

CONTRIBUIÇÃO PARA A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO MONJOLINHO (SÃO CARLOS / SP)

Adeildo C. da Silva¹, Carlos E. Marinelli¹, Cintia H. Vasconcelos¹, Cristina Criscuolo¹, Erika Ushinohama¹, Evandro M. Moretto¹, Giseli C. Maciel¹, Gunther Brucha¹, José L. Gonzaga¹, José V. de Lucca¹, Rita C. Almeida¹, Rodrigo A. Musetti¹.

Resumo - A bacia hidrográfica do rio do Monjolinho, localizada na cidade de São Carlos, região Centro-Norte do Estado de São Paulo, integra a bacia hidrográfica do rio Jacaré-Guaçu, um dos mais importantes afluentes do rio Tietê. Merece estudos por apresentar condições extremamente degradadas em função da intensa ocupação humana. Este trabalho, elaborado por equipe interdisciplinar, tem por objetivo principal, realizar caracterização ambiental da bacia do rio do Monjolinho/São Carlos (SP), com o intuito de contribuir no diagnóstico da área de estudo e propor sugestões para um manejo compatível com suas características. Nesse sentido, utilizou-se de levantamento de uso do solo e análise da qualidade da água. Em função dos resultados obtidos, buscou-se a elaboração de diretrizes no sentido de contribuir para o manejo desta bacia.

Abstract - The watershed of Monjolinho's river, located in São Carlos City, in the Center-north area of São Paulo State, integrates the watershed of Jacaré-Guaçu's river, one of the most important tributaries of Tietê river. It deserves to be studied considering the extremely degradation caused by the intense human occupation. This work's main objective, elaborated by interdiscipline team is to accomplish environmental characterization of the watershed of Monjolinho's river, with the intention of contributing to the diagnosis of the study area and to propose suggestions for a compatible handling of its characteristics. With this aim, it was used the survey of the soil's use and the water quality analysis. In function of the obtained results, it was looked for the elaboration of guidelines in the sense of contributing for the handling of this watershed.

Palavras-Chave - Bacia Hidrográfica - Uso do Solo - Qualidade da água

¹ Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada / USP. Av. Dr. Carlos Botelho, 1465 - São Carlos/SP - Fone: (016) 274-3444 - E-mail: najila@sc.usp.br, São Carlos/SP

INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas constituem paisagens ou unidades ambientais, nas quais todos os elementos naturais ou humanos, se relacionam de maneira efetiva e inseparável. Nos últimos anos, os estudos de bacias hidrográficas tem se destacado entre as pesquisas ambientais elaboradas dentro de uma visão holística do meio ambiente.

Estes trabalhos iniciaram-se por pesquisar a potencialidade e a qualidade das águas para o consumo urbano, porém a bacia hidrográfica pode ser enfocada como unidade básica de estudo envolvendo outros problemas ambientais.

Nesse contexto insere-se a importância do estudo da bacia hidrográfica do Rio Monjolinho. Esta área abriga a cidade de São Carlos/SP, considerada relevante centro de pesquisa e tecnologia que apresenta profundas alterações ambientais decorrentes da atividade humana.

Dessa forma, este trabalho tem por objetivo contribuir na caracterização desta bacia hidrográfica, integrando o trabalho *Diagnóstico Ambiental e Sugestões de Manejo e Recuperação da Bacia Hidrográfica do Rio Monjolinho*, servindo como subsídio ao planejamento desta área, sendo elaborado por uma equipe interdisciplinar.

Para tanto foram abordados aspectos relativos a análise da qualidade da água, geomorfologia, geologia, climatologia e uso do solo, com base na revisão de literatura, contato com pesquisadores de outras instituições e elaboração de documentos cartográficos com verificação de campo.

Nos últimos anos muitos estudos têm sido realizados para investigar o problema da redução da qualidade da água para o abastecimento, lazer, irrigação, entre outros. Dessa forma, estes estudos levam à identificação das fontes poluidoras, bem como propostas para o seu controle, o que gera subsídios para programas de monitoramento da qualidade da água. Outra prática bastante utilizada é o estabelecimento de indicadores da qualidade da água (biológicos, físicos e químicos). Pedroso et al. (1988) relaciona as características das águas dos rios como sendo consequência do tipo de solo que atravessam em suas bacias de drenagem, cobertura vegetal e, principalmente, dos diversos tipos de ação antrópica.

Um parâmetro bastante importante para a caracterização espacial da qualidade da água do sistema, como indicadores químicos, são os nutrientes dissolvidos e totais. Esses elementos estão diretamente relacionados com o transporte de sedimentos de um corpo d'água, o que é dependente da vazão, velocidade da água e da área de secção transversal do sistema (Pião, 1995).

Uma comunidade extensivamente utilizada para avaliar a qualidade dos recursos hídricos é a de macroinvertebrados bentônicos (Davis e Lapthrop, 1992). Por apresentar pouca mobilidade, ciclo de vida relativamente longo e por habitarem ou dependerem diretamente do ambiente sedimentar para suas funções vitais, colocam os macroinvertebrados bentônicos, principalmente Quironomídeos e Oligochaetas, como os

principais organismos utilizados em estudos sobre as condições ambientais de água doce (Davis e Laphrop, 1992).

Do ponto de vista bacteriológico, as águas de abastecimento necessitam de exames rotineiros para determinar seu grau de segurança, uma vez que estas apresentam o risco de serem poluídas por águas residuárias e excretas de origem humana ou animal podendo, desta forma, conter organismos patogênicos e tornando-se um veículo de transmissão de doenças.

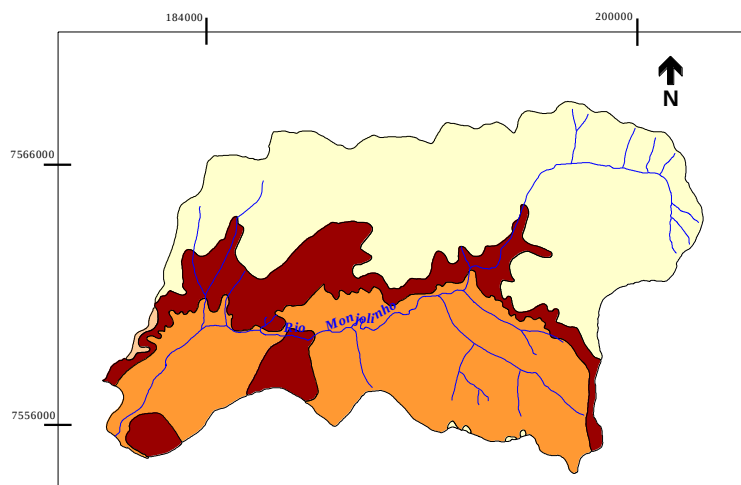
Para se avaliar as condições sanitárias de uma água, utilizam-se as bactérias do grupo coliforme, que atuam como indicadores de poluição fecal, pois, ocorrem em grande número na flora intestinal humana e de animais de sangue quente. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é realizar caracterização ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio do Monjolinho, com intuito de contribuir no Diagnóstico da área de estudo e propor sugestões para um manejo compatível com suas características.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Aspectos Geológicos

De acordo com o mapa fotogeológico elaborado por Fiori et al., (1976), predominam na área da Bacia Hidrográfica do Rio Monjolinho as seguintes formações geológicas: *Formação Serra Geral* e *Formação Botucatu*, pertencentes ao Grupo São Bento e a Formação Adamantina relativa ao Grupo Bauru (conforme a figura 1).

Figura 1: Formações Geológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Monjolinho



Legenda

- Formação Serra Geral - Grupo São Bento
- Formação Adamantina - Grupo Bauru
- Formação Botucatu - Grupo São Bento

— Rede de Drenagem

Escala

0 1800 3600 km

Fonte

Alberto Pio Fiori
Ercilio Gama Junior
Maria Rita Caetano, 1976

Revisado por:

Augusto Evaldo Meyr Jr.
Jaime de Oliveira Campos
José Antônio Teixeira
Wu Fu Tai

Organizado por

Gisele de Cássia Maciel

Desenho

Cristina Criscuolo

Localização da Área de Estudo no Estado de São Paulo



Aspectos Geomorfológicos

ALMEIDA(1964) ao estudar os aspectos geomorfológicos do Estado de São Paulo, propôs uma divisão deste com base em cinco Províncias Geomorfológicas: Planalto Atlântico, Província Costeira, Depressão Periférica, Cuestas Basálticas e Planalto Ocidental. A área de estudo encontra-se localizada na Província Geomorfológica denominada Cuestas Basálticas.

Dentro deste contexto, a Bacia Hidrográfica do rio Monjolinho apresenta uma variedade de formas de relevo, a qual é condicionada pela erosão que atua de forma diferenciada sobre as camadas geológicas sedimentares, menos resistentes (Sé, 1992). Estas camadas intercaladas encontram-se suavemente inclinadas na direção noroeste, evidenciando um certo controle estrutural, a nível regional, da rede de drenagem.

Poçano et al., (1981) citado por Sé (op.cit.) enfatiza que na área da bacia em questão encontram-se alguns tipos de relevo característicos:

- Relevo Colinoso: constituído por tabuleiros, colinas amplas, colinas médias, colinas pequenas com espigões locais inferiores a 100m e declividades de encostas inferiores a 15%.

Na área da Bacia Hidrográfica do rio Monjolinho predomina as colinas médias e amplas.

- Relevo Escarpado: predominam amplitudes locais que variam de 100 a 300 metros e declividades superiores a 30%.

- Formas Menos Expressivas

Planícies Aluviais: correspondem a terrenos baixos e mais ou menos planos, junto às margens dos rios, sujeitos periodicamente a inundações. São unidades de relevo do tipo Relevos de Agradação, que estão associados à deposição fluvial. Ocorrem, principalmente ao longo do Rio monjolinho.

Testemunhos: compreendem relevos residuais, cuja origem está associada à processos de desnudação.

Aspectos Climáticos

A Bacia Hidrográfica do Rio Monjolinho se encontra dentro do regime climático do Sudeste brasileiro, tendo como particularidade o clima controlado por massas equatoriais e tropicais e individualizado pelo ritmo da circulação atmosférica regional que se justapõe as diversificações do relevo (Vecchia, 1998).

Fontes (1998), para a adoção do método de Köppen utilizou-se dos dados da Tabela 01, verificando que o clima local é do tipo Cwb, sendo C - representando zona fundamental; w - representando tipo fundamental; b - variedade específica em temperatura. Possui quatro meses do ano com temperatura maior que 10° C e a temperatura do mês mais quente é inferior a 22° C. Portanto, classificado como Tropical, Sub-quente e Úmido. (Sé, 1992)

Tabela 01 - Normas climatológicas de São Carlos, no período de 1961 a 1990

Meses	Pr. Atm (mmHg)	Temp. ar (°C)	T. Min (°C)	T. Max (°C)	Umidade (%)	Chuvas (mm)	Ins. Total (horas)
JAN	885,7	21,6	17,5	26,8	76,0	248,7	106,3
FEV	886,3	21,9	17,7	27,2	75,0	191,4	107,4
MAR	886,7	21,7	17,2	27,0	73,0	167,3	111,6
ABR	887,8	20,2	15,5	25,7	68,0	73,2	119,5
MAI	889,4	18,1	13,2	23,6	67,0	61,6	121,4
JUN	890,3	16,7	12,0	22,7	66,0	40,4	120,1
JUL	860,4	16,0	11,4	22,1	61,0	30,8	118,6
AGO	859,1	17,8	12,5	24,3	54,0	30,9	107,3
SET	888,5	19,6	14,2	25,0	58,0	65,0	104,4
OUT	886,8	19,7	14,7	24,7	80,0	157,8	108,7
NOV	885,6	21,1	16,0	25,7	67,0	160,08	98,9
DEZ	882,7	21,4	17,2	25,2	73,0	267,2	86,9
Anual	882,7	19,6	14,9	25,0	68,0	1495,1	1311,2

Fonte: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária - Departamento Nacional de Meteorologia, 1992.

Características Hidrológicas

Segundo Sé (1992), a Bacia Hidrográfica do Rio Monjolinho integra a Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçu, um dos mais importantes afluentes do Rio Tietê. Localiza-se na região centro-norte do Estado de São Paulo, entre os paralelos 21°57'e 22°06' de latitude sul, e entre os meridianos 47°50' e 48°05' de longitude oeste. A maior parte da área da bacia está no município de São Carlos. A porção noroeste de sua área, entre o Córrego Can-Can e o Rio Monjolinho, está no município de Ibaté.

Observando-se a rede hidrográfica da bacia como um todo, o padrão de drenagem dendrítico de drenagem é o que parece predominar.

Em termos de hierarquia fluvial o sistema de drenagem do Rio Monjolinho é de 4ª ordem. O comprimento do canal do Rio Monjolinho é de aproximadamente 43,25 Km, medida feita em escala 1:10000. O gradiente do canal principal apresenta 0,76% de declividade. A área da Bacia Hidrográfica (escala 1: 50000) é de 273,77 Km² e o perímetro é de 84,75 Km. O índice de drenagem que correlaciona o comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia hidrográfica foi de 1,11 Km/Km².

A utilização das águas nas zonas rurais foi sempre pelo represamento dos cursos d'água, e de cisternas e poços mais profundos na captação de águas superficiais e subterrâneas.

Na área urbana, o desenvolvimento da cidade de São Carlos alterou a demanda de água e iniciou-se nos anos 70 a captação de água em outra bacia hidrográfica, a do Ribeirão do Feijão por vários fatores como: não atender toda a demanda da cidade, por

estarem poluídas; seus aquíferos continham pouca água e o custo elevado de se construir poços artesianos que atingissem o aquífero Botucatu com vazões compatíveis com a demanda.

As águas do Rio Monjolinho são utilizadas ainda para a geração de energia elétrica na Usina Alois Partel da Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL) e num pequeno gerador na Fazenda São José.

Na cidade de São Carlos três são os sistemas aquíferos encontrados: Aquífero Serra Geral, Bauru e Botucatu. O sistema aquífero Botucatu é um dos mais importantes mananciais de água subterrânea do Estado de São Paulo, assim como do país não só pela sua grande área de ocorrência (180.000Km²) como também pela qualidade físico-química de suas águas e pelo fato de ter 90% de sua área descoberta pelos derrames básicos da Formação Serra Geral, o que o torna confinado em quase toda a sua extensão. É composto pelo conjunto das formações Pirambóia e Botucatu e mostra-se livre nas áreas de exposição dessas formações.

A principal área de recarga do aquífero Botucatu na região encontra-se ao sul da cidade. Inicialmente ele se mostra livre (porção sul) e em seguida mergulha sob os basaltos, tornando-se confinado (porção norte). A ocorrência de artesianismo é local e provavelmente ocorre em virtude dos diabásicos.

Histórico da Ocupação da Cidade de São Carlos e Uso do Solo da Bacia do Rio do Monjolinho

As bandeiras promovidas pelos paulistas foi a grande responsável pela ocupação do interior da região sudeste. Essas expedições bandeirantes por vezes reuniam colonizadores e milhares de índios que se embrenhavam pelo sertão, passando às vezes anos em busca de metais preciosos e indígenas para fins de escravização.

Os primeiros homens a chegarem até a região onde hoje localiza-se a cidade de São Carlos vieram através do “Picadão de Cuiabá”, por volta de 1799, que, como o próprio nome diz, era uma rota com a finalidade de se atingir Cuiabá, atual capital do estado de Mato Grosso. São Carlos nasce de duas grandes sesmarias: a sesmaria do Pinhal e do Monjolinho. A sesmaria do Pinhal é a mais antiga, datada de 1781; a do Monjolinho data de 1810, regularizada por carta de doação nesse ano.

O rápido crescimento de São Carlos está ligado diretamente ao café. Em seu trabalho acerca da urbanização e acumulação na cidade de São Carlos, Regina Devescovi destaca que, em linhas gerais, a dinâmica da urbanização em São Carlos foi determinada, no momento de predomínio da economia cafeeira (Devescovi, 1987). Foram os investimentos da burguesia cafeeira são-carlense que propiciaram, a construção da ferrovia, investimentos em bancos, comércio e indústria e, conseqüentemente, incrementou o crescimento urbano da cidade.

No auge da produção cafeeira brasileira, São Carlos chegou a ser o 3º. maior produtor desse produto no país. Com esse impulso dado pelo café, São Carlos cresceu rapidamente tornando-se um centro econômico e cultural da época. Em fins do século XIX e início do século XX, a cidade possuía dois bancos, várias casas de comercialização

do café e meios de consumo coletivos urbanos em pleno funcionamento, numerosos estabelecimentos comerciais e manufatureiros, possibilitados pelo capital cafeeiro. Na metade do século XX, a cidade era quase toda servida por iluminação pública e por redes de infra-estrutura urbana de água e esgoto.

No início do século XX, São Carlos inicia a uma nova etapa econômica, instalaram-se indústrias, com predomínio das pequenas, que garantiram a vida econômica da cidade nos anos que se seguiram após a crise cafeeira. (Neves, 1984).

Nos pólos urbanos mais dinâmicos do interior do estado de São Paulo, os movimentos industrializantes chegaram com intensidades variadas, dependendo de sua proximidade geográfica com a capital do estado, das regiões onde cada um deles se insere e de suas particularidades. A cidade de São Carlos, foi um dos centros urbanos onde esses movimentos, a partir dos anos 40, ocorreram com uma intensidade relativamente expressiva no contexto do conjunto do território paulista. (Devescovi, op.cit.).

Enfim, tudo indica que por volta de 1945, São Carlos apresentava um parque industrial não somente impulsionador de transformações significativas na dinâmica de urbanização local, mas também de relativo destaque no conjunto da indústria paulista.

Entre as décadas de 60 e 70, São Carlos assistiu a um crescimento acelerado no número de estabelecimentos industriais e, por conta disso, a um aumento da malha urbana, aumento este constituído por bairros essencialmente operários, na sua maioria em áreas periféricas e sem a infra-estrutura necessária, gerando assim problemas ambientais e, conseqüentemente, queda na qualidade de vida da população.

Caracterização do Uso do Solo

Com base no levantamento do uso do solo efetuado para os anos de 1965 e 1998, esta bacia hidrográfica apresenta-se composta pelas seguintes classes de uso do solo: Cana-de-Açúcar, Pastagem, Reflorestamento, Área Urbana, Café, Cultura Temporária, Áreas Naturais, Capoeira, Extração de Areia e Corpos d'água (Tabela 02).

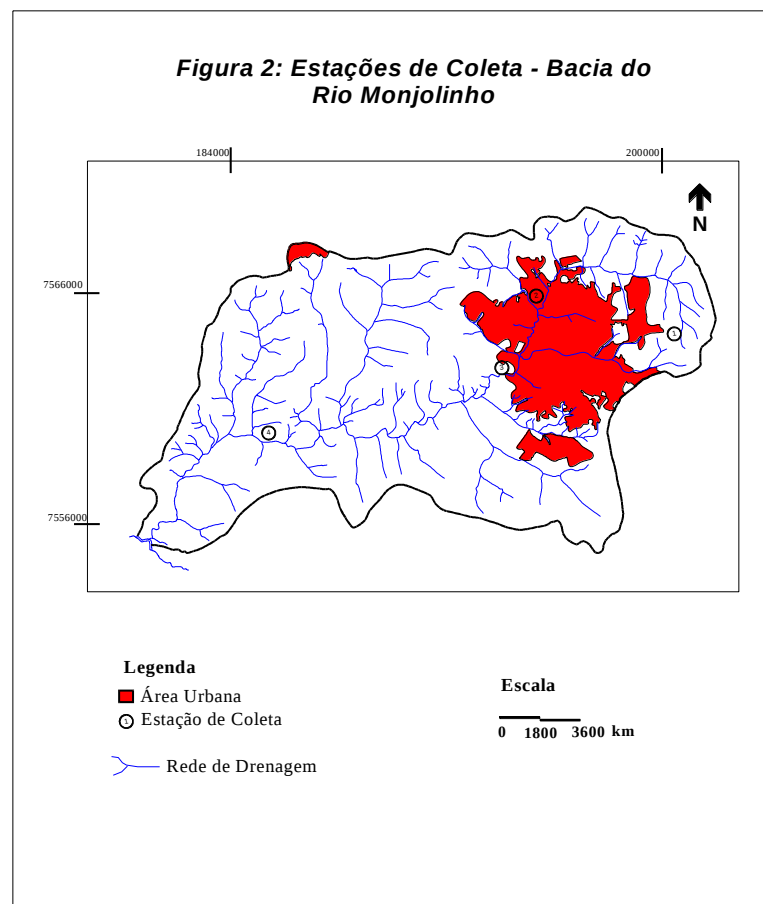
Tabela 2 - Uso do Solo na Bacia do Monjolinho

Classes	1965	1998
Cana-de-Açúcar	6.810,7 ha	9.750,2 ha
Pastagem	7.745,1 ha	5.475,1 ha
Reflorestamento	1.626,9 ha	588,7 ha
Área Urbana		4.214,5 ha
Café	226,7 ha	-
Cultura Temporária	359,1 ha	-
Área Natural	8.762,2 ha	4.793 ha
Capoeira	-	2.387,9 ha
Extração de Areia	-	67,9 ha
Corpos d'água	-	26,1 ha

Fonte: Carta Topográfica do IBGE (1965); Imagem de Satélite Landsat (1998).

Verifica-se um aumento considerável das áreas urbanas, sobretudo da cidade de São Carlos que localiza-se quase totalmente nesta bacia. A expansão desta área urbana ocorreu em todas as direções, ocupando atualmente 15,43% da área total da bacia, ao seu redor continua o predomínio de pastagem, menos na área oeste ocupada por cana-de-açúcar.

A maior parte da área, a oeste desta cidade, é ocupada pela cana-de-açúcar, consumida pela agro-indústria da Usina da Serra. As pastagens ocupam em sua maior parte as áreas adjacentes ao trecho inicial do rio Monjolinho e seus formadores, a nordeste da cidade, estando as outras áreas na parte sul da bacia e no extremo oeste deste rio, junto ao seu trecho final. (Sé, op.cit.)



Por volta de 1960, a população urbana era de 58.837 habitantes (81% do total). Da década de 60 a 80 chegou-se a uma maior concentração, com a população urbana de 109.167 habitantes (91% do total). Em 1989, uma população urbana estimada em 148.508 habitantes (93% do total), sendo que praticamente toda esta população encontra-se concentrada no interior dos limites da bacia hidrográfica, o que intensifica os impactos causados pela má ocupação. (Sé, 1992)

A ocupação urbana é preferencialmente residencial, com concentração comercial no centro da cidade e industrial em áreas norte e noroeste e a sul e sudeste. Mais recentemente, loteamentos tem sido estabelecidos a noroeste, a sudoeste, a leste e ao sul da cidade.

A expansão das pastagens se deu, além da demanda crescente por leite e carne, em função da pouca fertilidade mineral do restante dos solos, da área e do empobrecimento em matéria orgânica desses e das terras mais férteis, após a alteração das condições mais primitivas sob vegetação natural e posterior cultivo intensivo. (Sé, 1992)

Embora a pastagem ocupe uma área considerável da bacia, verifica-se através da evolução temporal que houve uma redução de seu percentual, o que representa 20,05% da área da bacia. Foi observado que as áreas de pastagem deram lugar, em 1998 para cultura de cana-de-açúcar e capoeira.

Através do mapa de uso do solo de 1965, observa-se que a cana-de-açúcar ocupou áreas antigamente constituídas por área natural, reflorestamento e pastagem. A cana-de-açúcar sofreu acréscimo de 10,76% em 98 em relação 65, ocupando 35,7% da bacia, concentrada em sua porção centro e oeste. O grande aumento desta atividade primária durante os anos, implicou na migração da população rural para as áreas urbanas.

Dentro deste processo, fortes transformações na paisagem foram causadas, e modificações drásticas alteraram o processo em função do Programa Pró-Alcool, a partir de 1975, com o plantio da cana-de-açúcar em grandes extensões de terra e o problema de deposição de vinhoto pelas usinas de álcool. Esse resíduo é atualmente armazenado em grandes lagoas próximas às usinas, havendo problemas sérios para os corpos d'água, quando ocorre vazamento ou é jogado propositadamente em seus leitos. (Sé, 1992)

Quanto as classes de reflorestamento, verifica-se que sofreram um decréscimo de área ocupada, que em 1965 era de 1.626,9 ha e em 1998 ocupava apenas 588,7 ha localizados em pequenas manchas distribuídas ao longo da bacia. Em área rural existem atividades extrativistas (reflorestamento e mineração de pedra e areia), de pecuária (bovinocultura de leite e corte, avicultura de corte e ovos). Atividades estas que empregam pequena parte da população total da bacia.

Um importante dado detectado neste trabalho foi a devastação da área natural, principalmente dando lugar a monoculturas. Observa-se que mesmo as matas ciliares não foram respeitadas, colocando em risco a qualidade da água dos rios desta região. A redução drástica das matas foram observadas nas proximidades da área urbana de São Carlos, principalmente ao Sul desta cidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo de análise de água foi realizado em quatro pontos situados ao longo do Rio Monjolinho, Município de São Carlos (Figura 2), cujas estações de coletas foram as seguintes:

- Estação 1: Próxima à nascente do Rio Monjolinho.
- Estação 2: Próxima à USP, em frente ao colégio José Antunes de Souza.
- Estação 3: Em frente ao Shopping Center Iguatemi, próxima à barragem do Rio Monjolinho.
- Estação 4: Antes da junção com o Rio Jacaré-Guaçu.

Variáveis Limnológicas

Tabela 3 – Valores de Temperatura, pH e Oxigênio Dissolvido

<i>Estação de Coleta</i>	<i>Temperatura da Água (°C)</i>	<i>pH</i>	<i>Oxigênio Dissolvido (mg/L)</i>
Estação 1	18,40	5,67	8,05
Estação 2	19,60	6,07	8,01
Estação 3	20,20	6,43	7,74
Estação 4	20,00	6,80	7,64

Figura 3 – Variação espacial da Condutividade Elétrica.

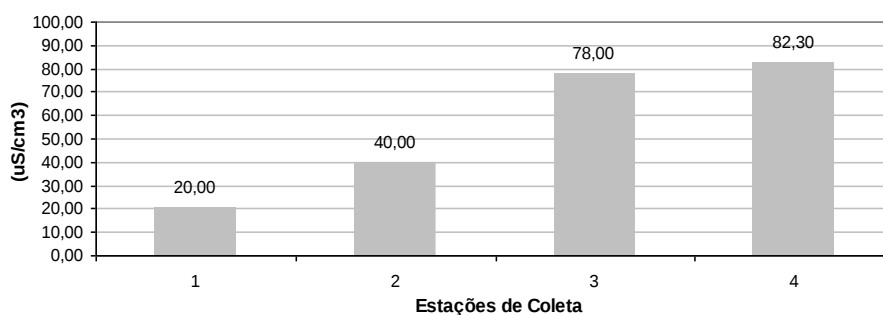


Tabela 4 – Valores dos Nutrientes Químicos

Parâmetro	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4
Nitrito ($\mu\text{g/l}$)	0.70	5.30	66.66	82.29
Nitrato ($\mu\text{g/l}$)	524.81	184.10	489.16	459.64
Amônio ($\mu\text{g/l}$)	19.76	419.32	735.70	943.84
Nitrogênio Total ($\mu\text{g/l}$)	702.86	635.02	1873.74	1397.56
Fosfato Inorgânico ($\mu\text{g/l}$)	3.87	10.76	32.96	22.63
Fosfato Total Dissolvido ($\mu\text{g/l}$)	5.76	14.26	41.12	41.64
Fósforo Total ($\mu\text{g/l}$)	19.66	73.82	294.02	147.54

Tabela 5 – Valores de Material em Suspensão (Total, Inorgânica e Orgânica) e Matéria Orgânica do Sedimento

Parâmetro	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4
Material em Suspensão Total (mg/L)	4,67	13,34	14,33	35,67
Matéria Inorgânica (mg/l)	4,67	2,67	3,67	5,33
Matéria Orgânica (mg/l)	0	10,07	10,66	30,34
Matéria Orgânica do Sedimento (%)	0,80	1,80	0,80	4,00

Figura 4 – Variação Espacial da Comunidade Bentônica

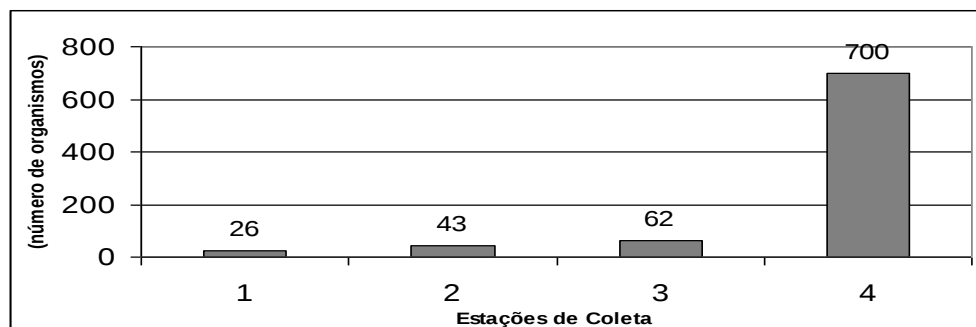
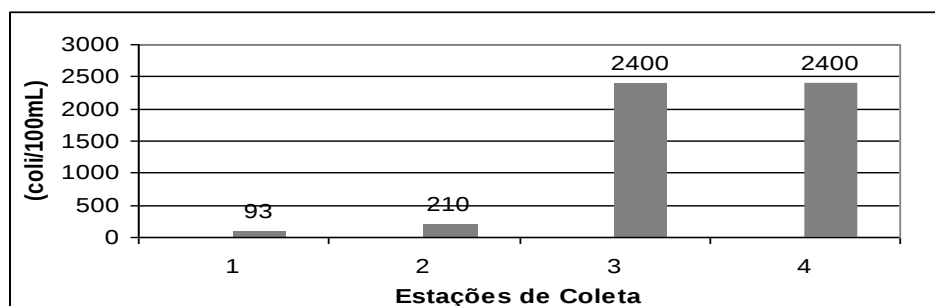


Figura 5 – Variação Espacial de Coliformes Totais



Através da análise da Tabela 3 pode-se verificar que há um aumento da temperatura da água ao longo das estações de coleta. Isto deve estar fortemente relacionado com o horário do dia em que foram feitas as coletas e não com a qualidade da água das estações de amostragem.

Já o gradiente decrescente observado para o oxigênio dissolvido deve estar relacionado com o aumento da carga de efluentes urbanos que o rio recebe ao longo de seu curso dentro da cidade de São Carlos, o que aumenta a demanda bioquímica de oxigênio e diminui a variável analisada.

Da mesma forma, o aumento no pH e na condutividade elétrica (Figura 3) ao longo das estações de coleta, deve ser resultado da entrada de efluentes urbanos. Segundo Margalef (1983), a condutividade reflete os íons dissolvidos na água e depende do pH, variando com a atividade fotossintética, respiratória e decomposição dos organismos aquáticos.

Da mesma forma que variáveis anteriormente descritas, ocorreu um gradiente crescente para a concentração de nitrito no Rio Monjolinho. Pode-se dizer que as duas últimas estações de coleta apresentam valores altos de nitrito, muito acima do que é normalmente encontrado para rios poluídos (2mg/L), segundo Goldman e Horne (1983). Isso deve ser resultado do aumento da poluição que ocorre de maneira mais intensa no trecho do Rio Monjolinho a partir da estação 3, onde ocorre lançamento de boa parte do esgoto da cidade de São Carlos.

O nitrato juntamente com o íon amônio, assumem grande importância nos ecossistemas aquáticos, uma vez que representam as principais fontes de nitrogênio para os produtores primários (Esteves, 1988). Ocorreu maior concentração de nitrato na estação 1 (nascente), e menor valor na 2 próximo a USP. Esses resultados podem ser devidos à quantidade de bactérias: em grande número na estação 2 (onde recebe muitos efluentes de esgotos domésticos, de abatedouro de frangos e de uma fábrica de papelão), em menor número na estação 1 (próximo à nascente).

O amônio é o principal produto final da decomposição da matéria orgânica realizada pelas bactérias heterótrofas a partir de proteínas e outros compostos nitrogenados. Os resultados obtidos foram crescentes no sentido montante-jusante sendo

que houve um grande aumento dos valores entre as estações 1 e 2. Entre essas estações há o aumento de efluentes de esgotos domésticos e também da fábrica de papelão e de um abatedouro de frangos que podem ter aumentado a quantidade deste nutriente.

Da mesma forma que as variáveis anteriores, as diferentes formas de fósforo e o material em suspensão (total, orgânico e inorgânico) tiveram um gradiente crescente no sentido montante-jusante.

De uma maneira geral, os macroinvertebrados bentônicos são encontrados em grande número no sedimento rico em detritos orgânicos de ambientes eutróficos. Desta forma, a estrutura do zoobentos é um bom indicador do estado trófico de um sistema aquático (Popp e Hoagland, 1995).

A análise dos macroinvertebrados bentônicos revelou além de um gradiente crescente no número total de organismos, foi encontrado na estação 4 um número muito maior do que nas outras estações. Provavelmente, isto se deve ao fato da estação 4 apresentar uma vazão menor do que as outras estações de coleta, o que pode favorecer um maior sedimentação da matéria orgânica, evidenciada na análise da matéria orgânica do sedimento, que apontou maior porcentagem na estação 4.

A concentração de coliformes totais na água das estações estudadas, indica que nenhuma destas estações possui qualidade adequada para o abastecimento, sendo que a menor média 93 coli /100ml foi encontrada na estação 1 (perto da nascente), onde foi observada a existência de atividade pecuária .

Este foi, provavelmente, o fator responsável pelo resultado obtido para coliforme sem notícia de contaminação por esgoto. Chinalia (1996) verificou no mesmo período do ano de 1994 a média de 43 col/100ml nesta estação. A segunda menor média foi encontrada na estação 2 (210 coli/100ml) e é sabido, porém, que entre estas estações apresentam um ponto de captação de água, que serve para o abastecimento de residências. As maiores densidades de coliformes totais foram encontradas nas estações 3 e 4 onde o NMP foi maior ou igual a 2400 coli/100ml, evidenciando forte influência do despejo de esgoto doméstico.

Com base análise dos dados (qualidade da água e uso do solo) foi possível constatar que a Bacia Hidrográfica do Rio Monjolinho apresenta-se altamente degradada. Entre as causas podemos citar:

- (1) o processo espacial da ocupação em si, desde o desmatamento excessivo, passando pela agricultura intensiva com empobrecimento dos solos (físico, químico e biológico), até o processo de ocupação urbana;
- (2) a falta de adoção de sistemas de tratamento de resíduos pelas indústrias durante a sua expansão, com a conivência dos órgãos públicos, além da falta de tratamento de esgotos domésticos por esses mesmos órgãos.

Outro agravante decorre do desenvolvimento de uma estrutura econômica, política e social bem definida, de forma a beneficiar interesses de alguns grupos de expressão que controlam a produção e o fluxo de bens que privilegiam o suprimento de mercados externos.

Comumente observa-se pouca preocupação com as alterações ambientais provocadas pela intervenção humana na paisagem. Uma ocupação desordenada do espaço, fortemente direcionada por interesses econômicos, proporcionou danos irreversíveis ou de difícil solução ao meio ambiente. Tal fato exige uma maior organização da sociedade com a finalidade de discutir e propor medidas que minimizem os impactos, visando uma melhor qualidade de vida.

SUGESTÕES E DIRETRIZES

No Brasil verifica-se uma incoerência entre o sistema de classificação qualitativa das águas descrito na Resolução CONAMA N° 20 e os fundamentos e objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos. O uso preponderante, nitidamente, não contempla o uso múltiplo das águas. A CONAMA 20 determina a classificação da qualidade hídrica somente segundo seu uso dominante, preponderante. A Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos é inequívoca no sentido de garantir e proporcionar o uso múltiplo das águas (exceto em situações de escassez), sem priorizar os usos dominantes em determinada bacia hidrográfica, mormente aqueles que poluem o ambiente hídrico.

Percebe-se que esta forma de estabelecimento de padrões de qualidade, segundo usos preponderantes, não está sendo compatível com a utilização racional e integrada dos recursos hídricos visando ao desenvolvimento sustentável - objetivo da Política Nacional de Recursos Hídricos (art. 2º m inciso II da Lei 9.433/97).

De uma maneira geral, através da análise das variáveis limnológicas pode-se inferir que ocorreu um gradiente decrescente da qualidade da água do Rio Monjolinho, no sentido montante-jusante, no período de maio de 1999, com base nas estações de coleta analisadas. Este decréscimo na qualidade da água também foi evidenciado pelo número de organismos macroinvertebrados bentônicos observados nas quatro estações de coleta.

Levando em consideração o objetivo deste estudo, o de fazer um diagnóstico ambiental e apontar sugestões de manejo e recuperação da bacia hidrográfica do rio Monjolinho, devem ser observadas algumas ações antrópicas que vem acelerando o processo de degradação ambiental na área da bacia, colocando em risco o equilíbrio do ecossistema local. Dentre essas ações podemos citar: o desmatamento contínuo levando a substituição da vegetação natural por monoculturas e pastagens; o processo acentuado de degradação do solo causando erosão e assoreamento dos rios.

Para que este quadro ambiental se modifique, torna-se indispensável um programa de manejo adequado às características, de modo que não ultrapasse a capacidade suporte da bacia em questão. Para que essa meta seja atingida é imprescindível a utilização de alguns instrumentos de gestão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.F.M. de. Os fundamentos geológicos do relevo paulista. Boletim do Instituto Geográfico e Geológico. São Paulo, (41): 169-263, 1964.

- ALMEIDA, M. C. J. de. O Uso do Solo como subsídio às cartas geotécnicas e de risco. Anais do III Workshop do Projeto PiraCena. Piracicaba: CENA, 1997.
- ASSUNÇÃO, J. V et al. Poluição Atmosférica. In: Castellano, E. G (ed.) Desenvolvimento Sustentado: problemas e estratégias São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1998.
- CANO, Wilson. Raízes da Concentração Industrial em São Paulo. 2ª edição. São Paulo. T. A Queiroz, Editor, 1983.
- CETESB. Diagnóstico da Área de Proteção Ambiental - Corumbataí. Volume I. São Paulo : Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1984.
- CHINALIA, F.A. Caracterização e verificação da aplicabilidade do uso das populações de protozoários para avaliação da qualidade da água dos rios Monjolinho e Jacaré-Guaçu, São Carlos, São Paulo. Dissertação de Mestrado. ERN-IB/UFSCar, 1996.
- CONTI, J. B. & FURLAN, S. A. Geoecologia: o clima, os solos e a biota. In: Geografia do Brasil. Ross, J. L. S. (org.). São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995.
- CORSON, W. H. (ed.). Manual Global de Ecologia: o que você pode fazer a respeito da crise do meio ambiente. (Tradução de Alexandre Gomes Camaru). 2ª ed. São Paulo: Editora Augustus, 1996.
- DAVIS, W.S. ; LATHROP, J.E. Freshwater benthic macroinvertebrate community structure and function. In: Baker, B., Kravitz, M. (Eds.) sediment classification methods compendium. Washington. EPA, 1992. 1-26.
- DEAN, Warren. A Industrialização de São Paulo. 3ª edição. São Paulo. DIFEL.
- DEVESCOVI, Regina C. Balieiro. Urbanização e Acumulação – um estudo sobre a cidade de São Carlos. São Carlos/SP. Arquivo de História Contemporânea – UFUSCar, 1987.
- DUARTE, D. H. S. O Clima como Parâmetro de Projeto para a Região de Cuiabá. (Dissertação de Mestrado). São Carlos: CRHEA/EESC/USP, 1995.
- ESTEVES, F. A. . Fundamentos de Limnologia. Interciência/FINEP, Rio de Janeiro. 1988. 575p.
- FONTES, M. S. G. Efeito Climático das Áreas de Fundo de Vale no ambiente urbano: o caso de São Carlos - SP. (Dissertação de Mestrado). São Carlos: CRHEA/EESC/USP, 1998.
- FORSDYKE, M. (org.). Previsão do Tempo e Clima. 3ª ed. (tradução Ferro, F. C.). São Paulo: Ed. Melhoramentos, 1981.
- GOLDMAN, C.R., HORNE, A.J. Limnology. New York: McGraw-Hill Book Company, 1983. 464p .
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. Monografias. Nº 6, Vol.1 e 2, São Paulo: 1981.
- MARGALEF, R. Limnologia. Barcelona, Ediciones Omega, 1983. 1009p.
- NEVES, Ary Pinto das. São Carlos na Esteira do Tempo. Álbum comemorativo do centenário da ferrovia. 1884-1984. São Carlos/SP. Suprema Gráfica Editora, 1984.

- PEDROSO, F.; BONETTO, C. A. & ZALOCAR, Y. A comparative study on phosphorus and nitrogen transport in the Parana, Paraguay and Bermejo rivers. *Limnologia e Manejo de Represas. Séries: Monografias em Limnologia*. São Paulo. ACIESP. V. 1, t. 1, 1988. p. 91-117.
- PIÃO, A. C. S. Transporte de nitrogênio, fósforo e sedimentos pelo Ribeirão dos Carrapatos (Município de Itaí, SP), sua relação com usos e outros impactos antropogênicos (Represa de Jurumirim). Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1995.
- PRADO, Caio Jr. Formação do Brasil Contemporâneo – Colônia. 18ª edição. São Paulo. Ed. Brasiliense, 1983.
- SALAMI, L. N. B. P. Estudo das Influências Climáticas e Antropogênicas nas Características Físico-químicas no Rio Monjolinho. (Dissertação de Mestrado). São Carlos: CRHEA/EESC/USP, 1996.
- 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 Ecológicas, de Educação, Planejamento e Gerenciamento Ambientais ao longo prazo. (Dissertação de Mestrado). São Carlos: CRHEA/EESC/USP, 1992. 381 p.
- SPAROVEK, G.; LEPSCH, I.F. Diagnóstico de Uso e Aptidão das Terras Agrícolas de Piracicaba. *Análise Ambiental: estratégias e ações*. São Paulo: T.A.Queiroz, Fundação Salim Farah Maluf; Rio Claro, SP: Centro de Estudos Ambientais - UNESP, 1995.
- RIBEIRO, W. C. Mudanças Climáticas - Países não chegam a Consenso em Buenos Aires. AGB - Informa nº 70. São Paulo: AGB, 1998.
- VECCHIA, F. A. S. Clima e Ambiente Construído: a Abordagem Dinâmica aplicada ao Conforto Humano. (Tese de doutorado). São Paulo: FFLCH/USP, 1997.