e das variáveis físicas e químicas. As análises de componentes principais, canônica e teste de agrupamento.

O teste de componentes principais tem como principal objetivo, indicar a significância relativa de variáveis preditivas, eis que quando o número destas em um conjunto de dados é muito grande, podem surgir pela análise de regressão múltipla, coeficientes irracionais, dificultando uma acurada identificação da importância das variáveis. Trata-se, portanto, de um teste interpretativo, que consiste em examinar um grupo de  $p$  variáveis correlacionadas, transformando-as em outro conjunto de variáveis não correlacionadas e independentes, dispostas em combinações lineares e em ordem decrescente de importância através de índices designados de  $Z_p$ , de tal maneira que a variância  $var(Z_1) \geq$  variância  $var(Z_2) \geq$  variância  $(Z_3) \geq \dots \geq$  variância  $var(Z_p)$ . Os primeiros índices são chamados de Componentes Principais, devendo-se dar maior ênfase àqueles que descrevem cerca de 80% ou mais da variação assinalada pelos indicadores, os quais, em alguns casos, estão representados pelo primeiro e segundo componentes.

Uma análise de agrupamento é o termo usado para descrever um grupo de técnicas numéricas, as quais têm o propósito de dividir os objetos de estudo em grupos discretos. Este grupos são baseadas nas características dos objetos e das espécies. Usando o coeficiente r-Pearson e agrupando as espécies encontradas com as estações de coleta e a uma análise canônica, foi feito uma correlação entre as variáveis ambientais e as algas encontradas nas seis estações de coleta durante os meses de trabalho. Análise de cluster é o termo usado para descrever um conjunto de técnicas numéricas que tem o propósito de dividir os objetos de estudo em grupos discretos. Estes grupos são baseados nas

características dos objetos e espera-se que o agrupamento tenha alguma significância relacionada às questões perguntadas na pesquisa.

Análise de correspondência (CCA; Ter Braak, 1986,1987) é um método de análise de gradiente multivariado muito utilizado em ecologia. Ele é calculado usando a mesma forma de média da análise de correspondência. No entanto, para cada ciclo de processamento de médias, a regressão múltipla é feita dando pesos amostrais sobre as variáveis ambientais. Novos valores dos pontos são calculados baseando-se nesta regressão, e este processo é repetido continuamente até que haja uma estabilização destes pesos. Os eixos resultantes, refletem as dimensões da maior variabilidade dos dados das espécies que são oriundos de combinações lineares entre as variáveis ambientais e as espécies.



## 7 - RESULTADOS

### 7.1 - VARIÁVEIS AMBIENTAS

#### **Velocidade da correnteza, profundidade e largura do rio**

Durante o período de estudo, a estação 1 foi a que apresentou o menor valor de velocidade da correnteza, com menor valor de 0,26m/seg no mês de setembro e a estação 6 foi a que apresentou os maiores valores 1,45m/seg em julho. Já a profundidade variou de 10 a 70cm em todo o rio sendo a estação 1 a mais rasa, com no máximo 15 cm de profundidade e a estação 5 a mais profunda, com 70 cm.

O rio do Monjolinho apresentou variação na sua largura ao longo do período de amostragem, variando de 18cm (agosto na estação 1) a 20m (estação 3). Os valores referentes à velocidade da correnteza, profundidade e largura do rio estão contidos na tabela 3 do anexo 2.

### Estrutura térmica

A temperatura da água sofreu uma variação elevada durante o período de estudo (Fig. 8). De uma maneira geral, na estação 1 foram registradas as temperaturas mais baixas (16,3°C), enquanto na estação 3, foram registradas as mais altas (24,4°C). Isto se deve, provavelmente, à mata ciliar sombreando as águas correntes do trecho anterior à estação 1 e também à variação diurna da temperatura tendo em vista que a última estação amostrada era a estação 3.

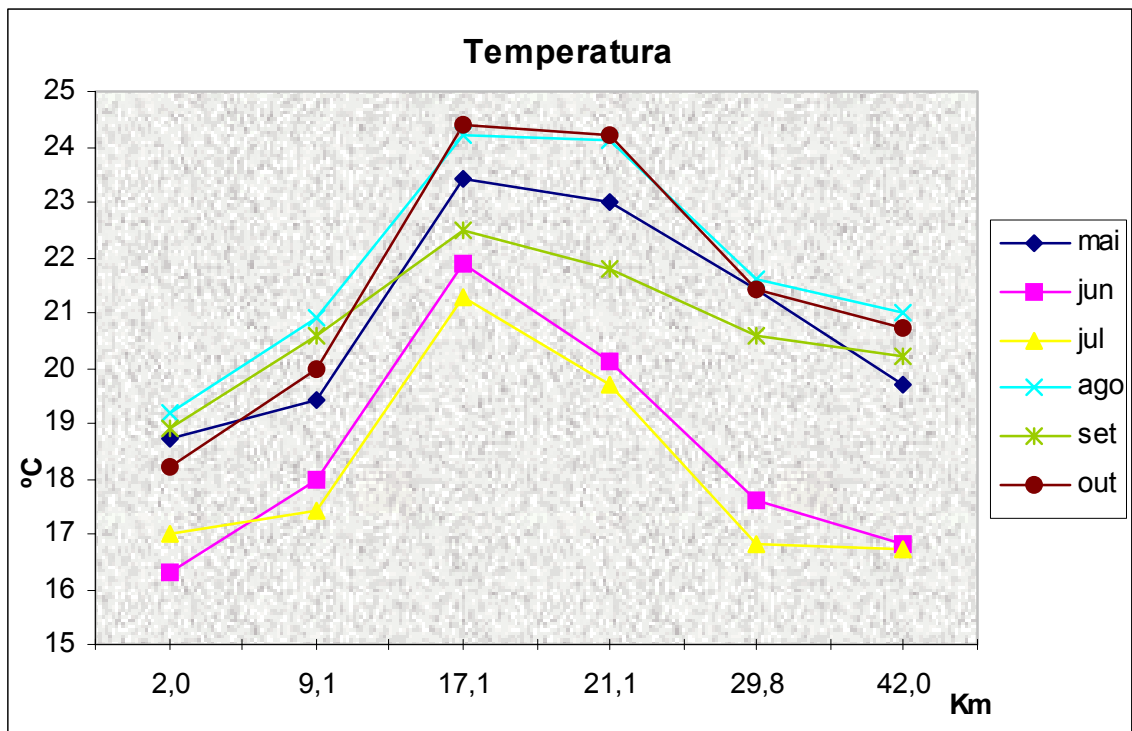


Figura 8- Variação longitudinal da temperatura da água no rio do Monjolinho.

### Variação de pH e condutividade

O pH da água foi levemente ácido durante todo o período de estudo, com um valor médio de 6,7 (Fig. 9). A estação com valores mais baixos de pH foi a 1 (5,4), e a estação com maiores valores foi a 3 (7,4).

A condutividade elétrica da água foi alta, em média de 110,0 $\mu$ S/cm, sendo observados os maiores valores na estação 3, onde foi sempre alta a concentração de amônio (Fig. 10).

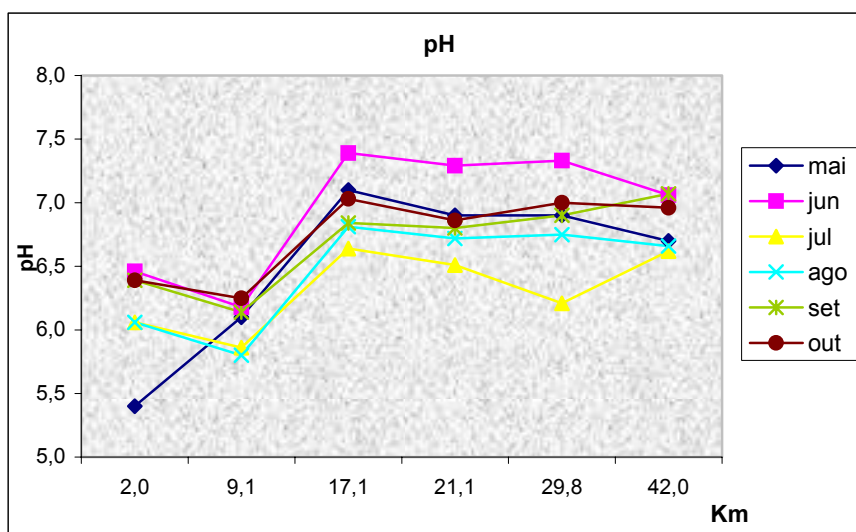


Figura 9- Variação longitudinal do pH da água para o rio do Monjolinho.

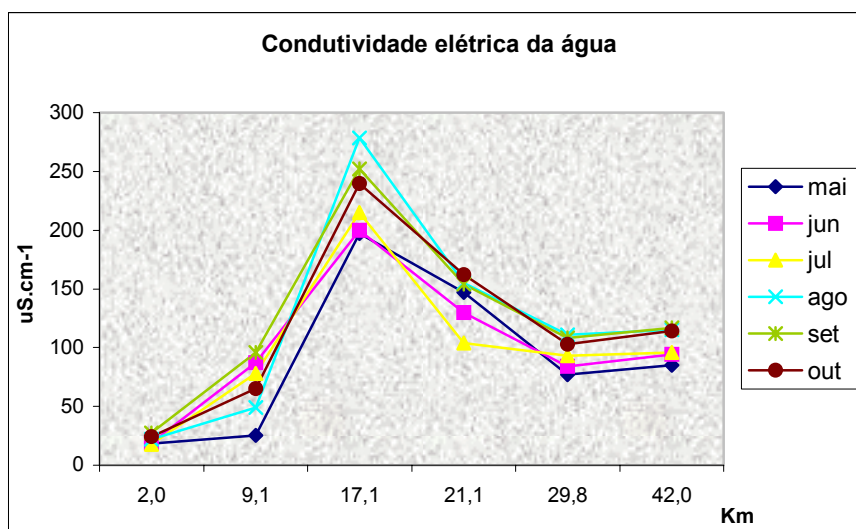


Figura 10- Variação longitudinal dos valores de condutividade da água para o rio do Monjolinho.

### Variação de oxigênio dissolvido (O.D), demanda bioquímica de oxigênio (D.B.O) e demanda química de oxigênio (D.Q.O)

Durante o período estudado, , em média, o menor valor de oxigênio dissolvido foi detectado na estação 3 do rio do Monjolinho ( $1,9\text{mgO}_2/\text{l}$ ), e a maior média foi para a estação 6 ( $6,3\text{ mgO}_2/\text{l}$ ). Os valores de O.D provavelmente foram influenciados pelo lançamento de esgotos domésticos ou industriais. Foi observado, durante o estudo, que as estações 3 e 4 apresentaram as menores médias de O.D ( $1,9\text{mgO}_2/\text{l}$  e  $2,1\text{mgO}_2/\text{l}$  respectivamente) provavelmente devido ao lançamento de esgoto *in natura* na estação 3, conseqüentemente afetando o ponto 4. (Fig. 11).

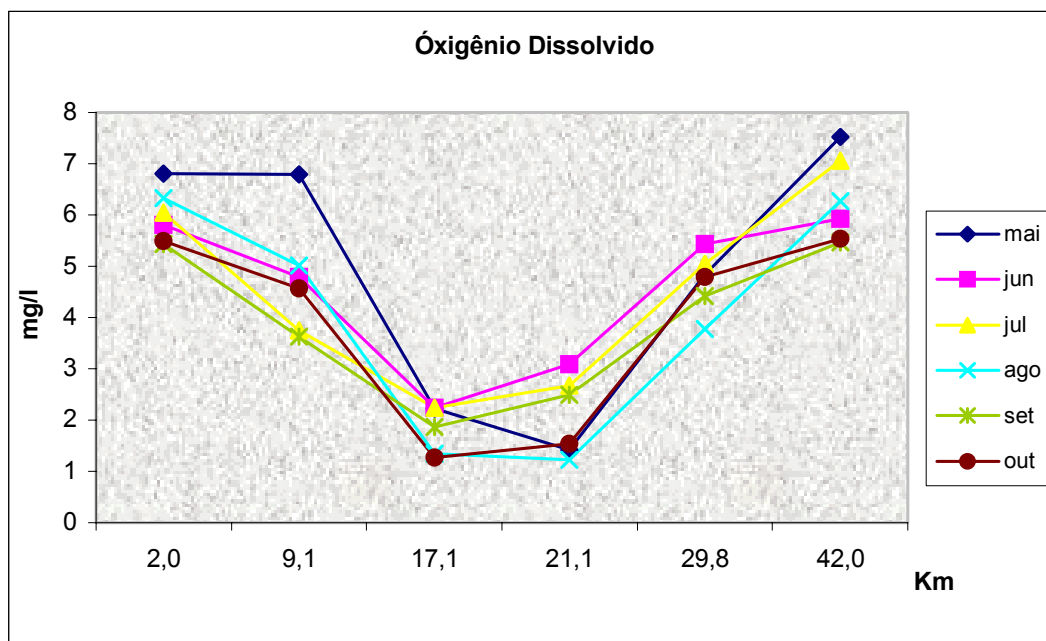


Figura 11- Variação longitudinal das concentrações de oxigênio dissolvido do rio do Monjolinho.

Os valores de D.B.O sempre foram baixos na estação 1, com menor valor em outubro,  $0,3\text{mg/l}$ . Os valores mais altos de D.B.O foram obtidos sempre na estação 3, com valor máximo de  $197,9\text{mg/l}$  em setembro, devido ao grande aporte de esgoto, nesta região. (Fig. 12).

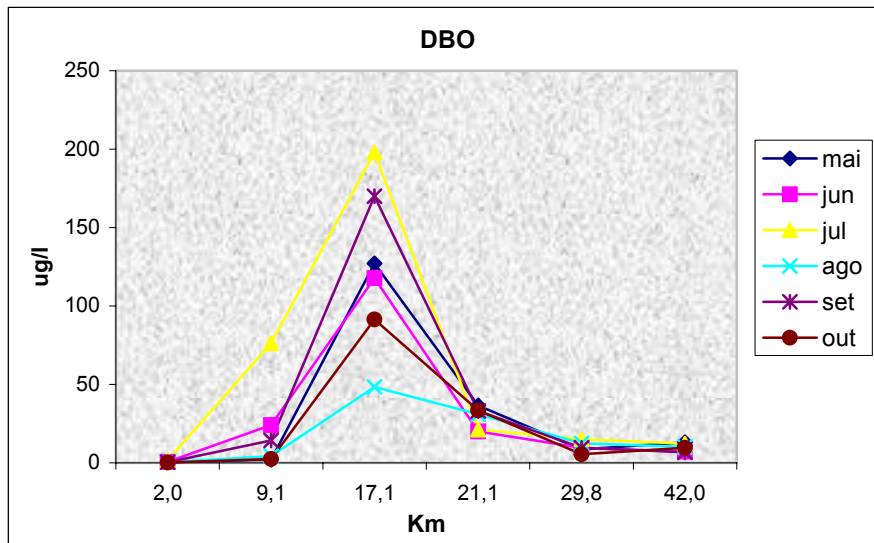


Figura 12- Variação longitudinal dos valores de DBO do rio do Monjolinho.

Com relação à D.Q.O, os valores variaram de não detectados, na estação 1, em maio, até 334mg/l na estação 3, em agosto. Como observado para a D.B.O, os menores valores de D.Q.O foram registrados na estação 1 e os maiores na estação 3 (Fig.13).

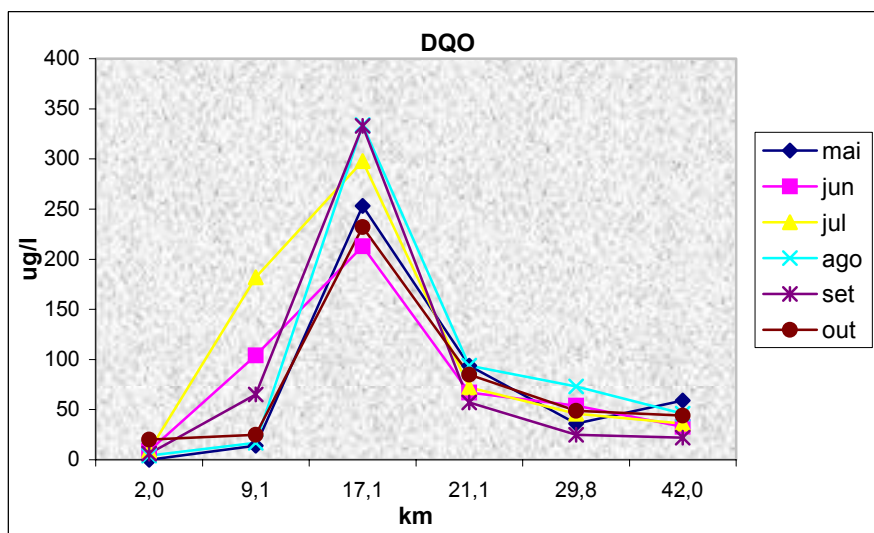


Figura 13- Variação longitudinal dos valores de DQO do rio do Monjolinho.

### Variação do material em suspensão total (M.S.), fração de matéria orgânica (M.O) e fração de matéria inorgânica (M.I)

A quantidade de material em suspensão foi alta variando de 4,5 a 109,3 mg/l durante todo o período amostrado, sendo que a fração orgânica (2,3-126,0mg/l) foi sempre mais elevada que a fração inorgânica (0,3-85,0mg/l), com a maior carga orgânica sendo registrada na estação 3. (Fig.14, 15 e 16).

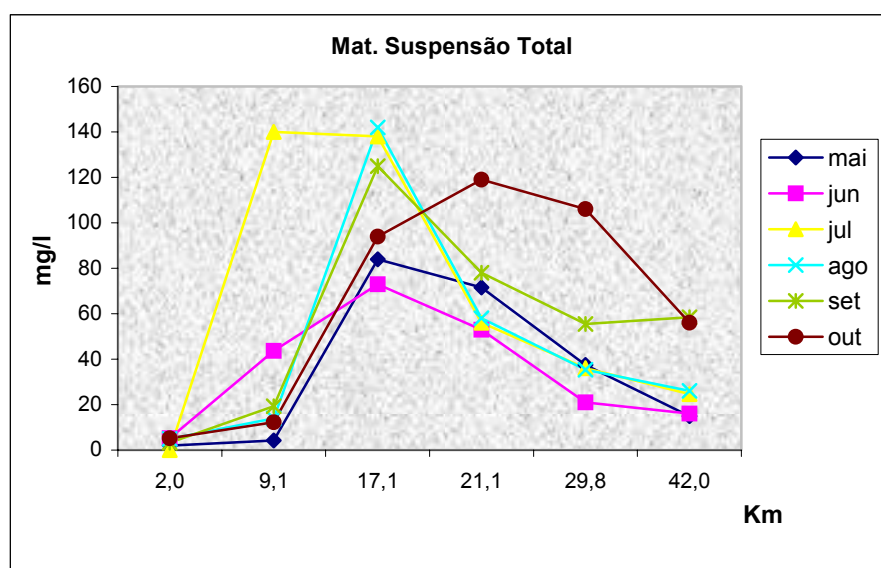


Figura 14- Variação longitudinal dos valores de Material em Suspensão Total, para águas do rio do Monjolinho.

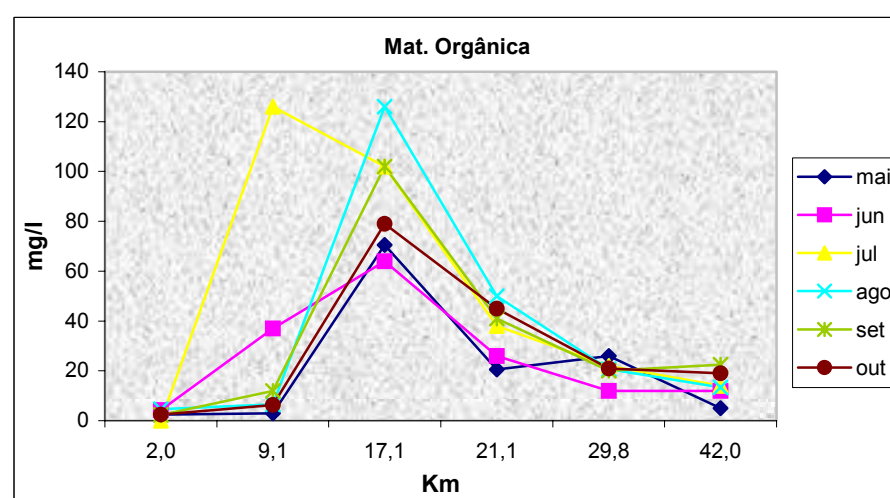


Figura 15- Variação longitudinal das concentrações da fração orgânica do material em suspensão do rio do Monjolinho.

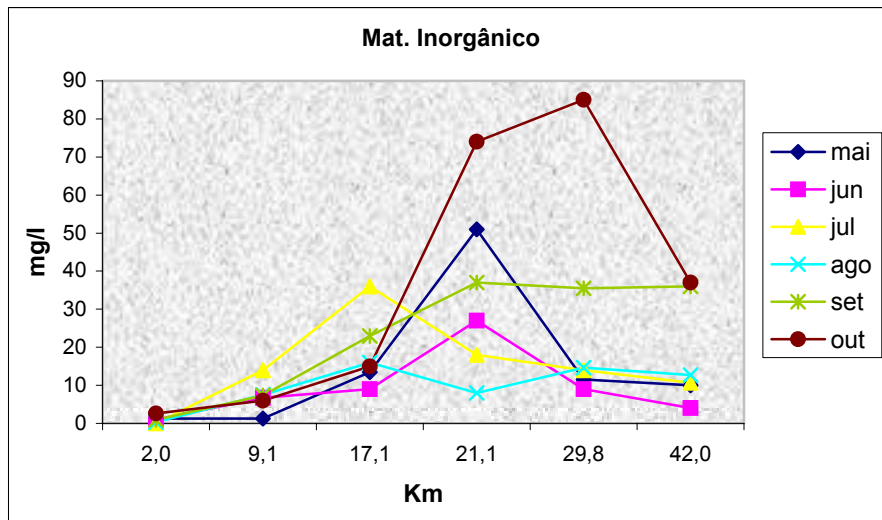


Figura 16- Variação longitudinal das concentrações da fração inorgânica do material em suspensão, para as águas do rio do Monjolinho.

### Turbidez

Os valores de turbidez, como o de material em suspensão total, foram maiores para a estação 3 de amostragem, atingindo um pico de 235,8 NTU 100 ml<sup>-1</sup>, no mês de agosto (fig. 17).

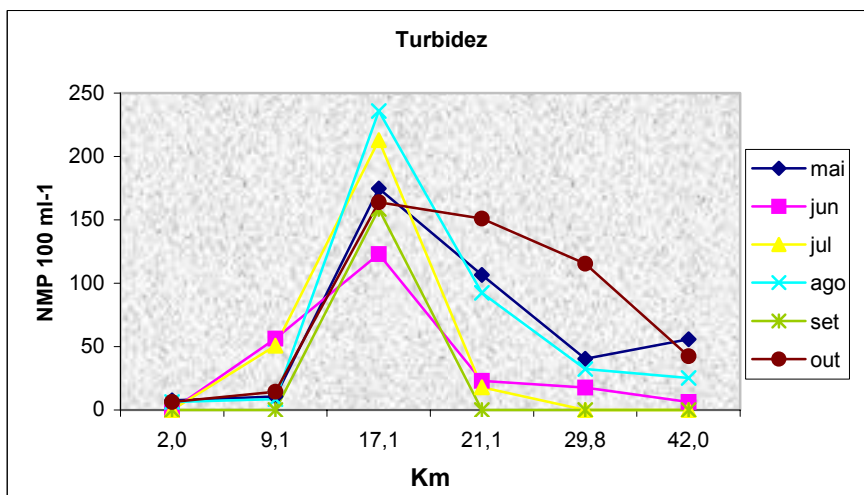


Figura 17- Variação longitudinal das concentrações da fração inorgânica do material em suspensão, para as águas do rio do Monjolinho.

### Variação da concentração de nutrientes

Para o fósforo, o que se observou durante o período estudado foi que a estação 1 apresentou as menores concentrações de fósforo total ( $19,7-67,0\mu\text{gPT/l}$ ), fósforo inorgânico ( $0,6-7,4\mu\text{gPI/l}$ ) e fósforo total dissolvido ( $4,1-11,1\mu\text{gPTD/l}$ ), enquanto a estação 3 apresentou as maiores concentrações ( $3.035-5.528\mu\text{gPT/l}$  para fósforo total,  $1.299-2.475\mu\text{gPI/l}$  para fósforo inorgânico e  $1.735-2.995\mu\text{gPTD/l}$  para fósforo total dissolvido). Este aumento na concentração nas formas de fósforo foi devido, principalmente, aos lançamentos de esgotos que são ricos em matéria orgânicas e detergentes de uso doméstico e industrial, que são fontes de altos teores de fósforo. Após cessar o despejo do esgoto (E 4-6) nota-se a recuperação da água com a diminuição dos valores para estes nutrientes.. (Fig. 18, 19 e 20).

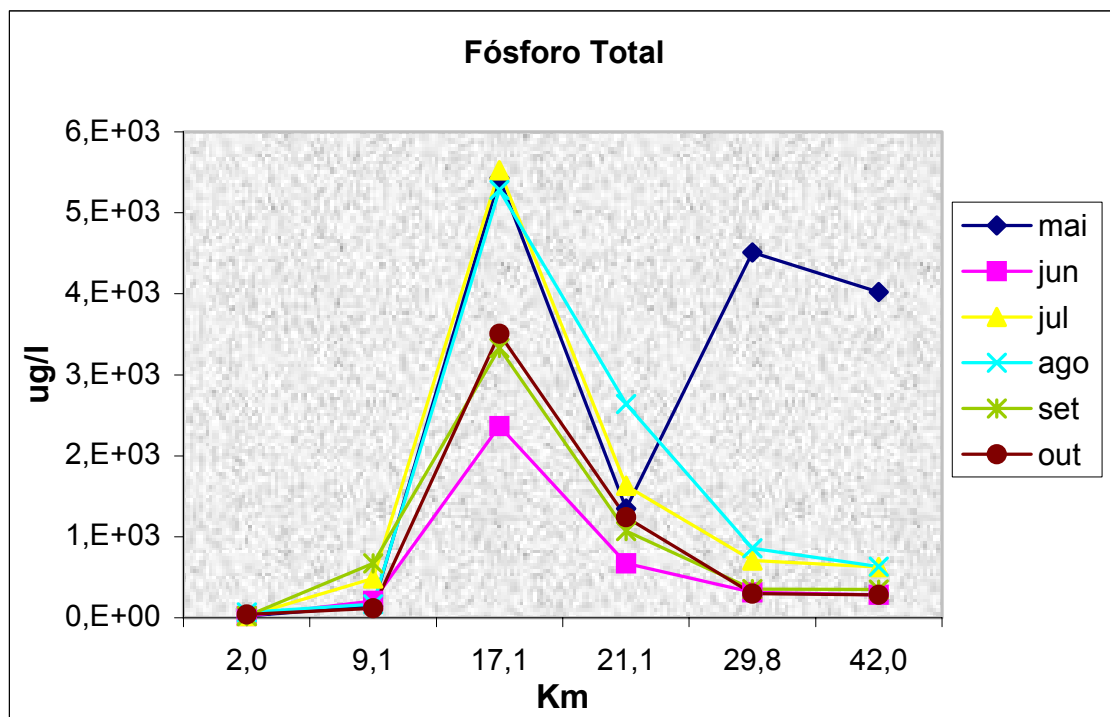


Figura 18- Variação longitudinal das concentrações de Fósforo Total, para as águas do rio do Monjolinho



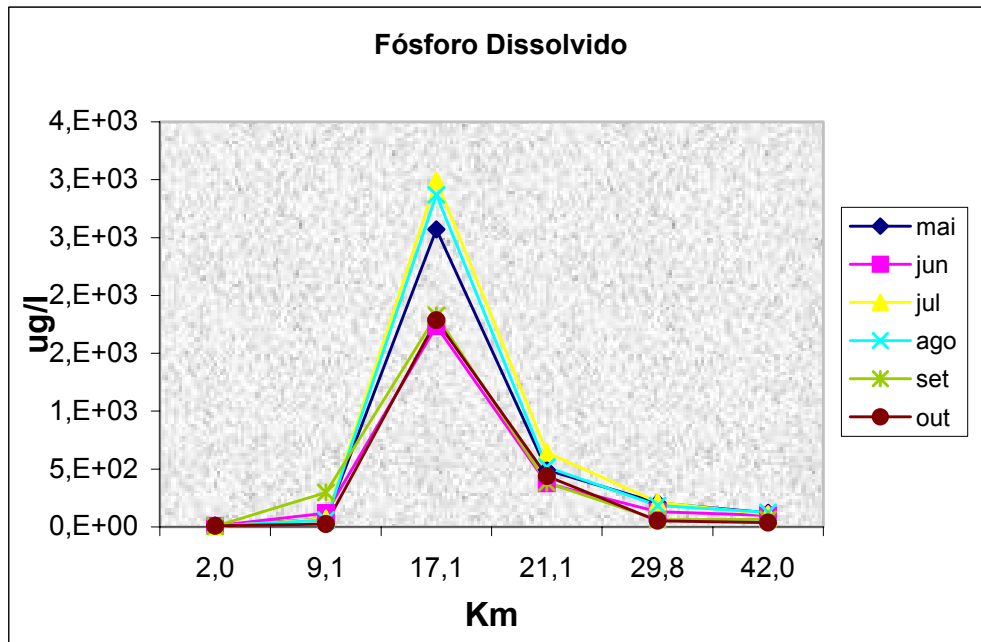


Figura 19- Variação longitudinal das concentrações de fósforo dissolvido, para as águas do rio do Monjolinho

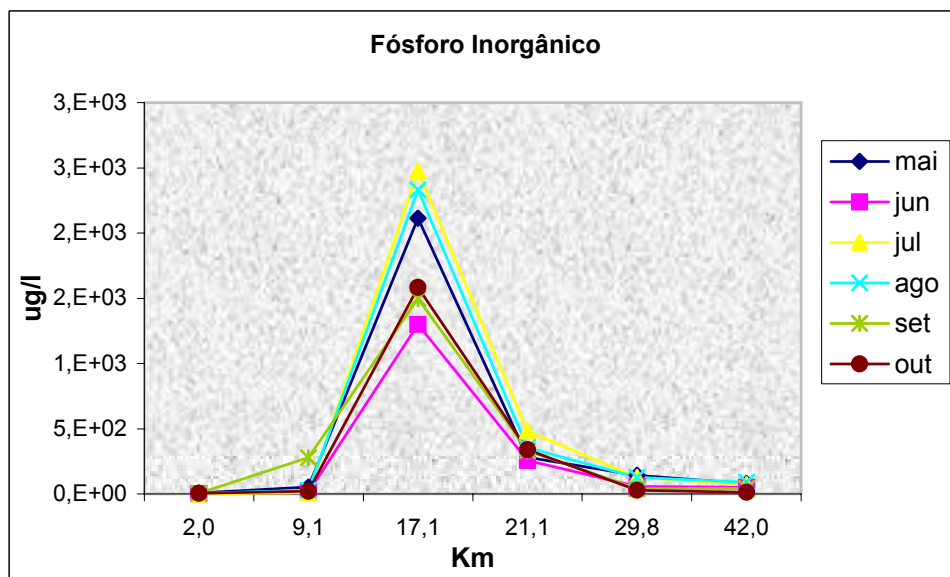


Figura 20- Variação longitudinal das concentrações fósforo inorgânico, para as águas do rio do Monjolinho

Com relação às formas de nitrogênio, verificou-se que durante o estudo as menores concentrações de nitrogênio total ( $371,5-811,8\mu\text{gNT/l}$ ), nitrito ( $0,8-2,3\mu\text{gN-NO}_2/\text{l}$ ) e do íon amônio ( $27,5-59,0\mu\text{gN-NH}_4/\text{l}$ ) também foram encontrados para estação 1. Por outro lado, de uma maneira geral, os menores valores de nitrato ocorreram na estação 6 ( $49,3-280,3\mu\text{gN-NO}_3/\text{l}$ ). Já as maiores concentrações de nitrogênio total ( $8.359-12.982\mu\text{gNT/l}$ ), nitrito ( $21,1-167,9\mu\text{gN-NO}_2/\text{l}$ ), e do íon amônio ( $3.591-8.601\mu\text{gN-NH}_4/\text{l}$ ) foram observadas na estação 3 e para nitrato ( $377,9-531,7\mu\text{gN-NO}_3/\text{l}$ ) na estação 1. Verificou-se então que o aumento na concentração de nitrogênio total, nitrito e íon amônio, no rio do Monjolinho, após a estação 1 (nascente), mais uma vez foi devido ao lançamento de efluentes domésticos e industriais nas suas águas. (Fig. 21, 22, 23 e 24).

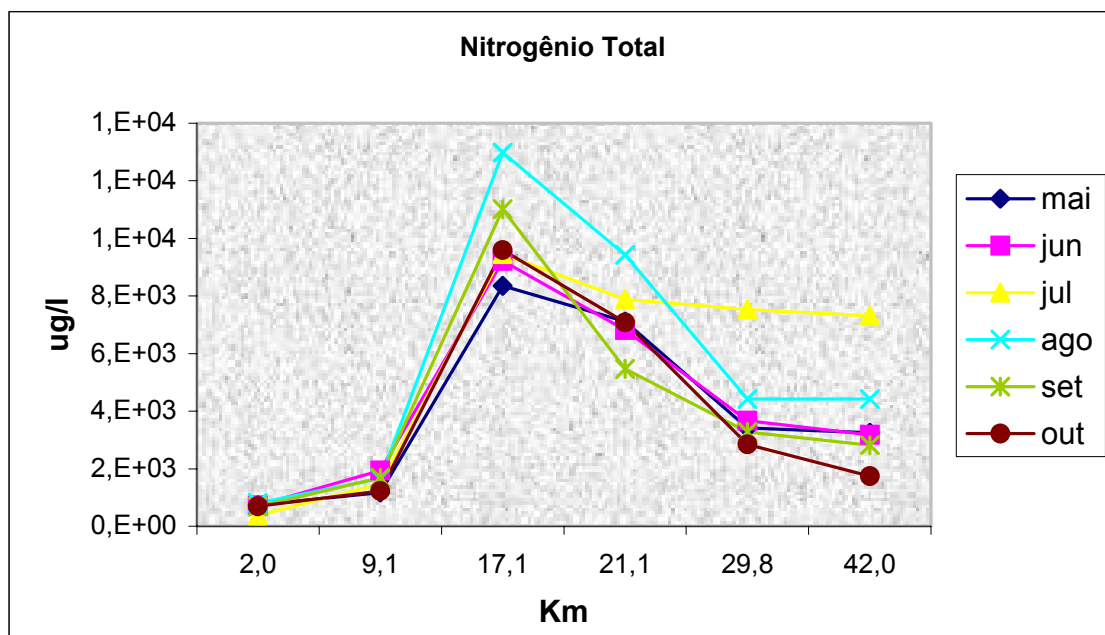


Figura 21- Variação longitudinal das concentrações Nitrogênio, para as águas do rio do Monjolinho

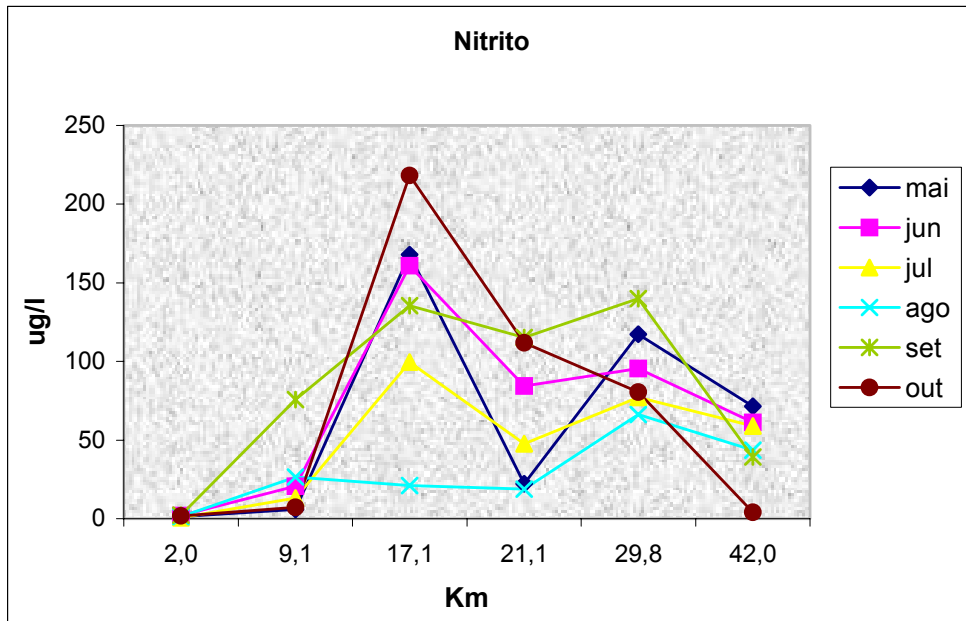


Figura 22- Variação longitudinal das concentrações do nitrito, para as águas do rio do Monjolinho.

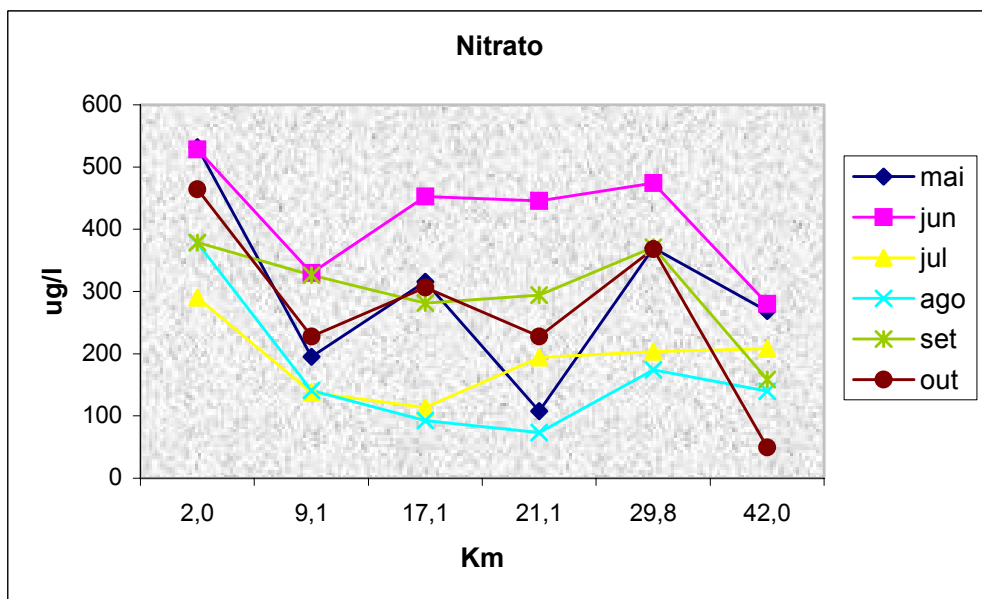


Figura 23- Variação longitudinal das concentrações de Nitrato, para as águas do rio do Monjolinho.

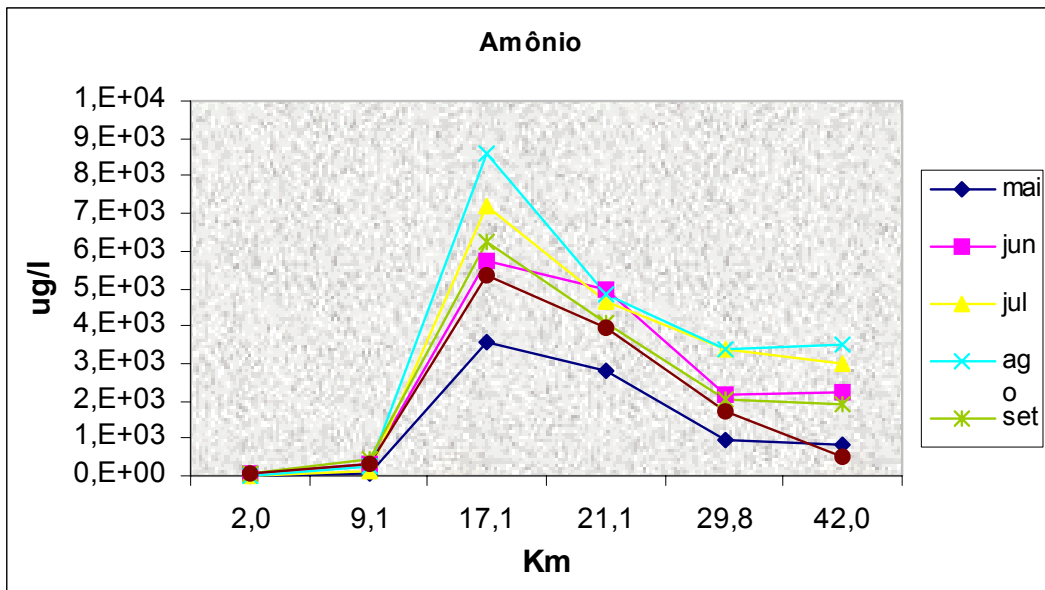


Figura 24- Variação longitudinal das concentrações do íon Amônio, para as águas do rio do Monjolinho

7.2 – A COMPOSIÇÃO TAXONOMICA DA COMUNIDADE DE MACROALGAS DO RIO DO MONJOLINHO.

Durante todo o período amostrado, foram registrados um total de 16 taxóns como apresentados a seguir (Figuras no Anexo 1):

Xanthophyceae

Vaucheriales

*Vaucheria geminata* (Vaucher) Fig. 28

Rodophyceae

Compsopogonales

*Compsopogon coeruleus* (Balb) Mont. Fig. 26-27

Nemalionales

Batrachospermaceae

*Chantransia* Fig. 31

Chlorophyceae

Ulothricophyceae

Chaetophorales

*Schisomeris leibleinii* Kütz. Fig. 38-39

Klebsormidiophyceae

Klebsormidiales

*Klebsormidium subtile* (Kützing) Heering Fig. 29-30

Chaetophorales

*Stigeoclonium amoenum* Fig. 35-36

---

*S. helveticum* Vischer Fig. 31-32

Zygnematophyceae

Zygnematales

*Spirogyra* sp. Fig. 37

Cyanophyceae

Oscillatoriales

Oscillatoriaceae

*Blennothrix brebissonii* (Kütz. ex. Gom.) Anag. & Kom. Fig. 40-47

*Oscillatoria* sp. Fig. 54-56

Phormidiaceae

*Phormidium favosum* Gom. Fig 57

*P. retzii* Gom Fig. 58-59

*P. uncinatum* (Ag.) Gom. Fig. 50-51

*P. inundatum* Kütz. ex. Gom. Fig. 60-63

*Gleithlerinema amphibium* (Ag. ex. Gom.) Anag. Fig 52-53

*G. splendidum* Anag. Fig 48-49

## DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ESPÉCIES

As algas encontradas durante todo o período estudado tiveram a seguinte distribuição nas estações de coleta:

Distribuição das algas nas 6 estações de coleta:

	E1					E2					E3					E4					E5					E6										
	M	J	J	A	S	O	M	J	J	A	S	O	M	J	J	A	S	O	M	J	J	A	S	O	M	J	J	A	S	O	M	J	J	A	S	O
<i>Vaucheria geminata</i>	*	*	*								*								*	*				*												
<i>Spirogyra sp.</i>						*																												*		
<i>Chantransia</i>							*																											*		
<i>Stigeoclonium helveticum</i>								*	*		*	*		*		*	*	*	*		*		*	*							*	*	*	*		
<i>S. amoenum</i>								*		*											*		*	*					*	*			*	*		
<i>Schysomeris leibleinii</i>									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					*	*			*	*				
<i>Blenothrix brebissonii</i>									*	*		*									*	*														
<i>Klebsormidium subtile</i>											*										*	*														
<i>Compsopogum coeruleus</i>																													*							
<i>Phormidium retzii</i>																	*											*								
<i>P. uncinatum</i>								*	*																											
<i>P. inundatum</i>											*	*	*	*				*																		
<i>P. favosum</i>																															*					
<i>Geithlerinema amphibium</i>						*						*		*	*	*	*					*														
<i>G. splendidum</i>														*	*	*	*																			
<i>Oscillatoria sp</i>											*		*	*																						

Os resultados indicam que a maioria das espécies teve uma distribuição restrita a algumas estações de coleta. *Vaucheria geminata*, *Schysomeris leibleinii* e *Stigeoclonium helveticum* foram as que tiveram a distribuição mais ampla, ocorrendo em 3 estações diferentes e *Geithlerinema amphybium*, ocorrendo em 4 estações. *Oscillatoria sp* foi encontrada em somente duas estações (E3, E4), mas mesmo assim não foi possível sua identificação precisa.

Quanto à frequência de ocorrência das espécies, ou a constância de espécies (Índice de DAJOZ, LOBO & LEIGHTON, 1986) *Schysomeris leibleinii* foi o que apresentou a maior frequência 33,3%, seguido por *Stigeoclonium helveticum* com 30.5% e *Vaucheria geminata* com 27.7%; na faixa de 1- 10%, onde as espécies são consideradas acidentais ou raras, ficaram todas as outras espécies encontradas. (Tabela 16 - ANEXO 2).

Na tabela 2, são apresentados os diferentes tipos de habitat onde os táxons foram encontrados. Quase todos os táxons foram encontrados presos a um substrato rochoso do fundo do rio.

Tabela 2- Ocorrência das espécies nas diferentes estações de coleta.

	E1 Areia	E2 Argila e Rochas	E3 Rocha	E4 Argila e Rochas	E5 Argila	E6 Argila e Rochas
<i>Vaucheria geminata</i>	■	■				■
<i>Chantransia</i>		■				■
<i>Schysomeris leibleinnii</i>		■	■	■		■
<i>Stigeoclonium amoenum</i>		■		■		■
<i>S. helveticum</i>		■		■		■
<i>Spyrogira sp.</i>	■					■
<i>Klebsormidium subtile</i>			■			
<i>Compsopogum coeruleus</i>						■
<i>Oscillatoria sp.</i>			■	■		
<i>Geitlerinema amphibium</i>		■	■	■	■	
<i>G. splendidum</i>				■		
<i>Blenothryx brebissonii</i>			■			
<i>Phormidium uncinatum</i>		■				
<i>P. inundatum</i>			■			
<i>P. retzii</i>				■		
<i>P. favosum</i>						■

### 7.3 – REGISTRO DE OCORRÊNCIA E OBSERVAÇÕES ÀS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DOS CORPOS D'ÁGUA.

Todas as algas encontradas no rio do Monjolinho são o resultado de primeira citação para este rio; mas nem todas elas se constituem novas citações para o Brasil e nem para a região de São Carlos. Estas algas são de ampla distribuição pelos rios do Brasil e algumas para rios de outros continentes. Entretanto, *Phormidium favosum*, *P. inundatum* e *P. uncinatum*, são primeira citação para o Brasil.

A seguir, relaciona-se algumas ocorrências das algas encontradas para o rio do Monjolinho em outros rios do Brasil e/ou outros continentes. Para algumas espécies



também foram encontrados outros dados dos habitats onde estas ocorreram, permitindo fazer uma primeira comparação da amplitude de algumas variáveis físicas e químicas que cada espécie tolera.

### 1. *Chantransia* (estágio “*Batrachospermum*”)

Ocorrência para o rio do Monjolinho, São Carlos, SP:  
Estações: 2 e 6

	Monjolinho	Rio Bonito	Est. São Paulo
Temp.°C	19.2-19.4	18-24.8	16-26
pH	6.1-6.8	6.1-6.7	6.5-7.5
Cond. µEs/cm	66.8-103.6	26-65	28-180
O <sub>2</sub> mg/l	4.8-6.3	5.9-8.1	2.0-8.0
DBO µg/l	9.8-20.6	0.18-15.8	
DQO µg/l	40.0-67.8		
Alcal. mg/l/l			26.7

Distribuição no Brasil:

#### ❖ Estado de São Paulo

##### ➤ Região São José do Rio Preto

- rio Preto, rio Borá, rio São José dos Dourados, Bacia do rio Preto.
  - Necchi-Jr. & Branco, 1992
  - Necchi-Jr, 1993
  - Necchi-Jr & Pascoaloto, 1993
  - Necchi-Jr, Pascoaloto & Branco, 1994
  - Branco & Necchi-Jr, 1998

##### ➤ Região de São Carlos

- rio Bonito – Descalvado
  - Bertuga-Cerqueira, 2000

#### ❖ Rio de Janeiro

##### ➤ Rio de Janeiro

- Niterói, ribeirão do Canto Itaipú; rio Bonito; rio Paraíba
  - Necchi-Jr & Zucchi, 1995.

## 2. *Compsopogum coeruleus*

Ocorrência para o rio do Monjolinho, São Carlos, SP.

Estação: 6

	Monjolinho	Est. S.Paulo	EUA	México	Caribe	África
Temp.°C	19.2	16.6-28.4	13-26	17-22	17-26	19.5-28.5
pH	6.8	6-7.9	6.0-8.3	7.5-8.3	7.6-8.4	6.5-8.15
Cond. µEs/cm	103.6	28-179	12-830	50-1710	130-1250	
O <sub>2</sub> mg/l	6.3	2.0-8.0				
DBO µg/l	9.8	1.5-2.4				
DQO µg/l	40.0					
O <sub>2</sub> % sat		32-62				

Distribuição no Brasil:

- ❖ Espírito Santo
  - Oliveira e Pereira, 1973
- ❖ Rio de Janeiro
  - Rio de Janeiro
    - Lagoa Marapendi; Angra dos Reis, Ilha Grande; Itatiaia; Mendes, fazenda Serra do Mar.
      - Pedrini e Silveira, 1985
      - Pedrini *et al*, 1997
      - Necchi Jr. & Dip, 1992
- ❖ São Paulo
  - Região de São José do Rio Preto
    - Noroeste do estado, bacia do rio Preto, córrego da Piedade, rio Preto, rio São José dos Dourados.
    - Nordeste do estado, rio Preto, rio Borá, rio São José dos Dourados, Bacia do rio Preto.
      - Necchi-Jr. & Branco, 1992
      - Necchi-Jr, 1993.
      - Necchi-Jr & Pascoaloto, 1993.
      - Necchi-Jr, Branco, 1994.
      - Necchi-Jr & Dip, 1992.
      - Necchi-Jr, Branco & Dip, 1994.
      - Necchi-Jr, Pascoaloto & Branco, 1994
      - Necchi-Jr. *et al*. 1995.
      - Necchi-Jr, Pascoaloto, Branco & Branco, 1997.
      - Branco & Necchi-Jr, 1998.

Distribuição em outros países:

- ❖ Estados Unidos
  - Virginia, Texas, Flórida

- Vis, Sheat & Cole, 1992
- ❖ México e Porto Rico
  - Vis, Sheat & Cole, 1992
- ❖ Ilhas do Caribe
  - República Dominicana, Ilha Granada, Jamaica, Barbados, Ilha de Santa Lúcia, Martinica.
    - Vis, Sheat & Cole, 1992
- ❖ África
  - Ilhas Maurício
    - Bourrely & Couté, 1986

### 3. *Klebsormidium subtile*

Ocorrência par o rio do Monjolinho, São Carlos, SP:  
Estação: 3

	Monjolinho	Rio Bonito	Est. São Paulo
Temp.°C	23.0	19.4-20.9	24-25.3
pH	7.0	6.4-6.6	5.2
Cond. µEs/cm	230	24.7-26	8-18
O <sub>2</sub> mg/l	1.9	6.0-6.9	3.27
DBO µg/l	125.4	0.18-1.64	0.55-82
DQO µg/l	277.2		
Alcal. mg/l			5.46-26.7
O <sub>2</sub> %sat.			39.4

Distribuição no Brasil:

- ❖ Estado de São Paulo
  - Região São José do Rio Preto
    - Nordeste do estado, rio Preto.
      - Necchi, Jr., 1992, Necchi-Jr. & Branco, 1992
  - Região de São Carlos
    - Rio Bonito, Descalvado
      - Bertuga-Cerqueira, 2000

#### 4. *Stigeoclonium amoenum*

Ocorrência para o rio do Monjolinho, São Carlos, SP:  
Estações: 2, 3, 4 e 6

	Monjolinho	Est. São Paulo
Temp.°C	19.2-23	16-26
pH	6.1-7	6.5-7.5
Cond. µEs/cm	66.8-230.0	28-180
O <sub>2</sub> mg/l	1.9-6.3	2.0-8.0
DBO µg/l	9.8-125.4	
DQO µg/l	40.0-277.2	
Alcal. mg/l		26.7

- ❖ Estado do Rio de Janeiro
  - Araruma, rio Bacaxá
    - Dias, 1985.

#### 5. *Stigeoclonium helveticum*

Ocorrência para o rio do Monjolinho, São Carlos, SP:  
Estações: 2, 4 e 6

	Monjolinho	Rio Bonito	Est. São Paulo	Mata Atlântica
Temp.°C	19.2-22.2	16.5-24.2	16-28	14.3-18
pH	6.1-6.8	6.2-6.7	6.2-7.5	6.5-7.4
Cond. µEs/cm	66.8-142	51.6-199.6	28-269	13.1-213
O <sub>2</sub> mg/l	2.1-6.3	0.65-6.9	2.0-8.0	
DBO µg/l	9.8-29.2	3.8-82	1.5-41.5	
DQO µg/l	40.0-78.2		0.8-3.7	
Alcal. mg/l			26.7	
O <sub>2</sub> %sat.			56.6-65	56-75

Distribuição no Brasil:

- ❖ Estado de São Paulo
  - Região São José do Rio Preto
    - Nordeste do estado, rio Preto, rio Borá, rio São José dos Dourados, Bacia do rio Preto.
      - Necchi-Jr. & Branco, 1992
      - Necchi-Jr, 1993
      - Necchi-Jr & Pascoaloto, 1993
      - Necchi-Jr, Branco & Dip, 1994
      - Necchi-Jr, Pascoaloto & Branco, 1994

- Necchi-Jr. *et al.* 1995
- Necchi-Jr, Pascoaloto, Branco & Branco, 1997
- Branco & Necchi-Jr, 1998

- Litoral
  - Floresta Atlântica
    - Branco & Necchi-Jr., 1996
- Região São Carlos
  - Rio Bonito, Descalvado
    - Bertuga-Cerqueira, 2000

### 6. *Schysomeris leibleinii*

Ocorrência para o rio do Monjolinho, São Carlos, SP:

Estações: 2, 3, 4 e 6

	Monjolinho	Rio Bonito	Est. São Paulo
Temp.°C	19.2-23	16.5-24.2	16-28
pH	6.1-7	6.2-6.7	6.5-7.5
Cond. µEs/cm	66.8-230	51.6-199.6	28-269
O <sub>2</sub> mg/l	1.9-6.3	0.65-6.2	2.0-8.0
DBO µg/l	9.8-125.4	5.3-82	1.6-41.5
DQO µg/l	40.0-277.2		1.6-3.7
Alcal. mg/l			
O <sub>2</sub> % sat.			54.9

Distribuição no Brasil:

#### ❖ Estado de São Paulo

- Região São José do Rio Preto
  - Noroeste do estado, rio Preto, Bacia do rio Preto, rio São José dos Dourados.
    - Necchi-Jr & Pascoaloto, 1993
    - Necchi-Jr. *et al.* 1995
    - Necchi-Jr, Branco & Dip, 1994
    - Necchi-Jr, Pascoaloto & Branco, 1994
    - Branco & Necchi-Jr, 1998

- Região São Carlos
  - Descalvado, rio Bonito
    - Bertuga-Cerqueira, 2000

#### ❖ Estado do Rio de Janeiro

- Araruma, rio Bacaxá; reserva Ecológica de poço das Antas.
  - Dias, 1985
  - Dias e Bicudo, 2001

### 7. *Spyrogira* sp.

Ocorrência para o rio do Monjolinho, São Carlos, SP:  
Estações: 1

	Monjolinho	Rio Bonito	Est. São Paulo	Mata atlântica	R G do Sul
Temp.°C	18.1	18-24.8	16-28	15.9-19.8	16
pH	6.13	6.1-6.7	6.5-7.5	6.4-7.1	6.8
Cond. µEs/cm	21.5	26-65	28-133	41.8-657	30
O <sub>2</sub> mg/l	6.0	5.9-8.1	2.0-8.0		9.9
DBO µg/l	0.6	0.18-15.8			
DQO µg/l	8.0				
Alcal. mg/l/l					
O <sub>2</sub> %sat.				27-76	

Distribuição no Brasil:

- ❖ Rio Grande do Sul
  - Charqueadas
    - Açude passo Setembro.
      - Rosa *et al.* 1987
- ❖ Estado de São Paulo
  - Litoral
    - Floresta Atlântica
      - Branco & Necchi-Jr., 1996
  - Região São José do Rio Preto
    - Bacia do rio Preto
      - Necchi-Jr, Pascoaloto & Branco, 1994

#### 8. *Vaucheria geminata*

Ocorrência para o rio do Monjolinho, São Carlos, SP:  
Estações: 1, 2, 4 e 6

	Monjolinho	Est. São Paulo
Temp.°C	19.2-22.2	16.6-22.7
pH	6.1-6.8	6.2-6.7
Cond. µEs/cm	21.5-142	50-99
O <sub>2</sub> mg/l	2.1-6.3	0.98-6.9
DBO µg/l	0.6-29.2	2.3-8.0
DQO µg/l	8.0-78.2	
Alcal. mg/l/l		

Distribuição no Brasil:

- ❖ Estado de São Paulo
  - Região São Carlos
    - Bertuga-Cerqueira, 2000

Distribuição no Chile:

- ❖ Concepcion
  - Esteros Los Batros
    - Perreira & Parra,

### 9. *Blenothrix brebissonii*

Ocorrência para o rio do Monjolinho, São Carlos, SP:  
Estações: 3 e 6

	Monjolinho
Temp.°C	19.2-23
pH	6.1-7
Cond. µEs/cm	103.6-230.4
O <sub>2</sub> mg/l	1.9-6.3
DBO µg/l	9.8-125.4
DQO µg/l	40.0-277.2
Alcal. mg/l	

### 10. *Geithlerinema amphybium*

Ocorrência para o rio do Monjolinho, São Carlos, SP:  
Estações: 2, 3, 4 e 5

	Monjolinho	Est. São Paulo	Rio de Janeiro	Distrito Federal	África
Temp.°C	19.4-23	18-24.8		26	
pH	6.1-7	6.1-6.7	7.34	6.4	
Cond. µEs/cm	66.8-230.4	26-65	28-180	10	
O <sub>2</sub> mg/l	1.9-4.8	5.9-8.1	2.0-8.0	7.5	
DBO µg/l	10.2-125.4	0.18-15.8			
DQO µg/l	47.2-277.2				
Alcal. mg/l			0.32		0.32
Salinidade %			5-8		

Distribuição no Brasil:

- ❖ Estado do Rio de Janeiro
  - Rio de Janeiro
  - Macaé
    - Lagoa Emboassica, lagoa Cabiúnas

- Fernandes, 1998
  - Melo, Suzuki, 1998.
  - Huszar et al. 1989
  - Melo & Suzuki 1998
  - 
  - Quinta da Boa Vista
    - Peixoto e Huszar, 1983.
- ❖ Distrito Federal
- Brasília
    - Distrito Federal, Lagoa Bonita, Fazenda Água Limpa,
      - Campos, 1986.
      - Senna, 1996.
      - Senna e Ferreira, 1986.
    - Lagoas Joaquim Medeiros e Carás
      - Campos & Senna, 1989.
    - Fazenda Boa Vista, Vale Verde e Farroupilha
      - Senna, 1992.
- ❖ Rio Grande do Sul
- Porto Alegre, lagoas Marcelino e Pinguela, Pântano Grande, Laguna dos Patos, Estação Ecológica do Taim.
    - Salomoni, 1997
    - Torgan & Paula, 1994
    - Coutinho, 1982
    - Torgan, 1997.
- ❖ Estado de São Paulo
- São Paulo
    - São Paulo e Parque das Fontes do Ipiranga
      - Senna, 1992.
      - Sant'Anna, Pereira & Bicudo 1978.
  - Litoral
    - Itanhaém, Peruíbe e Praia dos Sonhos
      - Sant'Anna, Cordeiro-Marino, Braga & Guimarães, 1985
      - Sant'Anna *et al.* 1985.

Distribuição em outros países:

- ❖ Bélgica
  - Compère, 1960
- ❖ Cuba
  - Komárek, 1984
- ❖ África



- Sudão
  - Compère, 1960
- Senegal
  - Compère, 1991.

### 11. *Geithlerinema splendidum*

Ocorrência para o rio do Monjolinho, São Carlos, SP:

Estações: 4

	Monjolinho	Est. São Paulo	África
Temp.°C	22.2	22.6-27.8	20.9-24.3
pH	6.8	6.4-7.7	7-8.2
Cond. µEs/cm	142.0	28-133	
O <sub>2</sub> mg/l	2.1	2.0-8.0	
DBO µg/l	29.2		
DQO µg/l	78.2		
O <sub>2</sub> %sat.		33-74	

Distribuição no Brasil:

#### ❖ Distrito Federal

##### ➤ Brasília

- Lagoa Bonita, Fazenda Água Limpa, reservatório de Descoberto, Lagoa de oxidação Guará I, lagoas Joaquim Medeiros e Carás.

- Senna, 1988.
- Senna, 1996.
- Senna e Ferreira, 1986.
- Ferreira, 1988.
- Campos, 1986.
- Campos e Senna, 1989.
- 

#### ❖ Ceará

##### ➤ Fortaleza

- Drouet, 1937

#### ❖ Amazonas

##### ➤ Maracapurú

- Drouet, 1938

#### ❖ Mato Grosso do Sul

##### ➤ Corumbá

- Borge, 1925.

#### ❖ Rio de Janeiro

##### ➤ Rio de Janeiro

- Drouet, 1937
- ❖ Rio Grande do Sul
  - Porto Alegre
    - Klerekoper, 1944
  - Pelotas
    - Lago da Barragem Santa Bárbara, sanga da Barbura
      - Huszar, 1977 e 1979.
      - Dewes & Huszar, 1986
  - Torres
    - Rio Seco  
Franceschini, 1983 e 1990
  - Porto Alegre
    - Arroio Dilúvio, lagos Chinês, Gaúcho, Guaíba, Açorianos e Moinhos de Santo.
      - Franceschini, 1983, 1986, 1991, 1992, 1993 a, b.
- ❖ Santa Catarina
  - Torres
    - Franceschini, 1990.
- ❖ São Paulo
  - Represa de Serraria, São Paulo
    - Sant'Anna, 1998.
  - Serra do Mar
    - Kleerekoper, 1944.
  - Ilha do Cardoso,
    - Sant'Anna *et al.* 1983.
  - São José do Rio Preto, bacia do rio Preto, rio Preto, rio Borá, rio São José dos Dourados, noroeste do estado de São Paulo, Cerrado e Floresta tropical.
    - Necchi-Jr. *et al.* 1995.
    - Necchi-Jr & Pascoaloto, 1993
    - Necchi-Jr, Pascoaloto & Branco, 1994
    - Necchi-Jr, Pascoaloto, Branco & Branco, 1997
    - Branco *et al.* 1999
    - Branco & Necchi-Jr, 1998

Distribuição em outros países:

- ❖ Bélgica
  - Compère, 1986.
  - Geitler,
- ❖ África
  - Senegal, Ilhas Maurício.
    - Compère, 1991
    - Borrely & couté, 1986.

12. *Phormidium favosum*

Ocorrência para o rio do Monjolinho, São Carlos, SP:  
Estações: 6

	Monjolinho
Temp.°C	19.2-19.4
pH	6.8
Cond. µEs/cm	103.6
O <sub>2</sub> mg/l	6.3
DBO µg/l	9.8
DQO µg/l	40.0

13. *Phormidium retzii*

Ocorrência para o rio do Monjolinho, São Carlos, SP:  
Estações: 4

	Monjolinho	Est. São Paulo
Temp.°C	22.2	15.9-27.8
PH	6.8	6.4-7.7
Cond. µEs/cm	142.0	35.6-657
O <sub>2</sub> mg/l	2.1	
DBO µg/l	29.2	
DQO µg/l	78.2	
O <sub>2</sub> %sat.		27-76

Distribuição no Brasil:

## ❖ Estado de São Paulo

## ➤ Região São José do Rio Preto

- rio Preto, rio Borá, Bacia do rio Preto, cerrado, Floresta Atlântica.
  - Necchi-Jr. *et al.* 1995.
  - Necchi-Jr., Pascoaloto, Branco & Branco, 1997.
  - Necchi-Jr. & Branco, 1992
  - Necchi-Jr., 1993.
  - Necchi-Jr. & Pascoaloto, 1993
  - Branco & Necchi-Jr, 1996.
  - Branco & Necchi-Jr, 1998.
  - Branco *et al.* 1999.

Distribuição em outros países:

## ❖ África

- Lago Tchad, Saara, Senegal.
  - Compère, 1967.
  - Compère, 1991

14. *Phormidium inundatum*

Ocorrência para o rio do Monjolinho, São Carlos, SP:

Estações: 3

	Monjolinho
Temp.°C	23
pH	7
Cond. µEs/cm	230.4
O <sub>2</sub> mg/l	1.9
DBO µg/l	125.4
DQO µg/l	277.2

15. *Phormidium uncinatum*

Ocorrência para o rio do Monjolinho, São Carlos, SP:

Estações: 2

	Monjolinho
Temp.°C	19.4
pH	6.1
Cond. µEs/cm	66.8
O <sub>2</sub> mg/l	4.8
DBO µg/l	20.6
DQO µg/l	67.8

Distribuição no Brasil:

## ❖ Rio Grande do Sul

- Região nordeste do Estado, sangradouros, lagoas costeiras e rios que alimentam essas lagoas
  - Kleerekoper, 1955

16. *Oscillatoria* sp.

Ocorrência para o rio do Monjolinho, São Carlos, SP:

Estações: 4

	Monjolinho
Temp.°C	22.2
pH	6.8
Cond. µEs/cm	142.0
O <sub>2</sub> mg/l	2.1
DBO µg/l	29.2
DQO µg/l	78.2

Nos gráficos de amplitude de ocorrência em relação a diferentes variáveis (Figuras 23-28), verifica-se que *Schysomeris leibleinii* foi a alga com maior espectro de tolerância no que se refere às alterações das variáveis físicas, químicas e biológicas; *Stigeoclonium helveticum*, *Schysomeris leibleinii*, *Vaucheria geminata* e *Phormidium inundatum*, foram as únicas espécies encontradas em locais com baixa concentração de oxigênio dissolvido, sendo provavelmente altamente tolerantes, isto é, estas condições não interferem provavelmente no seu desenvolvimento ou até podendo estas algas ter afinidade a estas condições. Quanto à acidez, as espécies foram, em geral encontradas ambientes neutros, sem diferenças marcantes entre elas.

Em relação aos valores de DBO e de DQO, *S. amoenum*, *B. brebissoni* e *G. amphybium* foram classificadas como  $\alpha$ -mesossapróbia justamente por serem características de ambientes com poluição forte. De acordo com os registros de ocorrência obtidos da literatura observa-se alta tolerância e/ou preferência por ambientes ricos em matéria orgânica em decomposição. *P. inundatum*, que foi classificado como P-polissapróbico, para o rio do Monjolinho, constitui uma nova ocorrência para rios no Brasil. A amplitude de ocorrência em relação à condutividade, revela que *C. coeruleus*, *P. retzii* e *Spyrogira* sp. ocorrem em elevadas concentrações iônicas. É possível, que estes táxons possam ser considerados indicadores de baixa qualidade de água em gradientes de poluição.

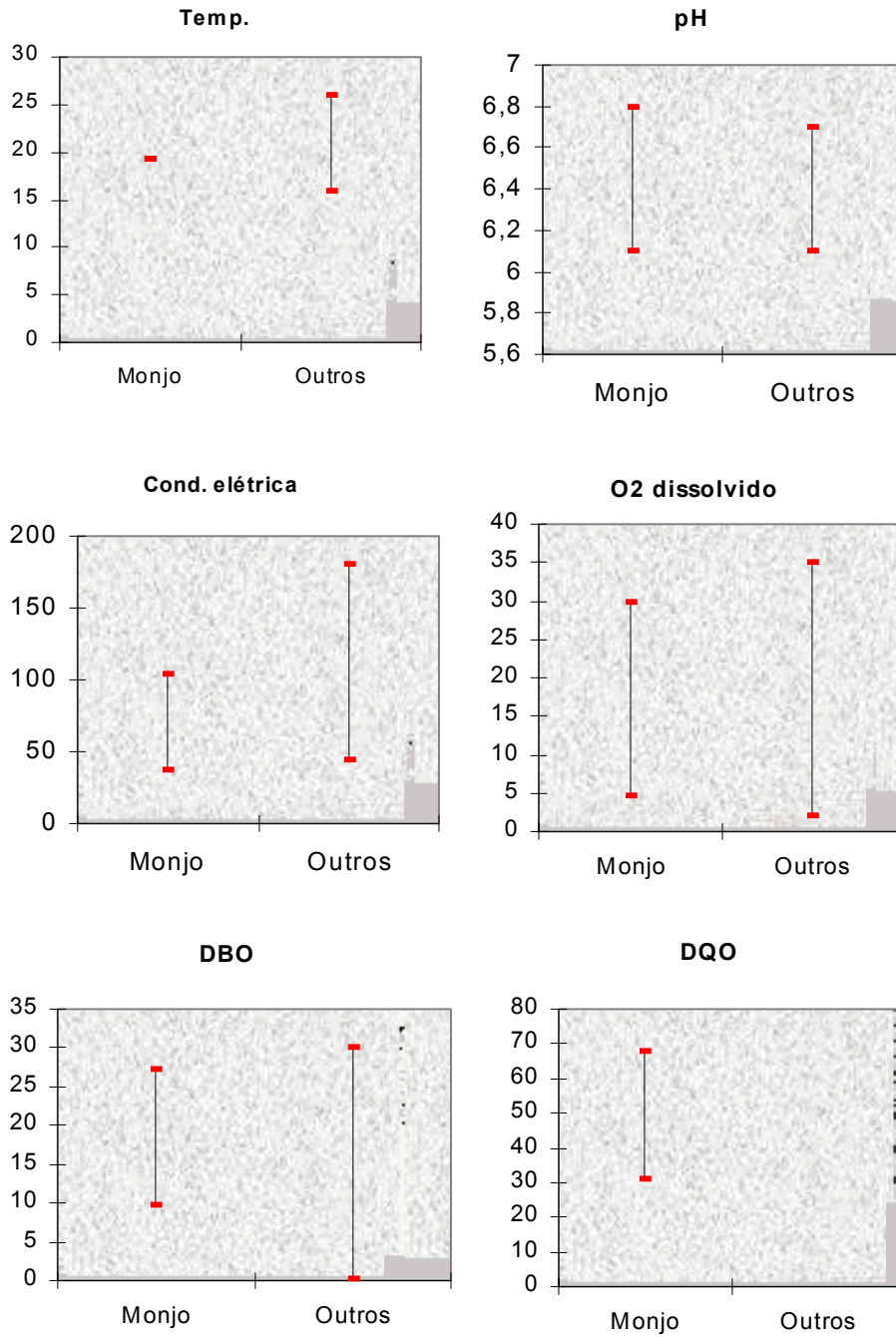


Figura 64- Amplitude dos parâmetros físicos, químicos e biológicos encontrados na literatura e no rio do Monjolinho para Chantransia.

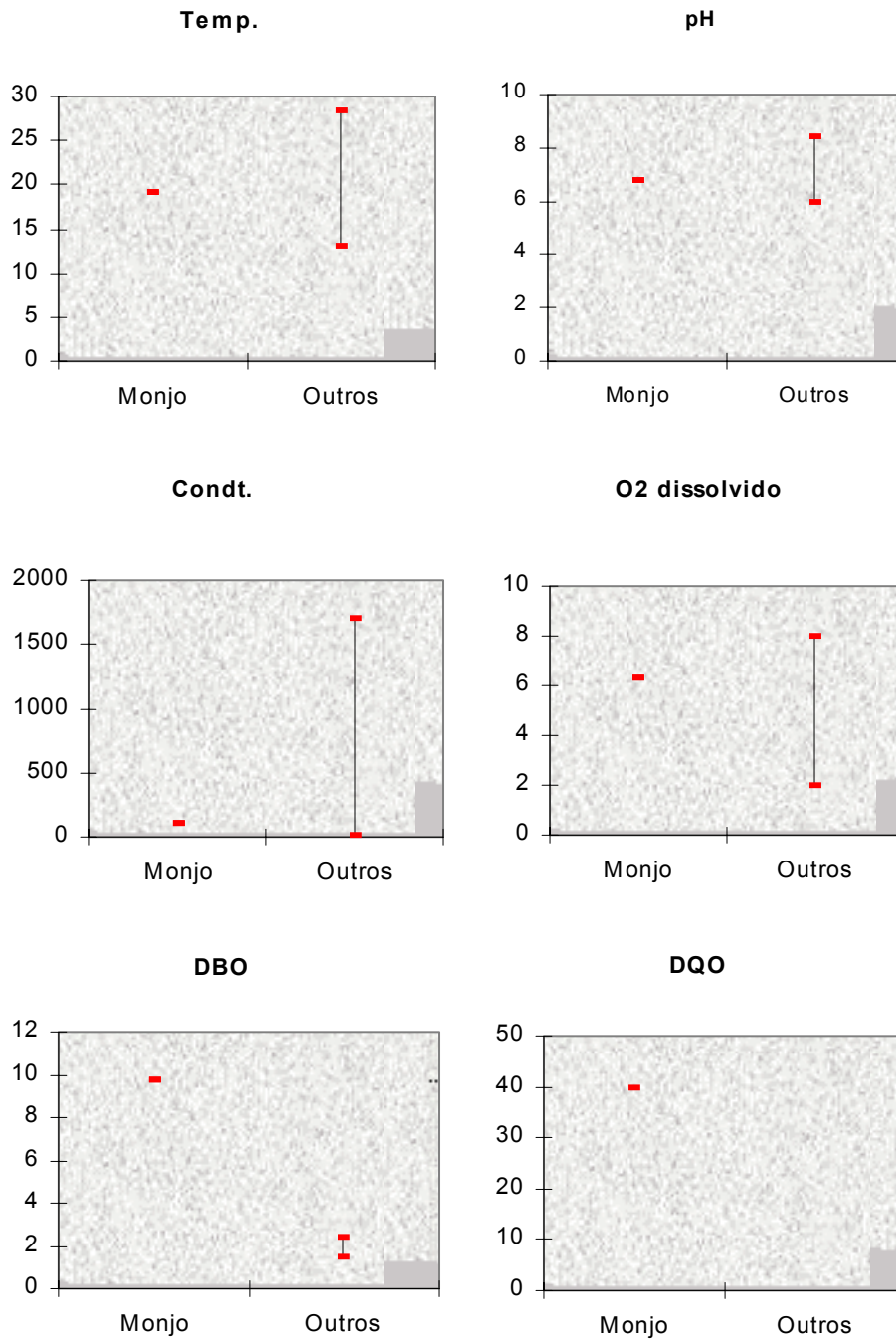


Figura 65- Amplitude dos parâmetros físicos, químicos e biológicos encontrados na literatura e no rio do Monjolinho para *Compsopogum coeruleus*.

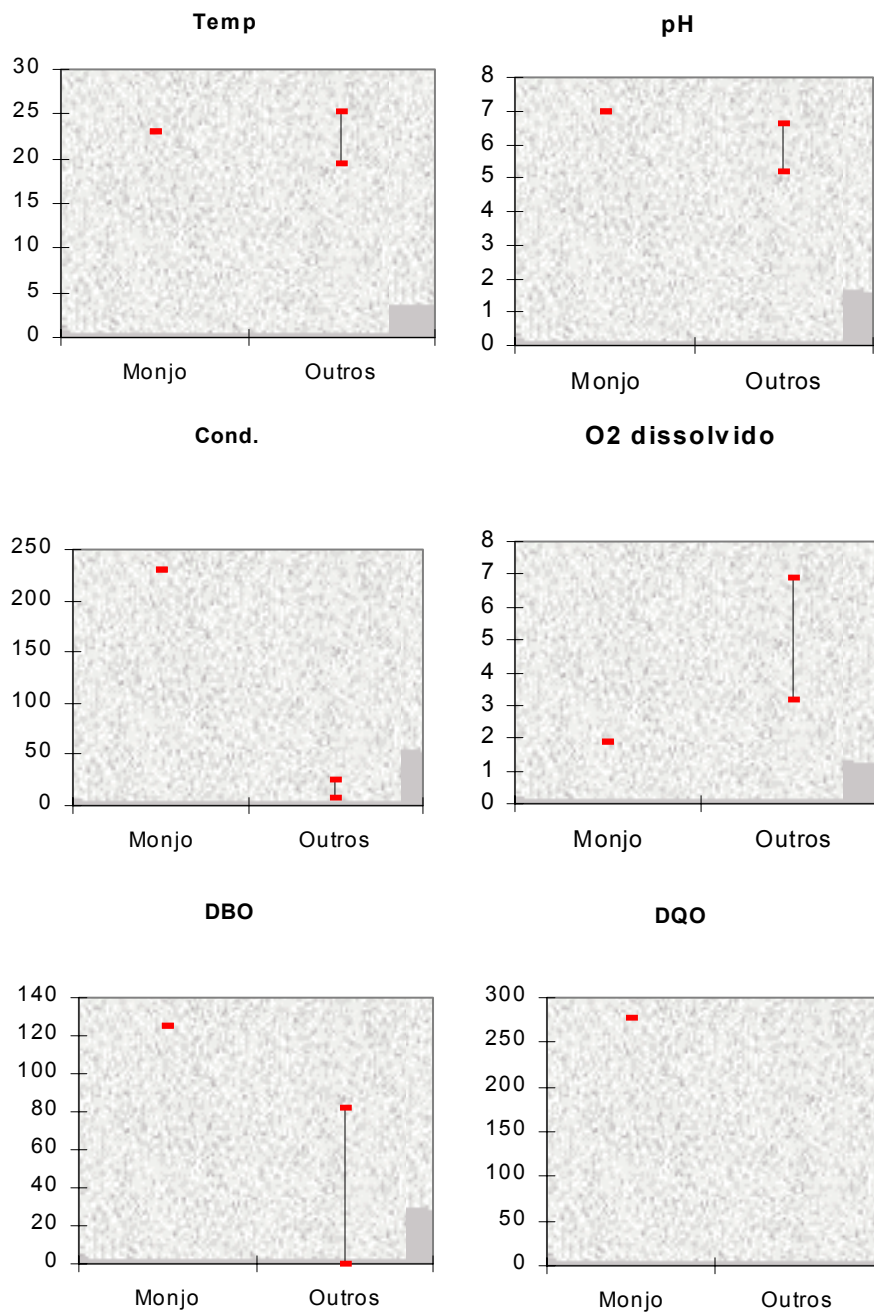


Figura 66- Amplitude dos parâmetros físicos, químicos e biológicos encontrados na literatura e no rio do Monjolinho para *Klebsormidium subtile*.



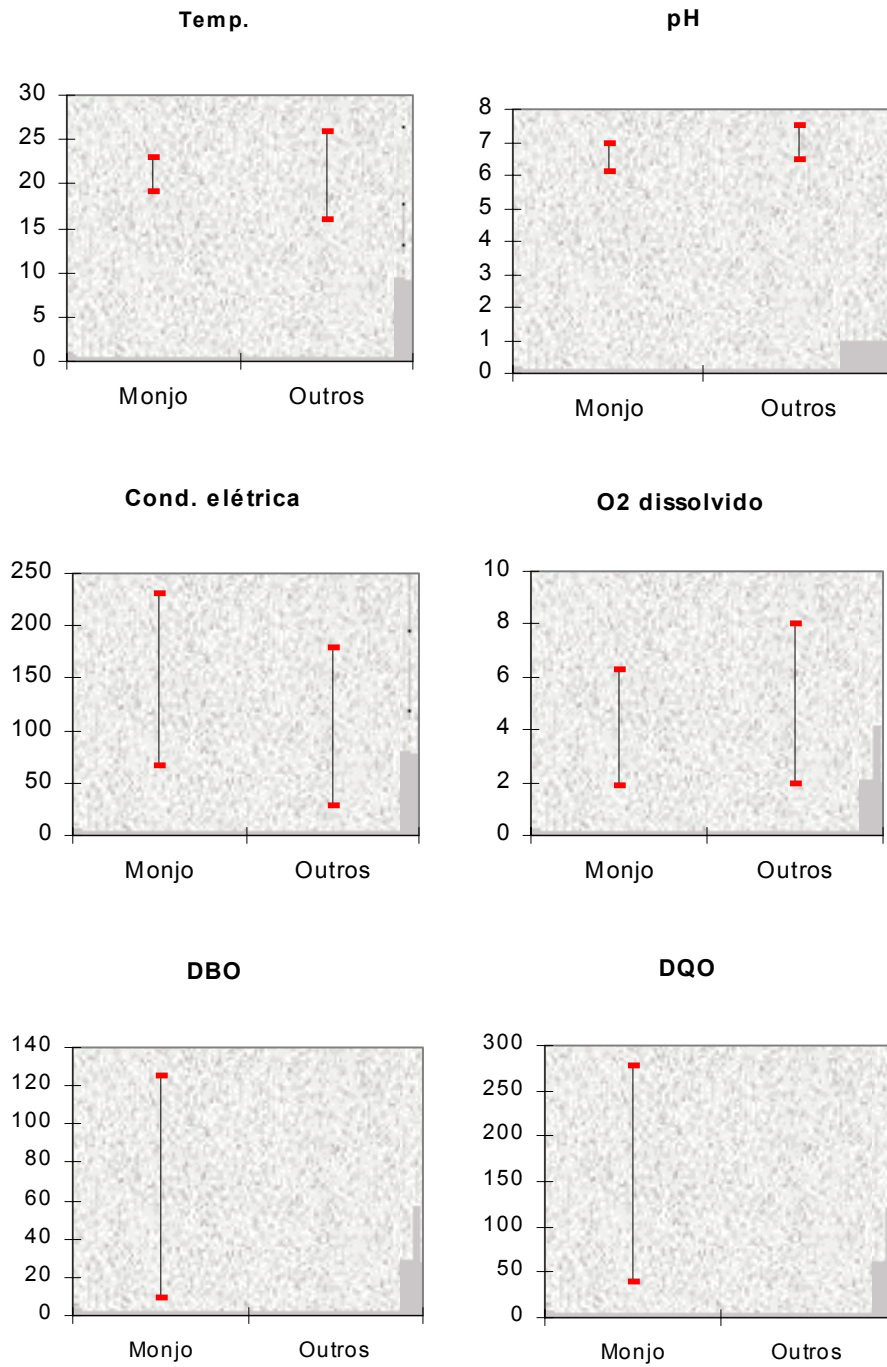


Figura 67- Amplitude dos parâmetros físicos, químicos e biológicos encontrados na literatura e no rio do Monjolinho para *Stigeoclonium amoenum*.

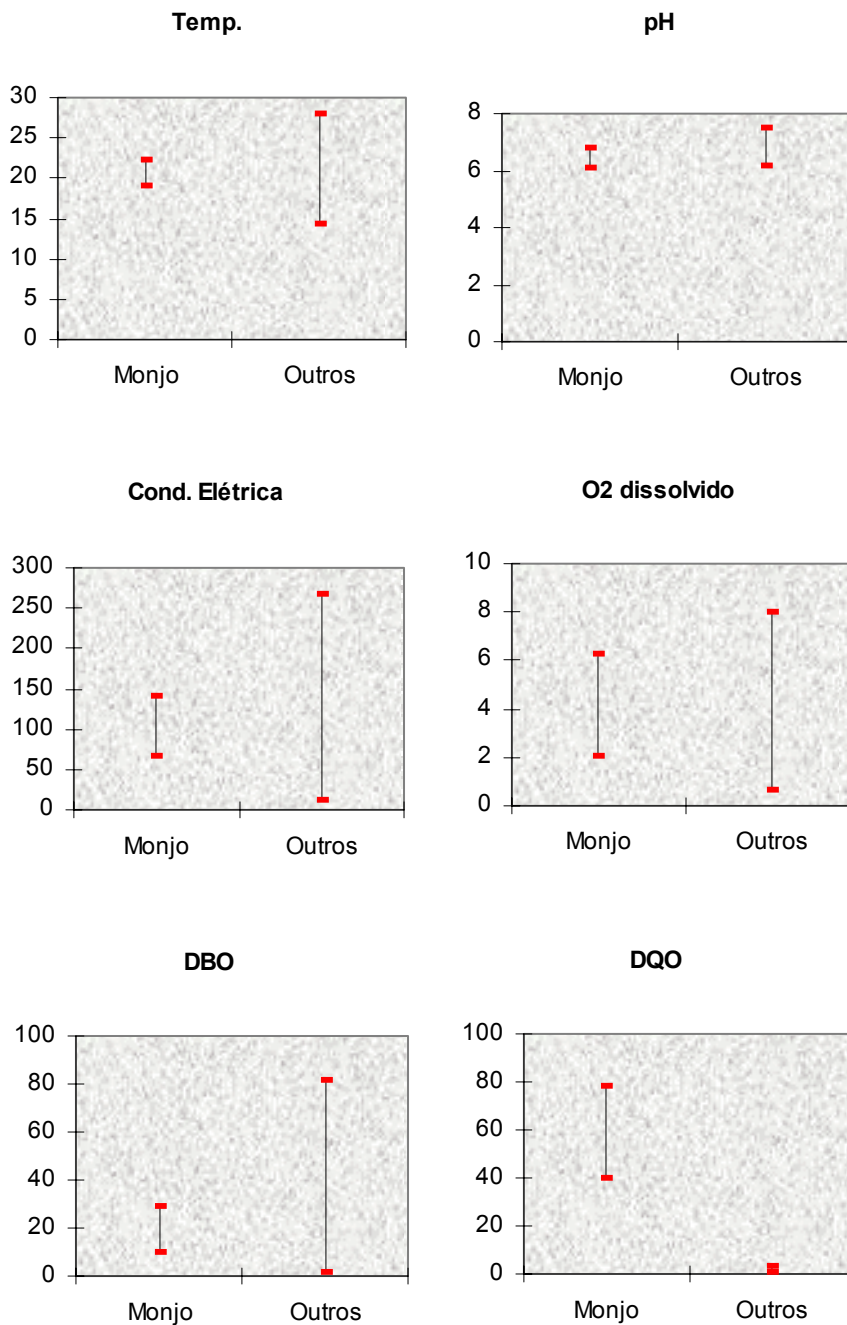


Figura 68- Amplitude dos parâmetros físicos, químicos e biológicos encontrados na literatura e no rio do Monjolinho para *Stigeoclonium helveticum*.

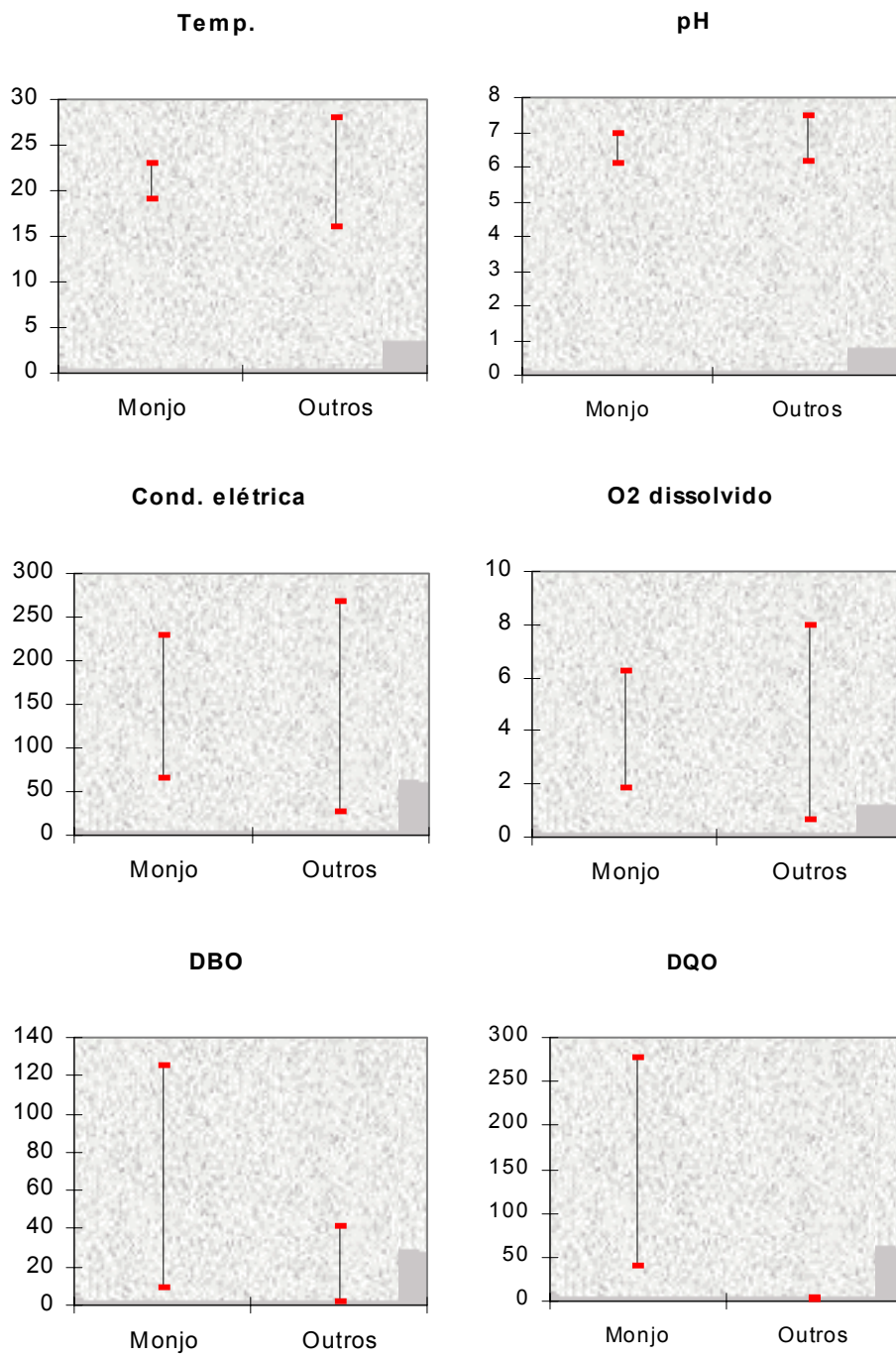


Figura 69- Amplitude dos parâmetros físicos, químicos e biológicos encontrados na literatura e no rio do Monjolinho para *Schysomeris leibleinii*.

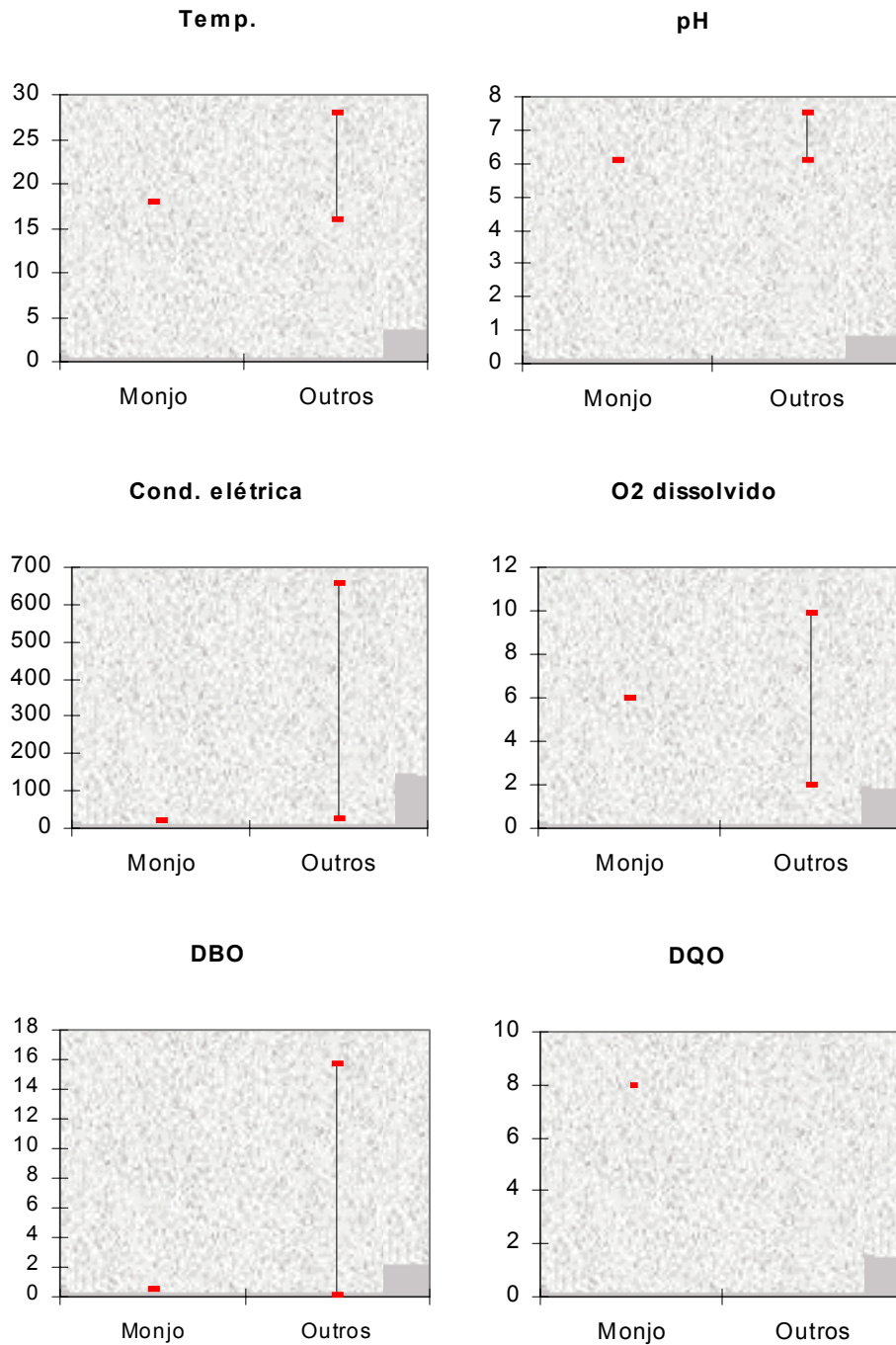


Figura 70- Amplitude dos parâmetros físicos, químicos e biológicos encontrados na literatura e no rio do Monjolinho para *Spirogyra* sp.

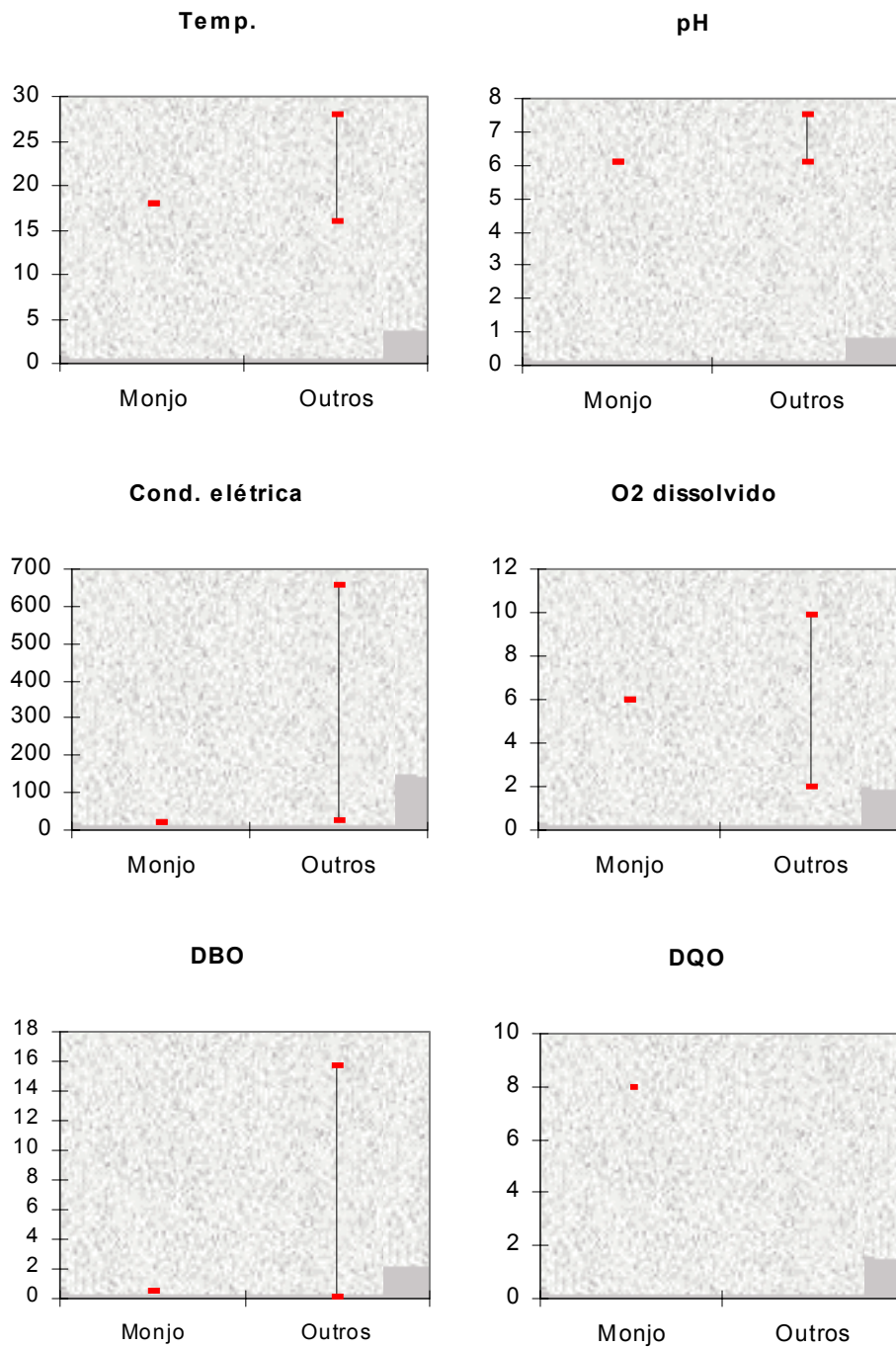


Figura 71- Amplitude dos parâmetros físicos, químicos e biológicos encontrados na literatura e no rio do Monjolinho para *Vaucheria geminata*.



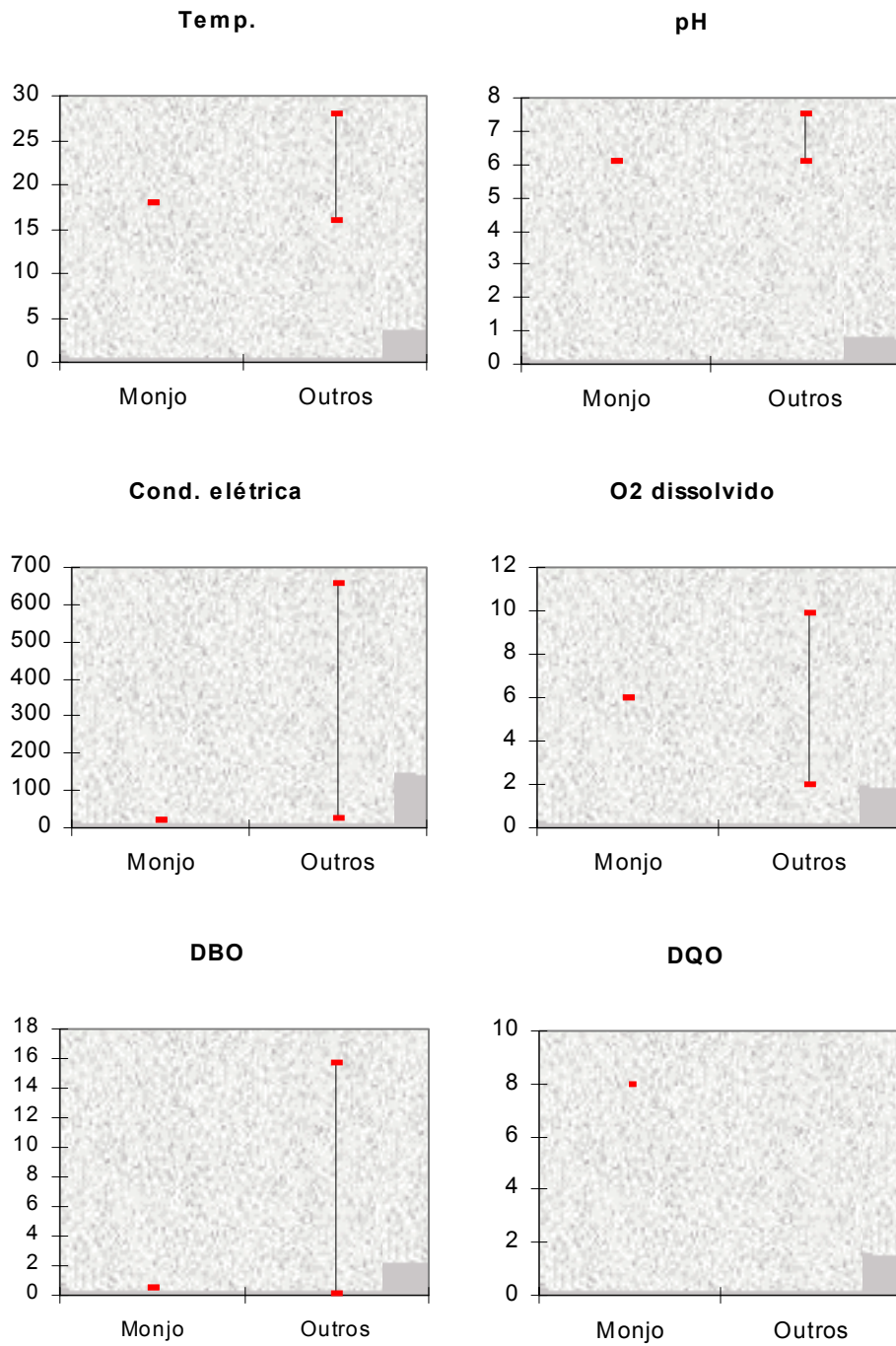


Figura 72- Amplitude dos parâmetros físicos, químicos e biológicos encontrados na literatura e no rio do Monjolinho para *Geitlerinema amphibia*.

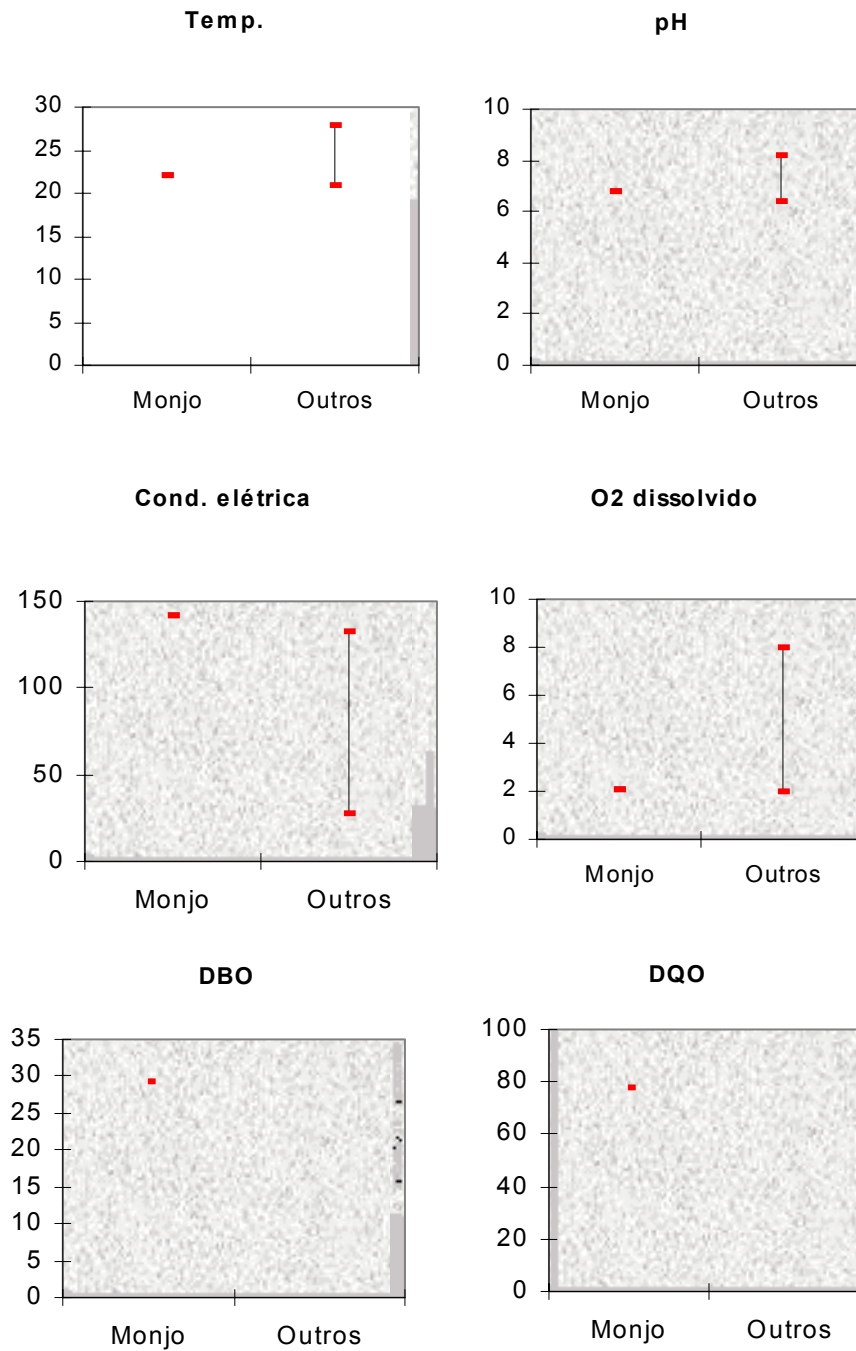


Figura 73- Amplitude dos parâmetros físicos, químicos e biológicos encontrados na literatura e no rio do Monjolinho para *Geitlerinema splendida*.

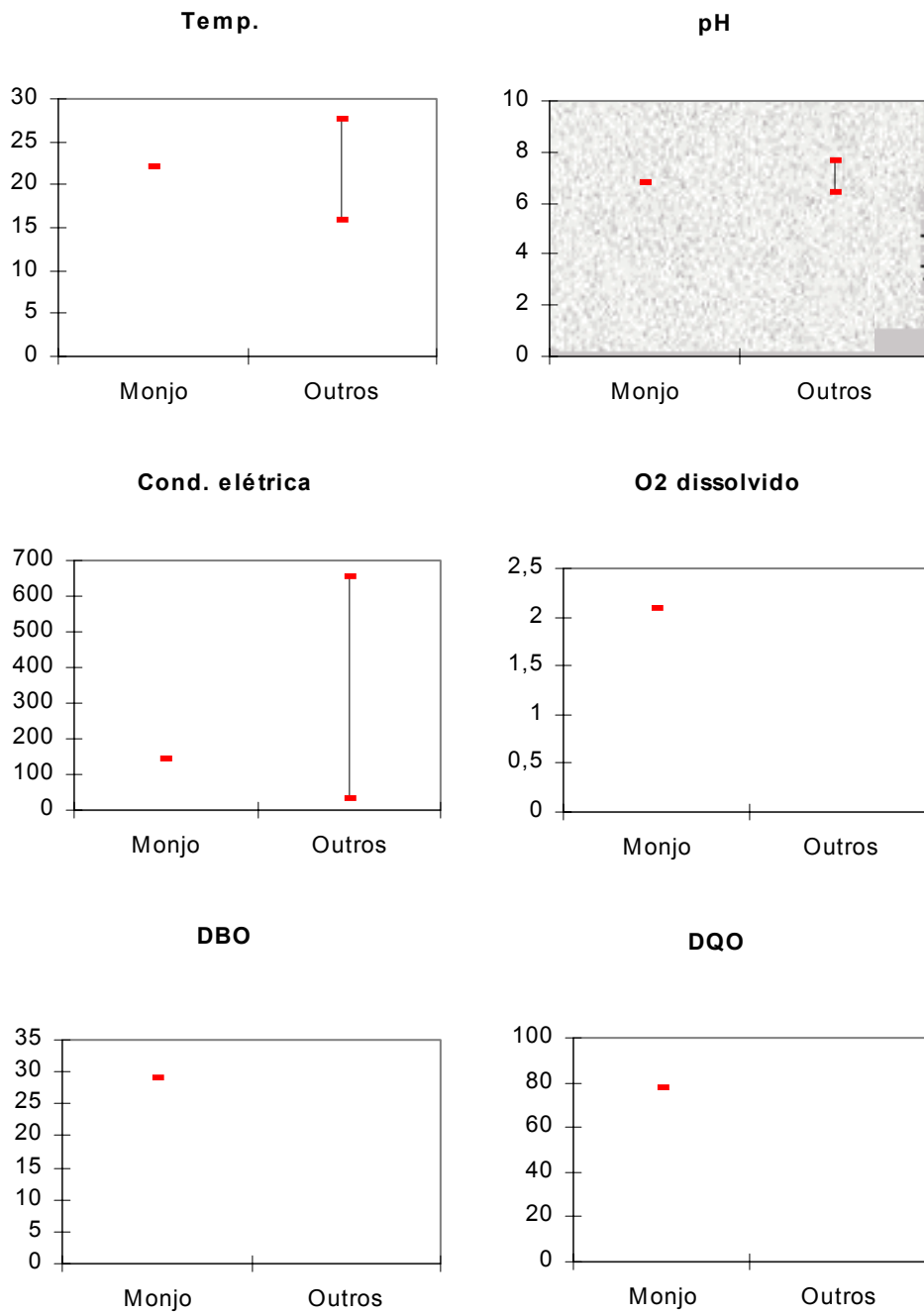


Figura 74- Amplitude dos parâmetros físicos, químicos e biológicos encontrados na literatura e no rio do Monjolino para *Phormidium favosum*.



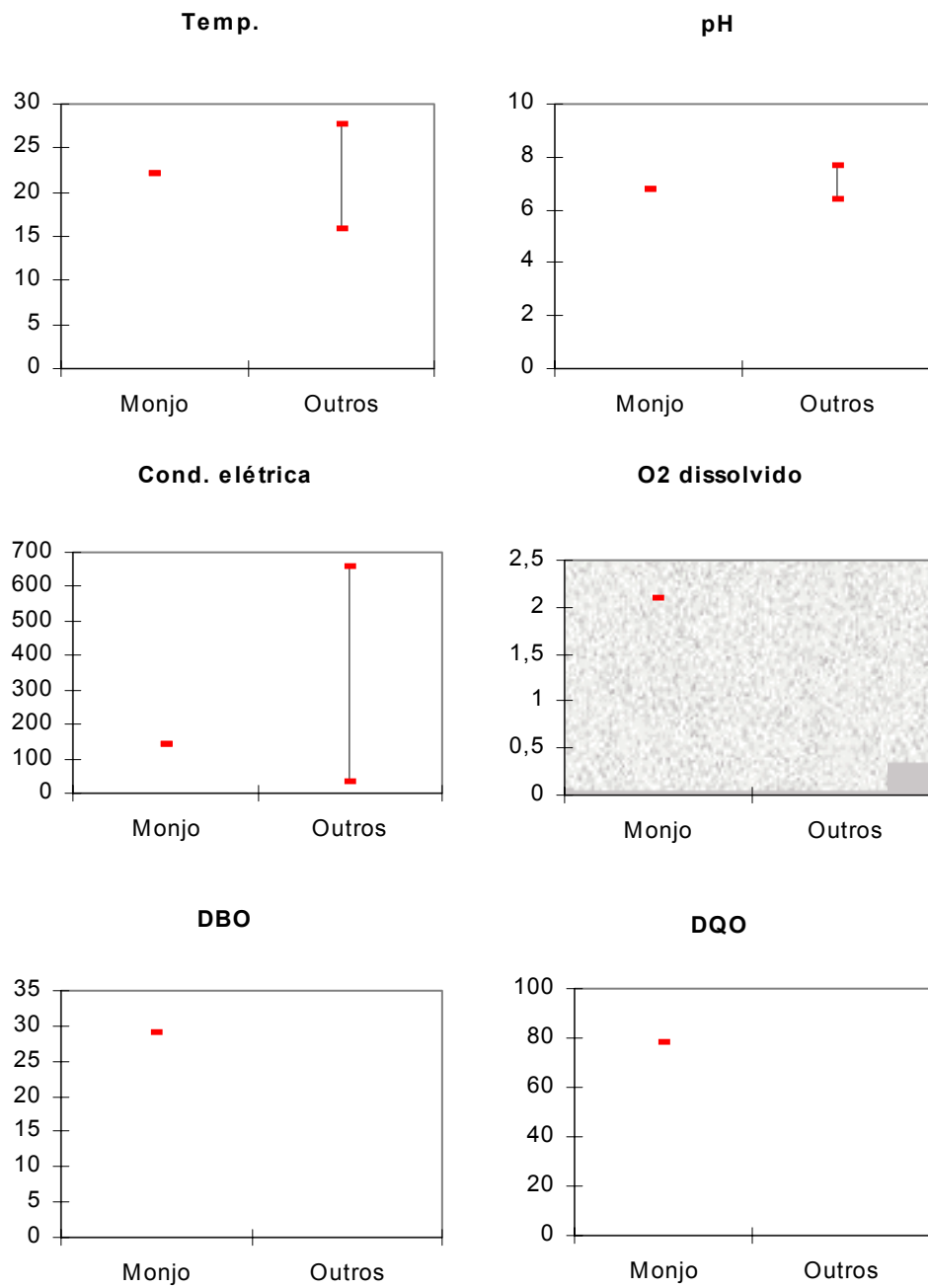


Figura 75- Amplitude dos parâmetros físicos, químicos e biológicos encontrados na literatura e no rio do Monjolinho para *Phormidium retzii*.

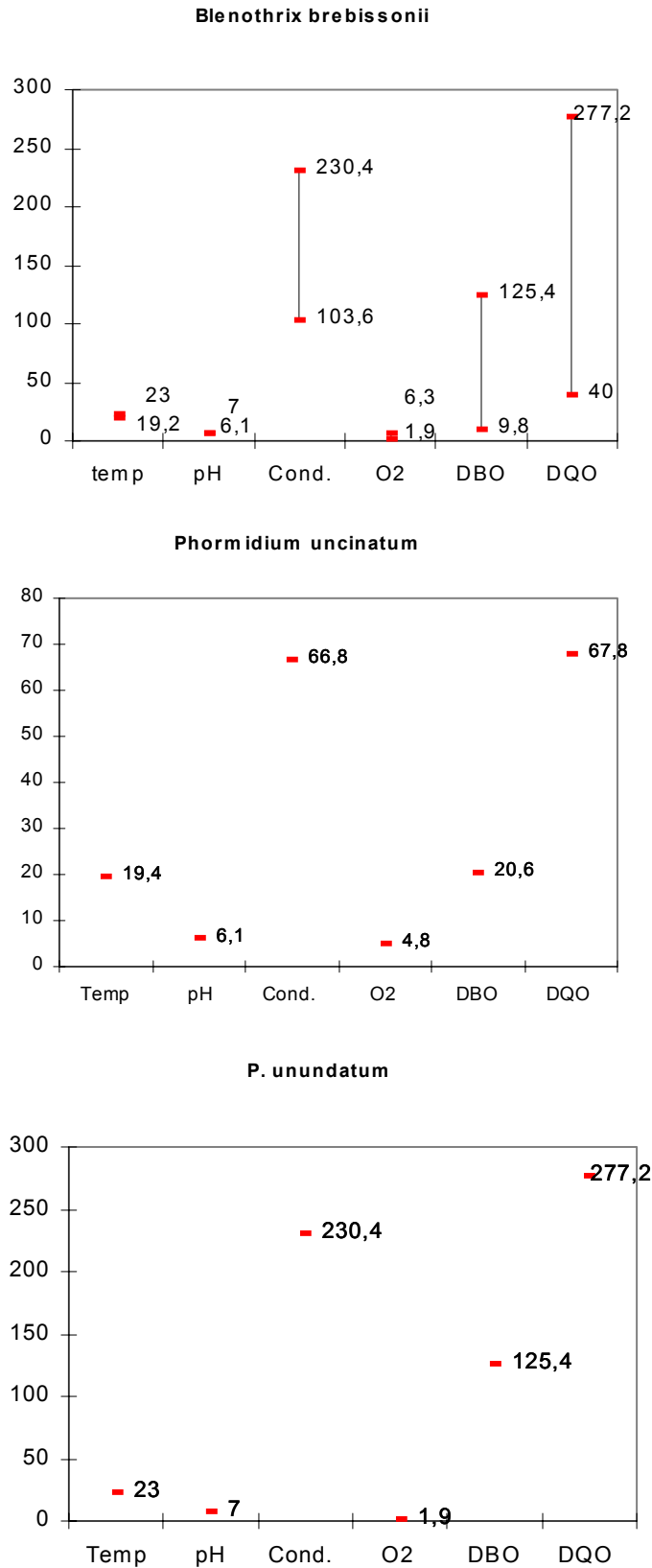


figura 76- Amplitude dos parâmetros físicos, químicos e biológicos encontrados na literatura e no rio do Monjolinho para *Bleothrix brebissonii*, *Phormidium uncinatum* e *Ph. Inundatum*..

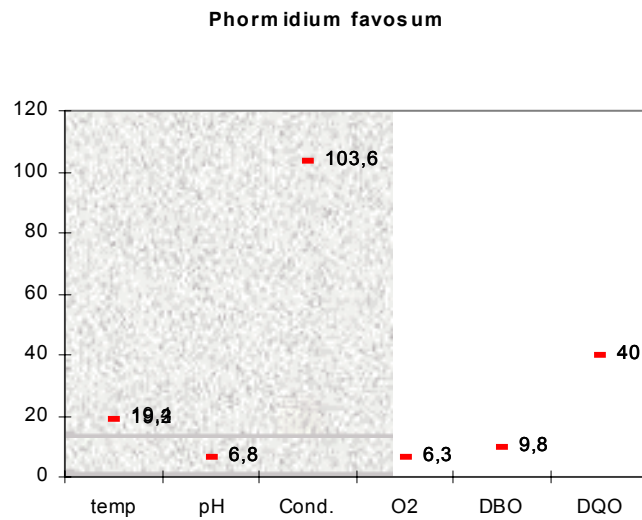
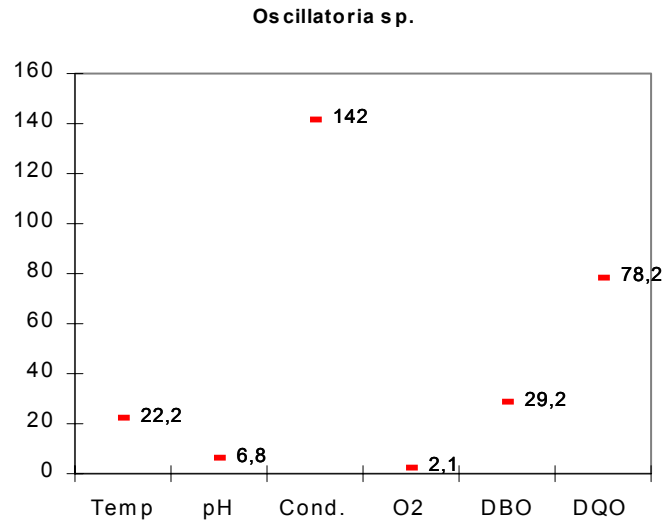


Figura 77- Amplitude dos parâmetros físicos, químicos e biológicos encontrados na literatura e no rio do Monjolinho para *Oscillatoria sp.* e *Phormidium favosum*.

Quanto à saprobidade as algas *Chantransia*, *Compsopogon coeruleus*, *Schysomeris leibleinii*, *Vaucheria geminata* e *Phormidium favosum* foram classificadas como  $\beta$ -mesossapróbicas (zona levemente poluída, poluição fraca); *Klebsormidium subtile*, *Stigeoclonium amoenum*, *S. helveticum*, *Spyrogira* sp., *Blenothrix brebissonii*, *Geithlerinema amphybium*, *G. splendidum* e *Phormidium retzii*, foram classificadas como  $\alpha$ -mesossapróbica (zona poluída, poluição forte) e *Phormidium inundatum* como Polissapróbica (zona muito poluída, intensa decomposição bacteriana).

#### 7.4 - ÍNDICE SAPRÓBICO DAS ESTAÇÕES DE COLETA

A classificação das estações de coleta segundo LANGE-BERTALOT (1979), com base nos valores de DBO, Déficit de Saturação do Oxigênio,  $\text{NH}_4^+$  e MO foi o seguinte: a estação 1 foi classificada como Oligossapróbia (zona de água saudável, não afetada pela poluição), estações 2 e 6  $\beta$ -mesossapróbia (zona levemente poluída ou poluição fraca), estação, 4 e 5  $\alpha$ -mesopróbia (zona poluída ou poluição forte) e estação 3 polissapróbia (zona muito poluída ou intensa decomposição bacteriana).

Tabela 11. Tabela-11: Valor do Índice sapróbico das estações de coleta nos meses amostrados.

	E1	E2	E3	E4	E5	E6
maio	1,38	1,81	3,46	3,34	2,92	2,45
junho	1,67	3,16	3,49	3,28	2,70	2,61
julho	1,73	3,18	3,52	3,31	2,93	2,65
agosto	1,49	2,18	3,58	3,52	2,98	2,66
setembro	1,56	2,77	3,52	3,34	2,80	2,71
outubro	1,77	2,22	3,52	3,49	2,75	2,68

#### 7.5- ÍNDICES BIOLÓGICOS

As espécies com maior abundância total foram *Stigeoclonium helveticum* e *Compsopogon coeruleus*, como se observa na figura 39. A maior porcentagem de cobertura foi registrada nas as estações 3, 6, 4 e 2 nesta ordem e de forma decrescente (fig.78), as porcentagens de cobertura por estação de coleta pode ser vista na figura 79, onde as estação que apresentou o maior valor de cobertura percentual foi a estação 1 na segunda data de coleta.

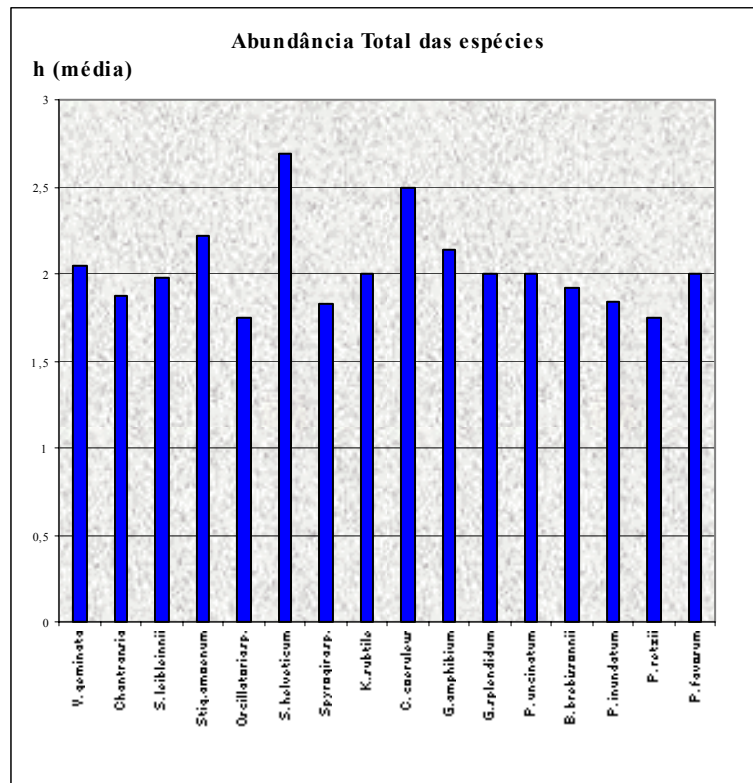


Figura 78- Abundância Relativa Total das espécies para o rio do Monjolinho.

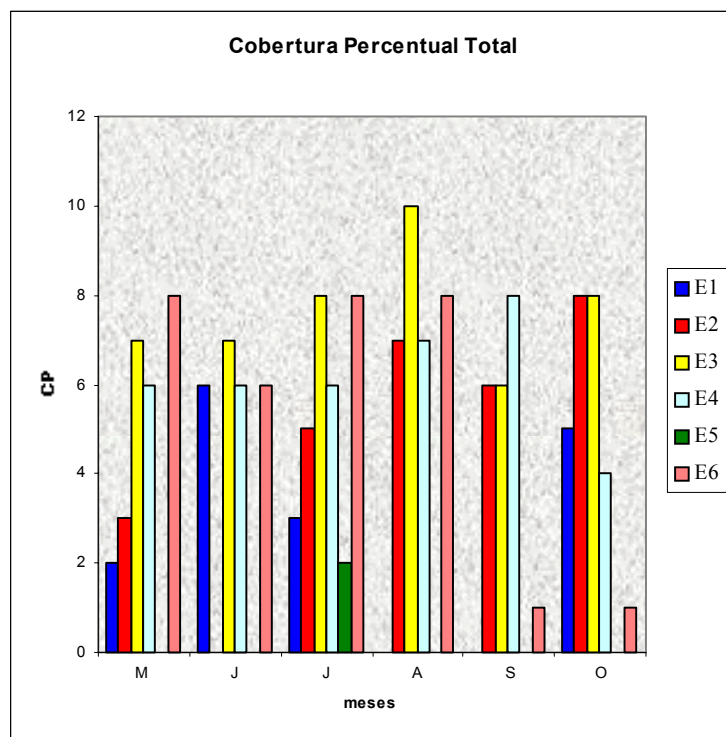


Figura 79- Cobertura percentual total das espécies por estações de coleta ao longo do rio do Monjolinho.

O cálculo do índice de diversidade (SHANNON & WIENER) mostrou uma maior diversidade nas estações 4 e 6 de amostragem, locais classificados como  $\beta$ -mesossapróbios e coincidentemente locais com uma maior abundância de espécies (fig. 80).

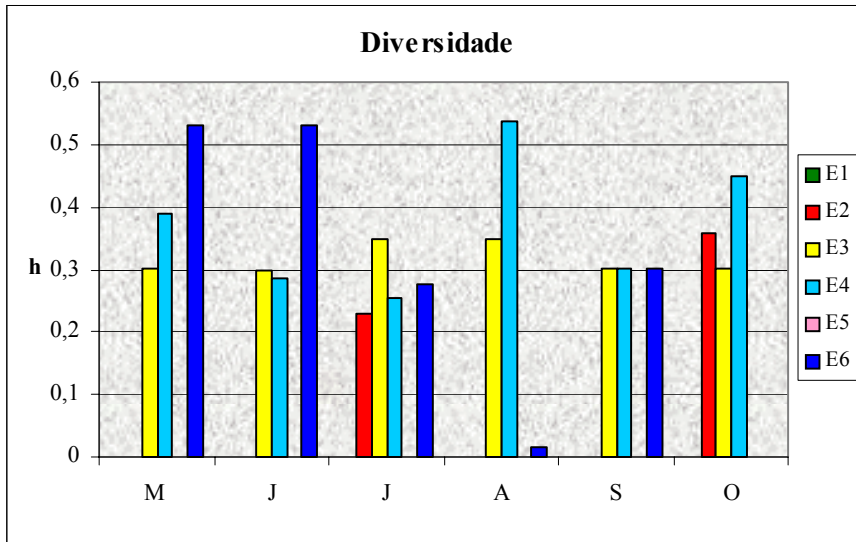


Figura 80- Índice de diversidade das espécies por estações de coleta.

A poluição relativa foi maior no mês de Julho (fig.81).

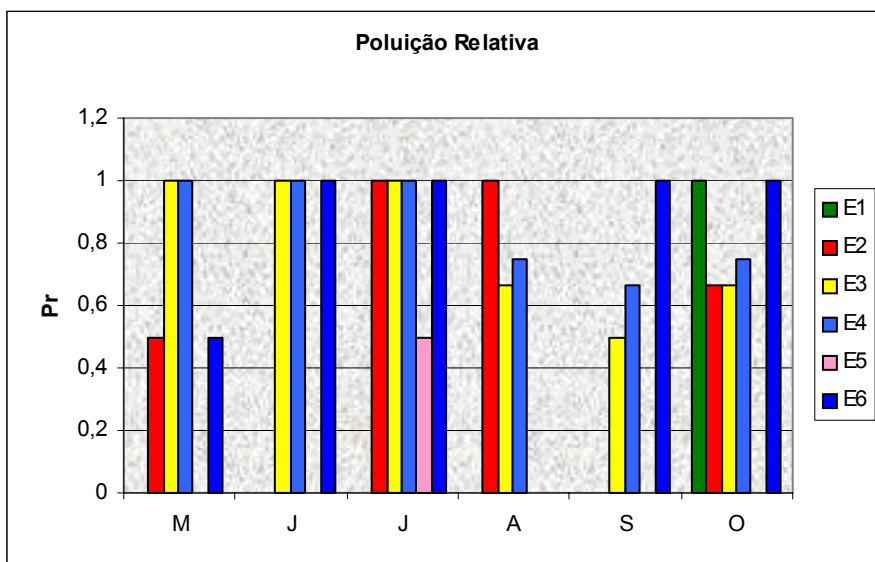


Figura 81- Níveis de Poluição Relativa, nas diferentes estações de coleta.

## 7.6 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

Com testes estatísticos foram utilizados o de Análise de componentes Principais (PCA), fazendo uso do programa Statistica. e o de Análise de agrupamento, fazendo uso do programa MVSP.

Na análise de componentes principais os eixos 1 e 2 explicaram 79,04 % da variação nos dados ambientais (Tabela 12 e Anexo 2 – tabela 6), sendo que o eixo 1 explicou 59,24 %. Como já era esperada, a estação 3 de coleta, apresentou a maior correlação positiva com a variável DQO, separando-se dos outros dados. Por outro lado, as menores correlações foram encontradas para as primeiras estações de amostragem onde havia uma maior disponibilidade de oxigênio e menor quantidade de material orgânico em decomposição. (Fig. 82)

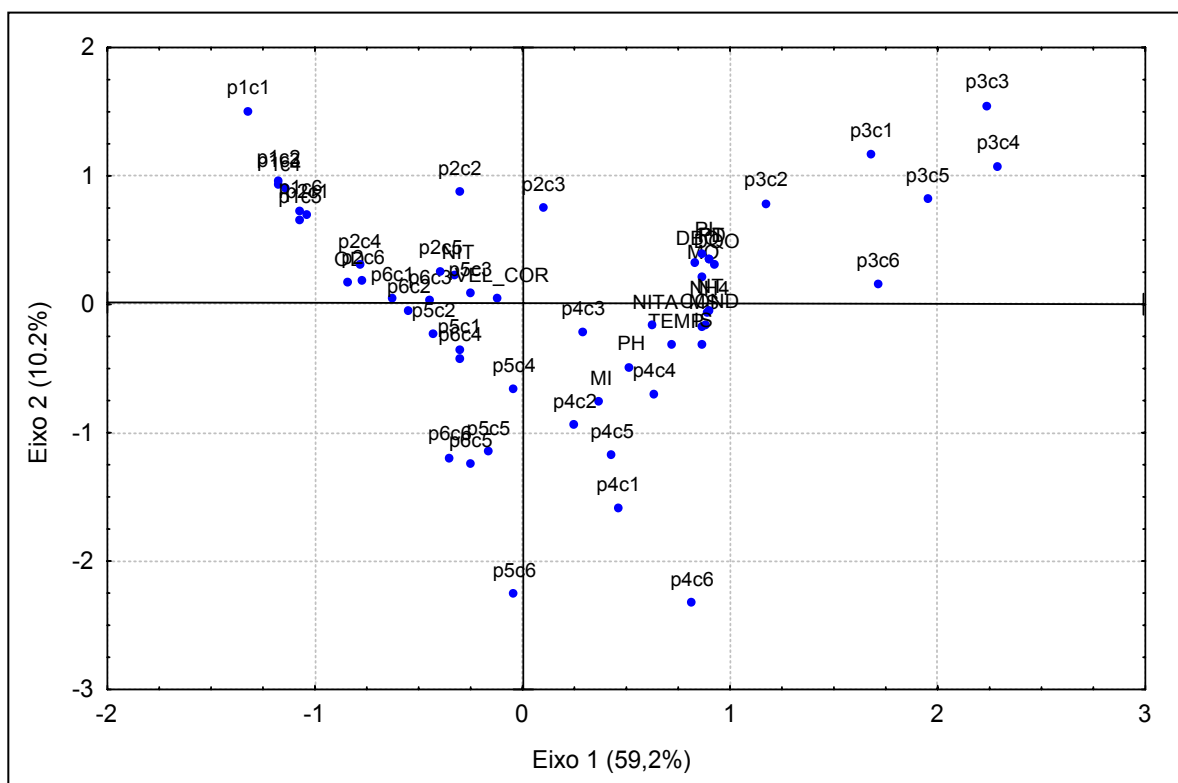


Figura 82- Análise de Componentes principais.



Tabela 12: Níveis de correlação, para a análise de PCA.

<b>Correlação positiva</b>			
<b>Variáveis</b>	<b>Eixo 1</b>		<b>Eixo 2</b>
p3c4	2,29034	p3c3	1,54951
p3c3	2,23704	p1c1	1,5082
p3c5	1,9502	p3c1	1,17072
p3c6	1,71132	p3c4	1,07349
p3c1	1,68081	p1c2	0,96169
p3c2	1,17107	p1c3	0,93413
DQO	0,92415	1c4	0,90583
OD	-0,8423	p4c2	-0,9376
p2c1	-1,0376	p5c5	-1,1492
p1c6	-1,0708	p4c5	-1,1715
p1c5	-1,0729	p6c6	-1,1924
P1c4	-1,1438	p6c5	-1,2415
p1c3	-1,1763	p4c1	-1,5855
p1c2	-1,1774	p5c6	-2,2579
p1c1	-1,3217	p4c6	-2,3261

Para a análise de agrupamento das variáveis físicas e químicas só foram utilizados os valores de nitrogênio total, fósforo total, demanda química de oxigênio, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido, por que na análise de PCA as outras frações tiveram grande correlação e iria separar muito os grupos.

Numa primeira divisão foram separadas dois grandes grupos, um primeiro com todas as coletas da estação 3 e uma coleta de cada das estações 2, 3 e 5, provavelmente estas coletas nestas estações se comportaram como a estação 3, já que foi detectado lançamento de esgoto na estação 2 e 4, Figura 83.

O segundo grande grupo, contendo todas as outras coletas das outras estações de amostragem, sofreu várias divisões, mas todas associadas em graus variados de similaridade. Os dados das amostragens na estação 1 ficaram agrupados em um grupo a parte das outras estações, que por sua vez mostraram grande semelhança entre seus valores.

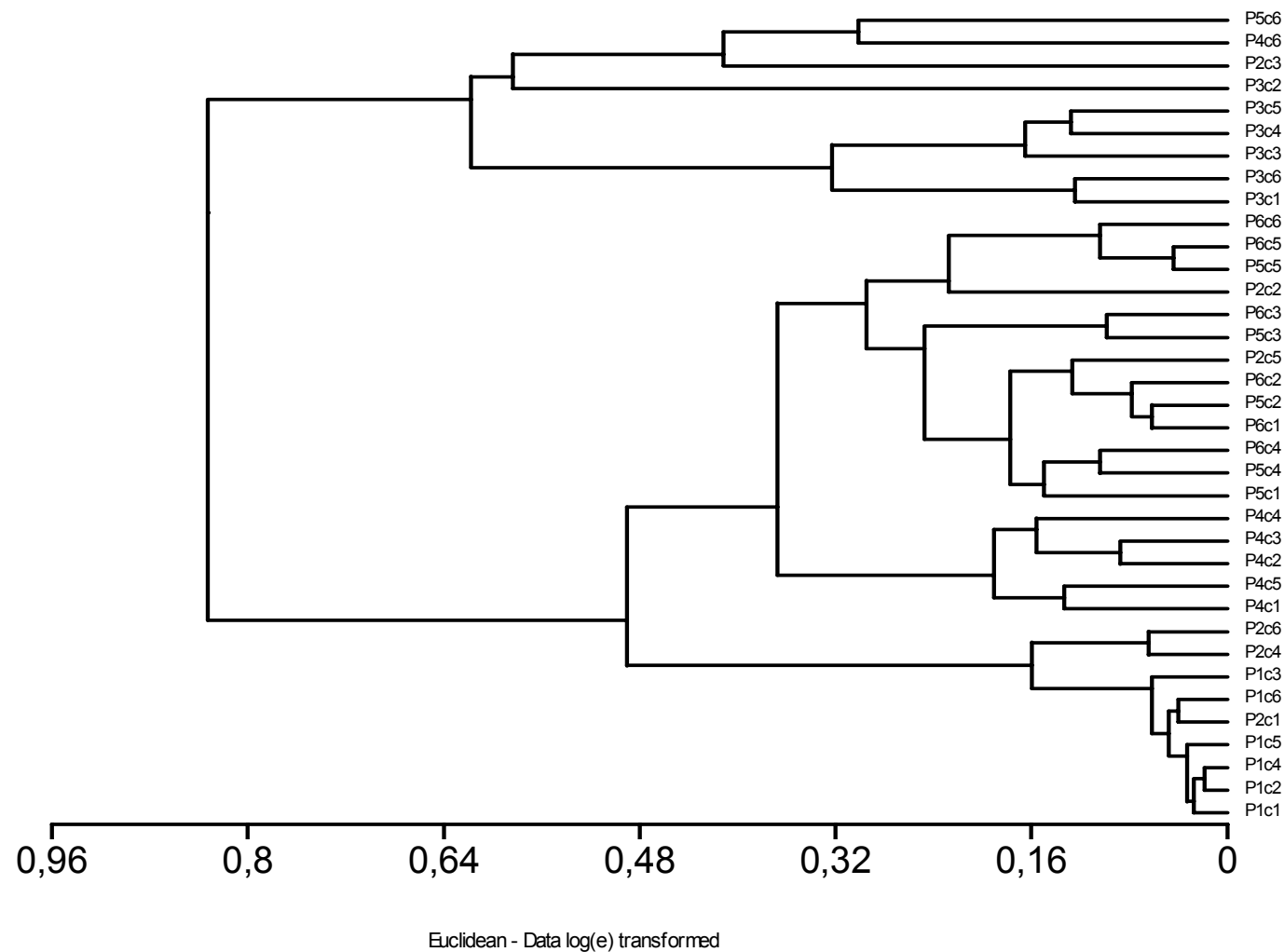


Figura 83 - Análise de agrupamentos das variáveis NT, FT, DQO, Condutividade e Oxigênio dissolvido para as estações de coleta e datas de amostragem.



Para os cálculos estatísticos que consideravam as macroalgas, foram utilizados dois tipos de análises, a de agrupamento das espécies, na qual foram utilizados os dados de ocorrência e ausência das espécies por estação de coleta e os valores de abundância relativa. Para a análise canônica, foram utilizados os dados de abundância relativa associados aos valores das variáveis físicas, químicas e biológicas.

Na análise de agrupamento das algas, com informação de presença e ausência de espécies, tivemos uma divisão em 5 grupos, *G. amphibium* e *P. uncinatum* ficaram isolados por serem de ocorrência restrita a um único ponto; *S. hevelticum* se agrupou com *S. amoenum* e *S. leibleinii*, pois foram as algas que tiveram a maior ocorrência ao longo do rio (fig. 84).

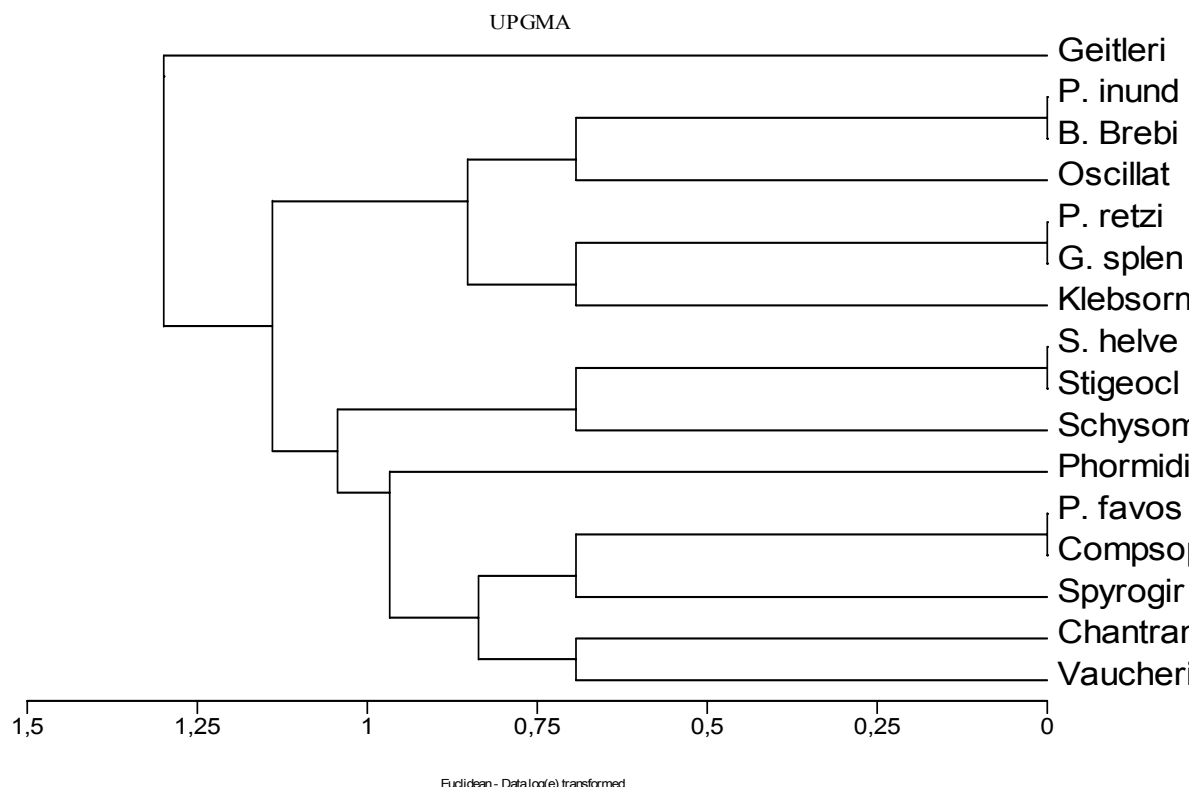


Figura 84- Análise de agrupamento das espécies utilizando os valores de presença e ausência das referidas nos pontos de coleta.

Na segunda análise de agrupamento, na qual se utilizou os valores de abundância relativa para as estações de coleta, ocorreram muitas divisões em subgrupos pequenos, isto foi um reflexo de que as algas ocorreram sem um padrão de distribuição e de ocorrência, por que não houve um contínuo de ocorrência, muitas das espécies apareceram e desapareceram no período de um mês (fig.85).

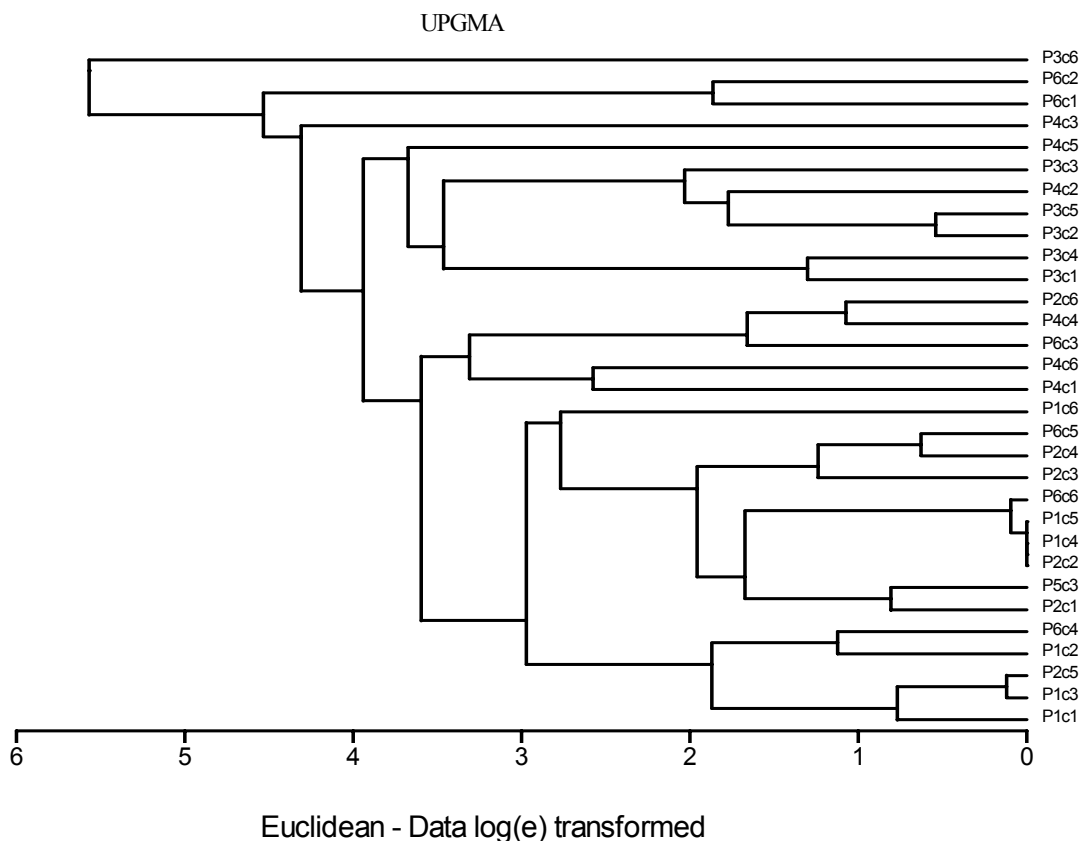


Figura 85- Agrupamento da abundância relativa das espécies por estações de coleta e data de coletas.

Na análise canônica, na qual foram plotados os valores das variáveis ambientais conjuntamente com as espécies encontradas para o rio do Monjolinho, é possível verificar a ocorrência da separação das estações de coleta mais poluídas das menos poluídas, como já era esperado. Os dois eixos tiveram uma explicação de 0,97%, sendo a explicação do primeiro eixo de 0,516, caracterizado como 14,1% da explicação (fig.86)

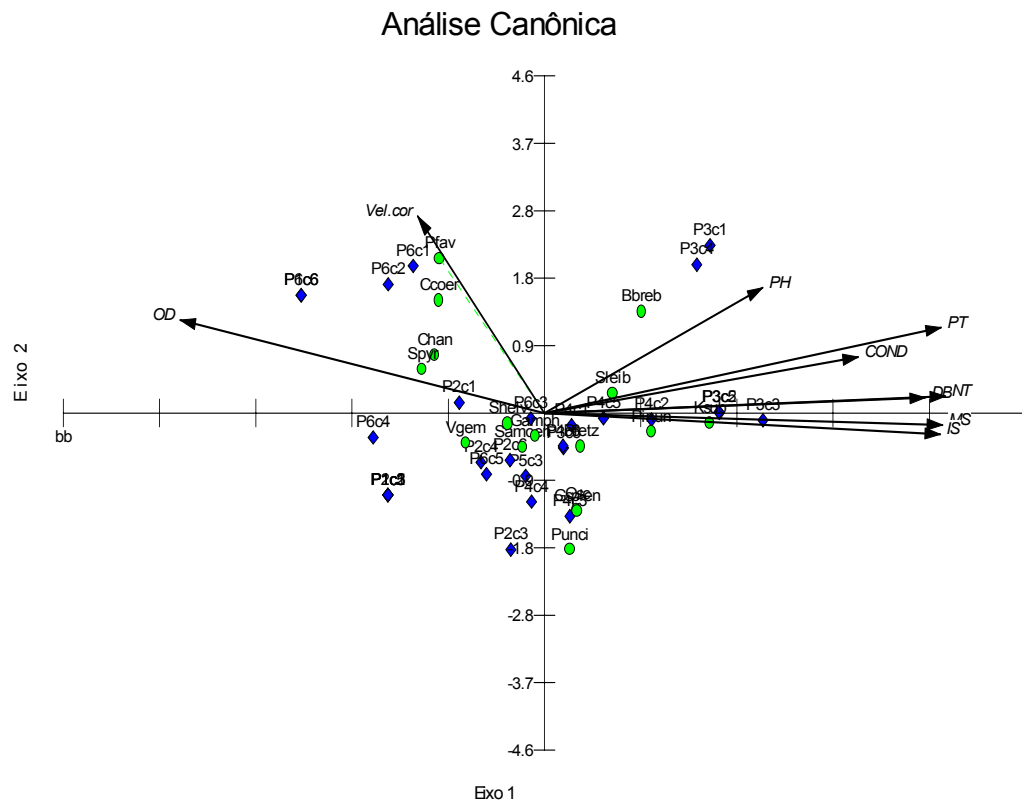


Figura 86 – Análise Canônica

Os maiores coeficientes canônicos foram relacionados ao IS (Índice sapróbico) e a algumas variáveis ambientais relacionadas a poluição (tab. 13). A estação 3 de coleta novamente se separou das demais e teve uma maior correlação positiva com *P. inundatum*.

Tabela 13- Valores dos coeficientes canônicos, para as espécies de algas e variáveis ambientais.

<b>Coefficientes canônicos</b>	<b>Eixo 1</b>	<b>Eixo2</b>
IS	1,168	-0,651
NH4	0,819	-2,184
DQO	0,795	-2,194
NIT	0,759	1,002
MO	-0,888	1,678
PT	0,14	18,723
<b>Escores das espécies de algas</b>	<b>Eixo 1</b>	<b>Eixo2</b>
Pinundatum	1,263	-0,419
K. subtile	1,109	-0,236
Sch. leibleinii	0,703	0,25
Stig. helveticum	-0,761	0,368
C. coeruleus	-0,824	0,183
Chantransia	-1,054	-0,337
<b>Escores das Estações de coleta</b>	<b>Eixo 1</b>	<b>Eixo2</b>
P3c2	1,912	-0,194
P3c5	1,904	-0,184
P3c3	1,748	-0,223
P4c2	1,447	-0,501
P3c1	1,317	2,494
P3c4	1,212	2,221
P2c1	-0,866	-0,655
P6c3	-0,932	1,378
P6c1	-1,005	0,082
P2c6	-1,063	0,741
P2c3	-1,134	0,653
P1c6	-1,345	-1,516
P6c6	-1,345	
P6c5	-1,4	
P2c4	-1,428	
P6c2	-1,488	

## 8 - DISCUSSÃO

Os rios em geral, apresentam um gradiente que envolve mudanças longitudinais nas características físicas e químicas, no metabolismo da comunidade, na diversidade biótica e no tamanho das partículas, desde a nascente até a foz (VANNOTE et al., 1980).

Em um rio, o fluxo d'água, impõe um determinado sentido e um contínuo arraste de material orgânico e inorgânico, sendo que fatores de grande significado ecológico e que mostram uma mudança progressiva ao longo dos rios são: velocidade da corrente, o tipo de substrato, a concentração de oxigênio dissolvido, os nutrientes inorgânicos, a vazão e a temperatura (MARGALEF, 1983). Mas ainda segundo JUNK, et al. (1989) temos a



influência dos pulsos de inundação onde a frequência, duração e intensidade parecem ser o fator principal de manutenção do equilíbrio dinâmico do sistema de planície de inundação e que condicionam os processos de troca de matéria e energia de energia no sistema.

As temperaturas das águas dos rios podem ter uma variabilidade considerável, atribuída tanto a causas naturais como artificiais e normalmente representa as temperaturas médias do meio circundante (SANTOS, op. cit.), o aporte de matéria orgânica normalmente aumenta a temperatura da água (MARINELLI *et al.* 2000), devido ao processamento desta matéria pela comunidade bacteriológica.

No presente estudo, as diferenças de temperatura nas várias estações de coleta foram significativas e um pouco elevadas para época do ano, mas não seguiram um gradiente de aumento da nascente a foz, talvez devido a estratégia adotada para as coletas, não seguindo as estações em suas seqüências. Provavelmente os valores altos encontrados para a estação 3 de amostragem foram devidos ao horário das coletas, em torno do meio dia, à baixa profundidade deste local, e também devido ao grande aporte de matéria orgânica. Pela análise de componentes principais a temperatura teve uma correlação baixa, com outras variáveis estudadas.

Os valores de temperatura encontrados para este estudo são similares aos valores verificados por SÉ (1992) e BARRETO (1999), neste rio para os meses do ano correspondentes.

A água é um solvente eficaz e um importante agente de intemperismo, erosão, transporte e disposição de materiais (SANTOS, 1993). Há uma interação entre precipitação pluviométrica e geologia local, modificada pela extensão e tipo de cobertura vegetal, que determina a transferência de minerais da terra para a água (VINNER, 1975 *in* SANTOS, op.cit).

Segundo MAIER (1983), as águas dos rios brasileiros tem pH com características variando de neutras a ácidas. LORANDI (1985), num levantamento dos solos da região de São Carlos, concluiu que, os solos desta região são ácidos, pobres em matéria orgânica e deficientes na maioria dos elementos essenciais às plantas.

Os principais fatores que influenciam as variações do pH da água são o ácido carbônico, bicarbonatos, carbonatos, ácidos fortes dissociáveis, constituição do solo, decomposição da matéria orgânica, ácidos orgânicos, esgoto sanitário, efluentes industriais, tributários e solubilização de gases da atmosfera, como também os processos biológicos como a fotossíntese, a respiração e a decomposição (BARRRETO, op.cit.).

De acordo com REID & WOOD, 1976 (*in* SANTOS, 1993), os rios que drenam pântanos e brejos possuem normalmente pH ácido, devido à presença de ácidos húmicos e taninos e que a presença de matéria orgânica autóctone em decomposição elevam a liberação de CO<sub>2</sub>, com o rebaixamento do pH. Na nascente do rio do Monjolinho, em zona brejeira, onde existe ainda um resquício de mata ciliar, o pH foi baixo, provavelmente devido ao material em decomposição, provindos da vegetação ripária. Nos demais trechos do rio o pH foi mais elevado do que na nascente, mostrando uma tendência à neutralidade.

Em outro estudo realizado no rio do Monjolinho, MENDES (1998) também verificou pequenas oscilações do pH, o que, segundo o autor, parecem não exercer efeito determinante sobre o desenvolvimento das comunidades aquáticas.

A condutividade elétrica refere-se à capacidade que uma solução aquosa possui de conduzir corrente elétrica. É portanto, uma variável que indica a carga iônica da amostra, dependendo não só da concentração da substância ionizada, como também da temperatura. Além disso, varia com a mobilidade, a valência e com a concentração real e relativa da cada íon. Verifica-se a importância dessa variável como indicadora de qualidade da água. Em águas continentais, os íons diretamente responsáveis pelos valores de condutividade

são, entre outros, o cálcio, o magnésio, o potássio, o sódio, os carbonatos, os sulfatos e os cloretos.

Os baixos valores encontrados para a nascente do rio do Monjolinho indicam uma baixa quantidade de íons. Segundo SÉ (1992) os baixos valores de condutividade elétrica para a região de nascente deste rio são um reflexo das baixas concentrações de eletrólitos das águas subterrâneas. Mas ao longo do rio os valores desta variável aumentam, mostrando um aumento progressivo ao entrar na área urbana, chegando a triplicar seu valor na estação 3 de amostragem, o que é explicado pelo aporte massivo de materiais orgânicos e inorgânicos, causando deterioração da qualidade de água do rio.

Segundo BARRETO (1999) e MARINELLI *et al.* (2000) a condutividade elétrica pode ser utilizada para identificar indícios de poluição, embora não discrimine a natureza dos elementos que o produzem. Assim o aumento do valor desta variável a partir da estação 2 mostra o acréscimo na carga de efluentes urbanos. Houve uma alta correlação entre a condutividade elétrica e o íon amônio, que segundo ESTEVES (1988), este íon somado à alta decomposição, contribuem para o aumento da condutividade.

A análise de componentes principais veio corroborar com os resultados obtidos, onde a condutividade teve uma correlação positiva ( $r=0,88$ ) com todos os outros indicadores de poluição orgânica (NT, PT) e com a estação 3 de coleta.

O oxigênio dissolvido é um dos principais responsáveis pela dinâmica e caracterização dos ecossistemas aquáticos. Suas principais fontes são a atmosfera e a fotossíntese e as principais fontes de perda são a difusão para a atmosfera, a oxidação da matéria orgânica e de íons metálicos (principalmente o ferro e o manganês) ESTEVES (1988).

Geralmente em rios, a concentração de oxigênio dissolvido é alta devido à turbulência e em águas correntes sem contaminação ela é próxima à saturação

(MAITLAND, 1978). No entanto, o teor de oxigênio dissolvido varia de um curso d'água para outro e ao longo do próprio rio, devido às alterações em características geomorfológicas (remansos e corredeiras) ou como consequência das condições climáticas (quanto maior a temperatura, menor a dissolução de gases). Além disso, a concentração do oxigênio dissolvido sofre outros tipos de influências. A constituição da bacia influi na erosão marginal, aumentando o fluxo de substâncias oxidáveis para o interior dos rios; a ocupação do solo ao longo da bacia é industriais e agrícolas, contribuindo também para a depleção do oxigênio dissolvido (MATHEUS & TUNDISI, 1988).

Temporalmente, não apenas a temperatura da água, como também o teor de oxigênio dissolvido sofrem forte influência dos fatores climáticos e antrópicos, definindo o ecossistema estudado como extremamente variável (SÉ, 1992; SALAMI, 1996, MENDES, 1998; BARRETO, 1999; MARINELLI, et al. 2000).

Analisando-se o gradiente longitudinal das concentrações de oxigênio dissolvido verifica-se um decréscimo em seus valores no sentido montante-jusante. Este fato é atribuído à influência da entrada de efluentes domésticos e industriais resultando em um aumento da quantidade de matéria orgânica lançada no rio. Com a análise estatística esta característica foi confirmada, pois o OD teve uma correlação negativa com todos os pontos após a nascente, mostrando claramente, que a entrada de resíduos domésticos e industriais e a alta decomposição, interferem na quantidade deste gás.

Quando se observam os dados obtidos para os valores de oxigênio dissolvido em todos os pontos do rio do Monjolinho, nota-se que o rio passa claramente pela zonas de degradação, de decomposição ativa e de recuperação.

O material em suspensão é uma variável com alta influência antrópica na conformação natural da bacia hidrográfica (MEYBECK *et al.*, 1989). Este material pode ser inorgânico, quando proveniente do intemperização de rochas, do solo e pode ter origem

alóctone; pode também ser de origem autóctone. Pode ainda, ser orgânico, proveniente, principalmente, de despejos (domésticos e/ou industriais).

A concentração de sólidos nos ecossistemas aquáticos lóticos está fortemente relacionada à precipitação, trechos de corredeiras, tipologia da vegetação, pedologia e às causas antrópicas, como presença de emissários de efluentes urbanos (BARRETO, 1999 *in* MARINELLI *et al*, op.cit)

Em rios e córregos, a turbulência é em geral suficientemente alta para suspender e manter suspensas grandes e pesadas partículas, além de outras mais leves (SANTOS, op.cit).

A carga de material orgânico recebida pelo rio do Monjolinho é alta, aumentando no sentido nascente-foz, demonstrando que esta variável está fortemente relacionada à entrada de efluentes domésticos, principalmente de origem orgânica (BARRETO, 1999). Os testes estatísticos comprovaram esta correlação entre o MS total e a despejo de esgoto.

Quanto às formas de nitrogênio (nitrito, nitrato, amônio e nitrogênio total) são de fundamental importância para a caracterização da qualidade da água de um rio. As concentrações de nitrito são geralmente baixas nos corpos d'água (GOLDMAN & HORNE, 1983).

Das formas nitrogenadas consideradas os altos valores de nitrogênio total, nitrito e amônio, tiveram correlação positiva com as estação 3, confirmando a baixa qualidade da água neste ponto, devido a grande quantidade de despejos orgânicos que este trecho do rio recebe.

Entende-se por demanda biológica de oxigênio a quantidade de oxigênio consumido durante a degradação bioquímica da matéria orgânica (demanda carbonácea), juntamente com o utilizado na oxidação de produtos inorgânicos em um certo período de tempo, e também com o oxigênio utilizado para oxidar formas reduzidas de nitrogênio

(demanda nitrogenada) pelo metabolismo de microorganismos aeróbios, que promovem a estabilização desta matéria orgânica.

A DBO está associada, geralmente, ao nível trófico de um ecossistema aquático, seja este lótico ou lêntico. Alguns dos fatores que podem influenciar esta demanda são a temperatura, turbulência, a população biológica envolvida no processo, a concentração de matéria orgânica e o lançamento de esgoto sanitário e resíduos industriais (BARRETO, 1999).

A correlação positiva da DBO ( $r= 0,83$ ), veio confirmar o baixo nível da qualidade da água do rio do Monjolinho, onde os baixos níveis de oxigênio dissolvido na estação 3, no perímetro urbano e os altos valores de material em suspensão, contribuem para altos valores de DBO. Sendo assim, esta variável, constitui, um excelente indicador do grande comprometimento das condições do meio (BRANCO, 1986).

Entende-se por demanda química de oxigênio a quantidade de oxigênio necessária para a estabilização química da matéria orgânica. Assim como a DBO, esta variável também está associada à qualidade da água. Os principais fatores que podem influenciar esta demanda são os lançamentos domésticos e industriais (influências antropogênicas), carreamento por chuvas de compostos de áreas adjacentes que demandam oxigênio para sua estabilização (influências naturais), a concentração de compostos orgânicos e inorgânicos, o revolvimento do sedimento de fundo e a turbulência, devido a ação dos ventos e da influência das margens e do fundo.

Como consequência do aumento da DQO, ocorre a diminuição do oxigênio dissolvido. Os maiores valores de DQO foram obtidos na estação 3, como já observado para os valores de DBO, e onde foram registrados os menores valores de oxigênio dissolvido, provavelmente estes eventos estejam relacionados com o grande aporte de compostos, tanto orgânicos quanto inorgânicos provenientes das enxurradas e esgotos do

município. Nas estações P4 e P5 esta característica se mantém ou tende a diminuir indicando uma pequena melhora na qualidade da água em relação à DQO, quando o rio se aproxima da foz. Este mesmo processo foi observado por SALAMI (1996) e BARRETO, (1999), onde os autores citam que este processo de recuperação ocorre devido à entrada de afluentes com melhor qualidade de água, mas também é devido a presença de corredeiras neste trecho abaixo da zona urbana e a cessão de entrada de despejos. Da mesma forma que a DBO, os valores de DQO estiveram altamente associados com a estação<sup>3</sup> de amostragem.

A turbidez da água está diretamente relacionada aos sólidos presentes no ecossistema, variando de acordo com a concentração e o tipo de sólido. A turbidez tem como principais conseqüências as reduções da atividade fotossintética e os principais fatores que podem influenciar esta variável estão ligados tanto a processos naturais quanto antrópicos, como a precipitação pluviométrica, descartes industriais, lançamento de esgoto sanitário, vazão, constituição do sedimento de fundo, profundidade e ventos (sistemas rasos).

A turbidez influencia diretamente a concentração e a diversidade específica dos organismos presentes, pois limita a zona eufótica e influencia a taxa fotossintética.

No caso deste estudo a turbidez não foi muito alta, quando comparada com estudos anteriores para o rio do Monjolinho, já que todos os levantamentos foram obtidos para a estação de seca. BARRETO (1999) registrou os maiores valores no período de chuvas, quando ocorreu o revolvimento do sedimento de fundo e o carreamento de maior quantidade de material alóctone.

O material em suspensão tem papel importante em estudos de ecossistemas aquáticos, sendo, em alguns casos, o maior responsável pela regulação e limitação da penetração de luz (sólidos suspensos), podendo também inferir na concentração de

oxigênio e na condutividade elétrica, contendo nutrientes e poluentes (partículas de metais) BARRETO (op. cit.).

As concentrações do material em suspensão nos ecossistemas lóticos estão ligadas a inúmeros fatores, como por exemplo, precipitação, regiões de corredeiras, alteração nas margens, desmatamento e constituição o solo. As principais fontes de sólidos são os processos de erosão, lixiviação, escoamento superficial e fontes antrópicas; podendo ter origem orgânica ou inorgânica, serem suspensos ou dissolvidos.

As maiores concentrações de material total em suspensão nas águas do rio do Monjolinho, foram observadas a partir da estação 3 de coleta, demonstrando que eles estão fortemente relacionados com a entrada de efluentes de origem urbana. As mesmas considerações foram feitas por SÉ (1992) e BARRETO (op.cit.).

Um dos principais problemas no estudo de das algas de ambientes lóticos é que as metodologias de estudo são geralmente adaptações dos métodos utilizados para as comunidades fitoplanctônicas de ambientes lênticos e ainda, de metodologias adaptadas de estudos realizados em rios de regiões temperadas.

WHITTON (op. cit) enfatizou que um problema diferente no estudo de algas se ambientes lóticos é que existe pouco embasamento teórico que possa ser usado para reunir dados de estudos diversos e dar, assim alguma perspectiva do assunto como um todo. Embora rios possam ser classificados de diversas maneiras, eles não se encaixam em tipos hidrológicos distintos como os lagos.

A experiência obtida através de trabalhos desenvolvidos em várias localidades, que estudaram águas poluídas com resíduos orgânicos revelam uma enorme diversidade de algas, mais de 1000 táxons de algas foram registradas, uma ou mais vezes, como formas tolerantes à poluição (PALMER, 1969).



O rio do Monjolinho é um ambiente lótico fortemente impactado por despejos domésticos e industriais, que corta a cidade de São Carlos, recebendo esgoto não tratado. Como consequência, observa-se a clara mudança nas características físicas e químicas da água das estações de coleta dentro da área urbana para as posteriores a ela. Com exceção da nascente, o rio do Monjolinho apresenta-se totalmente eutrofizado com as altas concentrações de nutrientes e baixas de oxigênio dissolvido.

A maioria dos tipos de talo de macroalgas propostos por SHEATH & COLE (1992), foram observados ao longo do rio. No entanto, houve a dominância dos “mats”, descritos em SHEATH *et al.* (1989) e SHEATH & COLE (op.cit). Estas formas morfológicas são muito freqüentes entre as cianofíceas, sendo a mais favorável e constituindo um micro-ambiente mais produtivo do que as outras formas (STOCK & WARD, 1991 *in* BRANCO & NECCHI, 1998).

A riqueza de Cyanophyta foi relativamente baixa, com no máximo de 5 espécies em cada trecho do rio analisado. Elas foram encontradas presas ao substrato rochoso ou na margem submersa do rio. Os valores obtidos são baixos quando comparados aos encontrados nos estudo feito por Branco *et al.* (2001) no qual 3 a 13 espécies foram registradas para cada ponto de coleta.

As Cianofíceas ocorrem em um ampla variedade de habitats, constituem uma classe que se encontra em quase todos os ambientes, incluindo solos, águas continentais e marinhas, são encontradas dos pólos aos trópicos, desde o nível do mar até o cume das mais altas montanhas (WHITTON, 1992; PARRA & BICUDO,1995). A maioria dos gêneros tem uma distribuição cosmopolita. Em corpos de água eutróficos, passam a constituir os organismos dominantes, chegando, às vezes, a gerar florações, que além de gerar odores extremamente desagradáveis podem apresentar toxicidade (PARRA & BICUDO, op.cit). Espécies do gênero *Phormidium* podem formar densas crostas no fundo

de lagos e lagoas, constituindo comunidades bentônicas de estrutura e fisiologia muito importante para o metabolismo destes corpos d'água.

Com relação às Rhodophyta, somente os chamados estágios “Chantransia” de *Batraschospermum* ou de *Lemanea*, que consistem de filamentos unisseriados que produzem monósporos, foram encontrados. Este estágios geralmente ocorrem quando as condições ambientais não são favoráveis para o desenvolvimento do gametófito (SHEATH, 1984; NECCHI-JUNIOR, 1992, PASCOALOTO, 1992). O substrato rochoso e a velocidade da corrente mais elevada, podem ter proporcionado um ambiente favorável para o desenvolvimento de *Chantransia*, a qual se desenvolve, mais próxima da interface água-substrato (SHEATH, 1984).

As rodofíceas apresentam poucos gêneros que vivem em água doce, no entanto, são excelentes indicadores ambientais, aparecendo em ambientes tipicamente não poluídos ou levemente poluídos (DELL'UOMO, 1991; SHEATH 1984; NECCHI, 1992; NECCHI *et al.*, 1984 e BERTUGA-CERQUEIRA, 2000). Este autores encontraram membros desta divisão em ambientes com baixas concentrações de matéria orgânica e nutrientes e valores relativamente altos de oxigênio dissolvido.

A influência da velocidade da corrente na composição das espécies é relativa e, no que se refere à resposta destes organismo às condições de hidrodinâmica, a morfologia do talo pode ser mais importante do que a espécie propriamente dita (SHEATH & HAMBROOK, 1990).

As Chlorophyta foram observadas em todas as estações de coleta, em locais pouco poluídos a locais de fortemente poluídos, demonstrando assim a alta variabilidade e a tolerância dos membros desta divisão. DELL'UOMO, (1991) relata que as clorofíceas são geralmente o grupo mas abundante, estando presentes tanto em regiões a montante, meio ou a jusante dos cursos dos rios, preferencialmente onde os nutrientes são abundantes.

O gênero mais abundante foi *Stigeoclonium*, que é um dos mais bem representados na maioria dos estudos taxonômicos e ecológicos envolvendo comunidades de macroalgas lólicas (BRANCO & NECCHI-JUNIOR, 1996, 1997; NECCHI-JUNIOR & PASCOALOTO, 1993; NECCHI-JUNIOR *et al.*, 1991, 1995, 1997; BRANCO, 1999). Algumas investigações têm registrado uma grande amplitude ecológica de determinadas espécies de *Stigeoclonium*. Esta relativa facilidade de ocorrência em diversos tipos de ambientes tem sido atribuída à ampla capacidade de suportar diversas condições físicas e químicas do ambiente, como temperatura, pH, tipo de substrato e velocidade da correnteza (ENTWISLE, 1989; NECCHI-JUNIOR *et al.*, 1995).

*Schysomeris* é uma alga filamentosa ramificada, com filamentos eretos que surgem de um sistema de filamentos prostrados, onde a forma do rizóide é uma característica diacrítica para separar as espécies (NECCHI-JUNIOR, comunicação pessoal) que crescem sobre a superfície do substrato. As células do eixo principal podem ter um ou dois ramos laterais e cada célula contém um núcleo e tem um cloroplasto anular e parietal, dentro do qual existem vários pirenóides. Os filamentos eretos freqüentemente terminam em extensões finas. (MANTON, 1964).

*Stigeoclonium helveticum* pode ocorrer sob condições micro ambientais variadas, além de ocupar uma variabilidade de substratos, o que sugere que esta espécie tem ampla tolerância às variações ambientais. Tal característica permite a ela colonizar riachos ou determinadas partes de um riacho com diversas combinações de parâmetros ambientais, garantindo, assim a sua presença em um maior número de ambientes lólicos, variando desde aqueles totalmente livres de interferência antrópica até aqueles fortemente perturbados (BRANCO & NECCHI-JUNIOR, 1996; 1997). Quanto à abundância relativa *Stigeoclonium helveticum* teve uma presença significativa neste estudo, como também em

outros estudos feitos em outras bacias de drenagem do Estado de São Paulo (NECCHI-JR. *et al.*, 1994).

Ainda, segundo BRANCO (1999), a maior amplitude de nicho encontrada nos pontos de amostragem por ele estudados podem caracterizar *S. helveticum* como uma espécie generalista, capaz de utilizar um grande espectro de recursos microambientais.

*Vaucheria geminata*, desenvolve-se preferencialmente na regiões do curso médio do rio, mas pode também se desenvolver próxima às cabeceiras ou nas regiões mais a jusante e sua faixa de tolerância é extraordinariamente ampla. As espécies de *Vaucheria* são amplamente distribuídas, crescendo em solos úmidos e em águas doces. Cresce formando emaranhados de considerável extensão sobre pedras e outros substratos submersos e costuma apresentar o crescimento máximo em setembro (DELL'UOMO, 1991).

O gênero *Compsopogon* se caracteriza por filamentos ramificados, em cujo eixo há uma fileira de grandes células, que podem estar rodeadas de células corticais. De acordo com VAN DEN HOEK *et al.* (1998) são de águas quentes com correnteza.

Os filamentos de *Klebsormidium* crescem soltos e tem células terminais arredondadas. Eles não se ramificam e se dissociam facilmente em fragmentos contendo de uma a poucas células. LOKHORST *et al.* (1985), dizem que *Klebsormidium* é uma clorofícea filamentosa não ramificada que “sem investigação da divisão nuclear e celular por microscopia eletrônica, ou dos zoósporos, é virtualmente impossível distinguir *Klebsormidium* do gênero *Ulothrix* e *Uronema*”.

Neste estudo foram encontrados um total de 16 taxa, em 6 trechos do rio, com uma extensão total de aproximadamente 43 km. Em geral estes resultados são baixos quando comparados com estudos feitos por NECCHI-JUNIOR *et al.* 1995, nos quais foram estudados 44 segmentos de rio e encontrados 36 taxa; NECCHI-JUNIOR *et al.* 1997, 33

trechos de rio e 42 taxa, BRANCO & NECCHI-JUNIOR, 1996, 52 trechos e 35 taxa; BRANCO & NECCHI-JUNIOR, 1998, 52 trechos e 35 taxa; PASCOALOTO e NECCHI-JUNIOR, 1994, bacia do Rio Preto, 25 taxa; NECCHI-JUNIOR, 1992, nascente do Rio Preto 4 espécies; BERTUGA-CERQUEIRA, 2000, 8 trechos de rio e 13 taxa. A diversidade espécies foi muito baixa quando comparados com estudos similares em rios da América do Norte, ( por ex. SHEATH & BULKHOLDER, 1985 – 39 taxa / 40 segmentos de rio, SHEATH *et al.* 1988 – 39 taxa/83 pontos, *In* BRANCO E NECCHI-JUNIOR, op.cit; SHEATH *et al.*1989- 67 sub-gêneros, SHEATH *et al.*1986 para o Alasca, 40 espécies , *in* BRANCO & NECCHI-JUNIOR, 1997).

No rio do Monjolinho a abundância de espécies parece ter uma maior relação com o tipo de substrato do que com a turbidez da água ou mesmo sua qualidade física e química, mas estudos a longo prazo precisam ser feitos nesta região para isto vir a se confirmar. Isto pode ser observado quando foi aplicado o Índice de Constância, onde mais de 50 % das espécies foram consideradas acidentais ou raras por se apresentarem na faixa de < 25% de presença nas amostras. Segundo NECCHI-JR, 1993, a redução da abundância das macroalgas, é determinada pelos efeitos mecânicos do aumento da velocidade da corrente.

Em síntese este trabalho mostrou que o estado ecológico do rio do Monjolinho reflete os eventos que ocorrem na bacia de drenagem, que esta submetida a diferentes tipos e intensidade de impactos oriundos da ocupação e das atividade humanas.

## 9- CONCLUSÕES

- ✓ O rio do Monjolinho, sofre marcantes alterações nas características físicas, químicas e biológicas da água em virtude dos despejos de esgoto sem tratamento lançados diretamente ao longo deste rio e pelo tipo de utilização da terra no entorno da bacia de drenagem.
- ✓ As variáveis físicas e químicas evidenciaram um alto nível de degradação da qualidade da água, a qual decai ao longo do curso do rio, chegando a alguma depuração antes da desembocadura no rio Jacaré-Guaçu.
- ✓ A condutividade elétrica foi a variável que teve a maior correlação positiva, dentro da análise de componentes principais, com as demais variáveis estudadas, enquanto que foi o oxigênio dissolvido teve correlação negativa com todas elas indicando o processo de eutrofização que no caso do rio do Monjolinho é de origem orgânica, predominantemente.
- ✓ A comunidade de macroalgas do rio do Monjolinho é constituída na maior parte por espécies de cianofíceas e clorofíceas e por rodofíceas, em menor número.
- ✓ A comunidade foi caracterizada por relativa riqueza de espécies considerando-se que foram encontrados 16 táxons, decorrentes da análise de 6 trechos ao longo de todo o rio.
- ✓ A abundância relativa das macroalgas foi relativamente baixa quando comparada com aquela observada em outros estudos feitos para rios do Estado de São Paulo.

- ✓ A constância da comunidade foi baixa, provavelmente em decorrência do efeito combinado dos tipos de substrato e da vazão do rio.
- ✓ A maioria das espécies foi classificada como sendo  $\alpha$ - mesossapróbica, características de zonas poluídas ou de poluição forte.
- ✓ *Klebsormidium subtile*, *Stigeoclonium amoenum*, *S. helveticum*, *Spyrogira* sp., *Blenothrix brebissonii*, *Geithlerinema amphibium*, *G. splendidum*, *Phormidium retzii* e *P.inundatum* podem ser considerados como indicadores de baixa qualidade da água, por se enquadrarem nas categorias  $\alpha$  e  $\beta$ -mesossapróbicas.
- ✓ A análise canônica, correlacionando as variáveis ambientais e as espécies de algas, sugere que a qualidade da água não afetou a distribuição das macroalgas, sendo provavelmente outro fator, como a sazonalidade ou a velocidade da corrente, a principal função de força afetando a distribuição das espécies.

### ***Recomendação Final***

- ✓ É recomendável que sejam feitos novos levantamentos florísticos, tanto para o rio do Monjolinho quanto para outros rios do estado, com a finalidade de se inventariar as espécies ocorrentes e correlacioná-las à amplitude de variação das variáveis ambientais. Maiores informações sobre a tolerância das espécies serão necessárias para se obter uma melhor correlação entre a distribuição geográfica das espécies de macroalgas e a qualidade da água, contribuindo para o estabelecimento de um melhor índice de qualidade da água para os rios do estado de São Paulo.

## 10- BIBLIOGRAFIA

ABOAL, M. Epilithic algal communities from river Segura Basin, Southeaster Spain. **Arch. Hidrobiol.**, v. 116, n. 1, p. 113-124, 1989.

AGUIAR, R.L. **Mapeamento geotécnico da área de expansão urbana de São Carlos- SP: contribuição ao planejamento.** v. 1 e 2. São Carlos : EESC, 1988, 127 f. Dissertação - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

AMADOR, I.M. **O urbano de São Carlos: Vinte anos de política urbana 1960/1980.** São Carlos 1981. 141 f. Dissertação (mestrado em arquitetura e urbanismo) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA) **Standart methods for examination of water wastewater.** New York : APHA, 1985, 1193 p.

ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. Modern approach to the classification system of Cyanophyta, 1-Introduction. **Algological Studies**, v. 79, p. 291-302, 1985.

ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. Modern approach to the classification system of Cyanophyta, 3-Oscillatoriales. **Algological Studies**, v.80, p. 327-472, 1988.

ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J.. Modern approach to the classification system of Cyanophyta, 5- Stigonematales. **Algological Studies**, v.59, p. 1-73, 1990.

BARBOSA, R.M. *et al.* A toxicidade de efluentes (lodo) de estações de tratamento de água a Dafnídeos (*Daphnia similis*), Quironomídeos (*Chironomus xantus*) e peixes (*Hyphessobrycon egues*). Pp.379-394. **In:** Espíndola, E.L.G. *et al.*,2000, Ecotoxicologia, Perspectivas para o séc. XXI, 575p.

BARRETO, A.da S., **Estudo da distribuição de metais em ambiente lótico, com ênfase na assimilação pelas comunidades biológicas e a sua quantificação no sedimento e água.** 1999. Tese de doutorado. São Carlos: Escola de engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, SP. 274f.

BERTUGA-CERQUEIRA, M., **Variação da comunidade de macroalgas ao longo de um trecho impactado do rio Bonito, município de Descalvado, estado de São Paulo, e sua relação com as variáveis físicas, químicas e biológicas.** Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos - SP. 81p., 2000.

BIGGS, B.J.F.; PRICE, G.M. A survey of filamentous algal proliferation in New Zealand rivers. **New Zealand J. Mar. Freshw. Res.**, Wellington, v. 21, p. 175-191, 1987.

BISINOTTO, D.A. **Evolução urbana de São Carlos.** São Carlos : EESC, 1988. 177p. Trabalho de iniciação científica - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

BJORNBERG, A.J.S.; TOLENTINO, M. Contribuição ao estudo da geologia e águas subterrâneas em São Carlos. **Bol. soc. bras. geol.**, São Paulo, v.8, n.2, 33 p., 1959.



- BOLD, H.C.; WYNNE, M.C. **Introduction to the algae: structure and reproduction.** New Jersey : Printice-Hall, 1985, 720 p.
- BORGE, O. Die von F. C. Hoehne während der Expedition Roosevelt-Rondon gessammelten süßwasseralge. **Srk. Bot., Uppsala, Stockholm**, 19 (17):1-56., 1925.
- BORTOLUTTI, A.A. **Caracterização geológico-geotécnico da região de São Carlos-SP, a partir de sondagem de simples reconhecimento.** São Carlos : EESC, 1983. 67 p. Dissertação (mestrado em Geotécnica) - Escola de Engenharia de São Carlos.
- BOURRELLY, P **Les Algae Dèau Douce: Initiation à la Systematic.** vol. 2. Paris : Boubée. 1981, 517p.
- BOURRELLY, P **Les Algae Dèau Douce: Initiation à la Systematic.** vol. 3. Paris : Boubée. 1985, 517p.
- BRAGA, C. Contribuição ao estudo da história e geografia da cidade e Município de São Carlos do Pinhal. **Almanach São Carlos**, 1894. São Carlos, 1-52, 640p.
- BRANCO, L.H.Z.; NECCHI-JR., O., Distribution macroalgae in three tropical drainage basins of southeastern Brazil. **Arch. Hydrobiol.** 142 (2): 241-256, 1998.
- BRANCO,S.M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária.** 2ª ed. São Paulo. CETESB, 620 P. 1986
- BRUNNTHALR, J. Beitrag zur süßwasseralgenflora von Aegypten. **Hewigia.** Bd. LIV: 214-225, 1924.
- CAMARGO, J.F. Breve noticia histórica e geográfica sobre a cidade e município de São Carlos. **Almanach São Carlos**, São Carlos, 18-155, 1928.
- CAMPOS, I.F.P. & SENNA, P.A.C., Nostocophyceae (Cyanophyceae) da lagoa Bonita, D.F., Brasil. II. **Rev. Brasil. Biol.** 49 (1): 83-95, 1989.
- CAMPOS, I.F.P., **Estudo qualitativo das Nostocophyceae (Cyanophyceae) da lagoa Bonita, D.F., Brasília, Brasil.** 155p. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba - PR, 155p., 1986.
- CETESB Análises Bacteriológicas da água. **Série Didática**, São Paulo. p.1-52, 1991.
- CETESB, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) Método da Diluição e Incubação. **Série Didática**, São Paulo. p.1-11, 1992.
- CHINAGLIA, F.A., **Caracterização e verificação da aplicabilidade do uso de populações de protozoários para a caracterização da qualidade de água dos rios do Monjolinho e Jacaré-Guaçu, SãoCarlos, SP.** 1996, Dissertação d Mestrado. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 101f.
- COHN, F. Über den Brunnenfaden (*crenothrix polyspora*) mit Bemerkungen Über die mikroskopische Analyses des Brummemwasser. **Biol. Pflazen**, v.3, p. 1-108. Apud SLÁDECEK, V. 1973. System of water quality from biological point of view. **Arch. Hydrobiol.**, Ergebnisse der Limnologie, v.7, p.1-218, 1978.

COUTINHO, R. **Taxonomia, distribuição, crescimento sazonal, reprodução e biomassa das algas bentônicas no estuário da lagoa dos Patos (RS)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 232p., 1982.

COX, E.J. What is the basis for using diatoms as monitors of river quality? **In:** B.A Whitton, E. Rott and G Fiedrich, Use of algae for monitoring rivers. Innsbruck : Universität Innsbruck, (1991).

CUNHA, A.C. **Educação ambiental no córrego do Lazzari, bacia do Monjolinho (São Carlos, SP): uma experiência interdisciplinar com alunos de 6<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> séries da EEPG Prof. José Juliano Neto**. 1996. Monografia de especialização. São Carlos: Escola de engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 96f.

DAMACENO *et al.*, **Estudo da qualidade de água do córrego do Monjolinho**. 1971 São Carlos, Monografia –EESC, Universidade de São Paulo.

DE TONI, G.B. & FORTI, A. Alghe, in "Il Ruwenzori", **Relaz. Scienc.**, I: 549-579, 1909.

DE TONI, G.B., Verber eine neue Tetrapedia-Art aus Africa. **Hedwigia**, Bd. XXX: 194-196, 1891.

DEBRAY, F., Liste de algues merines et al'eau douce récoltées jusgula ce jour en Algérie. **Bull. Scient. France et Belgique**, t. XXV: 174-192, 1893.

DELL'UOMO, A. Use of benthic macroalgae for monitoring rivers in Italy. **In:** B.A Whitton, E. Rott and G Fiedrich, Use of algae for monitoring rivers. Innsbruck : Universität Innsbruck, (1991).

DESIKACHARI, T. V. **Cyanophyta**. Univesity of Madras. Ed. Indian Cousil of Agriculture research, New Delhi, 686p., 1959.

DROUET, F. The brazilian Myxophyceae. I. **Am. J. Bot.**, Lancaster, Pa., 24: 598-608, 1937.

DROUET, F. The brazilian Myxophyceae. II. **Am. J. Bot.**, Lancaster, Pa., 25: 657-666, 1938.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência. 1988

ESPÍNDOLA, E.L.G. et al. **A bacia hidrográfica do rio Monjolinho: uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar**. São Carlos, RIMA, 188p., 2000.

FERREIRA, C.J.A. **Análise da distribuição espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica da lagoa de oxidação do Guará I, Brasília, D.F.** Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília - D.F., 115p., 1988.

FJERDINGSTAD, E. Pollution of stream estimated by benthic phytomicro-organisms I: a saprobic system based on communities of organisms and ecological factors. **Int. Rev. Ges. Hydrobiol.** Mainz, v. 49, n.1, p. 63-131, 1964.

- FJERDINGSTAD, E. Taxonomy and saprobic valency of benthic phytomicro-organism. **Int. Rev. Ges. Hydrobiol.**, v.50, p.475-604, 1965.
- FJERDINGSTAD, E. Microbiol criteria of environment qualities. **Ann. Rev. Microbiol.**, v.25, p. 563-582, 1971.
- FRANCESCHINI, I. M. Flora de cyanophyceae do Rio Seco, Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. **Napae** v.7, p. 1-39, 1990.
- FREMY, P. Les Myxophycées de L'Afrique Équatoriale Française. **Archive de Botanique**. T III (2). 507 p., 1930.
- FRITSCH, F. E. A first report on the freshwater algae mostly from the cape Peninsula in the herbarium of south african museum. (contribution to our knowledge of freshwater algae of Afrca, 2). **Am. S. Sfrican Museum**, vol. IX : 483-611, 43 fig., 1918.
- GARCIA, J.R. Determinação de oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio dos rios da cidade de São Carlos. São Carlos: CDCC – IFQSC, 1988. **Resumo**: 23º Congresso Jovens Cientistas.
- GAUTHIER-LIVRÉ, H. Schizophycées littorales de la petite Syrte, Tunisie, récoltées par. M. Seurat au cours de ses derniers voyages (1992-1923). **Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nort.** t. XV:129-130, 1924.
- GOLTERMAN, H.L. ; HORNE, A.J. **Limnology**. Tokyo, Mc Graw-Hill, 464p., 1983
- GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S., OHNSTAD, M.A.M. **Methods for physical & chemical analysis of fresh waters**, 2. ed. Oxford : Blackwell Scientific Publications, 1978. 213 p.(IBP Handbook, 8).
- GOMES, L. A. **Aspectos qualitativos da águas pluviais urbanas. São Carlos :** EESC, 1981. 105p. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- GONÇALVES, A.R.L. **Geologia ambiental da área de São Carlos. São Paulo :** I.G.U.S.P., 1986. 138p. Tese Doutorado em geologia - Instituto de Geologia, Universidade de São Paulo.
- GUERESCHI, R.M., **Monitoramento biológico da bacia hidrográfica do rio do Monjolinho pelo uso de invertebrados bentônicos**, 1995, São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Hidrobiologia, 54 f.
- HARDOIN, E.L. **Taxonomia e Ecologia de testaceae (Protozoa: Rhizopoda) do pantanal de Poconé – rio Bento Gomes e Vazante Birici, Mato Grosso do Sul, Brasil. 1997 .** São Carlos, SP (Tese). UFSCar, 360p. 1996
- HAWKES, H.A. Invertabrates as indicators of river quality. **In:** International Symposium on biological indictors of water quality. Univ, of newcastle upon Tyne. England. 1978.
- HOLMES, N.H.T.; WHITTON, B.A., Phytobenthos of river tees and itstributaries. **Freshwat. Biol.** 11, p. 139-163, 1981.

- HORNE, A.; GOLDMAN, C.R. **Limnology**. Mc. Gram-Hill Inc., 1994
- HUSZAR, V.L.M. **Contribuição ao conhecimento das algas planctônicas do lago da Barragem , Santa Bárbara, pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 1977.
- HUSZAR, V.L.M. Ocorrência e distribuição sazonal de algas planctônicas do Lago da Barragem de Santa Bárbara, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Rev. Brasil. Bot.** 2:149-154, 1979.
- HYNES, H.B.N. **The ecology of running waters**. Liverpool : Liverpool Univ., 555 p 1970.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) Carta Geográfica do Brasil. **Folhas:** São Carlos, Ibaté. Araraquara, e Ribeirão Bonito. Escala 1: 50.000. Rio de Janeiro, 1971.
- JOHANSON, C. Attached algae vegetation in running water of Jämtlandm, Sweden. *Acta Phytogeographica Suecica*, **Upsala**. v. 71, p. 1-83, 1982.
- JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B, & SPARKS, R.E., The flood pulse concept in the river-floodplain. **Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.** (106): 110-127, 1989.
- KAWECKA, B. Stream ecosystem in mountains grassland (West Carpathians) 6. Sessile algae communities. **Arch. Hydrobiol.**, v. 22, p. 357-365, 1982.
- KLEEREKOPER, H. **Introdução ao estudo da limnologia**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional. Vol. 1, 329 p. Fig. 1-15 (Série didática n°4), 1944.
- KNÖPP, H. G, Grundsätzliches zur frage biologischer vorfluteruntersuchungen, erläutert na einen gütelängsschitt des mains. **Arch. Hydrobiol.**, v. 22, p. 363-368, 1955.
- KOLKWITZ, R.; MARSSON, S. Ökologie der tierischen Saprobien. Beiträge zir Lehre von des biologischen gewasserbeurteilung. **International revue der gesamten hydrobiologie**, v. 4, p. 126-152, 1909.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 2- Chroococcales. **Algological Studies**, v.73, n. 2, p. 157-226, 1986.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K.. Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 4- Nostocales. **Algological Studies**, v. 82, n. 3, p. 247-345, 1989.
- KOROLEFF, F. Determination of Nutrients, **in:** GRASSHOFF, K., *Methods of sea Water analysis*, Verlag. Clemie Weinhein, p.171-181, 1976.
- KOTHÉ, P. **Der artenflbetrag, gütekriterium und seine anwendungbei biologischen vorfluteruntersuchungem**. Dt. Gewkd. l. mitt. v. 6, p. 60-65, 1962.
- KREBS, C.J. **Ecological Methodology**, Cambridge : Harper & Row, 1989, 654 p.

LANGE-BERTALOT, H. Pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation. **Nova Hedwigia**, Beith. 64, 285-304, 1979.

LEGENDRE, L. ; LEGENDRE, P. **Numerical ecology**. Developments in environmental modelling, 3. Amsterdam: Elsevier Scientific Publish. Co., 1983, 419p.

LOBO, E.; LEIGHTON, G. Estruturas comunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocadura de rios e esteros de la zona central de Chile. **Rev. Biol. Mar.** 22(1): 1-29, 1986.

LORANDI, R. **Caracterização dos solos das áreas urbanas e suburbanas de São Carlos e suas implicações**. Piracicaba : ESALQ, 1985. 181 p. Tese (Doutoramento em geologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

MACKERETH, F.J.H.; HERON, J.; TALLING, J.F. **Water analysis some revised method for limnologists**. Freshwater Biological Association Scientific Publication. Kendall : Titus Wilson & Son., n. 36, 1978, 117 p.

MAIER, M.H., **Geoecologia, hidrografia, clima e processos antrópicos da bacia do Jacaré-Pepira, SP**. 1983, Tese de doutorado, São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, 219f.

MAITLAND, P.S. **Biology of freshwaters**. New York : Chapman and Hall, 2º ed., 1978, 276 p.

MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona, Ediciones Omega S/A, 1010 p.,1983.

MARINELLI, C.E., MORETTO, E.M., BRUCHA, G. & LUCCA, J.V.de, **Cap. 11-Limnologia**. In: A Bacia Hidrográfica do rio do Monjolinho, Espíndola et al. 2000.

MATHEUS, C.E. & TUNDISI, J.G., Estudo físico-químico e ecológico dos rios da bacia hidrográfica do ribeirão e represa do Lobo. **In: Tundisi, J.G., Limnologia e manejo de represas**. Vol.I. Tomo1. São Carlos: CRHEA-FESCE-USP/ACIESP, 506 p. (sér.: monografias em limnologia). P.419-471,1988.

MENDES, A.J.S. **Avaliação dos impactos sobre a comunidade macrozoobentônica no córrego do Monjolinho (São Carlos, SP)**. Dissertação de Mestrado. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 244 f. 1998.

MOURA, V.G. **São Carlos do Pinhal na história**. Concurso de Monografias. São Carlos : PMSC, 1967. 22 p..

NECCHI- JUNIOR., O. **Rhodophyta de água doce do estado de São Paulo: levantamento taxonômico**. Bol. Bot., Universidade de São Paulo, 11: 11-69, 1989.

NECCHI-JUNIOR, O. Macroalgae dynamics in a spring in São Paulo State,, southeastern Brazil. **Arch. Hydrobiol.** v. 124, n. 4, p. 489-499, 1992.

NECCHI-JUNIOR, O; BRANCO, L.H.Z.; BRANCO, C.C.Z. Comparison of three techniques for estimating periphyton abundance in bedrock streams. **Arch. Hydrobiol.**, v.134, n.3, p. 393-402, 1995.

NECCHI-JUNIOR, O.; BRANCO, L.H.Z.; DIP, M.R. Uso das macroalgas para a avaliação da poluição orgânica no Rio Preto, Noroeste do Estado de São Paulo. **An. Acad. Bras. Ci.**, v.66, n.3. p. 359-371, 1994.

NECCHI-JR. O.; BRANCO, C.C.Z.; SIMÃO, R.C.G. & BRANCO, L.H.Z., Distribution of stream macroalgae in the northwest region of São Paulo State, southeastern Brazil. **Hydrobiologia** 229: 219-230, 1995.

NECCHI-JUNIOR, O.; DIP, M.R.; GOES, R.M. Macroalgae of a stream in southeastern Brazil: composition, seasonal variation and relation to physical variables. **Hydrobiologia**, Dordrecht. v. 231, p. 241-250, 1991.

NECCHI- JUNIOR., O., GÓES, R.M. & DIP, M.R. Phenology of *Compsopogon coeruleus* (Balbis) Montagne. **Jap. J. Phycol.** 38: 1-10, 1990.

NECCHI-JUNIOR, O.; MOREIRA, J.C.L. Longitudinal distribution of macroalgae in two tropical lotic ecosystems from southeastern Brazil. **Arch. Hydrobiol.**, v.135, n. 1, p. 219-230, 1995

NECCHI- JUNIOR., O.; PASCOALOTO, D., Seasonal dynamics of macroalgae communities: composition, seasonal variation and relation to physical and chemical variables. **Hydrobiologia** 213: 241-250, 1993.

NECCHI- JUNIOR., O.; PASCOALOTO, D.; & BRANCO, L.H.Z., Distribution of macroalgae in a tropical river basin from southeastern Brazil. **Arch. Hydrobiol.** 129 (4): 459-471, 1994.

NECCHI- JUNIOR., O.; PASCOALOTO, D.; BRANCO, C.C.Z. & BRANCO, L.H.Z., Stream macroalgae flora from the northwest region of São Paulo state, southeastern Brazil. **Algological studies**, 84: 91-112, 1997.

NEVES, A.P. **O Jardim público de São Carlos do Pinhal.** São Carlos : Fundação Teodoro Souto/ EESC, 1983, 130 p.

NISIYAMA, C.A. & POVINELI, J., **Indicadores de Poluição:** comparação dos dados de parâmetros físicos-químicos e de organismos bentônicos no córrego do Monjolinho (São Carlos, SP). Relatório Fapesp, São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 244p.1993.

NOGUEIRA, M.G. **Dinâmica das populações planctônicas e fatores físicos e químicos de um pequeno sistema artificial raso ( Represa do Monjolinho, São Carlos, São Paulo).** São Carlos : SHS - EESC, 1990. 244p. Dissertação (Mestrado em hidráulica e saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ODUM, E.P., 1988, **Ecologia.** Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S.A., 434p.

OLIVEIRA, E.C.FO. & PEREIRA, S.M.B. Notas sobre o gênero *Compsopogon* Montagne (Rhodophyta, Compsopogonaceae) no Brasil. **Bol. Bot., Universidade de São Paulo.** 1: 85-94, 1973.

OLIVEIRA, J.B.; PRADO, H. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo**. Quadrícula de São Carlos. II. Memorial descritivo. Campinas: IAC, 1984. 188p. (Boletim técnico, n.,98).

PALMER, C.M., A composite rating of algae tolerating organic pollution. **J. phycol.**, 5: 78-82, 1969.

PANTLE, R.; BUCK, H. Die biologische uberwachung der gewässer und die darstellung der ergebnisse. **Gas-und Wasserfach**, v. 96, p. 604, 1955.

PARRA, O.O.; BICUDO, C.E.M., **Introduccion a la biologia y sistemática de lãs algas de águas continentales**. Chile, 268 p, 1995.

PASCOALOTO, D **Macroalgas bentônicas de ambientes lóticos da bacia de drenagem do Rio Preto, Estado de São Paulo**: flora e distribuição. Rio Claro : UNESP, 1992. 196 p. Dissertação (Mestrado em Taxonomia) - Instituto de Biociências de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista.

PASCOALOTO, D.; NECCHI-JUNIOR, O. Seasonal variation of *Sirodotia deticatula* Skuja (Rhodophyta, Batracospermaceae) in a small stream from São Paulo State, Southeastern Brazil. **Rev. Bras. Biol.**, v. 50, p.35-42, 1990.

PEDRINI, A.G. & SILVEIRA, I.S.A. Composição taxonômica e estimativa da biomassa das macroalgas epifíticas em *Ruppia marítima* L. na lagoa de Marenpendi, Rio de Janeiro, Brasil. seq. Rio Jan., 3:45-66.

PEIXOTO, J.A. & HUSZAR, L. M. Algumas species de algas da Quinta da Boa Vista, Rio de Janeiro. **Bul. Museu Nac.** 67:1-8, 1983.

PELÁEZ-RODRIGUES *et al.*, Análise da qualidade de água e aplicação do índice de proteção à vida (IVA) em duas sub-bacias hidrográficas do rio Jacaré-Guaçu. **In: Espíndola, E.L.G. et al.**,2000, Ecotoxicologia, Perspectivas para o séc. XXI, 575p. 2000

POVINELLI, J. **Contribuição ao estudo da constante de desoxigenação da equação de DBO**. São Carlos : SHS-EESC, 1972. 141p. Tese (Doutoramento em hidráulica e saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS **Informativo do gabinete do prefeito sobre o município de São Carlos**. São Carlos, 1989.

ROUND, F.E. Diatoms in river water-monitoring studies. **J. Phycol.**, v. 3, p. 129-145, 1991.

SALAMI, L.N.B.P., **Estudo das influências climáticas e antropogênicas nas características físico-químicas no rio do Monjolinho**. 1996. Dissertação de mestrado. São Carlos: Escola de engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.132f.

SANT'ANNA, C.L.; BICUDO, R.M.T. & PEREIRA, M.A.S.L., Nostocophyceae (Cyanophyceae) do parque estadual da ilha do Cardoso, Estado de São Paulo, Brasil. **Rickia** 10: 1-27, 83 fig., 1983.

SANT'ANNA, C.L.; CORDEIRO-MARINO, M.; BRAGA, M.R.A. & GUIMARÃES, S.M.P.B. Cianofíceas Marinhas das praia de Peruíbe e dos Sonhos, município de Itanhaém, SP. Brasil. 1, **Rickia**, 12:89-112, fig. 1-77, 1985.

SANT'ANNA, C.L.; PEREIRA, H.A.S.L.; BICUDO, R.M.T. Contribuição ao conhecimento das Cyanophyceae do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, SP. Brasil. **Rev. Brás. Biol.**, 38 (2): 321-337., 1978.

SANTOS, M.J., **Estudo limnológico dos córregos da Água Fria e Água Quente**. 1993. São Carlos, dissertação de mestrado, EESC/USP, 291

SANTOS, S. A. M. **Educação ambiental através da análise de impactos de um rio (Córrego do Gregório, município de São Carlos – SP)**. São Carlos : CDCC – IFQSC, 1990. 27p. Relatório final de projeto de pesquisa – Coordenadoria de Divulgação Científica e Cultural do Instituto de Física e Química de São Carlos, Universidade São Paulo.

SAUVAGEAU, C. Sur le Radaisia, nouveau genre de Myxophyceae. **Journ. de Bot. T.** IX: 372-376, 1895.

SCHAEFER, A. **Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais**. Porto Alegre : Editora da Universidade, UFRGS, 1985, 532p.

SÉ, J. A. S. **O rio do Monjolinho e sua bacia hidrográfica como integradores de sistemas ecológicos**. Um conjunto de informações para o início de um processo de pesquisas ecológica, de educação, planejamento e gerenciamento ambientais a longo prazo. São Carlos : EESC. 1992, 378 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

SENNA, P.A.C. & FERREIRA, L.V. Nostocophyceae (Cyanophyceae) da fazenda Água Limpa, Distrito Federal , Brasil. 1 – família Choococcaceae e Oscillatoriaceae. **Rev. Brasil. Bot.** 9:91-108, 1986.

SENNA, P.A.C. 1982 Tese. São Paulo.

SENNA, P.A.C. **Cyanophyceae da lagoa de estabilização de São Carlos, Estado de São Paulo, Brasil**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.

SENNA, P.A.C., Cyanophyceae from the eastern region of Distrito Federal, Brazil. 2. **Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.** 65:73-102, 1996.

SENNA, P.A.C., Estudo das Nostocophyceae (Cyanophyceae), do Distrito Federal, 2, lagoas Joaquim Medeiros e dos Carás. **Rev. Brasil. Biol.**, 52 (3): 461-479, 1992b.

SENNA, P.A.C., Nostocophyceae (Cyanophyceae) da represa de Descoberto, D.F., Brasil. **Rev. Brasil. Biol.**, 48 (4): 683-696, 1988.

SHEATH, R.G.; BURKHOLDER, J.M. Characteristics of softwater streams in Rhode Island II: comparison and seasonal dynamics of macroalgal communities. **Hydrobiologia**, v. 128, p. 109-118, 1995.



SHEATH, R.G.; COLE, K.M. Biogeography of stream macroalgae in north America. **J. Phycol.**, v. 28, 1992.

SILVA, J.dos S. V. da, ABDON, M. de M & PARANAGUÁ. P. A. **Cap. 7- Remanescentes de vegetação.** In: A Bacia Hidrográfica do rio do Monjolinho, Espíndola et al. 2000.

SIOLI, H., Limnologia e Ciência, **Boletim Paulista de Geografia**, p.93-105, 1978

SLÁDECEK, V. System of water quality from the biological point of view. **Arch. Hydrobiol.**, v. 7, p.1-218, 1973.

SNEATH, P.H. ; SOKAL, R.R. **Numerical taxonomy, the principles and practice of numerical clasification.** W. H. Freemam, New York. 573 p., 1973.

SOUZA, P.A.P., SANTOS, M.B., dos e Palhares, J.C. **Capítulo 5 - Pedologia.** In: A Bacia Hidrográfica do rio do Monjolinho, Espíndola et al. 2000.

SOKAL, R.R.; ROHLF,F.J. **Biometry.** New York : W.H. Freeman, 1981, 859p.

STANDARD METHODS, 1992 **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 18<sup>o</sup>ed., 1992.

STRIXINO, G & STRIXINO, S.T., Macrobentos das represa do Monjolinho (São Carlos). **Rev. Brasil. Biol.**, 42: 165-170.1982

TEIXEIRA, C., TUNDISI, J.G., KUTNER, M.B. Plankton studies in a mangrove II. the standing-stock and some ecological factors. **Bolm. Instit. Oceangr.**, São Paulo. v. 4, p. 23-41, 1965.

TOLENTINO, M. **Estudos críticos sobre o clima da região de São Carlos - SP. Concurso de Monografias.** São Carlos : PMSC, 1967. 98 p.

TOLENTINO, M. *et al.* Estudos morfométricos das bacias hidrográficas do planalto de São Carlos (SP). **Revista brasileira de geografia**, Rio de Janeiro, n.4, p. 42-50, 1968.

TUNDISI, J. G. **Produção primária, “standing-stock” e fracionamento do fitoplâncton da região de Cananéia.** São Paulo : USP, 1969. 131 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de São Paulo.

UERKOVICH G.; FRANKEN, M. Aufuchsalgen aus zentralamazonischen redgenwaldbächen. **Amazoniana**, 1980, p. 49-79.

VALDERRAMA, J.C. The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural waters. **Mar. Chem.**, v. 10, p. 109-122, 1981.

VANNOTE, R.L. *et al.* The river continuum concept. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, v. 37, p. 130-137, 1980.

VIS, M.L.; SHEAT, R.G. & COLE, K.M. Systematic of the freshwater red algal family Compsopogonaceae in North America. **Phycologia**, 31(6): 564-575, 1992.

- WELWITSCH, F. The Pedras Negras of pango andongo in Angola. **Journ. of Travel and Nat. Hist.**, Vol. I : 22-36, 1868.
- WEST, G.S. Phytoplankton from the Albert Lyanza. **Journ. of Bot.**, vol. XLVII : 244-246, 1909.
- WEST, G.S. The algae of the Birket Qarum, Egypt. **Journ. of Bot.**, vol. XLVII : 237-244, 1909.
- WHITTON, B.A. **River ecology**. Oxford : Blackwell, P. 312-374. (Studies in ecology, 2), 1975.
- WHITTON, B.A. **Aims of monitoring**. Use of algae for monitoring rivers. (Eds: B. A. Whitton, E. Rott & G. Friedrich), p. 5-8. Institut für Botanik : Universität Innsbruck., 1991.
- WHITTON, B.A.; KHOJA, T.M.; ARIF, I.A. Water chemistry and algal vegetation of streams in the Asir Mountains, Saudi Arabia. **Hydrobiologia**, v. 1333, p. 97-106, 1986.
- WHITTON, B.A.; ROOT E.; FRIEDRICH G. **Use of algae for monitoring rivers**. Austria, 1991, 193 p.
- WHITTON, B.A.; ROOT E., **Use of algae for monitoring rivers II**. Austria, 1995, 196p.
- ZUQUETTE, L.V. **Mapeamento geotécnico preliminar na região de São Carlos - SP**. São Carlos : EESC, 1981. 86 p. Dissertação (Mestrado em geotécnica) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

## Anexo 1

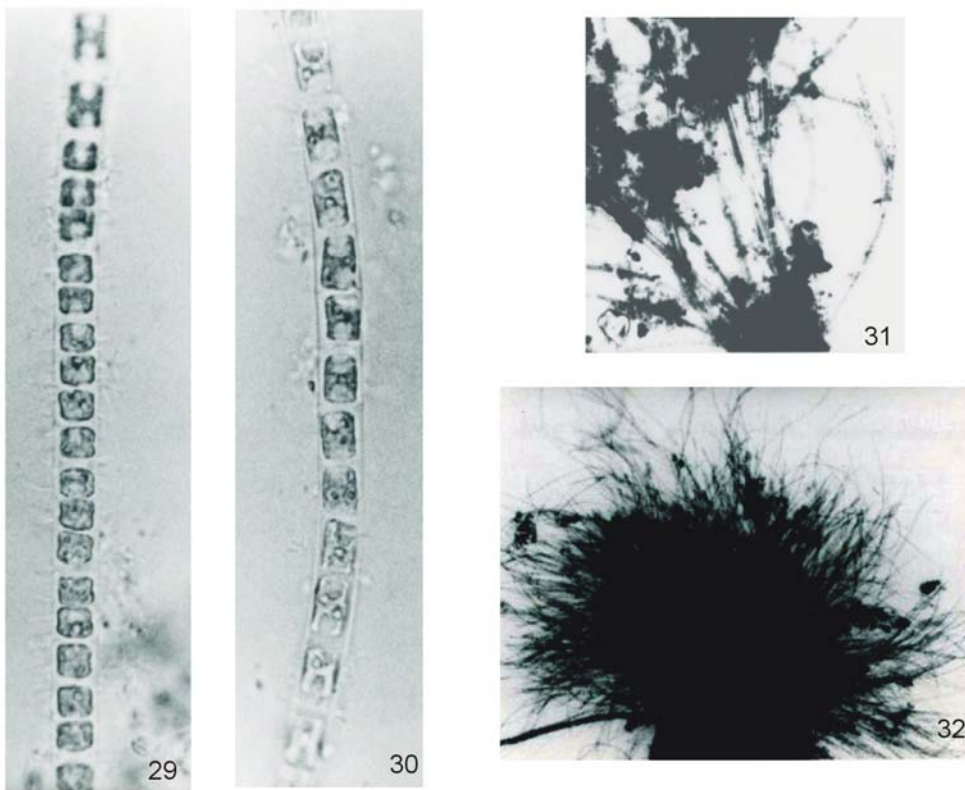
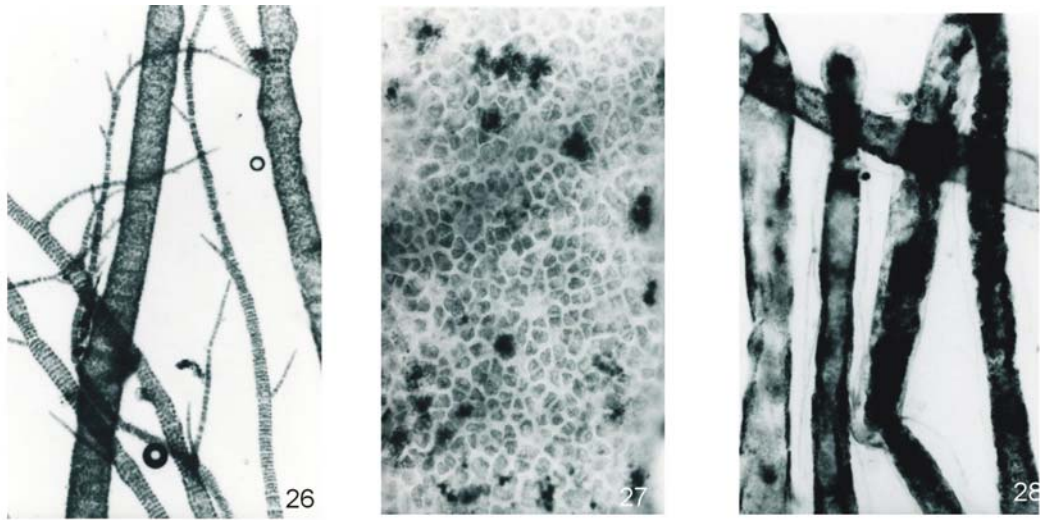


Figura 26- 27. 26.. *Compsopogum coerulus* (vista geral x5), 27.Detalhe das células do talo x10 (1,25);  
 Figura 28.*Vaucheria geminata* (vista geral x10(1.5); Figura 29-30.*Klebsormidium subtile* (vista do talo  
 x40(1.5); Figura 31- *Chantransia* (vista geral do talo x5); Figura 32. *Stigeoclonium helveticum* (vista geral  
 x5).



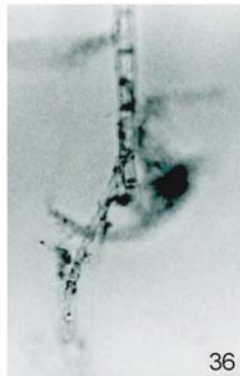
32



33



35



36



37



38



39

Figura 32 e 33. *Stigeoclonium helveticum*, Fig 32.detalhe da ramificação x40 (1,5), Fig. 33 -rizóidex40 (1,5);  
Figura 34 e 35-*S. Amoenum*, Fig. 34 Aspecto geral x5 (1.0), Fig. 35- Detalhe das ramificações x40 (1,5),  
Fig. 36- Detalhe do rizóide x40 (1,5); Figura 37- *Spyrogira* sp x10 (1.5); Figura 38 e 39- *Schysomeris leibleinii*  
x40(1.0).

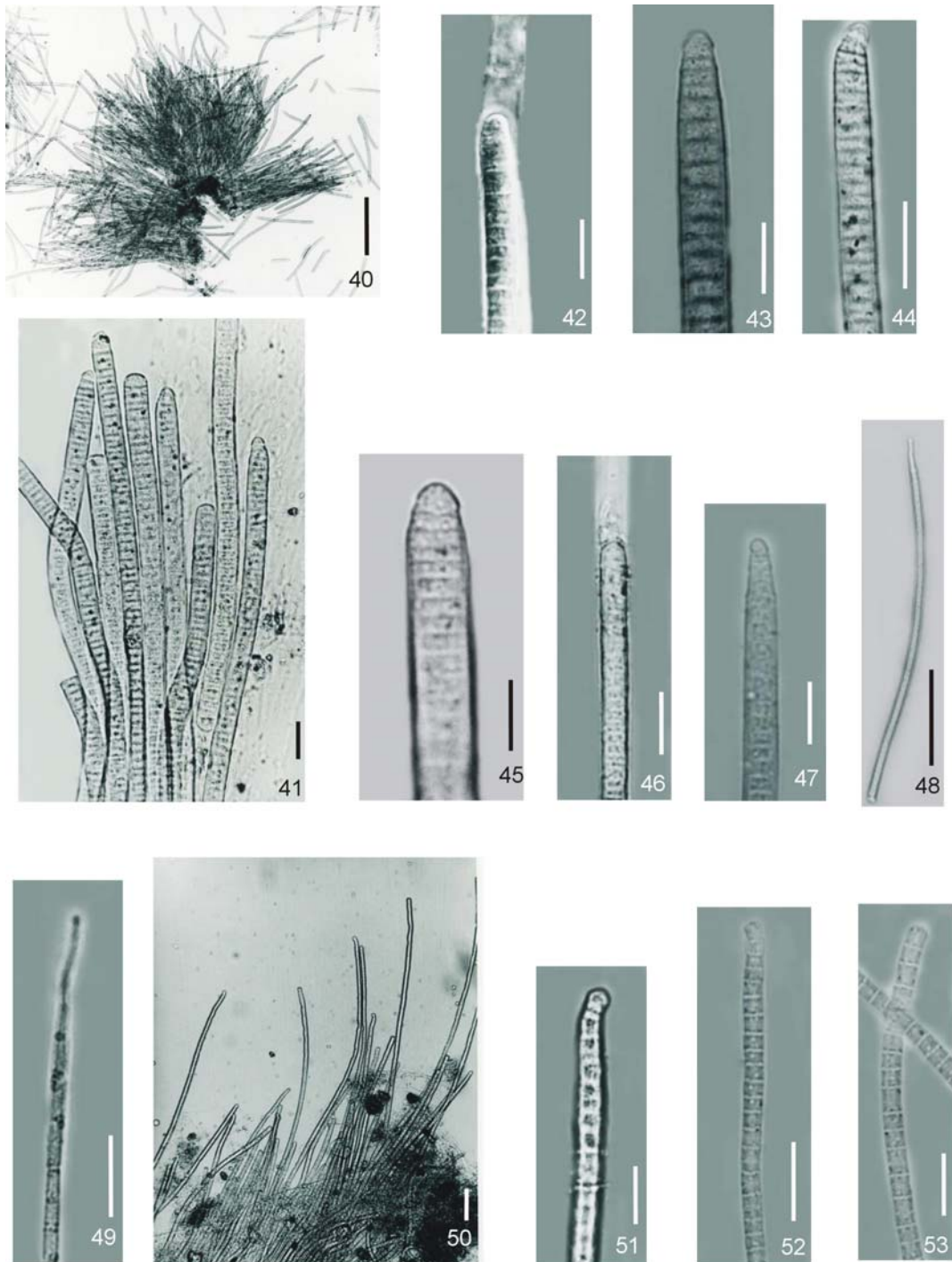


Figura- 40-46. *Blenothrix brebissonii*; fig. 40 aspecto macroscópico; fig. 41- feixe de tricomas; fig. 42-47-formas diferentes de ápices;Figura 48-49. *Geithlerinema splendidum*; Figura 50-51. *Phormidium uncinatum*; Figura 52-53. *G. amphibium*.  
Escala: fig. 40- 100um; fig. 42-47; 49-52 e 54-56 - 10um; fig. 48 e 53 - 50um



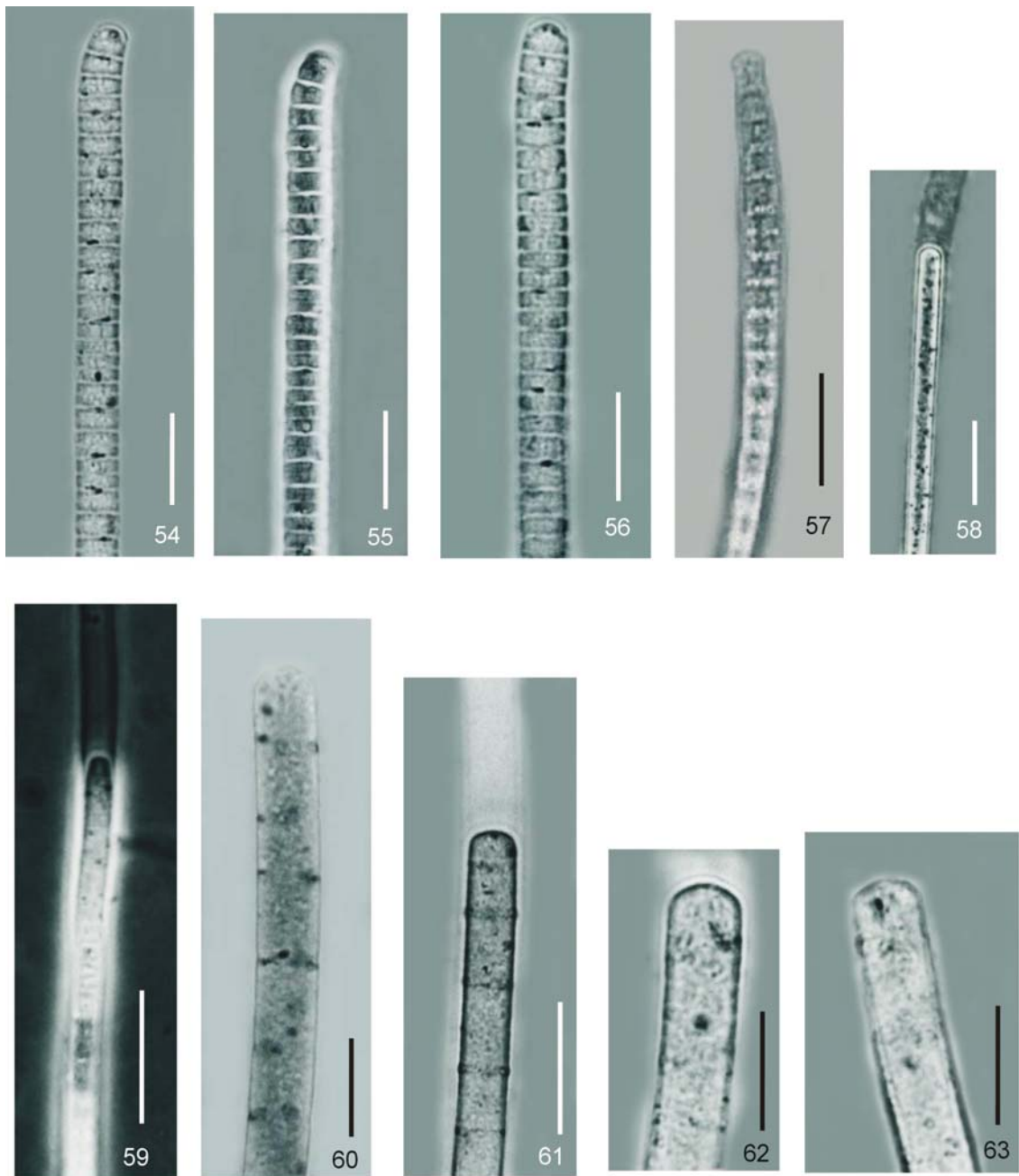


Figura 54-57. *Oscillatoria* sp.; Figura 58. *P. favosum*; Figura 59. *P. Retzii*; Figura 60-63. *P. inundatum*.  
 Escala: fig, 54-56 - 10 um; fig. 57-63 - 20 um.

## Anexo 2



Tabela-2a: Tabelas dos Gráficos com os valores das variáveis Físicas, químicas e biológicas.  
temp.

	2	9,1	17,1	21,1	29,8	42
mai	18,7	19,4	23,4	23,0	21,4	19,7
jun	16,3	18,0	21,9	20,1	17,6	16,8
jul	17,0	17,4	21,3	19,7	16,8	16,7
ago	19,2	20,9	24,2	24,1	21,6	21,0
set	18,9	20,6	22,5	21,8	20,6	20,2
out	18,2	20,0	24,4	24,2	21,4	20,7

pH

	2	9,1	17,1	21,1	29,8	42
mai	5,4	6,1	7,1	6,9	6,9	6,7
jun	6,5	6,2	7,4	7,3	7,3	7,1
jul	6,1	5,9	6,6	6,5	6,2	6,6
ago	6,1	5,8	6,8	6,7	6,8	6,7
set	6,4	6,1	6,8	6,8	6,9	7,1
out	6,4	6,3	7,0	6,9	7,0	7,0

Condutividade

	2	9,1	17,1	21,1	29,8	42
mai	18,3	25,3	197,3	147,0	77,0	85,0
jun	19,0	87,2	200,0	130,0	84,0	94,0
jul	18,0	78,0	215,0	104,0	93,0	96,0
ago	22,0	49,0	278,3	155,0	111,0	115,3
set	27,5	96,0	252,0	154,0	108,0	117,0
out	24,0	65,3	239,7	162,0	103,0	114,0

OD

	2	9,1	17,1	21,1	29,8	42
mai	6,81	6,79	2,23	1,42	4,84	7,52
jun	5,81	4,79	2,24	3,09	5,44	5,93
jul	6,05	3,75	2,24	2,67	5,05	7,06
ago	6,33	5,01	1,34	1,23	3,77	6,27
set	5,43	3,62	1,86	2,49	4,42	5,47
out	5,50	4,56	1,27	1,54	4,79	5,53

Turbidez

	2	9,1	17,1	21,1	29,8	42
mai	7,7	10,7	174,7	106,5	40,3	55,7
jun	0,0	56,4	123,0	23,0	17,6	6,4
jul	0,0	50,7	213,0	18,0	0,0	0,0
ago	6,3	8,7	235,8	92,3	32,3	25,3
set	0,0	0,0	158,5	0,0	0,0	0,0
out	6,3	14,3	164,0	151,0	115,3	42,3

Material em Suspensão total

	2,0	9,1	17,1	21,1	29,8	42,0
mai	2,0	4,3	84,0	71,5	37,5	15,0
jun	5,3	43,7	73,0	53,0	21,0	16,0
jul	0,0	140,0	138,0	56,0	36,0	24,7
ago	5,0	14,0	142,0	58,0	35,3	26,0
set	3,2	19,3	125,0	78,0	55,5	58,5
out	5,2	12,3	94,0	119,0	106,0	56,0

Tabela 2c- Tabelas dos Gráficos com os valores das variáveis Físicas, químicas e biológicas.

Íon Amônio

	2,0	9,1	17,1	21,1	29,8	42,0
mai	31,8	92,6	3590,7	2801,7	936,1	815,6
jun	33,8	325,9	5720,7	4958,9	2160,4	2249,8
jul	27,5	127,6	7224,8	4675,1	3404,2	2999,9
ago	31,4	240,5	8600,9	4840,1	3363,2	3524,8
set	52,8	460,5	6268,9	4076,8	2038,5	1939,0
out	59,0	293,2	5320,7	3972,0	1702,1	514,7

N total

	2,0	9,1	17,1	21,1	29,8	42,0
mai	733,5	1177,4	8359,3	7113,4	3414,8	3251,8
jun	731,6	1940,6	9220,3	6813,3	3669,2	3180,0
jul	371,5	1482,4	9453,5	7881,4	7525,9	7310,7
ago	811,8	1665,0	12982,4	9420,9	4424,2	4424,2
set	681,9	1691,1	11019,0	5461,4	3279,4	2813,1
out	701,6	1224,7	9597,0	7085,7	2839,2	1736,8

P inorgânico

	2,0	9,1	17,1	21,1	29,8	42,0
mai	7,4	53,3	2114,7	282,0	142,8	78,3
jun	3,0	12,3	1299,4	257,1	57,7	50,4
jul	0,6	9,4	2475,1	482,9	126,6	72,4
ago	4,2	29,4	2332,4	356,4	127,6	90,7
set	4,5	278,6	1499,7	331,4	41,1	42,6
out	6,2	20,8	1583,5	339,7	28,2	14,2

P dissolvido

	2,0	9,1	17,1	21,1	29,8	42,0
mai	11,11	69,82	2571,04	493,06	205,81	121,77
jun	9,12	118,71	1735,27	375,41	130,94	101,91
jul	4,08	72,87	2995,81	644,32	214,97	109,55
ago	8,82	58,32	2868,19	518,23	185,14	124,02
set	7,29	296,68	1826,14	383,77	62,90	64,43
out	10,04	24,20	1787,45	438,30	54,75	38,75

P total

	2,0	9,1	17,1	21,1	29,8	42,0
mai	21,0	147,8	5429,4	1345,0	4510,7	4021,3
jun	22,3	206,4	2366,1	672,9	310,8	281,4
jul	19,7	483,9	5527,5	1632,2	705,7	627,4
ago	67,0	167,4	5282,8	2640,3	859,1	630,7
set	22,6	671,5	3328,7	1071,1	353,4	350,1
out	40,9	117,9	3504,8	1243,4	297,3	282,6

Tabela 2b-Tabelas dos Gráficos com os valores das variáveis Físicas, químicas e biológicas.

Mat. Orgânico

	2,0	9,1	17,1	21,1	29,8	42,0
mai	2,4	3,0	70,5	20,5	26,0	5,0
jun	4,3	37,0	64,0	26,0	12,0	12,0
jul	0,0	126,0	102,0	38,0	22,0	14,0
ago	4,7	6,5	126,0	50,0	20,7	13,3
set	2,3	12,0	102,0	41,0	20,0	22,5
out	2,4	6,3	79,0	45,0	21,0	19,0

Mat. Inorgânico

	2,0	9,1	17,1	21,1	29,8	42,0
mai	1,3	1,3	13,5	51,0	11,5	10,0
jun	1,0	6,7	9,0	27,0	9,0	4,0
jul	0,0	14,0	36,0	18,0	14,0	10,7
ago	0,3	7,5	16,0	8,0	14,7	12,7
set	0,9	7,3	23,0	37,0	35,5	36,0
out	2,6	6,0	15,0	74,0	85,0	37,0

DQO

	2,0	9,1	17,1	21,1	29,8	42,0
mai	0	14	253	94	36	59
jun	9	104	213	67	54	33
jul	9	182	298	72	46	36
ago	4	17	334	94	73	46
set	6	65	333	57	25	22
out	20	25	232	85	49	44

DBO

	2,0	9,1	17,1	21,1	29,8	42,0
mai	0,3	2,1	127,2	36,6	8,7	13,1
jun	0,7	24,0	117,7	19,9	9,6	7,2
jul	1,6	76,3	197,9	21,3	15,1	12,3
ago	0,3	4,3	48,3	31,1	12,5	10,1
set	0,5	14,3	170,0	33,0	9,5	6,6
out	0,3	2,5	91,4	33,4	5,6	9,7

Nitrato

	2,0	9,1	17,1	21,1	29,8	42,0
mai	531,7	195,3	315,7	107,9	370,0	268,5
jun	528,1	329,9	452,7	445,6	473,9	280,3
jul	290,4	137,4	113,3	194,0	203,5	208,2
ago	378,0	140,9	92,5	73,6	174,0	139,7
set	378,9	326,2	281,4	294,4	371,1	158,6
out	464,1	227,5	306,6	227,5	368,0	49,3

Nitrito

	2,0	9,1	17,1	21,1	29,8	42,0
mai	1,4	5,9	167,9	22,3	117,4	71,4
jun	2,0	20,6	160,8	84,5	95,5	61,2
jul	0,8	13,1	99,5	47,6	77,1	58,9
ago	1,4	26,5	21,1	18,9	66,3	43,6
set	2,3	75,8	135,5	115,4	140,0	39,3
out	1,9	7,2	218,4	111,9	80,6	4,1