



ARTIGO

Avaliação da qualidade da água em microbacias hidrográficas de uma Unidade de Conservação do Nordeste do estado de São Paulo, Brasil

Erico Fernando Lopes Pereira-Silva¹, José Salatiel Rodrigues Pires²,
Elisa Hardt¹, José Eduardo dos Santos² e Wanderley Augusto Ferreira²

Recebido: 19 de outubro de 2010 Recebido após revisão: 29 de abril de 2011 Aceito: 06 de junho de 2011
Disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1758>

RESUMO: (Avaliação da qualidade da água em microbacias hidrográficas de uma Unidade de Conservação do Nordeste do estado de São Paulo, Brasil). Partindo da premissa de que o uso e a ocupação da terra podem contribuir para as variações na qualidade da água, este trabalho analisou três microbacias hidrográficas (Mb1, Mb2 e Mb3) associadas à diferentes usos em seu entorno, no Médio Mogi Guaçu, Estação Ecológica de Jataí (EEJ), Luiz Antônio, SP. Durante 20 meses, foi feito o monitoramento de oito parâmetros físicos e químicos da água (pH, temperatura, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, turbidez, sólido suspenso e matérias orgânica e inorgânica) a montante e a jusante do córrego principal das microbacias. A análise estatística permitiu condensar o conjunto de valores obtidos e expressar a complexidade das relações existentes entre os parâmetros e entre as áreas, resultando na ordenação da qualidade da água ($Mb3 < Mb1 < Mb2$) e possibilitando a sua comparação com a classificação realizada por outros trabalhos nas mesmas microbacias a partir de diferentes parâmetros de qualidade da água, como a análise de macro invertebrados bentônicos. Os resultados mostraram que a microbacia considerada de maior tamponamento pela vegetação natural da EEJ (Mb2), também foi a de maior qualidade de água, segundo os parâmetros desse e dos outros trabalhos comparados. As outras microbacias Mb1 e Mb3, parcialmente inseridas na EEJ, apresentaram qualidade de água estatisticamente inferior, principalmente em relação aos sólidos suspensos. Isso parece estar relacionado com a ausência de vegetação ciliar nas margens e a presença de usos antrópicos e reforça a importância dos critérios utilizados na definição dos limites de uma Unidade de Conservação.

Palavras-chave: monitoramento, recurso hídrico, conservação, Estação Ecológica de Jataí.

ABSTRACT: (Quality assessment of water in watershed of a Conservation Area of the northeastern São Paulo state, Brazil). Considering the premise that the land use and human occupation can contribute to variations in water quality, this study was developed in three watersheds (Mb1, Mb2 and Mb3) associated with different land uses in the Middle Mogi Guaçu River, Estação Ecológica de Jataí (EEJ), Luiz Antônio, São Paulo state. During 20 months of monitoring were done eight physical and chemical parameters of water (pH, temperature, conductivity, dissolved oxygen, turbidity, suspended solid and organic and inorganic matters) in the upstream and downstream of the main stream of each watershed. The result of statistical analysis showed the condensed the set of values and complexity of the relationship between parameters and between watershed, resulting in the ordering of water quality ($Mb3 < Mb1 < Mb2$) and enabling their comparison with the classification done by other researches in the same watershed from different water quality parameters, for example, with the results of the benthic macro invertebrates. The results showed that the Mb2 watershed was considered the most buffered by natural vegetation of the EEJ, beyond be also the better quality water, according to the parameters assessment in this and other studies. The Mb1 and Mb3 watersheds that are partially inside in the limits of EEJ, showed significantly low water quality, especially with regard to suspended solids. The low water quality seems to be related to the lack of riparian forest on the banks and with the anthropogenic activity. Those situations show the importance and reinforce the need criteria in defining the boundaries of a Conservation Area.

Key words: monitoring, water resource, conservation, Estação Ecológica de Jataí.

INTRODUÇÃO

O conceito de bacia hidrográfica define uma unidade da paisagem delimitada pelos divisores naturais de água e deve ser considerada como unidade fundamental para o planejamento do uso e para a conservação de recursos naturais. A bacia hidrográfica como unidade de planejamento é de aceitação internacional, não apenas porque ela representa uma unidade física bem caracterizada, tanto do ponto de vista de integração como da funcionalidade de seus elementos, mas também porque toda área de terra, por menor que seja, se integra à essa unidade

(Lima & Zakia 1998, Pissarra 1998). Nessa unidade de paisagem ocorrem todas as inter-relações entre solo-espécie-água além da atmosfera. Consiste em um sistema geomorfológico aberto em contínua flutuação e em estado de equilíbrio dinâmico (Lima 1989) que recebe matéria e energia através de agentes climáticos (Lima & Zakia 2000).

No monitoramento do recurso hídrico dessas unidades, devem-se acompanhar as alterações de qualidade da água partindo-se da premissa de um grau de pureza absoluto ou mesmo próximo do absoluto naturalmente influenciado por fatores como clima, cobertura ve-

1. Faculdade Municipal "Prof. Franco Montoro". Rua dos Estudantes s/n, Cachoeira de Cima, CP 293, CEP 13843-971, Mogi Guaçu, SP, Brasil.

2. Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Hidrobiologia, Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental. CP 676, CEP 13565-905, São Carlos, SP, Brasil.

* Autor para contato. E-mail: candeia@email.com

getal, topografia, geologia e o tipo, o uso e o manejo da terra da bacia hidrográfica (Vazhemin 1972). Para esse acompanhamento, são utilizadas variáveis físicas e químicas da qualidade da água que se correlacionem com as alterações ocorridas na microbacia e que tenham precisão suficiente na indicação das condições e das tendências de mudanças que ocorrem. As correlações dessas variáveis podem ser evidenciadas através de análise multivariada de ordenação, a qual busca a redução da dimensionalidade dos dados e consiste em um dos métodos multidimensionais mais utilizados em estudos limnológicos que avaliam as características físicas e químicas em ecossistemas aquáticos, especialmente em estudos de limnologia regional (Helena *et al.* 2000, Palácio 2004, Andrade *et al.* 2005).

O monitoramento e a manutenção da qualidade dos corpos d'água é de vital importância em virtude de seu papel fundamental para o abastecimento dos ecossistemas naturais e artificiais (Allen *et al.* 1974). A utilização incorreta e não sustentada que conduzem à deteriorização dos recursos hídricos ocasionam diversos impactos, com destaque para a contaminação de populações dependentes da pesca, modificação da qualidade e quantidade da água destinada ao abastecimento dos ecossistemas naturais e artificiais, alterações dos padrões de vazão devido a assoreamento, modificação da geomorfologia fluvial e a destruição de áreas de recarga de aquíferos e de habitats marginais.

As causas e soluções da poluição dos recursos hídricos não serão encontradas olhando-se apenas para dentro da água. A bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento (Odum 1988) deve incorporar todo o sistema rio-bacia hidrográfica e integrar outros recursos ambientais e a análise da estrutura ambiental.

Os diversos processos que controlam a qualidade da água fazem parte de um frágil equilíbrio, motivo pelo qual quaisquer alterações de ordem física, química ou climática na bacia hidrográfica podem modificar a sua qualidade (Arcova *et al.* 1998). Deve ser salientado que a expressão "qualidade de água" define um padrão tão próximo quanto possível do natural, tal como se encontra nos rios e nascentes, antes do contato com o homem. Além disso, há um grau de pureza desejável para abastecimento, irrigação, industrial, pesca, etc (Branco 1991 *apud* Souza 1996).

Diversos estudos sobre a qualidade da água em microbacias têm sido realizados (Pineda & Schafer 1987, Arcova & Cicco 1999, Souza & Tundisi 2000, Primavera *et al.* 2002, Donadio *et al.* 2005), entretanto, muitos outros trabalhos são realizados de forma isolada do contexto geográfico de bacia hidrográfica e por curto período de tempo, o que não avalia adequadamente as variações espaciais e temporais e os diversos mecanismos de interações do sistema hídrico com sua bacia de drenagem. A extensa escala temporal de um monitoramento busca elaborar programas de recuperação e manejo de ecossistemas (Espíndola & Brigante 2003) e o correto direcionamento dessa etapa é a base para

um adequado programa de gerenciamento dos recursos hídricos visando a tomada de decisão quanto à regulamentação de uso dos recursos naturais e elaboração de regras que atendam qualquer situação ambiental.

Microbacias hidrográficas com vegetação natural remanescente são áreas muito importantes para manter o abastecimento de água de boa qualidade. Nessas áreas naturais a vegetação promove a proteção do solo contra a erosão, a sedimentação e a lixiviação excessiva dos nutrientes (Sopper 1975) e o monitoramento de qualidade de água serve como referência para a comparação com outras microbacias impactadas. Nesse contexto, este trabalho analisou a qualidade da água de três microbacias hidrográficas inseridas em uma Unidade de Conservação do Estado de São Paulo as quais estão associadas aos diferentes usos e ocupações da terra em seu entorno imediato, ressaltando os riscos ambientais como fatores de influência direta e indireta sob o recurso hídrico e na proteção da bacia hidrográfica.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Estação Ecológica de Jataí (EEJ), localizada entre as coordenadas 21°30' e 21°40' de latitude Sul e 47°40' e 47°50' de longitude Oeste, a aproximadamente 600m de altitude, em Luiz Antônio, estado de São Paulo (SP). A EEJ consiste basicamente em um remanescente de Savana e Savana Florestada pertencente ao Instituto Florestal, com 9.010,7ha de extensão (Decreto Lei 47.096-SP/02), categorizada como Unidade de Conservação de proteção integral, destinada à preservação ambiental e à pesquisa científica.

O trecho no qual se insere a EEJ compreende o compartimento Médio Mogi Superior, mais especificamente na região meândrica desse corpo d'água, entre o município de Guataparã e a região de Porto Pulador. Esse trecho apresenta diversas atividades antrópicas como usinas de açúcar e álcool, cultura de cana-de-açúcar, destilaria, curtume, indústria de papel e celulose, portos de extração de areia em leito de rio e em cavas marginais, confinamento de gado e despejo de esgoto (Brigante & Espíndola 2003, Espíndola *et al.* 2003).

As condições climáticas da região podem ser classificadas como clima Aw de Köppen, com temperatura média de 23°C, com mínima de 19°C registrada em julho e máxima de 25°C em outubro. Ocorrem duas estações climáticas definidas, uma chuvosa, entre outubro e março, e outra seca, entre abril e setembro.

A precipitação anual média no período de 20 meses de avaliação foi de 1430 mm, com menor precipitação entre junho e julho (0,35 e 2,0 mm) e maior entre janeiro e fevereiro (278,75 e 250,25 mm). A umidade relativa do ar variou de 79% em fevereiro a 58,5 % em agosto. Os dados climáticos foram obtidos no INMET - sétimo DISME referentes à Estação Meteorológica de São Simão localizada entre as coordenadas 21° 29' de latitude Sul e 47° 33' de longitude Oeste, a 617,39 m de altitude e distante 15 km da área de estudo.

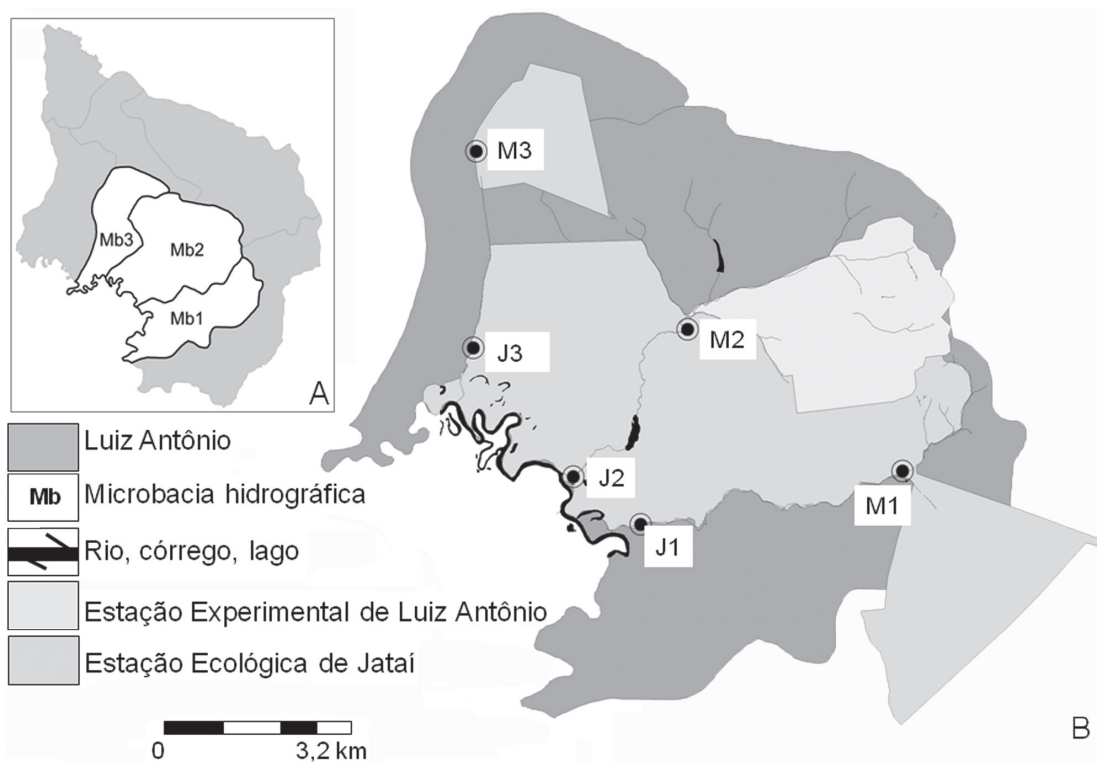


Figura 1. A. Localização das três microbacias hidrográficas (Mb1, Mb2 e Mb3) no município de Luiz Antônio, SP. B. Posicionamento dos pontos de coleta à montante (M_) e à jusante (J_) dos córregos Cafundó (1), Beija-Flor (2) e Boa-Sorte (3), nos limites da Estação Ecológica de Jataí.

Para o desenvolvimento deste trabalho, os limites cartográficos do município foram divididos em microbacias hidrográficas (Fig. 1A). Das oito unidades determinadas para o município de Luiz Antônio, uma está totalmente inseridas nos limites da EEJ e foi denominada Mb1, correspondente ao córrego Boa-Sorte. As outras duas estão parcialmente inseridas nos limites dessa Unidade de Conservação e foram denominadas Mb2, correspondente ao córrego do Beija-Flor e Mb3, ao córrego do Cafundó (Fig. 1B). Em uma imagem Landsat TM (Bandas 3,4,5 de 1998) em meio digital e previamente registrada em UTM, foram anotadas as coordenadas geográficas a montante (M), no ponto de formação do córrego e a jusante (J), ao final do corpo da água. Para a confirmação dos locais de coleta em campo foi utilizado um receptor GPS II - Garmin®.

Durante 20 meses foram monitoradas, a montante e a jusante de cada córrego, oito variáveis físicas e químicas de qualidade da água. Essas variáveis foram pH, temperatura da água (Temp - °C), condutividade elétrica (Cond - mS.cm⁻¹) e oxigênio dissolvido (OD - mg.L⁻¹), obtidas pelo método de leitura direta com aparelho multisensor Horiba, modelo U10. A turbidez (Turb - UNT) foi medida através de leitura direta em turbidímetro Hach, modelo 2100P.

Foram coletadas amostras de água com garrafas de polietileno de 2L na profundidade de 20cm abaixo da coluna de água, quando a profundidade permitia, para posterior filtração de sólidos em suspensão (SS -

mg.L⁻¹). Essas amostras eram mantidas resfriadas até o momento da análise no Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental da Universidade Federal de São Carlos.

Para filtração e procedimento de medida da quantidade de sólido em suspensão foi considerado o método descrito por Teixeira *et al.* (1965), Tundisi (1969), Wetzel & Likens (1991), Paranhos (1996), Kralik (1999), Guerreschi & Fonseca-Gessner (2000), Pinto Silva (2002) e Garlipp *et al.* (2008). Foram utilizados filtros AP40 (Millipore) limpos e calcinados a 460°C durante uma hora e posteriormente pesados em balança analítica para se obter o peso inicial. Foram filtrados volumes de 1L das amostras de água. Posteriormente, os filtros preenchidos com sedimento eram colocados em estufa a 50°C por 48h e então mantidos à vácuo em dessecador até atingirem temperatura ambiente. Após esse período eram pesados novamente e a diferença entre os pesos inicial após calcinação e final indicava a massa total de sólido em suspensão (SS - mg.L⁻¹) outrora em cada amostra de água (Paranhos 1996).

Esses mesmos filtros eram então calcinados novamente por uma hora a 460°C para queima da matéria orgânica (MO - mg.L⁻¹), colocados em dessecador sob vácuo por 24h e pesados novamente. A diferença entre os pesos anterior de SS e o posterior ao processo de calcinação forneceu o valor da quantidade de material inorgânico (MI - mg.L⁻¹) em suspensão nas amostras de água (Paranhos 1996).

A análise dos dados consistiu em uma primeira etapa em que foi verificada a normalidade e a homocedasticidade dos dados obtidos em campo. Foram calculadas as médias (χ), os desvios-padrões (SD), os coeficientes de variação (CV) e aplicado um teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) para comparação de médias. Para os parâmetros que não seguiram distribuição normal foi utilizado teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$). Posteriormente, para se verificar a significância dos valores médios dos parâmetros a montante e a jusante, foi aplicado teste t-Student ($\alpha = 0,05$).

Para expressar a complexidade das relações existentes no conjunto de parâmetros analisados, foi utilizada a Análise de Componentes Principais (ACP) aplicada ao valor médio de cada uma das variáveis obtidas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias anuais de temperatura da água dos três córregos não mostraram grandes variações entre si em virtude da posição geográfica e o distanciamento em que se encontram. Apesar desse parâmetro apresentar variação durante o período de amostragem, os valores do coeficiente de variação foram baixos (12% a 14%) e os valores médios dessa variável não diferiram entre si (Tab. 1). Essas variações podem ser atribuídas ao próprio regime climático normal de variação sazonal (Brigante *et al.* 2003b).

Os valores de pH se mantiveram enquadrados na variação de valores médios para águas naturais (pH = 5,0 a 7,0) de acordo com Hem (1970). Entretanto, deve ser ressaltado que para águas continentais esse parâmetro pode variar entre 6,7 e 8,6, dependendo da variação de fatores como temperatura, oxigênio dissolvido, concentração de cátions e ânions, etc. (Lima 1989). Segundo a CONAMA 357/05, os valores de pH para Classe das Águas Doces (pH = 6,0 a 9,0)

O caráter ácido da água observado em todo período de amostragem (Tab. 1) se deve a própria acidez dos solos condicionada pela presença da vegetação de Savana

na região (Pereira-Silva *et al.* 2006). Nas Mb1 e Mb2 predomina a areia quartzosa álica, com solos fortemente ácidos, excessivamente drenados, onde ainda persiste a vegetação original de cerrado (Lorandi *et al.* 1993). Os valores do coeficiente de variação foram baixos (Tab. 1), especialmente para a Mb1 e o teste de Tukey não evidenciou diferença significativa entre os valores médios de pH. A Mb3 apresenta latossolo vermelho-escuro álico, profundo, de textura média, alto grau de intemperismo com baixa fertilidade, formado a partir de material quartzoso lixiviado (Lorandi *et al.* 1993).

De modo geral, pelos valores do desvio-padrão, pode ser evidenciada pouca variação temporal no pH, prevalecendo o caráter ácido, provavelmente devido à presença de matéria orgânica autóctone em decomposição, que eleva a liberação de gás carbônico, contribuindo na acidificação em função das formação de ácido carbônico (Guereschi & Fonseca-Gessner 2000). De acordo com Matheus *et al.* (1995), a água no ambiente natural tem sua concentração de íons H^+ e OH^- fortemente influenciada pelos sais, ácidos e bases presentes no meio, bem como pelo tipo de solo da própria calha do corpo d'água percorrida pela água, pela poluição química dos despejos ácidos ou alcalinos e pela qualidade do ambiente, levando em consideração o metabolismo das comunidades, os impactos ambientais poluidores e o desmatamento.

Para o Rio Mogi-Guaçu, Godoy (1975) relata que suas águas raramente apresentaram pH inferior a sete, salvo situações em que afluentes do rio estivessem muito poluídos. Espíndola & Brigante (2003) verificaram, no período de 2000 a 2001, tendências de acidificação das águas desse rio que pode estar relacionado ao aumento da carga de poluição no decorrer de seu curso.

Os valores médios de pH para as águas dos três córregos, tanto à montante quanto à jusante, não foram significativamente diferentes e prevaleceu maior acidez na Mb3, podendo isso estar relacionado com o efeito de descargas alóctones (Henry 2004) somada à própria condição do solo.

Tabela 1. Valores médios de temperatura (Temp), pH, condutividade elétrica (Cond), oxigênio dissolvido (OD), turbidez (Turb), sólidos suspensos (SS), matérias orgânica (MO) e inorgânica (MI). Desvio-padrão, coeficiente de variação e Diferença Mínima (DM) - Teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Mb	Temp (°C)		DM	Dif	pH		DM	Dif
		±				±		
1	22,38	± 2,69	0,35	nd	6,12	± 0,43	0,06	nd
2	22,03	± 2,92	1,32	nd	6,05	± 0,56	0,31	nd
3	21,06	± 2,96	0,97	nd	5,81	± 0,43	0,25	nd
Cond (mS.cm ⁻¹)			DM		OD (mg.L ⁻¹)		DM	
		±						
1	0,013	± 0,01	0,30	d	6,79	± 1,27	0,32	nd
2	0,015	± 0,01	0,42	d	6,47	± 1,66	1,13	d
3	0,007	± 0,01	0,65	d	5,67	± 1,01	0,81	nd
Turb (UNT)			DM		SS (mg.L ⁻¹)		DM	
		±						
1	18,03	± 13,34	11,10	d	9,54	± 6,36	4,99	d
2	6,92	± 2,29	14,03	d	4,55	± 3,01	5,82	d
3	4,00	± 2,24	2,92	nd	3,72	± 2,12	0,83	nd
MO (mg.L ⁻¹)			DM		MI (mg.L ⁻¹)		DM	
		±						
1	3,23	± 1,52	0,74	nd	6,46	± 5,58	3,73	d
2	2,49	± 1,31	0,90	nd	2,73	± 2,22	4,91	d
3	2,33	± 1,73	0,17	nd	1,55	± 1,49	1,18	nd

Os valores de condutividade elétrica da água foram considerados baixos a muito baixos de acordo com os dados de Guerreschi & Fonseca-Gessner (2000) e quando comparados com os valores para águas naturais ($0,01\text{mS.cm}^{-1}$ a $0,1\text{mS.cm}^{-1}$) (Espíndola & Brigante 2003). Foi evidenciada uma diferença significativa entre os valores médios de condutividade das Mb2 e Mb3 (Tab. 1), o que pode estar relacionado às variações nas características qualitativas da água (Kochenderfer & Aubertin 1975). Apesar da condutividade não fornecer indicação sobre quais íons estão presentes na água, qualquer aumento ou decréscimo na concentração iônica pode causar sua alteração (Kochenderfer & Aubertin 1975) o que evidencia variações no processo de decomposição de matéria orgânica (Guerreschi & Fonseca-Gessner 2000) proveniente da própria vegetação do entorno desses corpos d'água.

Para a Mb2, essa diferença na condutividade pode estar diretamente relacionada à concentração total de íons (Arcova 1994), uma característica natural para esse ambiente que está protegido integralmente pela EEJ. A entrada de material orgânico alóctone da mata ciliar

acumulado durante a estiagem pode ter ocasionado o aumento da taxa de decomposição, elevando os valores de condutividade, especialmente no período chuvoso (Guerreschi & Fonseca-Gessner 2000).

Para a Mb3, a diferença pode ser atribuída ao estágio de trofia decorrente de impactos antropogênicos (Henry 2004) presente em sua nascente e na margem direita, ambas desprovidas de cobertura florestal na Área de Preservação Permanente (APP) e compartilhadas com atividades canavieira e de reflorestamento. Quanto mais poluídas estiverem as águas, maior será a condutividade em função do aumento do conteúdo mineral presente na carga poluidora (Brigante *et al.* 2003b). Quando comparados os valores médios de condutividade a montante e a jusante da Mb3 (Fig. 2), pode ser verificada significativa diferença atribuída à área da nascente (teste t, $\alpha = 0,05$), a qual se encontra, além de desprovida de cobertura vegetal natural na APP, represada e exposta diretamente às influências antrópicas do plantio da cana-de-açúcar, monocultura de *Pinus* sp., estradas e pastagens abandonadas.

Santos (1993) comenta que a medição da condutivi-

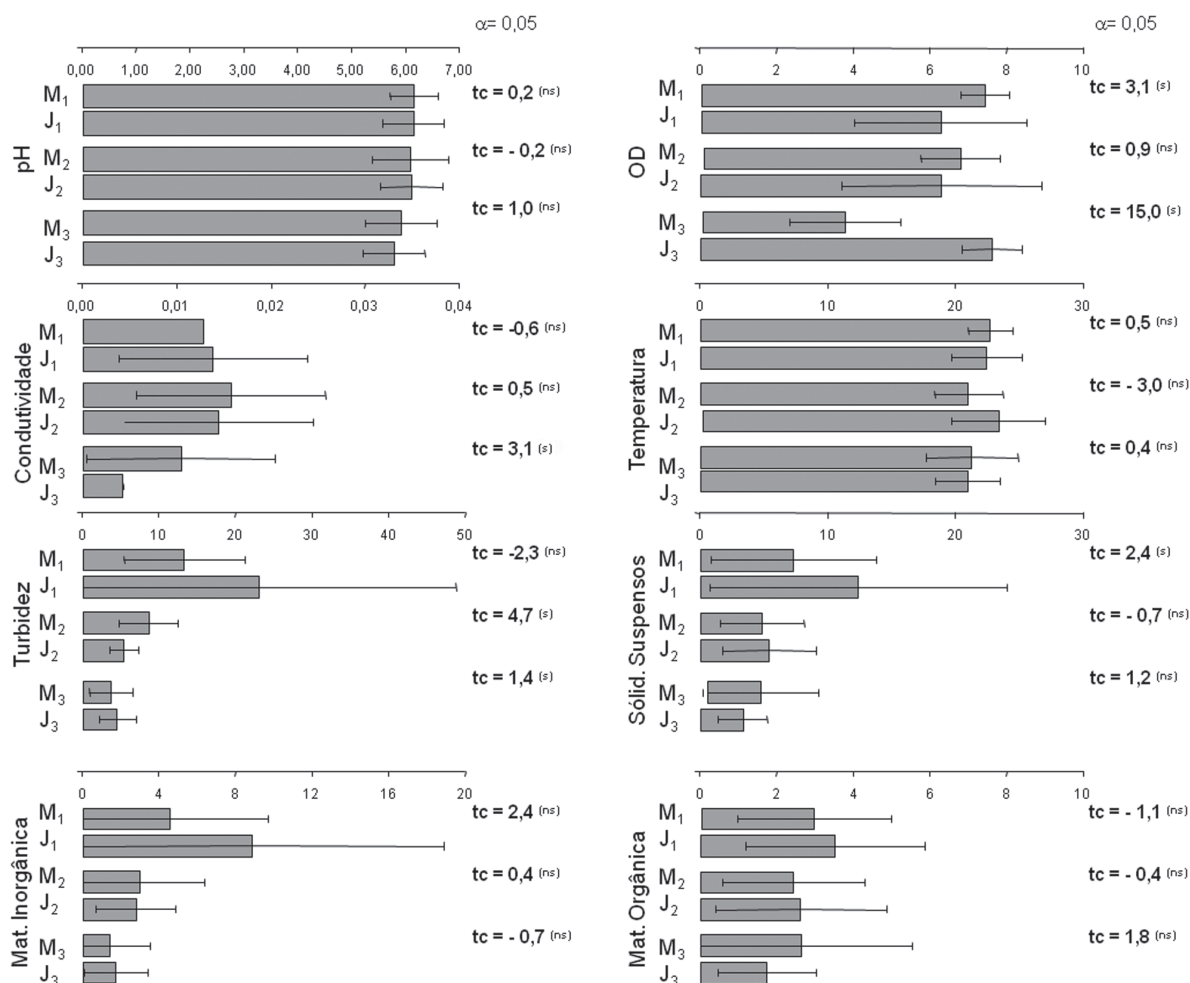


Figura 2. Valores médios dos parâmetros a montante (M) e a jusante (J) de Mb1 – Córrego do Cafundó, Mb2 – Córrego do Beija-Flor e Mb3 – Córrego Boa Sorte. Barras sobre as colunas indicam o desvio-padrão, $t_{\text{crítico}}$ (tc) – valor do teste t ($\alpha = 0,05$), s - significativo e ns – não significativo.

dade pode auxiliar na identificação de fontes poluidoras em ambientes aquáticos e ainda permite identificar fontes pontuais no sistema natural onde o processo eventualmente pode se acentuar (Guereschi & Fonseca 2000). Na Mb1 a maior variação desse parâmetro foi observada no período das chuvas e a jusante do corpo d'água (Fig. 2), onde o córrego Cafundó desemboca em uma lagoa meândrica (Lagoa do Diogo) ainda conectada ao Rio Mogi-Guaçu através de uma pequena calha natural. Segundo Peres & Senna (2000) nesse período ocorre um aumento no arraste de material alóctone para dentro dessa lagoa, o que possivelmente acabou influenciando a Mb1 na porção jusante.

Segundo Krusche (1989) durante o pulso de inundação do Rio Mogi-Guaçu o sentido do escoamento superficial, em relação à Lagoa do Diogo, segue o padrão rio→lagoa→córrego, atingindo esses dois últimos ambientes através da calha natural da lagoa e adentrando a planície de inundação por meio dos pontos de menor cota do terreno, o que proporciona a entrada de matéria orgânica, o que influencia diretamente a elevação da condutividade elétrica na água (Peres & Senna 2000).

Ao final da estação chuvosa foi observado que ocorreu um efeito diluidor causado pelo aumento do volume de água nos corpos d'água, ocasionando o decréscimo nos valores de condutividade. Comportamento semelhante foi observado por Souza (1996) para o rio Jaú no estado de São Paulo e por Souza (1994) para os rios Areias e dos Macacos, no Distrito Federal.

Quanto ao oxigênio dissolvido (OD), na Mb3 foi notada uma ligeira diminuição na concentração durante a estiagem, quando a concentração de sólidos em suspensão aumentou, o que possivelmente reduziu a penetração de luz, resultou na diminuição da produtividade primária e, conseqüentemente, alterou a concentração desse gás na água. Outro fator abordado por Lima (1989) seria que o acréscimo na concentração de sólidos suspensos totais pode resultar na diminuição na capacidade da água conter esse gás dissolvido. No período chuvoso houve uma redução na concentração de sólidos em suspensão, de matérias orgânica e inorgânica e aumento na concentração de OD, possivelmente ocasionado pela ação de organismos produtores presentes no meio. Foi verificada uma diferença significativa entre as outras duas microbacias em relação à Mb2, no que se refere aos valores médios de OD, bem como ao maior coeficiente de variação obtido (Tab. 1). Entretanto, considerando uma escala espacial, a Mb2 não apresentou diferença significativa entre os valores médios nem a montante e nem a jusante (Fig. 2).

A Mb3 apresentou, além dos menores valores médios temporais de OD (Tab. 1), diferenças muito significativas dos valores médios desse parâmetro espacialmente (Fig. 2). O OD à montante ficou acima de 6,0ml.L⁻¹ apenas nos meses de estiagem, quando ocorreram temperaturas mais baixas, prevalecendo uma amplitude de 1,13ml.L⁻¹ até 5,14ml.L⁻¹ para o período. Segundo a Resolução CONAMA 357/05, águas, cujo valor de

OD não seja inferior a 6mg. L⁻¹ podem ser consideradas adequadas ao uso humano quanto aos seus padrões de condição e padrão de qualidade.

A condutividade e o OD foram os fatores que evidenciaram uma queda na qualidade da água a montante da Mb3. Em contrapartida, esse sinal de degradação do ecossistema parece enfrentar um efeito diluidor no decorrer do corpo d'água, com o aumento na concentração de OD até 9,17ml.L⁻¹ e diminuição da condutividade à jusante, onde está estabelecida uma cobertura vegetal natural na APP, pelo menos integralmente em seu lado direito, o qual faz limite com a EEJ.

Os parâmetros físicos como turbidez, sólidos em suspensão, matérias orgânica e inorgânica, foram significativamente superiores ao longo de todo período para a Mb1, em relação às outras duas microbacias (Tab. 1). Relações entre turbidez e sólidos suspensos podem ser indicativas de processos não-naturais, como despejo de efluentes e atividades agropecuárias (Vidal *et al.* 2000).

A análise espacial da Mb1 evidencia a jusante um acréscimo nos valores da turbidez, matérias orgânica e inorgânica e de sólidos em suspensão. Foi verificada uma diferença significativa entre os valores de concentração de OD nos dois pontos de coleta (Fig. 2) e provavelmente isso se deva à interferência direta da Lagoa do Diogo à jusante durante o período mais seco e à interferência do Rio Mogi-Guaçu somada à da lagoa no período das chuvas. Na lagoa, o material em suspensão se concentra mais no período das chuvas e menos na seca (Peres & Senna 2000), contudo, influencia diretamente o córrego Cafundó durante todo o período.

A lagoa, por se caracterizar com ambiente lântico, tem a velocidade da água reduzida, o que favorece a decomposição da matéria orgânica que contribui para a desoxigenação da água. A jusante da Mb1, onde a água da lagoa entra em contato com a água do córrego, os sólidos suspensos permanecem concentrados em virtude da ressuspensão do sedimento provinda da própria contribuição das águas tributárias do córrego Cafundó na lagoa.

Apesar de bem tamponada pela vegetação natural da EEJ em quase todo percurso, a Mb2 foi a segunda microbacia com os maiores valores médios anuais de turbidez, sólidos em suspensão e matérias orgânica e inorgânica. Especialmente, a turbidez foi o parâmetro preponderante à montante dessa microbacia e possivelmente isso se deva à atividade florestal de corte raso de *Pinus* sp. ocorrida há alguns anos atrás, além da proximidade de uma estrada, cujo impacto ambiental pode ter influenciado esse parâmetro.

Os valores de sólidos em suspensão tiveram considerável variação (66,15%), em virtude de uma grande amplitude em todo o período de monitoramento. Aust *et al.* (1996) destacam que os sedimentos são os principais poluentes associados às operações florestais, como o caso da Mb2 a montante, e os sólidos em suspensão representam não só a perda de solo, mas também a perda na fertilidade e o desequilíbrio do ecossistema.

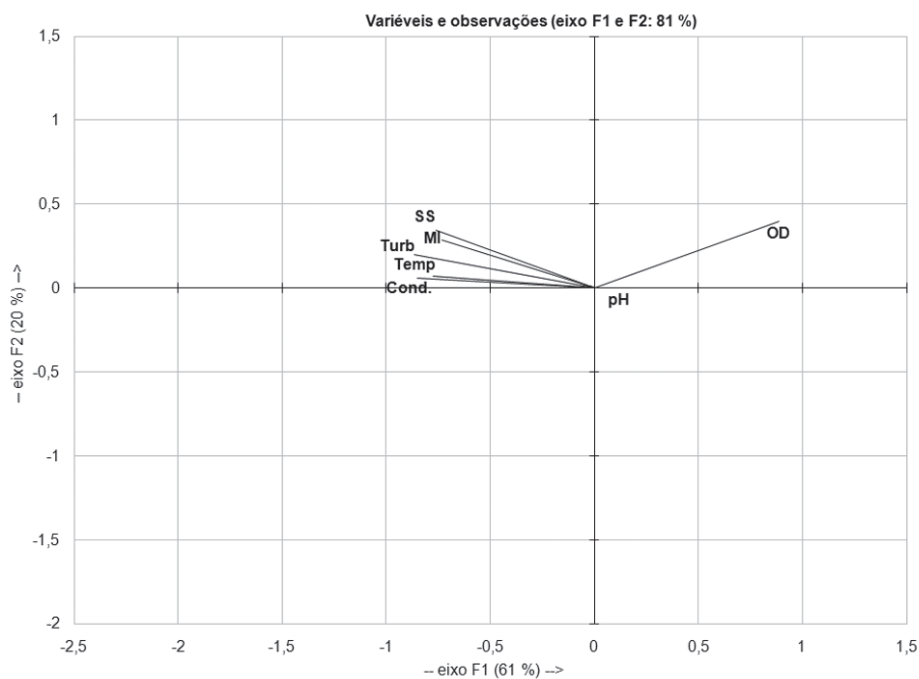


Figura 3. Escore bidimensional da componente principal 1 versus componente principal 2 referente às variáveis físicas e químicas para qualidade da água da Mb1.

O valor de sólidos em suspensão aumentou a jusante da Mb2 (Fig. 2) possivelmente em virtude do aumento natural do volume de água, da influência de um grande reservatório no decorrer do percurso (Represa do Beija-Flor) e de estradas e trilhas muito próximas ao local de coleta. Somado a isso, no período de cheia, as águas do Rio Mogi-Guaçu influenciaram diretamente na qualidade da água nesse local, já que a Mb2 a jusante se localiza na planície de inundação desse rio (Guereschi & Fonseca-Gessner 2000).

De forma geral, em função de alguns parâmetros de qualidade de água considerados pela Resolução CONAMA 357/05 (temperatura, pH, OD, turbidez e sólidos suspensos), as águas das microbacias hidrográficas estudadas constituem ambientes lóticos enquadrados nas Classes 2 e 3, ou seja, recursos hídricos que podem ser destinados ao abastecimento e consumo humano após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, entre outros

usos. Contudo, não foi possível estabelecer uma relação direta entre os dados desse estudo e a Resolução CONAMA 357/05, assim como com o Índice de Qualidade de Água (IQA). Isso porque o objetivo desse trabalho não foi seguir as normas oficiais de adequabilidade da água para o uso humano, mas sim a qualidade de água para conservação de ecossistemas naturais influenciados ou não pela ação antrópica.

A análise de componentes principais (PCA) da Mb1 evidenciou que o componente 1 teve maior contribuição para os parâmetros de turbidez, sólidos em suspensão, matéria inorgânica, temperatura da água e condutividade. O conjunto desses parâmetros expressa uma relação direta, uma vez que a matéria inorgânica representa parte dos íons presentes na água, os quais influenciaram a condutividade elétrica.

A turbidez foi influenciada diretamente pelos sólidos em suspensão que, por sua vez, contribuíram em maior parte com a matéria inorgânica e, em menor expressão,

Tabela 2. Resultados de componentes principais para pH (potencial hidrogeniônico), Cond (condutividade elétrica), Turb (turbidez), OD (oxigênio dissolvido), Temp (temperatura da água), MO (matéria orgânica), MI (matéria inorgânica), SS (sólidos em suspensão) nas três microbacias estudadas.

Microbacias hidrográficas	1		2		3	
	F1	F2	F1	F2	F1	F2
pH	-0,018	0,009	0,108	0,111	-0,234	-0,468
Cond	-0,848	0,060	-0,501	0,059	-0,424	0,042
OD	0,889	0,396	0,971	-0,162	0,902	-0,363
Temp	-0,774	0,069	-0,582	0,222	-0,677	0,479
MO	-0,496	0,381	-0,624	0,266	-0,309	0,588
MI	-0,730	0,287	-0,164	0,058	-0,156	0,563
Turb	-0,864	0,201	-0,749	0,118	-0,533	0,165
SS	-0,762	0,342	-0,448	-0,107	-0,269	0,684
Autovalores	-3,603	1,744	-1,990	0,565	-1,700	1,689
Variância explicativa	60,516	20,368	81,349	11,368	56,946	33,881

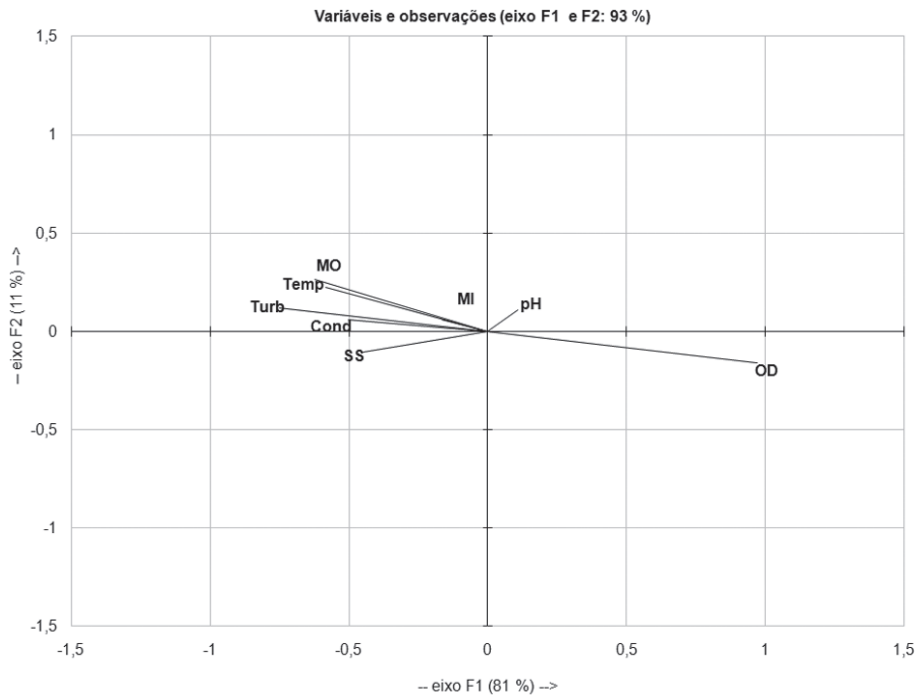


Figura 4. Escore bidimensional da componente principal 1 versus componente principal 2 referente às variáveis físicas e químicas para qualidade da água da Mb2.

com a matéria orgânica (Tab. 2 e Fig. 3). Resultados de associação entre esses parâmetros foram verificados por Andrade *et al.* (2007) e a componente principal formada representou maior carga de sólidos atribuída ao escoamento superficial das áreas agrícolas e aos depósitos de resíduos sólidos existentes próximos aos cursos d'água.

A variação da concentração de oxigênio dissolvido

foi inversamente proporcional à variação da temperatura durante todo o período de monitoramento. Isso pode ser evidenciado no componente 1, em que o oxigênio dissolvido foi responsável pela maior variação positiva, contrapondo a variação negativa da temperatura da água no componente 2 (Tab. 2).

Os componentes 1 e 2 explicaram 81% da variância

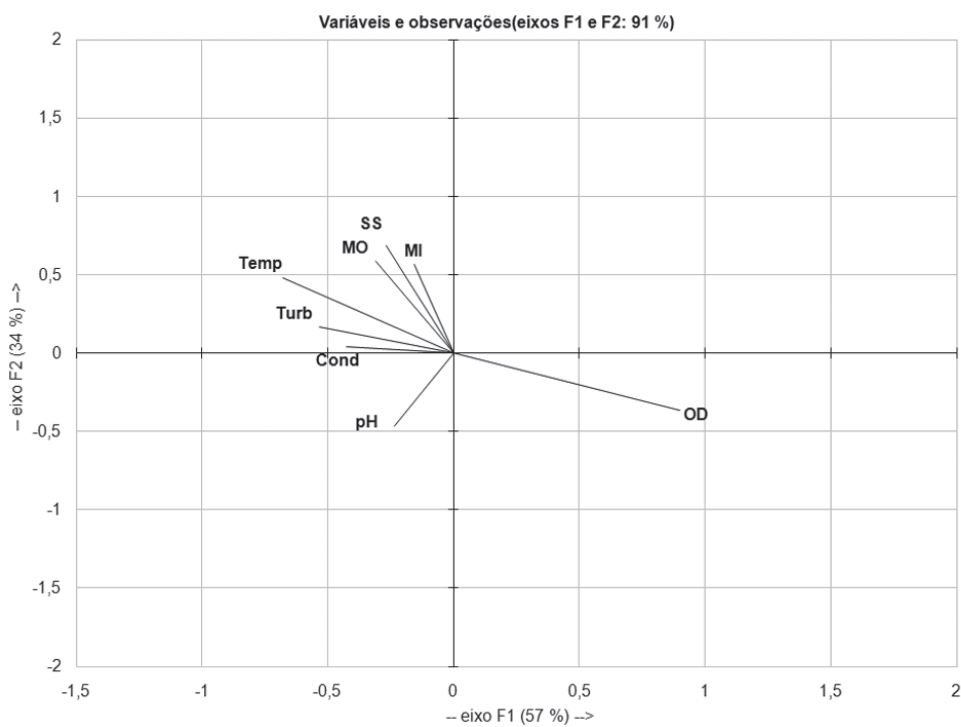


Figura 5. Escore bidimensional da componente principal 1 versus componente principal 2 referente às variáveis físicas e químicas para qualidade da água da Mb3.

Tabela 3. Avaliação das microbacias de acordo com as abordagens metodológicas de Pires (1995)- A e B, Pires *et al.* (2000) - C, Roque & Trivinho-Strixino (2000) - D e E, Guerreschi & Fonseca-Gessner (2000) - F e este trabalho - G, para as microbacias estudadas.

Ordem crescente de qualidade	A	B	C	D	E	F	G
	Mb3	Mb1	Mb1	Mb1	Mb1	Mb3	Mb3
	Mb1	Mb3	Mb3	Mb3	Mb3	Mb1	Mb1
	Mb2	Mb2	Mb2	Mb2	Mb2	Mb2	Mb2

total e expressaram a complexidade de relação existentes entre os parâmetros definidos para um grupo de sólidos, evidenciando variações na qualidade da água na Mb1. Andrade *et al.* (2007) também verificaram essa relação, obtendo componentes principais representativas que indicaram influências de processos de erosão e escoamento superficial em uma bacia hidrográfica.

A PCA obtida para a Mb2 destacou o oxigênio dissolvido no componente 1 com maior contribuição positiva e a turbidez, nesse mesmo componente, entretanto, com maior contribuição negativa (Tab. 2 e Fig. 4). Todos os parâmetros, com exceção do pH tiveram influência negativa no componente 1, demonstrando uma relação inversamente proporcional, em que a turbidez e as variações do sólido em suspensão afetaram a transparência da água. Isso possivelmente pode ter sido importante na redução da concentração de oxigênio na água, a qual também foi influenciada pela variação sazonal da temperatura da água durante o período de amostragem. Os componentes 1 e 2 explicaram 93% da variância total da análise dos parâmetros da Mb2.

Para a PCA da Mb3, os componentes 1 e 2 explicaram 91% da variância total e uma forte influência do OD. A temperatura da água foi o segundo parâmetro de maior influência no componente 1 e o maior na componente 2, contrapondo-se, juntamente com os demais parâmetros da componente 2, ao oxigênio dissolvido na componente 1 (Tab. 2 e Fig. 5).

A ausência total da mata ciliar na nascente na margem direita do corpo d'água da Mb3 permitiu uma maior incidência de radiação solar durante todo o período de monitoramento, o que aumentou a temperatura da água e a difusão de oxigênio, possivelmente reduzindo a concentração desse gás na água. Segundo Sugimoto *et al.* (1997), a manutenção da vegetação ciliar é a maneira mais efetiva de prevenir aumento da temperatura da água.

Outros parâmetros também foram responsáveis pela baixa concentração de oxigênio dissolvido, como sólidos em suspensão e matérias orgânica e inorgânica. Isso indica que as contribuições do próprio intemperismo físico e químico, das atividades antrópicas (Brigante *et al.* 2003a) de plantio da cana-de-açúcar e da degradação da cobertura vegetal natural da APP, associadas à erosão e à lixiviação de um solo degradado e o seu transporte, via área de drenagem, são ações favorecedoras à degradação da qualidade da água da Mb3.

O'Loughlin (1994) observou no monitoramento de qualidade de água em áreas de florestas naturais não perturbadas da Nova Zelândia que os cursos d'água apresentam boa qualidade, com baixas concentrações

de nutrientes dissolvidos e de sólidos em suspensão. Bacias hidrográficas que possuem cobertura florestal natural tem garantida a proteção contra a erosão do solo, a sedimentação e a lixiviação excessiva dos nutrientes (Sopper 1975), o que é importante na manutenção e no abastecimento de água de boa qualidade.

Em um estudo que envolveu as mesmas três microbacias e considerou a fauna de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade da água a partir da riqueza faunística e o índice biótico de povoamento, a qualidade da água pôde ser classificada em ordem crescente na seqüência Mb1, Mb3, Mb2 (Roque & Trivinho-Strixino 2000). Fonseca- Guerreschi & Gessner (2000) atribuíram pontuações às mesmas microbacias classificando-as em ordem crescente de qualidade de água em Mb3, Mb1, Mb2 (Tab. 3) a partir dos mesmos parâmetros utilizados nesse trabalho, além de determinações químicas de série de nitrogênio e de fósforo. Pires (1995) e Pires *et al.* (2000), classificaram estas microbacias em diferentes graus de degradação, de riscos ambientais e propensão à perda de biodiversidade, considerando para tanto a porcentagem de comprimento dos córregos sob risco de degradação a conversão de áreas naturais em áreas semi-urbanas e de agricultura e o risco sobre a qualidade da água, considerando a desperenização e a alteração na densidade hídrica no período de 32 anos.

As variáveis físicas e químicas da água apresentaram variações temporais e espaciais que estão relacionadas ao material em suspensão na água, logo, são influenciadas pelo usos e ocupações do entorno imediato das três microbacias. A condensação do conjunto dos valores obtidos permitiu expressar a complexidade das relações existentes entre as variáveis analisadas, o que tornou possível ordenar a qualidade da água de forma crescente na seqüência Mb3, Mb1, Mb2.

Essa seqüência está de acordo com o proposto por Pires (1995), Pires *et al.* (2000) e Guerreschi & Fonseca-Gessner (2000). Além disso, considerando os resultados de Roque & Trivinho-Strixino (2000) e os trabalhos supra citados, fica evidente que a Mb2 apresenta a melhor qualidade de água (Tab. 3), em virtude de estar localizada no interior da EEJ, logo, protegida pela vegetação natural dos impactos antrópicos comumente ocorrentes nas margens direita da Mb3 e esquerda da Mb1.

Os resultados do monitoramento para a Mb2 tanto à montante, no seu ponto de formação no interior da EEJ, quanto à jusante, quase na sua foz com o Rio Mogi-Guaçu, evidenciam que a vegetação natural ciliar desempenha a função esperada na proteção física do corpo d'água e tem garantido a qualidade da água do córrego

Beija-Flor. Entretanto, as nascentes desse corpo d'água, juntamente com as nascentes da Mb1 e Mb3, se encontram fora dos limites da EEJ (Fig. 1), vulneráveis às atividades antrópicas relacionados predominantemente agrícolas da região. Além disso, a desproteção das laterais da Mb1 e da Mb3 que compõem, respectivamente, os limites Oeste e Sudeste da EEJ (Fig. 1), acarreta prejuízos ambientais irreversíveis que não estão sendo absorvidos pelos agentes causadores, simplesmente pelo fato de não assumirem qualquer responsabilidade no papel de proteção reabilitação dos trechos de APP degradados.

Atribuir à calha desses dois corpos d'água a função de limites oficiais entre uma Unidade de Conservação e seu entorno imediato é ambientalmente ineficiente, não contribui para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais, além de não proteger e não recuperar recursos hídricos. Ao contrário, apenas facilita as ações direta e indireta dos impactos negativos acarretados pelos diferentes usos e ocupações da terra e compromete a qualidade do recurso hídrico e a proteção do ecossistema aquático, o que já foi constatado nos trabalhos de Pires (1995) e Pires *et al.* (2000).

A partir de um criterioso zoneamento da EEJ, garantido pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), deve ser recomendada a inclusão dos trechos desprotegidos da Mb1 e da Mb3 em uma Zona de Recuperação, a qual estaria protegida por uma Zona de Amortecimento. Além disso, as nascentes devem ser completamente anexadas aos limites da EEJ, buscando a manutenção apropriada da saúde das três microbacias através da proteção integral que se propõe essa Unidade de Conservação.

Para efeito de monitoramento, fica sugerido o estabelecimento definitivo de estações de amostragem em cada uma das microbacias considerando as variáveis já estabelecidas para efeito de comparação, bem como variáveis que levem em conta as taxas de renovação da água e suas alterações durante o ano, como medição de descarga ou vazão. Cabe ressaltar a importância da inclusão das formas nitrogenadas e fosfatadas que indicariam possíveis fontes de decomposição e poluição orgânica por esgotos domésticos, industriais e de fertilizantes, o que complementaria o trabalho de monitoramento, uma vez que esses íons são comumente carregados no deflúvio superficial agrícola e constituem as principais fontes artificiais de nitrogênio e de fósforo no ambiente (Esteves 1988, Wetzel & Likens 1991, Brigante *et al.* 2003, Brigante & Espíndola 2003).

AGRADECIMENTOS

E.F.L. Pereira-Silva agradece ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), pelo financiamento através do Fundo Nacional de Meio Ambiente (FNMA) e à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Universidade Federal de São Carlos (FAI-UFSCar), pelo apoio financeiro ao sub-projeto "Monitoramento

limnológico e qualidade da água de bacias hidrográficas do município de Luiz Antônio, SP". Agradece ao PIBIC/CNPq, pela concessão da Bolsa de Iniciação Científica (processo nº 24.0629/97-6), à professora Dra. Rosely Ferreira dos Santos (FEC/UNICAMP), pelas valiosas sugestões e pela revisão, ao biólogo Wanderley A. Ferreira, pela compilação de dados e auxílio em laboratório e campo, e aos técnicos do Departamento de Hidrobiologia da UFSCar e da Estação Ecológica de Jataí, SP, pelo essencial apoio em campo. O primeiro autor dedica especialmente esse trabalho aos senhores Benedito Antônio Basseti (in memoriam) e Horácio Gomes (in memoriam).

REFERÊNCIAS

- ALLEN, S.E., GRIMSHAW, H.M., PARKINSON, J.A. & QUARMBY, C. 1974. *Chemical analysis of ecological materials*. Oxford: Blackwell Scientific Publication. 565 p.
- ANDRADE, E.M., ARAÚJO, L.F.P., ROSA, M.F., DISNEY, W. & ALVES, A.B. 2007. Seleção dos indicadores da qualidade das águas superficiais pelo emprego da análise multivariada. *Engenharia Agrícola*, 27(3): 683-690.
- ANDRADE, E.M., PALÁCIO, H.A. Q., CRISÓSTOMO, L.A., SOUZA, I.H. & TEIXEIRA, A. S. 2005. Índice de qualidade de água, uma proposta para o vale do rio Trussu, Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, 36(2): 135-42.
- ARCOVA, F.C.S. & CICCO, V. 1999. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos da terra na região de Cunha, Estado de São Paulo. *Scientia Forestalis*, 5(6): 125-34.
- ARCOVA, F.C.S., CESAR, S.F. & CICCO, V. 1998. Qualidade da água em microbacias recobertas por floresta de Mata Atlântica, Cunha, São Paulo. *Revista do Instituto Florestal de São Paulo*, 10(2):185-96.
- ARCOVA, F.S.C. 1994. QUALIDADE DA ÁGUA. In: Curso Internacional Sobre Manejo de Bacias Hidrográficas. 5., 1994, São Paulo. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente. p. 257-268.
- AUST, W.M., SHAFFER, R.M & BURGER, J.A. 1996. Benefits and costs of forestry best management practices in Virginia. *Journal of Applied Forestry*, 20(1): 23-29.
- BRIGANTE, J. & ESPÍNDOLA, E.L.G. 2003. O estudo no Rio Mogi-Guaçu: a abordagem metodológica. In: BRIGANTE, J. & ESPÍNDOLA, E.L.G. (Eds.) *Limnologia fluvial, um estudo no Rio Mogi-Guaçu*. São Carlos: Editora Rima. p. 15-23.
- BRIGANTE, J., ESPÍNDOLA, E.L.G. & ELER, M.N. 2003a. Análise dos principais impactos ambientais no Rio Mogi-Guaçu: recomendações para orientar políticas públicas. In: BRIGANTE, J. & ESPÍNDOLA, E.L.G. (Eds.) *Limnologia fluvial, um estudo no Rio Mogi-Guaçu*. São Carlos: Editora Rima. p. 203-230.
- BRIGANTE, J., ESPÍNDOLA, E.L.G., POVINELLI, J. & NOGUEIRA, A.M. 2003b. Caracterização física, química e biológica da água do Rio Mogi-Guaçu. In: BRIGANTE, J. & ESPÍNDOLA, E.L.G. (Eds.) *Limnologia fluvial, um estudo no Rio Mogi-Guaçu*. São Carlos: Editora Rima. p. 56-76.
- DONADIO, N.M.M., GALBIATTI, J.A. & DE PAULA, R.C. 2005. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego Rico, São Paulo, Brasil. *Engenharia Agrícola*, 25(1): 115-125.
- ESPÍNDOLA, E.L.G. & BRIGANTE, J. 2003. Avaliação das modificações na qualidade da água do Rio Mogi-Guaçu: uma análise temporal. In: BRIGANTE, J. & ESPÍNDOLA, E.L.G. (Eds.) *Limnologia fluvial, um estudo no Rio Mogi-Guaçu*. São Carlos: Editora Rima. p. 190-204.
- ESPÍNDOLA, E.L.G., BRIGANTE, J. & ELER, M.N. 2003. Avaliação ambiental preliminar do uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu. In: BRIGANTE, J. & ESPÍNDOLA, E.L.G. (Eds.) *Limnologia fluvial, um estudo no Rio Mogi-Guaçu*. São Carlos: Editora Rima. p. 23-53.
- ESTEVES, F.A. 1988. *Fundamentos de limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP.
- GARLIPP, A.B., RAMOS E SILVA, C.A. & AMARO, V. E. 2008. Con-

- centração de elementos maiores e traços no material particulado em suspensão do estuário de Curimatá, Nordeste do Brasil. *Geochimica Brasiliensis*, 22(3): 189-200.
- GODOY, M.P. 1975. *Peixes do Brasil – Subordem Characoidei, Bacia do Rio Mogi-Guaçu*. Piracicaba: Editora Franciscana.
- GUERESCHI, R.M. & FONSECA-GESSNER, A.A. 2000. Análise de variáveis físicas e químicas da água e do sedimento de três córregos da Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP, Brasil. In: SANTOS, J.E. & PIRES, J.S.R. (Eds.) *Estudos integrados em ecossistemas: Estação Ecológica de Jataí*. São Carlos: Editora Rima. v. 2, p. 387-402.
- HELENA, B., PARDO, R., VEGA, M., BARRADO, E., FERNANDEZ J.M. & FERNANDEZ, L. 2000. Temporal evolution of groundwater composition in an alluvial aquifer (Pisuerga river, Spain) by principal component analysis. *Water Research*, 34(3): 807-16.
- HEM, J.D. 1970. *Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water*. Washington: Geological Survey Water Supply Paper, 363 p.
- HENRY, R. 2004. A variabilidade de alguns fatores físicos e químicos da água e implicações para amostragem: estudos de caso em quatro represas do Estado de São Paulo. In: BICUDO, C.E.M. & BICUDO, D.C. (Eds.) *Amostragem em limnologia*. São Carlos: Editora Rima. p. 245-262.
- KOCHENDERFER J.N. & AUBERTIN G.M. 1975. Effects of management practices on water quality and quantity: fernow experimental forest, W. Virginia. *USDA Forest Service General technical report NE, 13*: 14-24.
- KRALIK, M. 1999. A rapid procedure for environmental sampling and evaluation of polluted sediments. *Applied Geochemistry*, 14: 807-816.
- KRUSCHE, A.V. 1989. *Caracterização bioquímica da Lagoa do Diogo, uma lagoa marginal do Rio Mogi Guaçu (Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antonio, SP)*. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1989.
- LIMA, W.P. & ZAKIA, M.J.B. 1998. Indicadores hidrológicos em áreas florestais. *Série técnica IPEF*, 12(31): 53-64.
- LIMA, W.P. & ZAKIA, M.J.B. 2000. Hidrologia de Matas Ciliares. In: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO FILHO, H.F. (Eds.) *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: Edusp/FAPESP. p. 33-44.
- LIMA, W.P. 1989. Função hidrológica da mata ciliar. In: BARBOSA, L.M. (Eds.) *Simpósio sobre mata ciliar*. Campinas: Fundação Cargill, p. 25-42.
- LORANDI, R., GONÇALVES, A.R.L., TRINDADE, S. & SOBREIRA, M.L. 1993. Levantamento pedológico semidetalhado da microbacia do Córrego Cafundó e áreas adjacentes. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DEL SUELO, Salamanca, Espanha.
- MATHEUS, C.E., MORAES, A. J. de, TUNDISI, T.M. & TUNDISI, J.G. 1995. *Manual de análises limnológicas*. São Carlos: Universidade de São Paulo - EESC - DHS-CRHEA. 62 p.
- O'LOUGHLIN, C. 1994. The forest and water relationship. *New Zealand Forestry*, 39(3): 26-30.
- ODUM, E.P. 1988. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan. 434 p.
- PALÁCIO, H.A.Q. 2004. *Índice de qualidade das águas na parte baixa da bacia hidrográfica do rio Trussu, Ceará*. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.
- PARANHOS, R. 1996. *Alguns métodos para análise da água*. Rio de Janeiro: Cadernos didáticos UFRJ.
- PEREIRA-SILVA, E.F.L., SANTOS, J.E., HARDT, E. & AIDAR, M.P.M. 2006. Atividade de nitrito redutase e conteúdo de nitrogênio em folhas de espécies lenhosas de um cerradão na Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP. In: SANTOS, J. E., PIRES, J. S. R. & MOSCHINI, L.E. (Eds.) *Estudos integrados em ecossistemas: Estação Ecológica de Jataí*. São Carlos: EdUFSCar. v. 3. p. 65-79.
- PERES, A.C. & SENNA, P.A.C. 2000. Parâmetros físicos e químicos da Lagoa do Diogo. In: SANTOS, J.E. & PIRES, J.S.R. (Eds.) *Estudos integrados em ecossistemas: Estação Ecológica de Jataí*. São Carlos: Editora Rima. v. 2. p. 377-386.
- PIÑEDA, M.D. & SCHAFER, A. 1987. Adequação de critérios e métodos de avaliação da qualidade de águas superficiais baseada no estudo ecológico do rio Gravataí, Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência e Cultura*, 39(2): 198-206.
- PINTO-SILVA, V. 2002. *Manual de análise limnológica: métodos e técnicas*. Cuiabá: UFMT.
- PIRES, J.S.R. 1995. *Análise ambiental voltada ao planejamento e gerenciamento do ambiente rural: abordagem metodológica aplicada ao município de Luiz Antônio, SP*. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1995.
- PIRES, J.S.R., SANTOS, J.E. & PIRES, A.M.Z.C.R. 2000. Análise de riscos ambientais no entorno de uma Unidade de Conservação (Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP). In: SANTOS, J. E. & PIRES, J. S. R. (Eds.) *Estudos integrados em ecossistemas: Estação Ecológica de Jataí*. São Carlos: Editora Rima. v. 2, p. 73-93.
- PISSARRA, T.C.T. 1998. *Avaliação quantitativa das características geomórficas de microbacias hidrográficas de 1ª ordem de magnitude em quatro posições do sistema de drenagem*. 124 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.
- PRIMAVESI, O., FREITAS, A.R., PRIMAVESI, A.C. & OLIVEIRA, H.T. 2002. Water quality of Canchim's creek watershed in São Paulo, SP, Brazil, occupied by beef and dairy cattle activities. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 45(2): 209-217.
- RESOLUÇÃO CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Publicada no DOU nº. 53, de 18 de março de 2005, Seção 1, p. 58-63.
- ROQUE, F.O. & TRIVINHO-STRIXINO, S. 2000. Avaliação preliminar da qualidade da água dos córregos do município de Luiz Antônio (SP) utilizando macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores: subsídios para o monitoramento ambiental. *Ciência, Biologia e Ambiente*, 1: 21-34.
- SANTOS, M.J. 1993. *Estudo limnológico dos córregos Água Fria e Água Quente*. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1993.
- SOPPER, W.E. 1975. Effects of timber harvesting and related management practices on water quality in forested watersheds. *Journal of Environmental Quality*, 4(1): 24-29.
- SOUZA, A.D.G. 1996. *Subsídios ao planejamento e operacionalidade de sistemas de monitoramento da água, estudo de caso: Bacias dos Rios Jaú e Jacaré-Guaçu, SP*. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental.) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1996.
- SOUZA, A.D.G. de & TUNDISI, J.G. 2000. Hidrogeochemical comparative study of the Jaú and Jacaré- Guaçu river watersheds, São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 60(4): 563-570.
- SOUZA, M.J.M. 1994. *Caracterização físico-química do rio Areias e do rio Macacos (GO), reconhecimento do uso do solo e os seus efeitos sobre a qualidade das águas*. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Universidade de Brasília, Brasília, 1994.
- SUGIMOTO, S., NAKAMURA, F. & ITO, A. 1997. Heat budget and statistical analysis of the relationship between stream temperature and riparian forest in the Toikanbetsu river basin, Northern Japan. *Journal of Forest Research*, 2(2): 103-107.
- TEIXEIRA, C., TUNDISI, J.G. & KUTNER, M.B. 1965. Plankton studies in a mangrove II. The standing stock and some ecological factors. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 24: 23-41
- TUNDISI, J.G. 1969. *Produção primária, "standing stock" e fracionamento do fitoplâncton na região lagunar de Cananéia*. São Paulo: USP. 131 p.
- VAZHEMIN, I.G. 1972. Chemical composition of natural waters in the VYG river basin in relation to the soil of Central Karelia. *Soviet Soil Science*, 4(1): 90-101.
- VIDAL, M., LÓPEZ, A., SANTOALLA, M.C., VALLES, V. 2000. Factor analysis for the study of water resources contamination due to the use of livestock slurries as fertilizer. *Agricultural Water Management*, 45(1): 1-15.
- WETZEL, R.G. & LIKENS, G.E. 1991. *Limnological analyses*. New York: Springer Verlag. 391 p.