

IMPACTOS AMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO MONJOLO GRANDE, IPEÚNA, SP

Eder Paulo SPATTI Junior¹

Luis Henrique PEREIRA²

Fabiano Tomazini da CONCEIÇÃO³

Sérgio dos Anjos Ferreira PINTO⁴

Edvaldo GUEDES⁵

Felipe Augusto Valle SILVA⁶

Resumo

O objetivo deste trabalho foi à realização de uma avaliação ambiental simplificada na bacia hidrográfica do Ribeirão Monjolo Grande (SP), bem como propor medidas mitigadoras e estratégias de manejo para esta bacia. Este levantamento dos impactos ambientais foi feito com a aplicação de um formulário em campo ao longo do canal principal do Ribeirão Monjolo Grande e de seus principais afluentes. Os resultados mostram que os principais impactos ambientais são referentes à retirada da vegetação e aos processos erosivos, decorrentes do uso e ocupação da terra sem planejamento e ausente de práticas conservacionistas ou preocupação com os aspectos legais no que tange principalmente às Áreas de Preservação Permanente. A aplicação da análise ambiental simplificada para a bacia hidrográfica do Ribeirão Monjolo Grande mostrou-se viável para se fazer uma leitura dos impactos ambientais mensuráveis que atingem os corpos de água desta bacia e seu entorno, indicando áreas prioritárias para intervenções mitigadoras.

Palavras-chave: Avaliação de Impacto Ambiental. Bacia Hidrográfica. Uso e Ocupação da Terra. Gerenciamento Ambiental.

Abstract

Environmental impacts on water resources in the Monjolo Grande stream watershed, Ipeúna, SP

The objective of this study was to perform a simplified environmental assessment in the watershed of Ribeirão Grande Monjolo (SP) and propose mitigation measures and management strategies for this watershed. This survey of the environmental impacts was made in the application field of a form along the main channel of Monjolo Ribeirão Grande and its tributaries. The results show that the main environmental impacts relate to the removal of vegetation and erosion arising from the use and occupation of land without planning and absence of conservation practices or concerns with the legal aspects particularly in relation to the Permanent Preservation Areas. The application of simplified environmental analysis for the Ribeirão Monjolo Grande watershed was feasible to measurable environmental impacts reaching bodies of water in this watershed and its nearby indicating priority areas for mitigating interventions.

Key words: Environmental Impact Assessment. Watershed. Land Use. Environmental Management.

¹ Programa de Pós-Graduação em Geologia Regional, IGCE, UNESP, Rio Claro.
E-mail: ederspatti@hotmail.com

² Programa de Pós-Graduação em Geografia, IGCE, UNESP, Rio Claro. E-mail: e_luizh@hotmail.com

³ Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento, UNESP, Rio Claro.
E-mail: ftomazini@rc.unesp.br

⁴ Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento, UNESP, Rio Claro.
E-mail: sanjos@rc.unesp.br

⁵ Curso de Graduação em Geografia, UNESP, Rio Claro. E-mail: jrguedes@hotmail.com

⁶ Curso de Graduação em Geografia, UNESP, Rio Claro. E-mail: fepliphe.geo@gmail.com

INTRODUÇÃO

A busca por sistemas ambientalmente sustentáveis pressupõe a identificação de variáveis facilmente detectáveis e mensuráveis na paisagem, as quais possibilitem correlacionar alguns indicadores de alterações ambientais aos impactos iminentes ou futuros, para que sejam minimizados de modo que o acréscimo de matéria e energia não ultrapasse a resiliência natural do sistema. Desta maneira, os indicadores ambientais selecionados, isolados ou relacionados entre si, devem fornecer informações qualitativas e quantitativas dos recursos naturais e das pressões impostas a eles. Assim, pode-se observar em trabalhos desenvolvidos nesta temática, que a seleção apropriada do conjunto de informações conduzirá à eficiência do diagnóstico e monitoramento ambiental local. Os sistemas essencialmente agrícolas, como as bacias hidrográficas rurais, requerem especial atenção aos indicadores de processos erosivos e qualidade das águas superficiais.

O ciclo hidrológico aliado às ações antrópicas interferentes, faz com que a bacia hidrográfica seja adotada como unidade de estudo, planejamento e gerenciamento da qualidade ambiental. Para Rocha *et al.* (2000), o uso da bacia hidrográfica como unidade de planejamento nas investigações e no gerenciamento dos recursos hídricos originou-se da percepção de que os ecossistemas aquáticos são essencialmente abertos, trocam matéria e energia entre si e com os ecossistemas terrestres adjacentes. Ao mesmo tempo, eles sofrem impactos de diferentes tipos em virtude dos usos do solo e das atividades nele desenvolvidas, tais como: impermeabilização excessiva, erosão, contaminação dos mananciais, solos e águas subterrâneas por disposição ou despejos de resíduos e efluentes sem tratamento, urbanização e eliminação ou modificação da cobertura vegetal da região, fragmentando ambientes frágeis, interrompendo os corredores genéticos, dificultando a reprodução de animais e vegetais, algumas vezes ocasionando a eliminação do ecossistema encontrado na área (HAMMITT; COLE, 1998; SARDINHA *et al.*, 2007).

O Artigo 1º da Resolução CONAMA nº 1 de 1986 (BRASIL, 1986) define Impacto Ambiental como a “alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria e energia, resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetem: (I) a saúde, a segurança e o bem estar da população; (II) as atividades sociais e econômicas; (III) a biota, (IV) as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; (V) a qualidade dos recursos ambientais”. Nesta mesma linha, Sanchez (2006) ressalta a necessidade de considerar os impactos existentes na área por meio da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), antes de se tomar qualquer decisão que possa condicionar a alteração da qualidade do meio ambiente. Cunha & Guerra (2000) definem a AIA como sendo “um instrumento de política ambiental que abrange um conjunto de procedimentos capaz de assegurar que se faça um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta e de suas alternativas”.

No intuito de identificar alguns impactos ambientais biofísicos em bacias hidrográficas, alguns trabalhos sugerem métodos para orientar esta avaliação através de uma análise ambiental simplificada (AAS), a qual fornece uma abordagem que possibilita mensurar a situação atual dos recursos naturais de uma dada região, por meio de uma caracterização ambiental relacionada a alguns indicadores biofísicos da área enfocada, proporcionando o levantamento dos impactos existentes e respectivas propostas de mitigação (SARDINHA *et al.*, 2007; SALLES *et al.*, 2008; CONCEIÇÃO *et al.*, 2010). Atualmente, há grande preocupação em se ter uma avaliação da qualidade ambiental para gestão de bacias hidrográficas rurais, sobretudo quanto aos impactos ambientais relacionados aos processos de perda de solo, os quais ocasionam o assoreamento dos canais. Assim, o objetivo deste trabalho consiste na avaliação dos impactos ambientais na bacia hidrográfica do Ribeirão Monjolo Grande, localizada no município de Ipeúna, estado de São Paulo, verificando as áreas que estão mais degradadas e suas causas, fornecendo subsídios para a busca de possíveis soluções dos impactos ambientais no meio nesta bacia hidrográfica rural localizada no interior paulista.

ASPECTOS GERAIS DA BACIA DO RIBEIRÃO MONJOLO GRANDE

O Ribeirão Monjolo Grande situa-se no município de Ipeúna, centro leste do Estado de São Paulo, compreendendo uma área aproximada de 3.000 ha (30 km²), com localização entre as coordenadas geográficas de 22°18' e 22°23' de latitude S e 47°48' e 47°42' de longitude W. A área insere-se ainda dentro da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) nº 5, correspondente às bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (Figura 1).

A geologia da área compreende as rochas dos grupos São Bento e Passa Dois, de idades Paleozóicas e Mesozóicas, abrangendo um intervalo entre 240 a 100 Ma. A Formação Corumbataí é marcada pela presença de argilitos, siltitos arenosos e argilosos em sua porção média e superior (LANDIM, 1970). De acordo com Soares & Landim (1973), a Formação Pirambóia corresponde a arenitos com granulação média a fina, de coloração avermelhada, silto-argilosos, com seleção pobre e estratificação cruzada, sucedidos por pacotes de arenitos de granulação mais fina, mais argilosos, com camadas de folhelho e arenitos com acamamento plano-paralelo. A Formação Botucatu caracteriza-se por arenitos com granulação fina e muito fina, com boa seleção em grandes cunhas, com estratificação cruzada planar tangencial (SCHNEIDER *et al.*, 1974). Na área de estudos, afloramentos da Formação Serra Geral são compostos por basaltos e encontram-se com mais frequência próximo aos morros residuais do Bizigueli e da Guarita.

Quanto à pedologia, Prado e Oliveira (1981) indicavam a ocorrência principalmente de Latossolo Vermelho, Neossolos Quartzarênicos profundos associados a Latossolo Vermelho Amarelo, tendo como material de origem as Formações Botucatu e Pirambóia. Na transição com o relevo das Cuestas Basálticas registraram presença de Neossolos Litólicos relacionados às Formações Serra Geral. Pereira (2010), em trabalho realizado na bacia hidrográfica em questão estabelece as seguintes classes de solo para a bacia, considerando a classificação proposta pelo IBGE (2007) Cambissolo, Latossolo Vermelho Amarelo, Argissolo Vermelho, Neossolos Flúvicos, Neossolo Quartzarênico e Neossolo Litólico.

De acordo com levantamento realizado pelo IPT (1981), a área de estudo insere-se na Depressão Periférica Paulista, a qual se caracteriza, em boa parte da área, por uma topografia formada por colinas, com altitudes variando entre 560 m (foz do Ribeirão Monjolo Grande) e 600 m. Entretanto, ocorrem maciços residuais derivados do relevo das Cuestas Basálticas, com altitudes observadas próximas a 900 m, sendo estes denominados localmente por "Morro do Bisigueli" e "Morro da Guarita". Além disso, nesta região, observa-se que o relevo caracteriza-se com declives entre 20 e 45%, apresentando alto nível de limitação ao cultivo agrícola.

A bacia do Ribeirão Monjolo Grande possui um caráter de ocupação essencialmente rural, não apresentando em toda a sua extensão quaisquer atividades urbano-industriais. Tal fato implica na ausência de despejos de efluentes domésticos e industriais nas águas na bacia, as quais deveriam se aproximar dos padrões recomendados para águas superficiais. Entretanto, as atividades agrícolas podem estar modificando a qualidade das águas superficiais desta bacia.

Em termos de uso da terra e cobertura vegetal, a mata tropical latifoliada serviu como cobertura vegetal original dos espigões predominando a mata galeria ao longo dos cursos d'água, onde ainda se faz presente em alguns locais. Atribui-se num primeiro momento o desaparecimento da mata à implantação da cafeicultura e instalação de numerosas serrarias no século passado. Posteriormente, com o objetivo de suprir as necessidades das olarias e máquinas a vapor, a vegetação natural cedeu lugar à silvicultura e às pastagens (TROPPEMAIR, 1978; *apud* BONOTTO; MANCINI, 1992). Após a intervenção antrópica que alterou o quadro da vegetação natural, a paisagem atual da região é definida por extensas áreas destinadas principalmente à pecuária extensiva e por poucas glebas de plantio de cana-de-açúcar e eucalipto (Tabela 1).

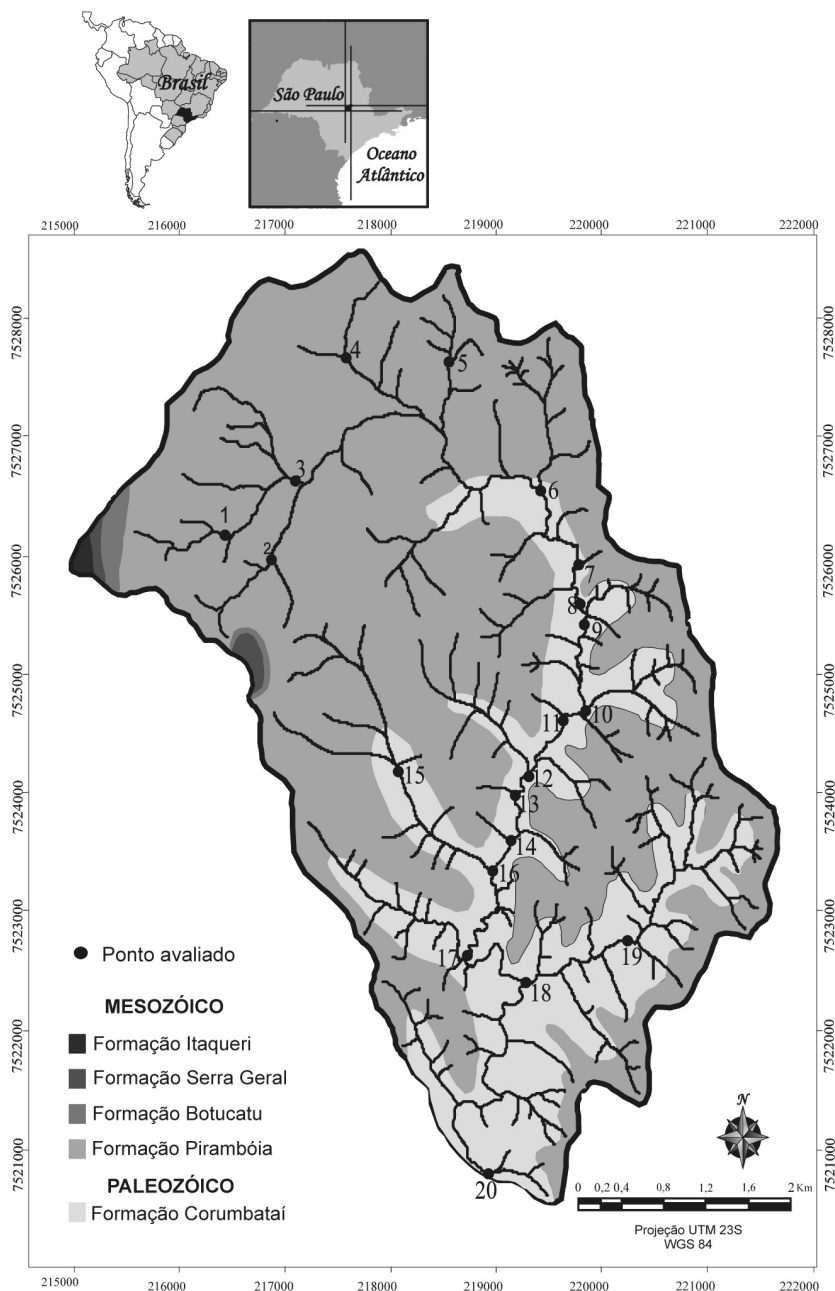


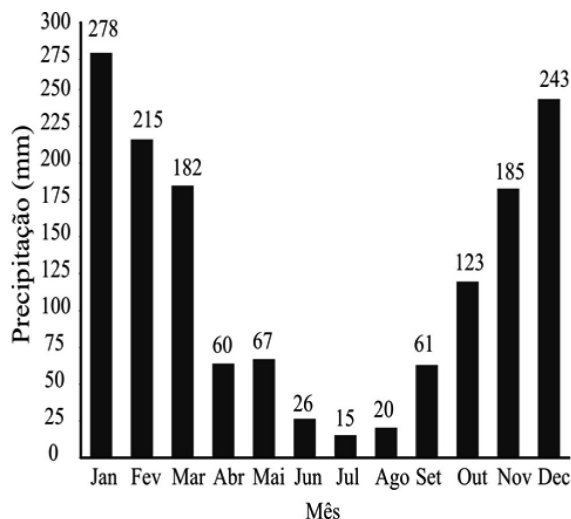
Figura 1 – Mapa geológico e de localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Monjolo Grande, com indicação dos locais avaliados através da avaliação ambiental simplificada

Tabela 1 - Classes de uso da terra na Bacia do Ribeirão Monjolo Grande

Tipo de uso da terra	Área (ha)	Área Relativa (%)
Cobertura vegetal	1.101,02	38,16
Silvicultura	39,37	1,36
Cana-de-açúcar	153,12	5,31
Pastagem	1.486,42	51,52
Solo exposto	110,22	3,82
Total	2.885,11	100,00

Fonte: Pereira, 2010.

Considerando a distribuição das chuvas e as variações de temperatura ao longo do ano, a área da bacia do Ribeirão Monjolo Grande pode ser enquadrada no tipo Cwa, conforme a classificação zonal de Köppen, podendo ser associado a um clima sub-tropical, com inverno seco e verão chuvoso. A pluviosidade anual média na bacia é de 1475 mm, sendo janeiro o mês mais chuvoso, com precipitação média de 278 mm, e julho o mês mais seco, com precipitação média de 15 mm, indicando grande amplitude pluviométrica ao longo do ano (Figura 2). Em relação aos ventos, na área predominam massas tropicais e equatoriais em mais de 50% do ano, sendo os ventos predominantes dos quadrantes S e SE.

**Figura 2 - Precipitação média mensal entre os anos de 1964 e 2004 na bacia do Ribeirão Monjolo Grande**

Fonte: Departamento de Águas e Energia Elétrica - SP.

METODOLOGIA

A avaliação ambiental simplificada foi aplicada em oito etapas (SALLES et al., 2008) (Fig. 3), divididas em três áreas essenciais para o gerenciamento dos impactos ambientais: i) identificação do problema e suas condições (abrange as cinco primeiras etapas); ii) deter-

minação da causa provável do problema; iii) seleção de possíveis estratégias para controle ou redução dos impactos.



Figura 3 - Etapas do processo de avaliação ambiental simplificada na bacia do Ribeirão Monjolo Grande

Fonte: Modificado de Sardinha et al., 2007.

A primeira e a segunda etapa consistiram em levantar e revisar as informações e os objetivos do uso e ocupação atual da bacia do Ribeirão Monjolo Grande e foram realizadas antes do trabalho de campo. Assim, essas etapas permitiram a elaboração de uma caracterização ambiental desta área, principalmente através de visitas aos órgãos públicos para levantamento de dados (Prefeitura, Defesa Agropecuária, DAEE) e do material cartográfico (IBGE, IGC) necessário à realização desta caracterização.

Na terceira etapa procedeu-se à seleção de indicadores buscando a identificação dos problemas relevantes, assim como o levantamento de fatores que refletiam os impactos no ambiente analisado. Os indicadores aplicados se mostraram importantes para uma análise qualitativa e quantitativa, abordando os impactos do recurso natural e suas inter-relações, associadas com o uso da área estudada. Após isso, foi elaborado um formulário de campo (Tabela 2), a fim de uniformizar os dados coletados. Considerando a subjetividade de alguns

indicadores, houve uma aferição prévia dos mesmos por toda a equipe antes de iniciar a sua aplicação.

Tabela 2 – Modelo de ficha de campo com indicadores biofísicos de impactos ambientais e seus respectivos pesos, aplicada na bacia hidrográfica do Ribeirão Monjolo Grande

Impactos na vegetação	Peso	Erosão no entorno	Peso
Sem vegetação	3	Boçoroca	3
Menos que 50% de vegetação	2	Sulco	2
Mais que 50% de vegetação	1	Ravina	1
100% de vegetação	0	Ausente	0
Lixo no entorno		Turbidez	
Muito lixo	3	Muito alta	3
Pouco lixo	2	Alta	2
Lixo em latões	1	Baixa	1
Ausente	0	Ausente	0
Odor		Uso e ocupação da terra	
Muito forte	3	Agricultura/pastagem	3
Forte	2	Com vegetação rasteira	2
Fraco	1	Com vegetação arbustiva	1
Ausente	0	Com vegetação arbórea	0

Fonte: Modificado de Salles et al., 2008.

A quarta etapa referiu-se à definição de pesos (padrões) para cada impacto no entorno dos atrativos turísticos, criando um índice de análise ambiental simplificado (Tabela 2), baseado em uma listagem de controle ponderada. O preenchimento deste questionário auxiliou na identificação de impactos na flora, fauna e em alguns aspectos do meio físico que, de uma forma ou de outra, poderiam afetar o ambiente natural. Após o preenchimento somaram-se os pontos de cada questão (mínimo zero e máximo dezoito pontos), sendo que quanto maior a pontuação, maior o nível de impacto na região estudada (Tabela 3).

Tabela 3 - Intervalos de valores e classificação de impactos dos indicadores biofísicos

Intervalo de valores	Classificação dos impactos
0 – 3	Impacto baixo
4 – 7	Impacto moderado
8 – 12	Impacto alto
13 – 18	Impacto preocupante

A quinta etapa consistiu na avaliação de campo, através do preenchimento do formulário nos pontos apresentados na Figura 1. Ainda com o objetivo de verificar possíveis impactos potenciais nas águas superficiais da bacia do Ribeirão Monjolo Grande e confrontar os dados obtidos com os questionários de avaliação ambiental simplificada, foram feitas análises físico-químicas de alguns parâmetros em todos os pontos de amostragem. Os parâmetros físico-químicos caracterizados neste trabalho foram temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg/L), potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (µS/cm), sendo

todos os valores obtidos através sonda multi-parâmetros de leitura direta no próprio local de amostragem (marca YSI, Modelo YSI 85).

As etapas seis e sete permitem avaliar as causas, estabelecendo estratégias de manejo para as atividades analisadas, sendo, para isso, adotado o modelo de Pressão-Estado-Resposta (OECD, 1994). Esse modelo baseia-se em três frentes, a pressão do homem, o estado do meio e a resposta da sociedade, servindo para identificar as prováveis causas dos impactos ambientais e definir as estratégias de manejo. Finalmente a etapa oito, consiste no monitoramento dos indicadores de impacto fornecendo os dados para uma avaliação contínua de ações de manejo a serem implantados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Avaliação ambiental simplificada

Dos 20 (vinte) pontos analisados através da avaliação ambiental simplificada, 10 (dez) ou 50% dos pontos apresentaram preocupante ou alto grau de impacto ambiental, sendo os demais pontos avaliados como de moderado e baixo impacto ambiental (Tabela 3). Por se tratar de uma bacia hidrográfica situada totalmente na zona rural e sem atividades industriais, pode-se considerar que a bacia do Ribeirão Monjolo Grande possui um significativo grau de impactos ambientais, principalmente os indicadores biofísicos relacionados aos processos erosivos e à retirada da vegetação (Tabela 4).

Tabela 4 – Resultados dos níveis de impacto ambiental e parâmetros físico-químicos relacionados à qualidade do Ribeirão Monjolo Grande obtidos durante a avaliação ambiental simplificada

Ponto	Nível de Impacto	Principal indicador de Impacto Ambiental	pH	OD (mg/L)	Cond (µS/cm)	Temp (°C)
1	Moderado	Vegetação	8, 8	8,2	36,3	22,8
2	Baixo	Vegetação	8,2	9,8	37,4	19,0
3	Moderado	Vegetação e Processos Erosivos	7,5	8,9	36,8	19,6
4	Baixo	Vegetação	7,3	8,6	29,1	18,8
5	Baixo	Vegetação	6,9	7,8	43,7	16,4
6	Moderado	Vegetação	8,1	8,8	37,1	18,1
7	Alto	Processos Erosivos	6,1	9,1	30,5	15,0
8	Preocupante	Vegetação e Processos Erosivos	6,4	8,7	33,1	16,3
9	Baixo	Vegetação	6,5	7,9	45,0	15,6
10	Alto	Vegetação e Processos Erosivos	6,3	7,3	52,0	15,8
11	Alto	Vegetação e Processos Erosivos	6,7	7,3	49,7	19,3
12	Alto	Vegetação e Processos Erosivos	7,4	5,8	39,7	20,0
13	Baixo	Vegetação	7,3	8,6	47,3	16,6
14	Alto	Vegetação e Processos Erosivos	6,5	5,6	36,1	15,6
15	Alto	Vegetação e Processos Erosivos	7,1	7,9	35,5	21,0
16	Moderado	Vegetação e Assoreamento	6,6	4,7	35,6	18,5
17	Alto	Vegetação e Assoreamento	6,8	4,8	35,7	18,6
18	Preocupante	Vegetação e Processos Erosivos	6,1	6,0	52,6	21,5
19	Moderado	Vegetação	7,8	7,3	42,3	15,3
20	Alto	Vegetação e Processos Erosivos	6,7	5,4	51,2	20,8

Os pontos 1 a 6 correspondem à parte norte do Ribeirão Monjolo Grande. A aplicação da avaliação ambiental simplificada mostrou que todos os pontos apresentam impactos ambientais, ainda que baixos ou moderados. Dos pontos moderadamente impactados, destaca-se negativamente o ponto 3, o qual apresenta problemas quanto à retirada excessiva da vegetação e à presença de processos erosivos em estágios avançados. Neste local, ocorrem áreas de pastagens de gado nelore e a criação de búfalos, gerando a retirada de exemplares arbóreos, restando apenas vegetação rasteira ou pasto. O ponto 6 foi avaliado próximo à nascente de um curso de água de primeira ordem e este é marcado pela retirada da maior parte da vegetação, no entanto, não há processos erosivos evidentes.

Os pontos de 7 a 12 são marcados por impactos de níveis alto e preocupante, sendo o ponto 9 a única exceção. O ponto 7 apresenta marcas fortes de erosão ao longo da vertente, provocadas inicialmente por pisoteio de gado e que evoluíram chegando ao estágio de ravinas (Figura 4a). Nos pontos 8 (Figura 4b) e 10 (Figura 4c) apresenta-se um processo erosivo muito forte, já em estado de boçoroca, onde ocorre o afloramento do lençol freático e o deslocamento contínuo de água e sedimentos, apontando estas áreas como as mais impactadas da bacia hidrográfica do Ribeirão Monjolo Grande. Além disso, foi verificada uma grande ausência de vegetação nas vertentes nestes pontos, fato que também possibilita a remoção de sedimentos destas áreas. Processos erosivos desta magnitude não ocorrem rapidamente, ficando evidente a falta de preocupação por conta dos proprietários em sanar este tipo de situação. O ponto 11 apresenta supressão da vegetação nas margens e um sério problema de assoreamento no canal do Ribeirão Monjolo Grande, proporcionando até mesmo o crescimento de vegetação nesta área. O ponto 12 consiste em um porto de extração de areia (Figura 4d), o que além de retirar a vegetação das margens, altera a dinâmica de sedimentação do canal do Ribeirão Monjolo Grande.

O ponto 13 é um ponto bem preservado quanto à vegetação e processos erosivos. Contudo, a área de vegetação não obedece aos 30 m previstos de Área de Proteção Permanente (APP), conforme determinado pela Resolução CONAMA nº 303 de 13/05/2002 (BRASIL, 2002). O ponto 14 apresenta impactos em praticamente todos os níveis, associados à retirada da vegetação e à manutenção de processos erosivos (Figura 4e). Neste ponto o rio é atravessado por uma estrada de passagem de automóveis, tratores e animais (gado), o que causa grande compactação do solo, impedindo a rebrota da mata ciliar. Além disso, a pavimentação desta estrada é feita com entulhos de diversos tamanhos (tijolos, blocos de concreto, descartes de construção civil), os quais invariavelmente convergem para o canal.

O ponto 15 e os pontos 18 e 19 foram avaliados em afluentes do Ribeirão Monjolo Grande. O ponto 15, cuja vertente tem total ausência de mata ciliar, sofre com sérios problemas relacionados à grande quantidade de sedimentos depositados neste ponto, causando uma diminuição do canal deste afluente. O ponto 18 (Figura 4f) também é uma área criticamente impactada pela total retirada da vegetação das margens, sendo que os únicos exemplares arbóreos são eucaliptos distantes das margens. Observam-se nas margens grandes sulcos erosivos provocados pelo pisoteio de gado, provocando perda de grandes quantidades de solo pela erosão linear. O ponto 19 apresenta impactos moderados quanto à retirada da vegetação e à manutenção dos processos erosivos, apresentando pastos mais bem conservados e presença discreta de mata ciliar, no entanto abaixo do previsto para áreas de preservação permanente.

O ponto 16 configura-se numa área de grande deposição de sedimentos, cujo leito maior atinge cerca de 30 m devido ao assoreamento ocasionado pelo grande aporte de sedimentos carregados pelo Ribeirão Monjolo Grande e seus afluentes. O ponto 17 é localizado pouco abaixo do ponto 16 e é marcado pela retirada completa da vegetação das vertentes e por uma concentração muito grande de sedimentos no canal, igualmente ao ponto anterior, formando inclusive bancos de areia com fixação de vegetação. O ponto 20 é o ponto avaliado mais próximo à foz do Ribeirão Monjolo Grande e sofre com a retirada da vegetação em ambas as margens, em função da atividade pecuária e para a manutenção de

algumas glebas de cana-de-açúcar. Há ainda neste local depósito de lixo próximo às margens devido à proximidade com a sede de uma propriedade e ao descaso de seus moradores.



Figura 4 - Fotografias de alguns pontos visitados. (a) ponto 7; (b) ponto 8; (c) ponto 10; (d) ponto 12; (e) ponto 14; (f) ponto 18

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RIBEIRÃO MONJOLO GRANDE

Os resultados dos parâmetros físico-químicos determinados nas águas fluviais da bacia hidrográfica do Ribeirão Monjolo Grande são, também, apresentados na Tabela 3.

O pH normalmente é regulado pelo equilíbrio entre concentração de H^+ e OH^- (SARDI-NHA *et al.*, 2008). Sobre as comunidades aquáticas, o pH atua diretamente nos processos de permeabilidade da membrana celular, interferindo, portanto, no transporte iônico intra e extra celular, e entre os organismos e o meio (ESTEVES, 1988). O pH também possui um efeito indireto, podendo, em determinadas condições, contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados, e em outras condições exercer efeitos

sobre a solubilidade de nutrientes. Os valores de pH caracterizados em todos os pontos de amostragem indicam que as águas da bacia hidrográfica do Ribeirão Monjolo Grande encontram-se próximo à neutralidade (pH médio de 6,6), sendo os maiores e menores valores registrado no Ribeirão Monjolo Grande nos pontos 1 (8,8) e 7 (6,1), respectivamente. Os valores mais alcalinos foram encontrados nas áreas de afloramentos da Formação Serra Geral (pontos 1, 2, 6 e 19), possivelmente atribuídos aos processos de intemperismo relacionados à mineralogia dos basaltos existentes nestas áreas (INVERNISI, 2001).

A atmosfera e os processos de fotossíntese são as principais fontes de oxigênio para as águas fluviais. Por outro lado, as perdas de oxigênio se devem ao consumo pela decomposição da matéria orgânica, trocas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos (ESTEVES, 1988). A taxa de reoxigenação em águas naturais através da superfície depende das características hidráulicas e é proporcional à velocidade (CETESB, 2005). A média da concentração de oxigênio dissolvido na bacia do Ribeirão Monjolo Grande foi de 7,0 mg/L, com os maiores valores registrados nas regiões próximas às suas nascentes, sendo o ponto 2 o local que apresentou o maior valor (9,8 mg/L). Já as menores concentrações de oxigênio dissolvido foram caracterizados nos pontos 16 (4,7 mg/L), 17 (4,8 mg/L) e 20 (5,4 mg/L), localizados em áreas onde as águas do Ribeirão Monjolo Grande possuem menores velocidades de escoamento, apresentando assoreamento do canal, diminuindo as taxas de oxigenação e, por conseguinte, os valores das concentrações de oxigênio dissolvido.

A condutividade elétrica é a expressão numérica da capacidade de uma água conduzir corrente elétrica, depende das concentrações iônicas e da temperatura, podendo indicar a quantidade de sais existentes na água. A condutividade elétrica da água aumenta à medida que mais sólidos totais dissolvidos são adicionados, podendo atribuir altos índices de condutividade a fontes não pontuais, como efluentes de áreas residuais e/ou urbanas, águas de drenagem de sistema de irrigação e escoamento superficial de áreas agrícolas (CETESB, 2005). O valor médio analisado para condutividade elétrica na bacia do Ribeirão Monjolo Grande foi de 45 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sendo os menores e maiores valores obtidos nos pontos 4 (29,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e 19 (52,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$), respectivamente. Valores acima de 150 mS/cm para a condutividade elétrica nas águas superficiais são notadamente encontrados em corpos de água eutrofizados por esgotos industriais, domésticos e/ou agrícolas (CETESB, 2008), sendo estes valores mais elevados que os obtidos neste trabalho. Com isso, os resultados de condutividade elétrica podem ser considerados baixos para águas superficiais, indicando que o Ribeirão Monjolo Grande ainda possui boa qualidade da água quanto a este aspecto.

A temperatura desempenha papel principal de controle no meio aquático, determinando no direcionamento das reações que afetam os processos químicos, físicos e biológicos, exercendo, assim, uma enorme influência na atividade biológica e no crescimento de organismos aquáticos (CETESB, 2005). Os maiores e menores valores para a temperatura da água foram registrado nos pontos 1 (22,8°C) e 7 (15,0°C), respectivamente, sendo o valor da temperatura média da água do Ribeirão Monjolo Grande, ao longo do dia e de seu curso, de 20,1°C. Como pode ser observado nos resultados apresentados na Tabela 4, houve variação de aproximadamente 7°C da temperatura da água entre os pontos onde este parâmetro foi caracterizado. A variação da temperatura ao longo do Ribeirão Monjolo Grande está relacionada ao aumento da temperatura do ar ao longo do dia. De acordo com o Decreto Estadual nº 10.755 de 22 de novembro de 1977, o Ribeirão Monjolo Grande está Enquadrado como Classe 2, que segundo a Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, destina-se ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, e à aquicultura e atividade de pesca.

Como pode ser observado com os resultados apresentados neste trabalho para os parâmetros físico-químicos caracterizados para o Ribeirão Monjolo Grande, todos os valores

de pH encontram-se dentro das condições e padrões que os corpos de água Classe 2 devem possuir, ou seja, valores entre 6,0 e 9,0. Já em relação aos valores de oxigênio dissolvido, somente os pontos 16 e 17 apresentaram valores menores que 5,0 mg/L, (valor limite para os corpos de água Classe 2) devido à diminuição da velocidade das águas superficiais em função do assoreamento, o que afeta a taxa de oxigenação. Cabe salientar que nesta bacia não deve haver presença de matéria orgânica nas águas do Ribeirão Monjolo Grande, pois não há lançamentos de esgotos domésticos ou industriais, fato que poderia abaixar ainda mais a concentração de oxigênio dissolvido nestas águas. Além disso, durante a avaliação ambiental simplificada não se observou a presença de materiais flutuantes, odor ou óleos e graxas nas águas do Ribeirão Monjolo Grande, reforçando a hipótese levantada na análise dos valores de condutividade elétrica, ou seja, que as águas do Ribeirão Monjolo Grande ainda possuem boa qualidade e estão de acordo com sua Classe de Enquadramento. A medição dos parâmetros físico-químicos tem como principal objetivo complementar os resultados obtidos da aplicação do questionário de campo. A análise dos resultados mostra que os impactos ambientais observados na bacia não estão interferindo significativamente nos corpos d'água, visto que os parâmetros físico-químicos se mantêm em sua maioria dentro dos parâmetros estabelecidos para a Classe 2 da Resolução CONAMA 357, mesmo em áreas consideradas com alto grau de impactos.

MONITORAMENTO E ESTRATÉGIAS DE MANEJO

Através da aplicação da AAS, dez pontos (50 % dos pontos avaliados) foram classificados com alto ou preocupante grau de impacto ambiental. Dessa maneira, pela metodologia proposta esses pontos devem ter a identificação das causas prováveis desses impactos ambientais (fase 6) e também devem ser propostas, para estes, estratégias de manejo (fase 7). Após a realização dessas etapas, esses pontos devem ser monitorados, visto que, para os demais locais, essa fase de monitoramento ambiental periódico já deveria estar sendo realizada, proporcionando um controle eficaz dos recursos naturais encontrados na bacia do Ribeirão Monjolo Grande. Com o auxílio do modelo Pressão-Estado-Resposta (OCDE, 1994) aplicado à área foi possível elaborar um resumo da situação existente e as possíveis estratégias de manejo para os impactos que afetam a bacia nos pontos avaliados (Tabela 5).

Tabela 5 – Sugestão de estratégias de manejo elaboradas em função dos impactos detectados e suas causas prováveis

Indicador	Estado	Pressão	Resposta
Vegetação	Desmatamento para pecuária e plantio de cana-de-açúcar	Vegetação composta por gramíneas ou cana-de-açúcar	Cumprimento legal e conservação das áreas de APP e recuperação dos corredores ecológicos
Erosão	Perda de solo e assoreamento dos corpos de água	Erosão laminar devido à exposição de solo para uso agrícola	Aplicação de medidas geotécnicas (execução de curvas de nível, por exemplo)
Uso e ocupação do solo	Mau aproveitamento do uso e ocupação do solo	Pastagem degradada e plantações em áreas impróprias	Controle e planejamento agrícola

O monitoramento ambiental deve envolver essencialmente a coleta, análise e avaliação de dados ambientais para a orientação da melhor maneira de manejo ambiental para o local estudado. As técnicas a serem utilizadas devem estar embasadas em consultas à literatura e debates com profissionais da área ambiental. Esse monitoramento poderá fornecer, ao longo do tempo, uma base de dados para o uso futuro desses recursos naturais, além de determinar se os objetivos das ações de manejo estão produzindo os resultados esperados sem alterar as características do ambiente.

Utilizando-se o modelo de Pressão-Estado-Resposta (OECD, 1994), foi possível identificar algumas estratégias de manejo para os locais analisados que possuem alto ou preocupante impacto ambiental (Tabela 3). Os impactos ambientais caracterizados na bacia hidrográfica do Ribeirão Monjolo Grande são devidos aos diferentes tipos de uso e ocupação da terra. As áreas avaliadas localizadas na área rural apresentam grande desmatamento relacionado principalmente à criação de gado, sendo os indicadores biofísicos mais afetados a cobertura vegetal e a erosão. Todos esses impactos poderiam ser corrigidos por uma gestão ambiental mais eficiente em relação às áreas agrícolas. Algumas medidas de manejo poderiam ser adotadas para reduzir esses impactos, tais como: cumprimento da legislação para a conservação de APP, recuperação de áreas degradadas através de projetos de revegetação (visando a reestruturação da flora e recuperação de corredores ecológicos) e de medidas geotécnicas (como execução de curvas de nível), além do controle e planejamento da expansão agrícola.

Além disso, para diminuir os impactos ambientais na bacia do Ribeirão Monjolo Grande ainda é possível citar mais algumas medidas que deveriam ser implantadas, tais como: aumentar a qualidade ambiental através da implantação de unidades de conservação, conhecer as comunidades locais e manter diálogos com regularidade para oportunizar seu desenvolvimento de maneira sustentada, melhorar a colaboração entre os órgãos governamentais e os produtores rurais, capacitar mão-de-obra qualificada, aplicar técnicas de uso e conservação do solo, fomentar atividades florestais sustentáveis.

Programas de educação ambiental para população local também devem fazer parte da proposta de minimização dos impactos descritos neste estudo. Estes programas de educação ambiental podem despertar nas pessoas a conscientização dos valores dos ecossistemas encontrados, relacionando os recursos naturais com o cotidiano dos habitantes. Para uma eficiência ainda maior desses programas, devem-se promover atividades educativas para as crianças nas escolas e oficinas de trabalhos para a comunidade, sempre com o objetivo de demonstrar que se bem aproveitados, conservados ou preservados, os recursos ambientais só trazem benefícios para a comunidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os impactos negativos originados das atividades humanas estão, a princípio, relacionados aos danos ao meio ambiente. Os ecossistemas naturais, muitas vezes, não comportam ou suportam as atividades humanas. A utilização do método proposto contribuiu para facilitar e orientar a coleta das análises de campo, integrando as informações referentes aos indicadores biofísicos de impactos ambientais e as sugestões quanto à conservação dos recursos naturais. Assim, os resultados da presente investigação constataram que a Bacia do Ribeirão Monjolo Grande está sendo afetada principalmente por fatores como a retirada da cobertura vegetal nativa, estabelecimento de processos erosivos acentuados e o consequente assoreamento dos corpos de água. Tais fatores decorrem essencialmente da falta de planejamento e consequente mau uso e ocupação da terra. Os corpos d'água localizados na Bacia do Ribeirão Monjolo Grande são enquadrados como Classe 2 e, ao longo de seu curso deveriam estar nas condições de Classe 2. Os parâmetros físico-químicos

caracterizados associados à avaliação ambiental simplificada indicaram justamente esta situação. Medidas mitigadoras relacionadas ao cumprimento das legislações ambientais, recuperação de áreas degradadas e planejamento da exploração dos recursos naturais, entre outras, que consigam reduzir os impactos observados, e a elaboração de um programa de monitoramento e de educação ambiental devem ser implantadas para que não haja a continuidade dos processos já instalados de degradação ambiental nesta região.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP pelo suporte financeiro deste trabalho (Processos nº 2005/59203-1 e 2010/01540-0) e pela cessão das bolsas de Mestrado (Processos nº 2008/57006-2 e 2007/06284-0). Além disso, os autores também gostariam de agradecer à Prefeitura Municipal de Ipeúna, em especial ao Eng. Luis Scoton, pelo apoio logístico e suporte técnico durante as etapas de campo.

REFERÊNCIAS

- BONOTTO, D.M.; MANCINI, L.H. Estudo hidroquímico e isotópico dos aquíferos de Rio Claro (SP). **Geochimica Brasiliensis**. Rio de Janeiro, v.6, n. 2, p. 153-167, 1992.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. (CONAMA). Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente Resolução nº 303, de 20 de março de 2002. . **Legislação Ambiental Básica**: Brasília, 2008. p. 113-116.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. (CONAMA). Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e Diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Legislação Ambiental Básica**: Brasília, p.154-190. 2008.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Variáveis de qualidade das águas**. São Paulo, 2009. Disponível em www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/variaveis.pdf acessado em 13 de abril de 2011.
- CONCEIÇÃO, F.T.; SARDINHA D.S.; SANTOS C.M. Avaliação ambiental simplificada dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Ribeirão Preto, São Paulo. **OLAM – Ciência & Tecnologia**, Rio Claro, v. 10, n.1, p. 36-60, 2010.
- CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.) **Avaliação e perícia ambiental**. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2007. 284p.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2ªed. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 1988. 575p.
- FREIXEIDAS-VIEIRA, M. V.; PASSOLD, A. J.; MAGRO, T. C. Impactos do uso público: um guia de campo para utilização do método VIM. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 2, 2000, Campo Grande. **Anais** Campo Grande, 2000.
- HAMMITT, W.E.; COLE, D.N. **Wildland recreation: ecology and management**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1998. 361p.
- INVERSINI, A.L.; **Caracterização Hidroquímica do Aquífero Botucatu no Setor Médio da Bacia Hidrográfica Mogi Pardo**. Dissertação (Mestrado em geoquímica e geotectônica) Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual de Pedologia. 2.ed. Rio de Janeiro, 2007.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1981.

LANDIM, P. M. B. **O grupo Passa Dois na Bacia do rio Corumbataí (SP)**. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1967.

OECD - Organization for Economic Co-Operation and Development. **Environmental Indicators**. Paris: OECD, 1994.

PEREIRA, L.H. **Caracterização da Erosão Hídrica Laminar do Solo em uma Bacia Hidrográfica com Base na malha fundiária, por meio de Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento e Modelagem**. Dissertação (Mestrado em Geografia) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2010.

ROCHA, O.; PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. A bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento. In: ESPÍNDOLA, E.L.G. (Org.). **A bacia hidrográfica do rio Monjolinho: uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar**. São Carlos: Rima, 2000. p.1-16.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo : Ed.Oficina de Textos, 2006. 495p.

SALLES, M. H. D. ; CONCEIÇÃO, F. T.; ANGELUCCI, V. A. ; SIA, R. ; PEDRAZZI, F. J. M. ; Sardinha, D. S. ; NAVARRO, G. R. B.; CARRA, T. A.; MONTEIRO, G. F. Avaliação simplificada de impactos ambientais na bacia do Alto Sorocaba. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v.10, n. 1, p. 6-20, 2008.

SARDINHA, D. S.; CONCEIÇÃO, F. T.; CARVALHO, D. F.; CUNHA, R.; SOUZA, A. D. G. Impactos do uso público em atrativos turísticos naturais do município de Altinópolis (SP). **Geociências**, Rio Claro, v.26, n.2, p.161-172, 2007.

SARDINHA, D.S; CONCEIÇÃO, F.T.; BONOTTO, D.; SALLES, M. H.D.; ANGELUCCI, V. A. Avaliação de balanço anual de cátions e ânions na bacia do Alto Sorocaba (SP). **Revista Brasileira de Geociências**, Curitiba, v. 38, n. 4, p. 730-740, 2008.

SCHNEIDER, R. F. ,MUHLMANN, H. E.. , MEDEIROS, R. A. , DAEMON, R. F. NOGUEIRA, A. A. Revisão Estratigrafica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, 1974, Porto Alegre. **Anais ...** Sociedade Brasileira de Geologia, Porto Alegre, 1974. p. 41-65.

SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B. Aspectos da estratigrafia da Bacia do Paraná no seu flanco nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27, 1973. **Anais ...**, Aracaju, 1973. p. 243-256

SOUSA, M. O. L. **Evolução tectônica dos altos estruturais de Pitanga, Artemis, Pau D'Alho e Jibóia**. - Centro do Estado de São Paulo. Tese (Doutorado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2002.

Recebido em abril de 2011

Aceito em abril de 2012

