

AVALIAÇÃO AMBIENTAL SIMPLIFICADA DOS RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PRETO, SÃO PAULO



OLAM - Ciência & Tecnologia, Rio Claro, SP, Brasil - ISSN: 1982-7784 - está licenciada sob [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Fabiano Tomazini da Conceição¹
Diego de Souza Sardinha²
Carolina Mathias dos Santos³

Introdução

A crescente complexidade dos processos de desenvolvimento das atividades humanas tem causado progressiva deterioração e impactos ambientais, que na maioria das vezes são negativos, sobre a qualidade ambiental dos sistemas ecológicos. Com isso, o meio ambiente vem sofrendo acentuadas alterações ao longo dos anos, provocadas pelo elevado grau de interferências e dejetos destes processos que ultrapassam sua capacidade de suporte. Dentre os recursos ambientais, a água apresenta um significativo destaque, pois sua manutenção em condições naturais é irrevogavelmente necessária a toda forma de vida do planeta.

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 antropogênicas nele desenvolvidas.

Com relação aos impactos, a bacia hidrográfica afetada pode apresentar sérios problemas quanto: ao uso e ocupação dos solos, 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).

Assim, o gerenciamento da qualidade ambiental de bacias hidrográficas se faz necessário devido à interação entre os componentes aquáticos, terrestres e atmosféricos, além da variedade e multiplicidade dos problemas de degradação dos recursos ambientais ocasionados por ações antrópicas. A Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) torna-se instrumento deste gerenciamento, pois permite assegurar, desde o início do processo, que se faça um exame dos impactos ambientais causados por uma ação proposta. Além disso, a AIA possibilita a apresentação desses resultados de maneira acessível ao público e aos responsáveis pelas tomadas de decisão.

A AIA também fornece subsídios para o processo de tomada de decisão, considerando os fatores saúde, bem-estar humano e meio ambiente, elementos dinâmicos no estudo para avaliação. Os métodos utilizados numa avaliação de impacto ambiental envolvem, além da inter e multidisciplinaridade exigida pelo tema, as questões de subjetividade, os parâmetros que permitam quantificação e os itens qualitativos e quantitativos, possibilitando, desta forma, observar o grau em que determinado cenário ambiental está sendo afetado (SÁNCHEZ, 2006).

Atualmente, há grande preocupação em se ter uma avaliação da qualidade ambiental para gestão de bacias hidrográficas urbanizadas. Estes locais apresentam uma ampla gama de problemas ambientais, provocados principalmente pela ocupação desordenada do solo, despejos de efluentes domésticos e industriais (pontuais e difusos), que por sua vez, ocasionam a degradação da qualidade da

água, enchentes, assoreamentos, etc. (ESPÍNDOLA, 2000; SOUZA, 2002; CAVICHIOLO; BRAGA, 2003; CONCEIÇÃO et al., 2007; SARDINHA et al., 2008).

Dentre estes locais, a região de Ribeirão Preto, estado de São Paulo (SP) se destaca, pois a densa e crescente urbanização e a falta de planejamento tem gerado impactos pontuais e difusos na bacia que drena esta região, no caso a bacia do Ribeirão Preto. Esta região é considerada como uma das mais desenvolvidas do estado, com economia predominante agroindustrial, onde a cana e os citros são as principais culturas. A cidade de Ribeirão Preto se constitui ainda num pólo de atração das atividades comerciais e de prestação de serviços, cuja área de influência extrapola os limites da própria região de governo, estendendo-se para as regiões de Franca, Barretos, São Carlos, São João da Boa Vista e outras do próprio Estado de São Paulo e de outros estados.

Deste modo, o objetivo deste trabalho consiste na avaliação ambiental simplificada dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Ribeirão Preto, verificando as áreas que estão mais degradadas e suas causas, fornecendo subsídios para a busca de possíveis soluções e para a minimização dos impactos ambientais ocasionados pelas atividades humanas nesta importante bacia hidrográfica localizada no interior paulista.

Metodologia

A avaliação ambiental simplificada dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Ribeirão Preto foi desenvolvida em oito etapas (Figura 1), divididas em três grandes áreas fundamentais para o manejo dos impactos ambientais: i) identificação do problema e suas condições (fase mais importante do projeto e envolve as cinco primeiras etapas); ii) determinação da causa provável do problema; iii) seleção de possíveis estratégias para controle ou redução dos impactos ambientais (FREIXÊDAS-VIEIRA et al., 2000).

As duas primeiras etapas consistiram em levantar e revisar as informações e objetivos do uso atual dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Ribeirão Preto. Tais etapas permitiram a elaboração da caracterização ambiental e geração de uma base de dados georreferenciada, necessária à interpretação das condições ambientais dos recursos hídricos na referida bacia hidrográfica.

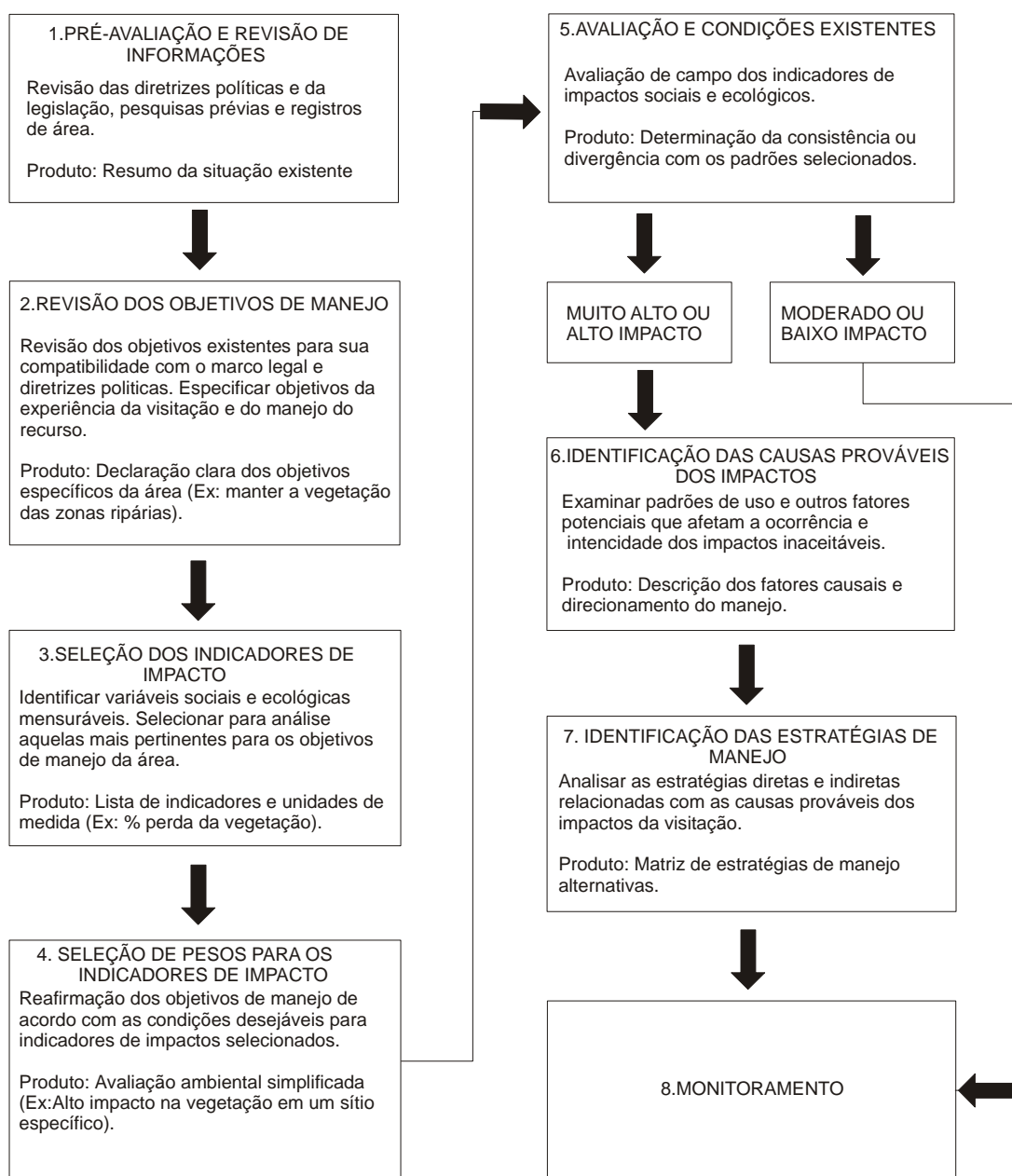


Figura 1. Etapas do processo de planejamento de avaliação ambiental simplificada usada na bacia hidrográfica do Ribeirão Preto (SP). Modificado de Graefe et al. (1990).

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 uso do solo e suas inter-relações. Após isso, foi elaborado um questionário de campo (Tabela 1), a fim de uniformizar os dados coletados.

Na quarta etapa, criou-se um índice de análise ambiental simplificado (Tabela 1), com pesos para cada impacto (modificado de Sardinha et al., 2007). O preenchimento deste questionário auxiliou na identificação de impactos na cobertura vegetal, fauna e no entorno do recurso hídrico (danos ao corpo d'água, riscos à saúde, impactos sonoros, lixo, erosão e saneamento) que, de uma forma ou de outra, podem afetar o ambiente natural. Após o preenchimento, somaram-se os pontos de cada questão (mínimo zero e máximo vinte e quatro), sendo que, quanto maior a pontuação, menor o nível de impacto na região estudada. De 24 a 19 pontos há mínima ou pouca presença de impacto, de 18 a 13 moderada presença de impacto, de 12 a 7 pontos tem-se impacto alto ou preocupante e, menor ou igual a 6, presença muito alta de impacto.

A quinta etapa consistiu na avaliação de campo através do preenchimento do questionário (Tabela 1) em 22 pontos localizados nos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Ribeirão Preto (Figura 2), ou seja, Ribeirão Preto (R-1 a R-16), Córrego Monte Alegre (A-1 a A-3) e Córrego Retiro Saudoso (S-1 a S-3). Ainda com o objetivo de verificar possíveis impactos potenciais nos recursos hídricos do Ribeirão Preto e confrontar os dados obtidos com os questionários de avaliação ambiental simplificada, foram feitas análises físico-químicas de alguns parâmetros em sete pontos de amostragem, ou seja, no Ribeirão Preto (R4, R8, R9, R13 e R15), Córrego Monte Alegre (A3) e Córrego Retiro Saudoso (S3) (Figura 2). Os parâmetros físico-químicos caracterizados neste trabalho foram temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg/L), potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), sendo todos os valores obtidos através sonda multi-parâmetros de leitura direta no próprio local de amostragem (marca YSI, Modelo YSI 85).

Tabela 1. Modelo do questionário aplicado em campo com possíveis indicadores de impactos e índice de avaliação ambiental simplificada (modificado de Sardinha et al., 2007).

INDICADORES BIOFÍSICOS	Peso	INDICADORES BIOFÍSICOS	Peso
Cobertura vegetal no entorno		Erosão no entorno	
Sem vegetação	0	Boçoroca	0
Com vegetação rasteira	1	Sulco	1
Com vegetação arbustiva	2	Ravina	2
Com vegetação arbórea	3	Sem erosão	3
Fauna no entorno		Riscos associados à saúde	
Ausência de animais nativos	0	Escorregar/ferimento fatal	0
Pouca presença animais nativos	1	Escorregar/ferimento traumático	1
Moderada presença animais nativos	2	Escorregar/ferimento leve	2
Grande presença de animais nativos	3	Sem risco associado	3
Lixo no entorno		Som	
Muito lixo	0	Grande quantidade de som	0
Pouco lixo	1	Média quantidade de som	1
Lixo em latões	2	Pequena quantidade de som	2
Sem lixo	3	Sem problemas com som	3
Saneamento		Danos ao paisagem	
Esgoto	0	Vandalismo	0
Fossa	1	Danos no entorno	1
Dejetos ou urina	2	Inscrições em rocha vegetação	2
Ausente	3	Sem danos	3

As etapas seis e sete permitiram avaliar as causas, estabelecendo estratégias de manejo para as áreas analisadas através do 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, tratou-se do monitoramento dos indicadores de impacto fornecendo os dados para uma avaliação contínua de ações de manejo a serem implantadas.

Aspectos Gerais da Bacia do Ribeirão Preto (SP)

A bacia do Ribeirão Preto (Figura 2) possui área de aproximadamente 346 Km², situando-se na região nordeste do Estado de São Paulo. A nascente do

Ribeirão Preto localiza-se na cidade de Cravinhos, a uma altitude aproximada de 840 metros. Até sua foz no Rio Pardo, ao longo de seu curso principal, a bacia drena a área urbana dos municípios de Cravinhos e Ribeirão Preto, além do distrito de Bonfim Paulista, recebendo seus efluentes domésticos e industriais. O município de Ribeirão Preto é o que apresenta maior população (Tabela 2), sendo sua taxa de urbanização superior a 99% (BRASIL, 2010).

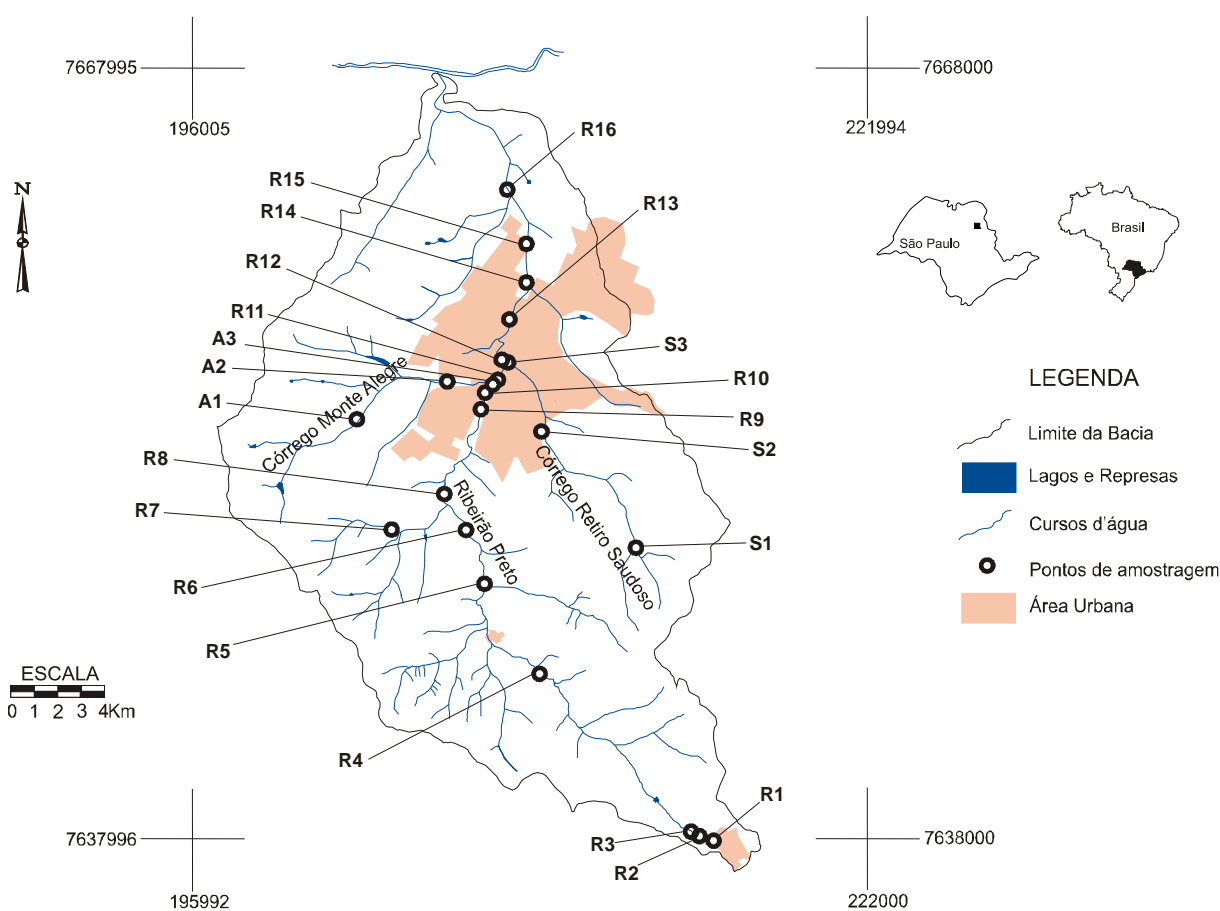


Figura 2. Mapa de localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Preto e pontos analisados durante a avaliação ambiental simplificada: Ribeirão Preto (R-1 a R-16), Córrego Monte Alegre (A-1 a A-3) e Córrego Retiro Saudoso (S-1 a S-3).

Tabela 2. População dos municípios que integram a bacia hidrográfica do Ribeirão Preto

Municípios	Área (km ²)	População Total (habitantes)	Densidade Demográfica (hab/km ²)	Taxa Urbanização (%)
Ribeirão Preto	650,38	563,107	865,81	99,57
Cravinhos	311,33	30,849	99,08	95,66

Fonte: Brasil (2010).

Em relação à geomorfologia, Ribeirão Preto encontra-se em sua maior parte na província das Cuestas Basálticas, conforme definida por Almeida (1964), como sendo esta uma das mais marcantes feições da paisagem paulista com relevo de colinas e morros amplos ou arredondados. Na área de estudo são encontrados, predominantemente na Formação Serra Geral, o sistema de colinas amplas que apresentam, respectivamente, interflúvios de topos extensos e aplainados com vertentes retilíneas ou convexas, vales abertos e planícies inferiores restritas (SINELLI, 1970).

A bacia do Ribeirão Preto encontra-se em uma região composta por rochas ígneas e sedimentares pertencentes ao Grupo São Bento. A Formação Botucatu registra uma seqüência de eventos de um ciclo desértico que ocorreu durante o Mesozóico (SCHNEIDER et al., 1974). Dominou neste ciclo a sedimentação eólica de areias com granulação fina e muito fina, produzindo corpos de arenitos com boa seleção em grandes cunhas, com estratificação cruzada planar tangencial. O contato entre as formações Botucatu e a Serra Geral faz-se por interdigitação, recobrando-se os arenitos pelos derrames basálticos (IPT, 1981). A Formação Serra Geral apresenta toda uma completa suíte de tipos litológicos, desde basaltos até riolitos que correspondem a um vulcanismo Mesozóico de bacia intracratônica (SCHNEIDER et al., 1974).

Os solos da bacia do Ribeirão Preto podem ser divididos em dois conjuntos. O primeiro é formado por Latossolos (roxo, vermelho-escuro e vermelho-amarelo) desenvolvidos, com alterações evidentes dos minerais originais devido à forte influência das condições climáticas locais. O segundo conjunto caracteriza-se por Neossolos Líticos e Quartzarênicos, Cambissolos e Gleissolos. A vegetação original na bacia hidrográfica do Ribeirão Preto era representada principalmente pela floresta estacional semidecídua e cerrado. Essa vegetação, contudo, praticamente inexistente, sendo substituída por áreas urbanas, culturas de cana-de-açúcar, pastagens e pequenas áreas de pastagem.

O clima do município de Ribeirão Preto é do tipo Cwa, ou seja, tropical úmido, caracterizado pelo verão chuvoso e pelo inverno seco, apresentando precipitação média anual e mensal de 1.476,6 e 114,9 mm, respectivamente (DAEE, 2006), sendo o mês de janeiro o mais chuvoso (255,7 mm) e agosto o mais seco (20,1 mm) (Figura 3). No verão, a temperatura média mensal máxima é de cerca de 30°C (média de 25°C) e umidade relativa do ar em torno de 80%. Já o inverno apresenta uma temperatura média mensal mínima em torno de 13°C (média de 19°C) e umidade relativa de 60% (DAEE, 2006).

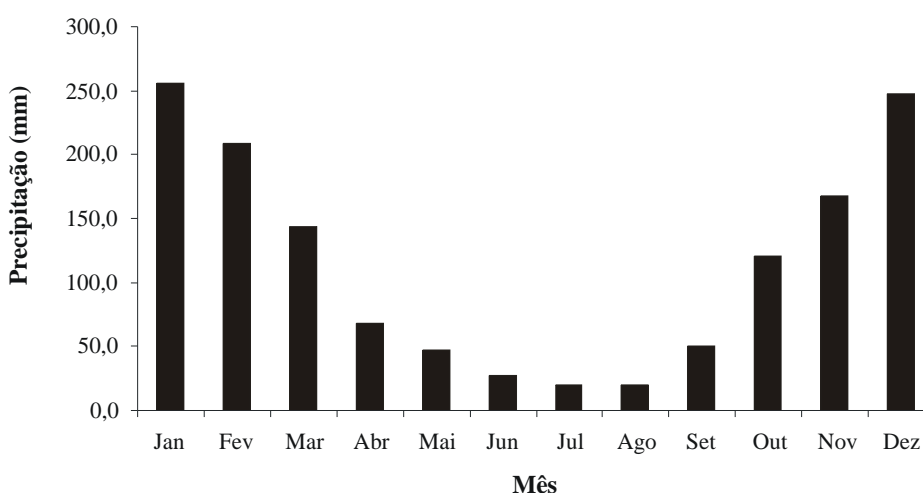


Figura 3. Média mensal de chuva para o período entre os anos de 1980 e 2005 na bacia hidrográfica do Ribeirão Preto (DAEE, 2006).

Resultados e Discussões

Avaliação ambiental simplificada

A Tabela 3 apresenta os resultados da avaliação ambiental simplificada dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Ribeirão Preto (SP). A Figura 4 ilustra a porcentagem de impacto ambiental para os pontos analisados na bacia do Ribeirão Preto. Como se pode observar, 4,5, 59,0 e 36,5% dos pontos avaliados apresentam “mínimo ou pouco”, “moderado e alto” ou “preocupante” nível de impacto respectivamente. Não houve ponto avaliado com nível de impacto muito alto.

Tabela 3. Resultados da avaliação ambiental simplificada dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Ribeirão Preto.

Pontos	TIPO DE IMPACTO			
	Mínimo ou pouco	Moderado	Alto ou preocupante	Muito alto
R1 (Rio Ribeirão Preto)		X		
R2 (Rio Ribeirão Preto)		X		
R3 (Rio Ribeirão Preto)		X		
R4 (Rio Ribeirão Preto)		X		
R5 (Rio Ribeirão Preto)		X		
R6 (Rio Ribeirão Preto)		X		
R7 (Rio Ribeirão Preto)		X		
R8 (Rio Ribeirão Preto)		X		
R9 (Rio Ribeirão Preto)		X		
R10 (Rio Ribeirão Preto)		X		
R11 (Rio Ribeirão Preto)			X	
R12 (Rio Ribeirão Preto)			X	
R13 (Rio Ribeirão Preto)			X	
R14 (Rio Ribeirão Preto)			X	
R15 (Rio Ribeirão Preto)			X	
R16 (Rio Ribeirão Preto)			X	
A1 (Córrego Monte Alegre)	X			
A2 (Córrego Monte Alegre)		X		
A3 (Córrego Monte Alegre)			X	
S1 (Córrego Retiro Saudoso)		X		
S2 (Córrego Retiro Saudoso)		X		
S3 (Córrego Retiro Saudoso)			X	

Organização: Carolina Mathias dos Santos

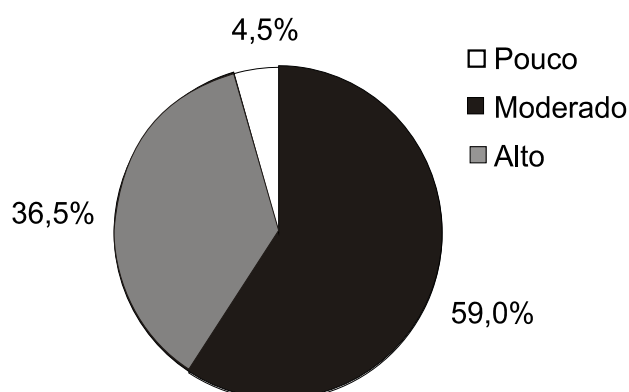


Figura 4. Porcentagem de impacto ambiental para os pontos analisados na bacia do Ribeirão Preto.

Organização: Carolina Mathias dos Santos

A região da nascente do Ribeirão Preto (pontos R1 e R2), localiza-se a montante do município de Cravinhos, local com ausência de algas, larvas vermelhas (*Chironomidae* - uma família de mosquitos da ordem *Diptera* que colonizam todos os ambientes aquáticos poluídos por matéria orgânica), vegetação e fauna no entorno, cor forte e fraco odor. O Ribeirão Preto apresenta-se, desde o ponto R1 até o ponto R10, impacto ambiental moderado, de acordo com a avaliação ambiental simplificada (Tabela 3). Porém, o Ribeirão Preto recebe na cidade de Cravinhos a primeira contribuição de efluentes domésticos e industriais (ponto R3), fatores responsáveis pela presença de óleos e graxas, assim como alguns indícios de larvas vermelhas, cor turva e odores desagradáveis (Figura 5a).

Ao longo do seu curso a supressão da vegetação, sendo a deposição de lixo nas margens e grande quantidade de espumas e óleo (Ponto R4 – Figura 5b) alguns dos impactos visíveis. Passando pelo Distrito de Bonfim Paulista (Ponto R5), fontes pontuais e difusas de despejos de efluentes são identificadas, observando-se muito impacto na vegetação ciliar e moderada presença odores e coloração nas águas do Ribeirão Preto, além de pequena quantidade de larvas vermelhas, óleos e algas (Figura 5c).

O Ribeirão Preto, antes de atingir a área urbana do município de Ribeirão Preto (pontos R6 e R7), apresenta melhora em relação às espumas, óleos, graxas, cor e odor. Já em relação à vegetação, nas proximidades da Mata de Santa Teresa ainda há presença de vegetação nativa da região. No entanto, próximo a área urbana (Ponto R8), observa-se inadequado uso do solo sem respeitar as áreas de preservação permanente (APP), resultando na ausência de vegetação ciliar, além de lixo espalhado pelo entorno do Ribeirão Preto (Figura 5d). Ao adentrar a área urbana (pontos R9 e R10 – situados entre o Parque Ecológico Ângelo Rinaldi e a Avenida Adelmo Perdizza), o Ribeirão Preto possui densa vegetação ciliar, pouca presença de erosão, riscos a saúde e lixos no seu entorno, indicando moderado impacto ambiental nestes pontos avaliados.



Figuras 5a; 5b; 5c; 5d; 5e; 5f: Fotografias de alguns pontos avaliados: Ribeirão Preto, pontos R3 (a), R4 (b), R5 (c), R8 (d), R11 (e) e R15 (f).
Fotos: Diego de Souza Sardinha, junho/2005.

Nas proximidades da Avenida Prof. João Fiúsa com a Avenida Caramuru, o Ribeirão Preto encontra-se retificado (ponto R11) e com a presença de óleos, graxas e espumas na água, não havendo vegetação ciliar no seu entorno, além de grande impacto sonoro devido à intensa movimentação de veículos. Apesar de não haver

erosão no entorno, há ausência total de animais nativos, assim como, muito vandalismo no entorno do recurso (Figura 5e). Deste ponto até o ponto R16, o Ribeirão Preto apresenta alto ou preocupante impacto ambiental.

O ponto R12 localiza-se no cruzamento da Avenida Jerônimo Gonçalves com a Avenida Dr. Francisco Junqueira. O Ribeirão Preto encontra-se canalizado com total ausência de vegetação e animais nativos, alta poluição sonora, no entanto as águas tendem a uma melhora visual, provavelmente devido à confluência dos córregos Retiro Saudoso e Monte Alegre. Porém, aproximadamente após um quilometro desta confluência até a sua foz no Rio Pardo (pontos R13, R14, R15 e R16), o Ribeirão Preto encontra-se em sua fase mais degradada. Isso se deve principalmente a queima da vegetação rasteira, presença de lixo, tanto nas margens como no próprio rio, erosão e ausência de animais, assim como a presença de fontes pontuais de efluentes fazerem parte do visual, como pode ser observado no ponto R15 (Figura 5f).

No Córrego Monte Alegre (ponto A1), próximo ao *campus* da Universidade de São Paulo (USP), nota-se que o córrego ainda não está canalizado, havendo presença de vegetação e animais nativos (cágados e pássaros) no entorno, não existindo lixo, dejetos ou erosão no seu entorno, o que reflete no pouco impacto relatado neste trabalho (Tabela 3). Após este ponto, o Córrego Monte Alegre segue seu curso entre a Avenida do Café e a Avenida Bandeirante (ponto A2), aonde começa a ser observada a presença de loteamentos, casas e industriais, interferindo na qualidade do córrego e seu entorno, possuindo moderado impacto ambiental. Já próximo à confluência com o Ribeirão Preto, no Parque Ecológico Maurílio Biagi (Ponto A3), observa-se a presença de poluição visual na água, cor, odor muito forte, óleos e graxas. No entanto, há algumas árvores no local, além de reflorestamentos, indicando alto ou preocupante impacto ambiental.

O Córrego Retiro Saudoso encontra-se totalmente canalizado. Nas proximidades de sua nascente localizada na Rodovia Anhanguera com a Avenida Dr. Celso Charuri (ponto S1) observa-se moderada presença de erosão, vegetação

e reflorestamento, pouco lixo no entorno e visualmente as águas possuem tonalidade clara. Já nas proximidades da Avenida Maurílio Biagi com a Avenida Leão XIII (ponto S2), as águas do Córrego Retiro Saudoso apresentam uma coloração escura, não há vegetação, apenas indícios de reflorestamento, havendo aumento na quantidade de lixo e erosão no entorno. No ponto S3, encontro do Córrego Retiro Saudoso com o Ribeirão Preto, ele não possui vegetação e fauna no entorno. Cor, odor, óleos e espumas fazem parte do aspecto visual das águas deste córrego neste ponto. Em relação aos impactos ambientais avaliados no Córrego Retiro Saudoso, observa-se que os pontos S1 e S2 e S3 apresentam moderado e alto ou preocupante impacto ambiental, respectivamente.

Parâmetros físico-químicos

Os resultados dos parâmetros físico-químicos caracterizados na águas fluviais da bacia hidrográfica do Ribeirão Preto são apresentados na Tabela 4 (Figura 6).

Tabela 4. Resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos caracterizados nas águas fluviais da bacia hidrográfica do Ribeirão Preto. Ribeirão Preto - R4, R8, R9, R13 e R15, córregos Monte Alegre - A3 e Retiro Saudoso - S3).

Pontos caracterizados	Condutividade (µS/cm)	Temp (°C)	pH	OD (mg/L)
R4	95	24	7,2	6,6
R8	95	24	7,0	5,9
R9	135	24	7,0	6,0
R13	160	25	7,0	1,5
R15	180	26	7,0	1,0
A3	130	25	6,9	2,6
S3	150	25	7,0	2,1
Média	135	25	7,0	4,0

Análises feitas em junho de 2005 pelos autores.

A condutividade de uma solução é a sua capacidade de transportar a corrente elétrica. Ácidos, bases e sais são bons condutores, enquanto as moléculas orgânicas não dissociadas conduzem pouco. Por outro lado, o parâmetro condutividade elétrica não determina quais íons estão presentes em solução, 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. O valor médio analisado para condutividade na bacia do Ribeirão Preto foi de 135 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sendo os menores valores obtidos nos pontos R4 e R8 (95 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Após passar pela área urbana de Ribeirão Preto os valores de condutividade aumentam até a sua foz (de 95 para 180 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Em relação aos seus afluentes, os córregos Monte Alegre e Retiro Saudoso apresentaram valores de condutividade de 130 e 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente, sendo estes valores maiores que os caracterizados para o Ribeirão Preto nos pontos R4 e R8.

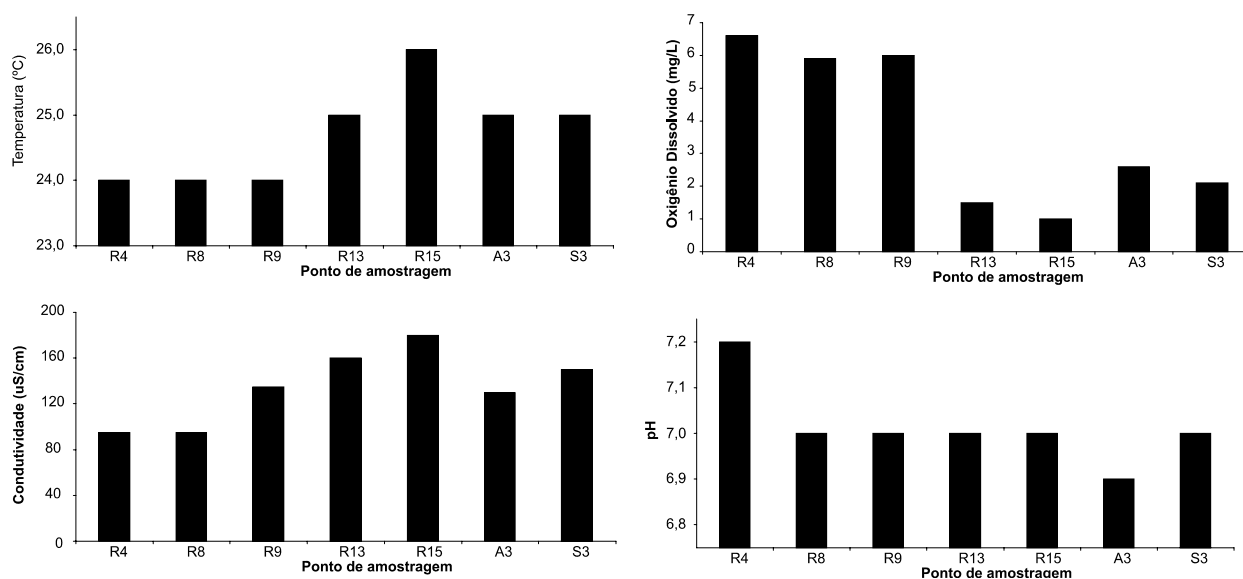


Figura 6. Valores de condutividade, temperatura, pH e oxigênio dissolvido para as águas da bacia hidrográfica do Ribeirão Preto. Ribeirão Preto - R4, R8, R9, R13 e R15, córregos Monte Alegre - A3 e Retiro Saudoso - S3).

Organização: Diego de Souza Sardinha.

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. Como pode ser observado nos resultados apresentados na Tabela 5 (Figura 6), houve variação de apenas 2°C da temperatura da água entre os pontos onde este parâmetro foi caracterizado. O maior valor para a temperatura da água foi registrado no ponto R15 (26°C), após o Ribeirão Preto percorrer toda a área urbana do município, sendo o valor da temperatura média da água 25 °C. O aumento da temperatura ao longo do Ribeirão Preto está relacionado ao aumento da temperatura do ar ao longo do dia, pois os primeiros pontos foram caracterizados no período da manhã (R4, R8 e R9), onde a temperatura do ar é mais amena que no período da tarde, onde foram obtidos os maiores de temperatura da água (R13, R15, A3 e S3).

O pH governa as propriedades solventes da água e pode determinar a extensão e tipo das reações físicas, biológicas e químicas possíveis de acontecer em um sistema aquático ou entre ele e as rochas e solos ao redor. Sobre as comunidades, 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, 1998). 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 podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes. Os valores de pH caracterizados em todos os pontos de amostragem indicam que as águas da bacia hidrográfica do Ribeirão Preto encontram-se próximo à neutralidade (pH médio de 7,0), sendo o maior valor registrado no Ribeirão Preto no ponto R4 (7,2) a montante do município de Ribeirão Preto, e o menor valor obtido no Córrego Monte Alegre no ponto A3 (6,9).

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio (O₂) é um dos mais importantes na dinâmica e caracterização de ecossistemas aquáticos. As principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera e a fotossíntese. Por outro lado, as

perdas se devem ao consumo pela decomposição da matéria orgânica (oxidação), perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos como, por exemplo, o ferro e o manganês (ESTEVES, 1998). As maiores e menores concentrações de oxigênio dissolvido foram registradas nas regiões próximas da nascente (ponto R4 - 6,6 mg/L) e do exutório (ponto R15 - 1,0 mg/L) do Ribeirão Preto, respectivamente. Os valores de oxigênio dissolvido caracterizados para os afluentes do Ribeirão Preto foram 2,6 e 2,1 mg/L para os córregos Monte Alegre e Retiro Saudoso, respectivamente. Atribuí-se o decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido ao longo do Ribeirão Preto à decomposição de matéria orgânica (por oxidação) oriunda dos efluentes domésticos da cidade de Ribeirão Preto, sendo este mesmo fato responsável pelos baixos valores de oxigênio dissolvido caracterizados nos exutórios dos córregos Monte Alegre e Retiro Saudoso. Além disso, o acréscimo dos valores de condutividade ao longo do Ribeirão Preto e nos seus afluentes também deve ser atribuído à decomposição de matéria orgânica dos efluentes domésticos da cidade de Ribeirão Preto.

De acordo com o Decreto Estadual nº 10.755, de 22 de novembro de 1977, (SÃO PAULO, 1977), o Ribeirão Preto está enquadrado como Classe 4, a qual é definida segundo a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), como: águas doces (salinidade igual ou inferior a 0,50‰) destinadas à navegação; à harmonia paisagística. As águas doces de Classe 4 devem observar as seguintes condições e padrões:

- I - materiais flutuantes, inclusive espumas, não naturais: virtualmente ausentes;
- II - odor e aspecto: não objetáveis;
- III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;
- IV - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;
- V - fenóis totais (substâncias que reagem com 4 - aminoantipirina) até 1,0 mg/L de C₆H₅OH;
- VI - OD, variando entre 4,0 e 2,0 mg/L O₂ em qualquer amostra;
- VII - pH: 6,0 a 9,0.

Como pode ser observado com os resultados apresentados neste trabalho, todos os valores de pH encontram-se dentro das condições e padrões que os corpos

d'água Classe 4 devem possuir. Já em relação aos valores de oxigênio dissolvido, somente os pontos localizados na área urbana de Ribeirão Preto apresentaram valores entre 4,0 e 2,0 mg/L, como indicado para os corpos d'água Classe 4. Os pontos de amostragem localizados a jusante da área urbana de Ribeirão Preto mostram valores menores de oxigênio dissolvido que as condições e padrões propostas para corpos d'água Classe 4. O trecho do Ribeirão Preto localizado entre a sua nascente até o início da área urbana de Ribeirão Preto possuem condições de corpos d'água Classe 2, ou seja, valores de oxigênio dissolvido acima de 5,0 mg/L. Porém, de acordo com a avaliação ambiental simplificada, observou-se que no Ribeirão Preto há a presença de materiais flutuantes, odor e óleos e graxas desde a área próxima de sua nascente, indicando uma condição de Classe 4 para todo o trecho do Ribeirão Preto. Além disso, os córregos Monte Alegre e Retiro do Saudoso também possuem condições de Classe 4, pelo menos nas regiões próximas a suas confluências com o Ribeirão Preto, na área central do município de Ribeirão Preto.

Monitoramento e estratégias de manejo

Os resultados gerados através da avaliação ambiental simplificada demonstram que 36,5% dos locais visitados apresentam impacto ambiental alto ou preocupante. Assim, pelo uso do método proposto, esses pontos devem ter a identificação das causas prováveis de seus impactos ambientais (fase 6) e 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 nesta bacia.

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 5), ou seja, os pontos avaliados no Ribeirão Preto, do começo da área urbana do município de Ribeirão Preto até sua confluência com o Rio Pardo, nos exutórios dos córregos Monte Alegre a Retiro Saudoso. Os impactos ambientais caracterizados na bacia hidrográfica do Ribeirão Preto são devido aos diferentes tipos de uso e ocupação do solo. As áreas avaliadas localizadas na área rural apresentam grande desmatamento relacionado às culturas de cana-de-açúcar e criação de gado, sendo os indicadores biofísicos mais afetados a cobertura vegetal, a fauna e a erosão. Já em relação aos indicadores biofísicos mais afetados nas áreas urbanas, destacam-se o lançamento de esgotos *in natura*, vandalismo e impactos sonoros, além de perda de biodiversidade e da cobertura vegetal.

Todos esses impactos poderiam ser corrigidos por uma administração pública mais eficiente em relação à gestão ambiental municipal. Algumas medidas de manejo poderiam ser adotadas para reduzir esses impactos nas áreas rurais ou áreas urbanas, tais como:

- I - cumprimento da legislação para a conservação de APPs, áreas de preservação permanente;
- II - recuperação de áreas degradadas;
- III - controle e planejamento da expansão urbana;
- IV - estrutura adequada de prestação de serviços e sinalização;
- V - coleta e disposição adequada dos resíduos sólidos;
- VI - sistema de tratamento de efluentes.

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

Indicador	Pressão	Estado	Resposta
Saneamento	Lançamento de efluentes	Despejos "in natura" de esgoto	Sistema de tratamento de efluentes adequado e abrangente para os municípios da bacia do Ribeirão Preto
Lixo	Poluição do recurso	Pouca quantidade de lixo	Estruturação e sinalização do local para a coleta e disposição adequada dos resíduos
Erosão	Perda de solo	Erosão laminar devido à exposição de solo para pastagem	Recuperação das áreas degradadas
Impactos sonoros	Perturbação e desequilíbrio do ecossistema	Impactos significantes	Estudo apropriado revelando a capacidade do meio em relação aos impactos sonoros
Riscos à saúde	Acidentes leves até fatalidades	Riscos de ferimento leve	Estrutura adequada à prestação de serviços e sinalização
Danos ao atrativo	Danos no entorno e poluição visual	Vandalismo no entorno	Constantes fiscalizações, sinalização adequada e restauração ao máximo do estágio natural
Fauna	Perda da biodiversidade	Não há presença de animais nativos	Recuperação das áreas degradadas
Cobertura vegetal	Desmatamento para áreas agrícolas e urbanas	Vegetação composta por gramíneas ou ausentes devido à impermeabilização do solo	Cumprimento legal e conservação das áreas de APP's, recuperação das áreas degradadas, controle e planejamento adequados à expansão urbana

Organização: Diego de Souza Sardinha.

Além dessas sugestões para diminuir os impactos ambientais na bacia do Ribeirão Preto, ainda é possível citar mais algumas medidas que deveriam ser implantadas, tais como:

I - aumentar a qualidade ambiental através da implantação de unidades de conservação, projetos de educação e ações participativas com a sociedade;

II - conhecer as comunidades locais e manter diálogos com regularidade para oportunizar seu crescimento;

III - criar mecanismos para facilitar a interlocução do poder público com a sociedade; melhorar a colaboração entre os órgãos governamentais e os produtores rurais;

IV - capacitar mão-de-obra qualificada;

V - aplicar técnicas de uso e conservação do solo;

VI - 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, deve-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 do meio ambiente só trazem benefícios para a comunidade.

Considerações Finais

Os impactos negativos originados das atividades humanas estão, a princípio, relacionados aos danos potenciais ao meio ambiente. Os ecossistemas naturais, muitas vezes, não comportam essas atividades e não suportam o excessivo número de habitantes humanos. 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 Preto está sendo afetada principalmente por três fatores: (1) retirada da cobertura vegetal nativa; (2) uso inadequado do solo em área de preservação permanente, e (3) lançamento de efluentes sem tratamento prévio. Os corpos d'água localizados na Bacia do Ribeirão Preto são enquadrados como Classe 4 e, ao longo de seu curso deveriam estar nas condições de Classe 4. 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 de degradação ambiental já instalados nesta região.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.F.M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, São Paulo, v.41, p. 167-263, 1964.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Banco de Dados Cidades**. Disponível em < http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php#canais>. Acesso em: 12/02/2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução CONAMA nº 357**. Brasil, CONAMA, 2005.

CAVICHIOLO, G.R.; BRAGA M.C. Estudo da qualidade da água, com espacialização através da aplicação de Sistema de Informação Geográfica – SIG. CD **Anais** do XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Curitiba, 2003.

CONCEIÇÃO, F. T.; SARDINHA, D. S.; SOUZA, A. D. G.; BONOTTO, D. M. Hydrochemical relationships at Meio Stream watershed, Leme, São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.37(2), p. 390–01, 2007.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO – DAEE. **Banco de dados pluviométricos e pluviográficos do Estado de São Paulo**. Disponível em: < <http://www.dae.sp.gov.br>>. Acesso em: 12/06/2006.

ESPÍNDOLA, E.L.G. **A bacia hidrográfica do rio Monjolinho**. São Carlos: Rima, 2000.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2^oed, Interciência, Rio de Janeiro, 1988.

FREIXEIDAS-VIEIRA, M. V.; PASSOLD, A. J.; MAGRO, T. C. Impactos do uso público: um guia de campo para utilização do método VIM. In: II Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, 2, 2000, Campo Grande. Fundação o Boticário de Proteção a Natureza, Rede Nacional Pró Unidade de Conservação, v. 2, p. 296-305, 2000.

GRAEFE, A.R; KUSS, F.R.; VASKE, J.J **Visitor impact management: the planning framework**, National Parks and Conservation Association. Washington: National Parks and Conservation Association, v.2, 1990.

HAMMITT, W.E.; COLE, D.N. **Wildland recreation: ecology and management**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1998.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. **Mapa geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981.

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, p.1-16, 2000.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, p 38-46, 2006.

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(2), p. 161-172, 2007.

SARDINHA, D. S.; CONCEIÇÃO, F. T.; SOUZA, A. D. G.; SILVEIRA, A.; DE JULIO, M.; GONÇALVES, J. C. S. I.; Avaliação da qualidade da água e autodepuração do Ribeirão do Meio, Leme (SP). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.13(3), p. 329–338, 2008.

SCHNEIDER, R.L.; MUHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R.A.; DAEMON, R.F.; NOGUEIRA, A.A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia, 1, 1974, Porto Alegre. Sociedade Brasileira de Geologia, v1, p. 41-65, 1974.

SINELLI, O. **Geologia e água subterrânea no município de Ribeirão Preto e adjacências**. Tese (Doutorado em Geociências), 1970. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1970.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Decreto nº 10.755**. São Paulo, Cetesb, 1977.

SOUZA, A.D.G. **Diagnóstico ambiental integrado e subsídios ao estabelecimento de metas de qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Jaboatão (PE)**. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais), 2002. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. **Environmental data compendium**. Paris: OECD, 2004.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos ambientais da Bacia do Ribeirão Preto para definir quais são as áreas mais degradadas, suas causas e propor soluções e estratégias de manejo. Foi elaborado um questionário indicador de impactos que permitiu estabelecer uma relação direta entre ações e fatores ambientais atingidos, a partir da atribuição de valores para alguns parâmetros impactantes de fácil visualização em campo. O questionário foi aplicado em 22 pontos, tendo como base a área de influência das sub-bacias e a variabilidade no uso e ocupação do solo. Constatou-se que os principais impactos ambientais que afetam a bacia do Ribeirão Preto são o lançamento de efluentes in natura nos corpos d'água, a disposição de resíduos e o desmatamento. Esses fatores são verificados principalmente próximos ao município de Ribeirão Preto, maior centro urbano da região. Tais informações forneceram subsídios necessários ao gerenciamento ambiental nesta bacia para a diminuição da degradação ambiental. Dentre as estratégias de manejo sugeridas, destacam-se as relacionadas ao cumprimento de legislações ambientais, recuperação de áreas degradadas e tratamento e disposição adequada de efluentes.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica. Avaliação de Impactos Ambientais. Degradação Ambiental. Gerenciamento Ambiental. Estratégias de Manejo. Bacia do Ribeirão Preto.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate environmental impacts on the Ribeirão Preto basin in order to define the most degraded areas and their causes and to propose solutions and management strategies for them. An impacts indicator questionnaire was designed, that allowed us to establish a direct relationship between reactions achieved and environmental factors by attributing value to some impacting parameters obtained by simple visualization in the field. The questionnaire was applied at 22 points, based on the influence area of the sub-basin and variability in land use. It was determined that the main environmental impacts that affect the basin are in nature effluent wastewater released into water bodies, the disposal of waste and deforestation. These factors were mainly noticed near to Ribeirão Preto city (State of São Paulo), the most populated region. Such information provides subsidies necessary to environmental management in this basin to decreasing environmental degradation. Among the management strategies suggested, it is possible to highlight that related to the accomplishment of environmental legislation, recuperation of degraded areas and adequate treatment and disposal of effluents.

Keywords: Watershed. Environmental Impact Assessment. Environmental Degradation. Environmental Management. Management Strategies. Ribeirão Preto Basin.

Keywords: Watershed. Environmental Impact Assessment. Environmental Degradation. Environmental Management. Management Strategies. Ribeirão Preto Basin.

Informações sobre os autores:

¹Fabiano Tomazini da Conceição - <http://lattes.cnpq.br/8029643138865007>

Possui graduação em Geologia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1997), mestrado em Geociências pelo IGCE da UNESP (2000) e doutorado em Geologia Regional pelo mesmo instituto (2004). Realizou estágio de Pós-doutorado em Geologia Regional pelo IGCE da UNESP (entre 2004 e 2005) e em Geocronologia pela The University of Queensland – Austrália (2008 e 2009). Atualmente é Professor Assistente Doutor em RDIDP junto ao IGCE da UNESP de Rio Claro. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geoquímica e Geocronologia, atuando principalmente nos seguintes temas: geoquímica de superfície e ambiental, geocronologia de intemperismo, poluição ambiental e manejo de bacias hidrográficas. Bolsista Produtividade CNPq nível 2.

Contato: ftomazini@rc.unesp.br

²Diego de Souza Sardinha – <http://lattes.cnpq.br/2702045647829794>

Possui graduação em Engenharia Ambiental (2005), pelo Instituto de Ensino Superior COC de Ribeirão Preto (SP). É mestre (2008), e doutorando em Geologia Regional pelo IGCE da UNESP de Rio Claro (SP), onde faz parte do grupo de pesquisa "Hidroquímica e Radioatividade na Geosfera". Tem experiência na área de Engenharia Ambiental e Geociências, com ênfase em Geoquímica de Bacias Hidrográficas, atuando principalmente nos seguintes temas: Recursos Hídricos, Interação Água, Rocha e Solo, Conservação, Manejo e Gestão Ambiental.

Contato: sardinha@rc.unesp.br

³Carolina Mathias dos Santos – <http://lattes.cnpq.br/8507367533416284>

Possui graduação em Engenharia Ambiental pelo Instituto de Ensino Superior COC (2006). É Mestre em Geologia Regional pelo IGCE da UNESP de Rio Claro (SP). Tem experiência na área de Ciências Ambientais, com ênfase em análises físico-químicas e químicas das águas fluviais, pluviais e caracterização ambiental. Experiência na área de Ciências Exatas em avaliação de taxas de intemperismo químico.

Contato: carolinamathias_santos@yahoo.com.br



OLAM - Ciência & Tecnologia, Rio Claro, SP, Brasil - ISSN: 1982-7784 - está licenciada sob [Licença Creative Commons](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Recebido: 18-07-2010

Aprovado: 13-08-2010