

APLICAÇÃO DA AVALIAÇÃO AMBIENTAL SIMPLIFICADA (ASS) EM FUNÇÃO DO USO DA TERRA EM BACIA HIDROGRÁFICA URBANA

Implementation of environmental assessment simplified (ass) as a function of land in urban basin

Lucas Camargo Marquezini¹
Eder Paulo Spatti Júnior²
Andréia Medinilha Pancher³

¹**Universidade Estadual Paulista – Unesp**
Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento/IGCE
Av. 24A, 1515, Bela Vista, Rio Claro - SP, CEP. 13.506-900
lucas.marquezini@gmail.com

²**Universidade Estadual Paulista – Unesp**
Programa de Pós-Graduação em Geologia Regional
Av. 24A, 1515, Bela Vista, Rio Claro - SP, CEP. 13.506-900
ederspatti@hotmail.com

³**Universidade Estadual Paulista – Unesp**
Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento/IGCE
Professor Assistente Doutor
Av. 24A, 1515, Bela Vista, Rio Claro - SP, CEP. 13.506-900
medinilh@rc.unesp.br

RESUMO

O objetivo fundamental do presente estudo foi realizar a análise ambiental simplificada (AAS) aplicada a uma bacia hidrográfica localizada em ambiente urbano. Desta forma, adotou-se como área de estudo a bacia hidrográfica do córrego Wenzel, localizada no município de Rio Claro (SP). Assim, realizou-se um levantamento e revisão das informações e dos tipos de uso e ocupação atuais da bacia do córrego Wenzel, a seleção de indicadores de impacto ambiental (lixo, processos erosivos, preservação da vegetação; turbidez e odor da água), além da avaliação destes parâmetros em campo. A fim de verificar possíveis impactos potenciais nos corpos d'água e confrontar os dados obtidos com a avaliação dos indicadores, foi realizada a aferição *in situ* de parâmetros físico-químicos: temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg/L), pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e sólidos dissolvidos. Ainda, foi utilizado o modelo de Pressão-Estado-Resposta visando propor possíveis estratégias de manejo para os locais analisados, servindo de base para o monitoramento e proposição de ações contínuas de melhoramento da área estudada. Os resultados demonstraram que nesta bacia o parcelamento das terras e a densidade de ocupação são diferenciados, há usos residenciais e industriais, e áreas em processo de aterramento. O corpo d'água sofre intensa variação na qualidade, considerando-se da nascente até a foz, desde os aspectos visuais (turbidez, presença de óleo, plantas aquáticas em suspensão) até os parâmetros físico-químicos, destacando-se os valores de condutividade elétrica ($306\mu\text{S}/\text{cm}$ até $112\mu\text{S}/\text{cm}$) e sólidos dissolvidos (226 mg/L até 81 mg/L), indicando quantidade excessiva de matéria orgânica, inserida no corpo d'água através de ligações de esgoto clandestinas. Em relação à vegetação há porções com gramíneas e arbustivas, bem como arbóreas, no entanto não há o cumprimento das determinações da legislação relativa a Área de Preservação Permanente (APP). Há também, em vários locais, deposição de lixos e entulho. A aplicação da AAS na bacia do córrego Wenzel indicou que 80% dos pontos analisados apresentam um grau alto ou preocupante de impactos ambientais.

Palavras-chave: Avaliação Ambiental Simplificada. Uso da Terra. Bacia Hidrográfica.

ABSTRACT

The aim of this study was to perform the environmental analysis simplified applied to a watershed located in urban environment. Thus it was adopted as the study area Wenzel watershed, located in Rio Claro (SP). Thus, we carried out a survey and review of the information and types of use and occupancy of the Wenzel watershed, the selection of indicators of environmental impact (waste, erosion, preservation of vegetation, turbidity and odor of the water), in addition to assessing these parameters in field. So as to verify possible potential impacts on water bodies and comparing the data obtained from the evaluation of the indicators, was performed in situ measurement of physicochemical parameters: temperature ($^{\circ}$ C), dissolved oxygen (mg / L), pH, electrical conductivity (μ S / cm) and total dissolved solids. Finally we used the model of Pressure-State-Response in order to propose possible management strategies for the locations studied, this serves as a basis for monitoring and proposing actions for continuous improvement of the studied area. The results demonstrated that in the catchment the parceling of land and stocking density are different, there are residential uses and industrial areas in addition to grounded areas. The water body suffers great variation in its quality, considering the source to the mouth, since the visual aspects (turbidity, presence of oil, water plants suspended) until the physicochemical parameters, highlighting the values of electrical conductivity (up 306 μ S/cm to 112 μ S/cm) and dissolved solids (226 mg / L to 81 mg / L), indicating excessive amount of organic matter inserted into the body of water by means of underground sewage connections. For vegetation there are portions with grasses and shrubs as well as trees, but without fulfill the law determinations. In many places, there is also deposition of waste and debris. The application of simplified environmental assessment in the Wenzel watershed indicated that 80% of the points analyzed show a high degree of concern or environmental impacts.

Keywords: Simplified Anvironmental Assessment. Land Use. Watershed.

1 INTRODUÇÃO E SÍNTESE DA BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

As atividades humanas destinadas à produção industrial, agrícola, ao abastecimento ou moradia, vêm causando grave deterioração e impactos nos mais diversos ambientes. A urbanização concentrou essas atividades em espaços densamente modificados, que associados ao crescimento demográfico e à industrialização, desencadearam processos muito rápidos de alteração na qualidade ambiental e de vida nos ambientes naturais e urbanizados. A impermeabilização dos solos, os grandes volumes de resíduos sólidos e os efluentes líquidos gerados diariamente pelos domicílios e indústrias, o desmatamento e o planejamento urbano ineficiente são alguns exemplos da intensidade das interferências que ultrapassam a capacidade de suporte dos ambientes. Ainda, a urbanização intensifica a exploração dos recursos naturais. No caso dos recursos hídricos essa interação se dá de forma mais intensa, pois a cidade ocupa as áreas de escoamento e infiltração, quando não avançam para áreas inundáveis.

A urbanização é o mais acentuado processo de apropriação do espaço natural pelo homem, consistindo em um processo que se produz e se reproduz desde a formação territorial de um país até o modo de vida das pessoas. Conforme aborda Tauk (1991), esse processo representa um avanço exponencial da exploração de recursos naturais, uma vez que se intensifica em quantidade e velocidade, exigindo um sistema de planejamento e gestão do meio ambiente, e estabelece diretrizes que atendam a intensidade da expansão urbana nas médias e grandes cidades. No caso brasileiro, destaca-se como instrumento legal na busca de uma gestão equilibrada do ambiente urbano o Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), que estabelece diretrizes para mediar os conflitos urbanos nos setores econômico, social e ambiental.

No que se refere aos recursos hídricos, Tucci (2010) destaca os principais problemas desencadeados pelo processo de urbanização:

- ✓ Contaminação das fontes de abastecimento;
- ✓ Ausência de tratamento de esgoto, gerando a poluição dos rios urbanos,
- ✓ Ampliação das áreas impermeáveis, causando aumento das ocorrências de cheias e redução da infiltração da água;
- ✓ Ocupação de áreas de riscos à inundação e a escorregamentos;

- ✓ Extração da água subterrânea que associada à diminuição da infiltração;
- ✓ Causa rebaixamento das terras e aumento das inundações nas áreas baixas.

Para trabalhos que visam estudar os impactos ambientais de uma dada área em função de sua ocupação, a bacia hidrográfica é adotada como unidade análise, pois esta abarca variados elementos da paisagem (litosfera, hidrosfera, atmosfera, biosfera), além de contemplar as mais diversas formas da ocupação humana, funcionando também como unidade de planejamento e gerenciamento da qualidade ambiental (SPATTI JUNIOR, 2012). 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, sofrendo desta forma impactos de diferentes tipos, em virtude dos usos da terra e das atividades nela 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.

A fim de identificar alguns impactos ambientais biofísicos em bacias hidrográficas, diversos 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 e de uso 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; SPATTI JUNIOR *et al.*, 2012). Assim, o objetivo deste trabalho consistiu na realização da análise ambiental simplificada (AAS) da bacia hidrográfica do córrego Wenzel, localizada totalmente na área urbana do Município de Rio Claro (SP). A AAS permite identificar as áreas mais impactadas e suas causas e ainda propor possíveis soluções e estratégias de manejo para estes impactos.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Rio Claro/SP possui um clima Tropical (CEAPLA, 2010), marcado por dois períodos tipicamente caracterizados: um acentuadamente quente e úmido, correspondente às estações primavera-verão, com pluviosidade média acumulada entre 1060 e 1100 mm (segundo série histórica de 1962 a 1991, registrada por ZAVATINI e CANO, 1993) e temperaturas médias mensais de até 23,5°C; outro período é mais frio e seco, em geral com temperaturas médias mais amenas, com mínimas de até 16,5°C e chuvas médias acumuladas pouco superiores a 400 mm.

O município de Rio Claro/SP faz parte da bacia hidrográfica do rio Corumbataí, a qual está inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 5 (UGRHI), correspondente às bacias Piracicaba/Capivari/Jundiaí (PCJ) (Figura 1).

No contexto da área urbana de Rio Claro, localiza-se a bacia do córrego Wenzel, área do presente estudo. A nascente está situada entre as coordenadas geográficas aproximadas de 22°24'30"S e 47°34'35"W; já a confluência com o Córrego da Servidão está localizada nas coordenadas 22°25'61"S e 47°34'35"W.

Do ponto de vista Geomorfológico, a área apresenta colinas suaves com declividade pouco acentuada. Em geral, trata-se de um relevo típico da Depressão Periférica Paulista (PENTEADO-ORELLANA, 1981, p. 23 a 56). A inclinação das vertentes varia entre 0% e 4%, na maior parte do setor observado, conforme Modelo Numérico do Terreno (MNT), obtido com base em dados altimétricos levantados junto ao Plano Diretor Municipal. A porção da bacia que apresenta declividades mais acentuadas encontra-se no setor sul, nas vertentes mais próximas ao leito do rio, com áreas de declive que podem ultrapassar os 12%. A principal ruptura topográfica observada consiste numa pequena voçoroca próxima a um dos pontos avaliados, na margem direita do córrego.

Localização: Bacia do Córrego Wenzel - Rio Claro (SP)

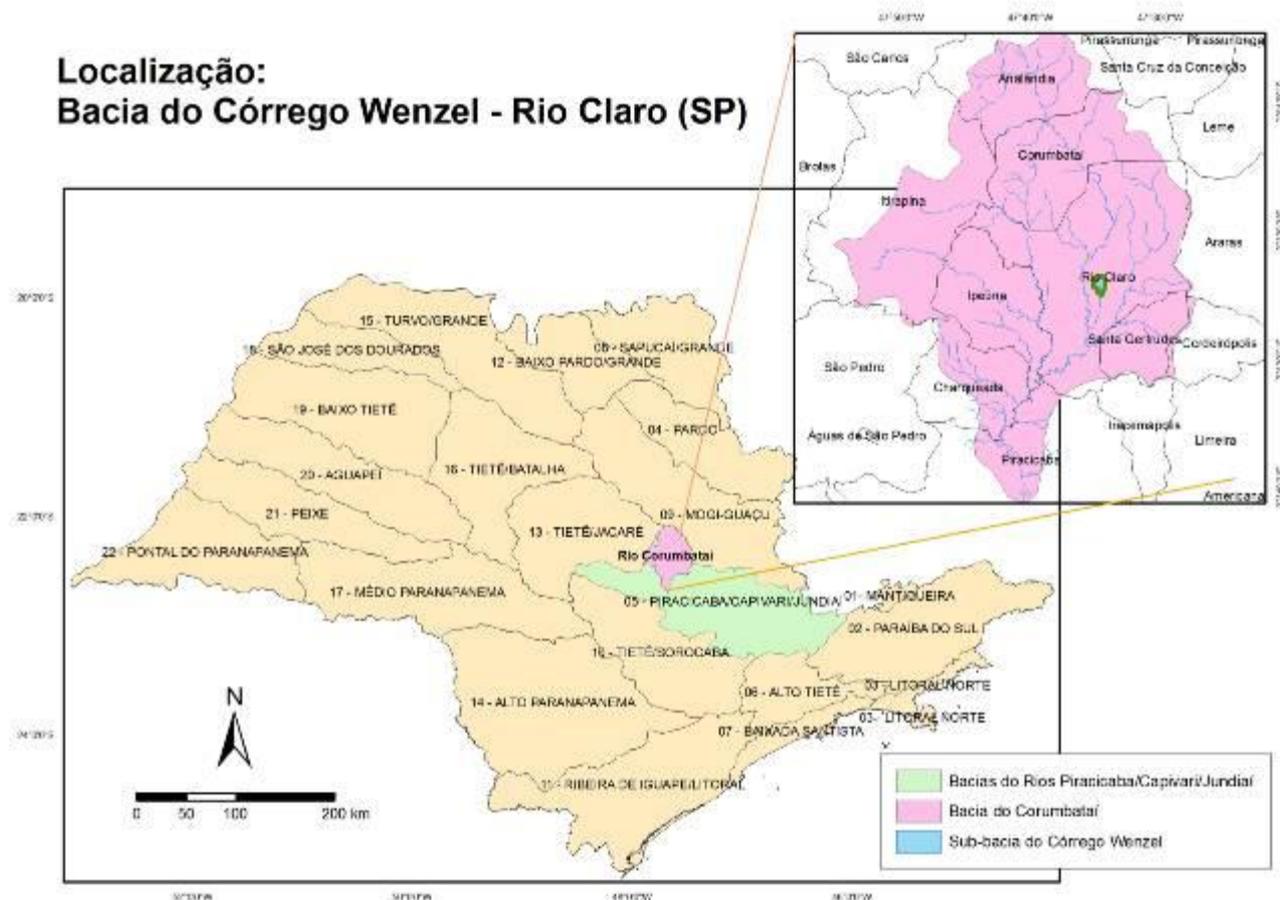


Figura 1: Localização da área de estudo.

É possível identificar 3 afloramentos de unidades geológicas com predomínio da Formação Rio Claro (92 %). Trata-se de uma formação Cenozóica, segundo Zaine (1994) de fraca litificação e profunda alteração pedogenética, subdividida na área em duas variações: à margem direita do córrego prevalecem formações argilosas de granulação mais fina e à margem esquerda, afloramento de rochas de faces grossas, com a ocorrência de areia e cascalho. Na porção sul da bacia ocorre afloramento da Formação Corumbataí (aproximadamente 8% da área estudada). Esta formação mais antiga (Proterozóica) faz contato com a face inferior da Formação Rio Claro e se caracteriza por argilitos, siltitos e folhelhos arroxeados e marrom-avermelhados, às vezes esverdeados, com intercalações de arenitos, leitos carbonáticos e coquinas (Zaine, 1994). Em superfície vão caracterizar áreas menos susceptíveis à erosão e mais favoráveis ao escoamento superficial em relação às da formação Rio Claro.

Os solos observados na área são classificados como “Latosolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelhos em Associações” (Plano Diretor, 2008). Constituem-se solos com forte interferência de formações geológicas areno-argilosas, submetidas a intensos processos de intemperismo e humificação.

Em relação ao zoneamento urbano municipal, a área está situada no plano diretor da cidade de Rio Claro Unidade de Planejamento 1 (central) do município, que agrega os bairros com maior fluxo de pessoas e veículos, além da maior concentração de atividade comercial e de serviços. De acordo com o plano diretor, esta área destaca-se no que se refere às questões ambientais dentro da Unidade de Planejamento Central I da cidade, estando previstas algumas diretrizes ambientais específicas, tais como: elaborar projeto de recuperação para áreas degradadas pelos processos de erosão, em especial aquele da margem direita do córrego Wenzel; g) criar um Parque Municipal, do tipo linear, no entorno do vale do córrego Wenzel; remover o material proveniente do depósito de entulho e lixo das margens do córrego Wenzel.

Em relação ao zoneamento urbano, com base na proposta de 2011 é possível identificar as seguintes áreas: Zonas de Proteção Ambiental (ZPA), nos setores no entorno do leito do córrego, Zonas de Uso Diversificado, Zonas Residenciais e Zonas Predominantemente Residenciais, com uma faixa de Zona Industrial estruturada às margens da Via Castelo Branco, no setor sul da bacia.

Braga e Carvalho (2005) delimitaram esta região como uma das que mantém protegidas suas margens, entre as bacias hidrográficas urbanas situadas na cidade de Rio Claro, sendo uma característica fundamental do córrego estudado.

Apesar de apresentar setores de preservação natural e políticas de planejamento, segundo Monteiro e Viadana (2006, p.6), podem ser identificados na área uma série de problemas ambientais:

- ✓ Aterramento da nascente do córrego que drena a bacia;
- ✓ Falta da cobertura vegetal original na nascente do córrego;
- ✓ Rejeitos de atividade industrial, depositados nas proximidades da nascente;
- ✓ Construção de um campo de futebol na área da nascente;
- ✓ Esgoto despejado diretamente no leito do córrego desde a nascente até a foz;
- ✓ Deposição de entulho na região da cabeceira;
- ✓ Lixo residencial descartado por moradores nas margens do córrego;
- ✓ Inexistência de mata ciliar no alto curso;
- ✓ Cultivos diversos em APP;
- ✓ Inserção de espécies íctias no córrego;
- ✓ Moradias irregulares;
- ✓ Impermeabilização do solo da bacia.

3 MÉTODO

Para o desenvolvimento deste estudo, foi aplicado o método baseado na avaliação ambiental simplificada (AAS).

A avaliação ambiental simplificada foi aplicada em oito etapas (SALLES et al., 2008) (Figura 2), divididas em três áreas essenciais para o gerenciamento dos impactos ambientais: i) identificação do problema e suas condições (abrange as cinco primeiras etapas); ii) determinação da causa provável do problema; iii) seleção de possíveis estratégias para controle ou redução dos impactos.

A primeira e a segunda etapas consistiram em levantar e revisar as informações e os tipos de uso e ocupação atuais da bacia do córrego Wenzel. Tais etapas foram realizadas antes do trabalho de campo, com o auxílio de material cartográfico.

Na terceira etapa procedeu-se à seleção de indicadores de impacto ambiental (lixo, processos erosivos, preservação da vegetação; e turbidez e odor da água), 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, permitindo-se abordar os impactos do recurso natural e suas inter-relações, associadas com o uso e ocupação da área estudada. Com base nestes indicadores, foi elaborado um formulário de campo (Tabela 1).

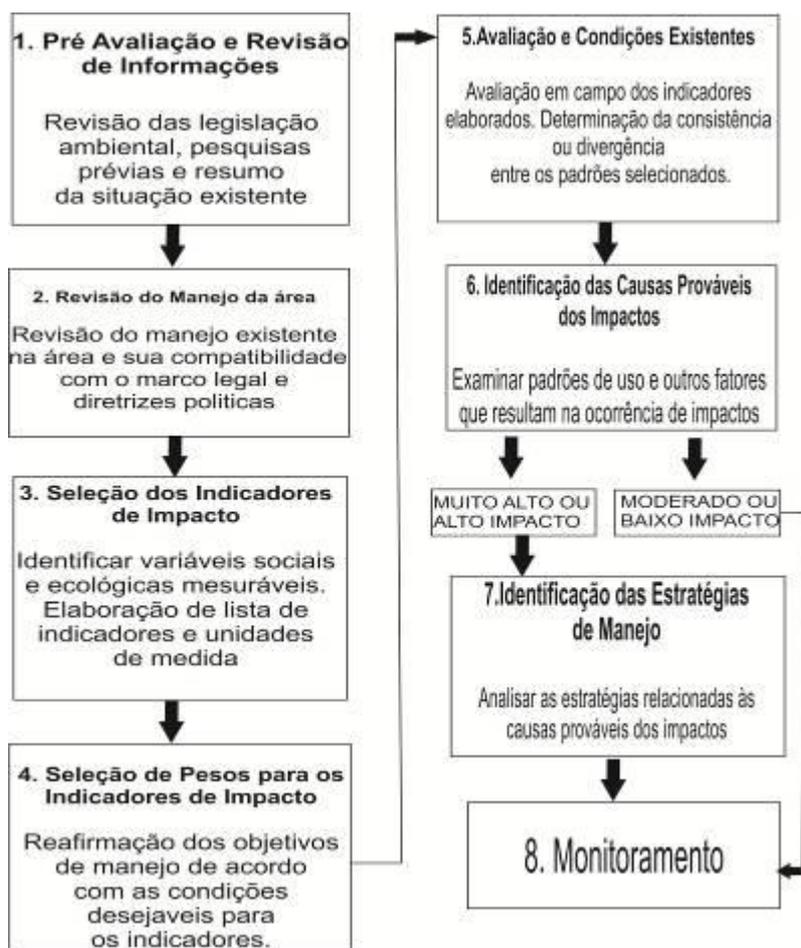


Figura 2: Etapas da AAS.

Tabela 1: Formulário de campo com indicadores de impactos ambientais e seus respectivos pesos, aplicado na bacia hidrográfica do córrego Wenzel (modificado de Spatti Junior et al, 2012).

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	Densamente Urbanizada	3
Forte	2	Medianamente Urbanizada	2
Fraco	1	Urbanização Esparsa	1
Ausente	0	Sem Urbanização	0

A quarta etapa referiu-se à definição de pesos (padrões) para cada impacto analisado, criando-se um índice de análise ambiental simplificado (Tabela 2), baseado em uma listagem de controle ponderada. 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 da área analisada.

Tabela 2: Intervalo 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, considerando-se 5 pontos de análise (Figura 3).

Pontos de análise- Bacia do Córrego Wenzel

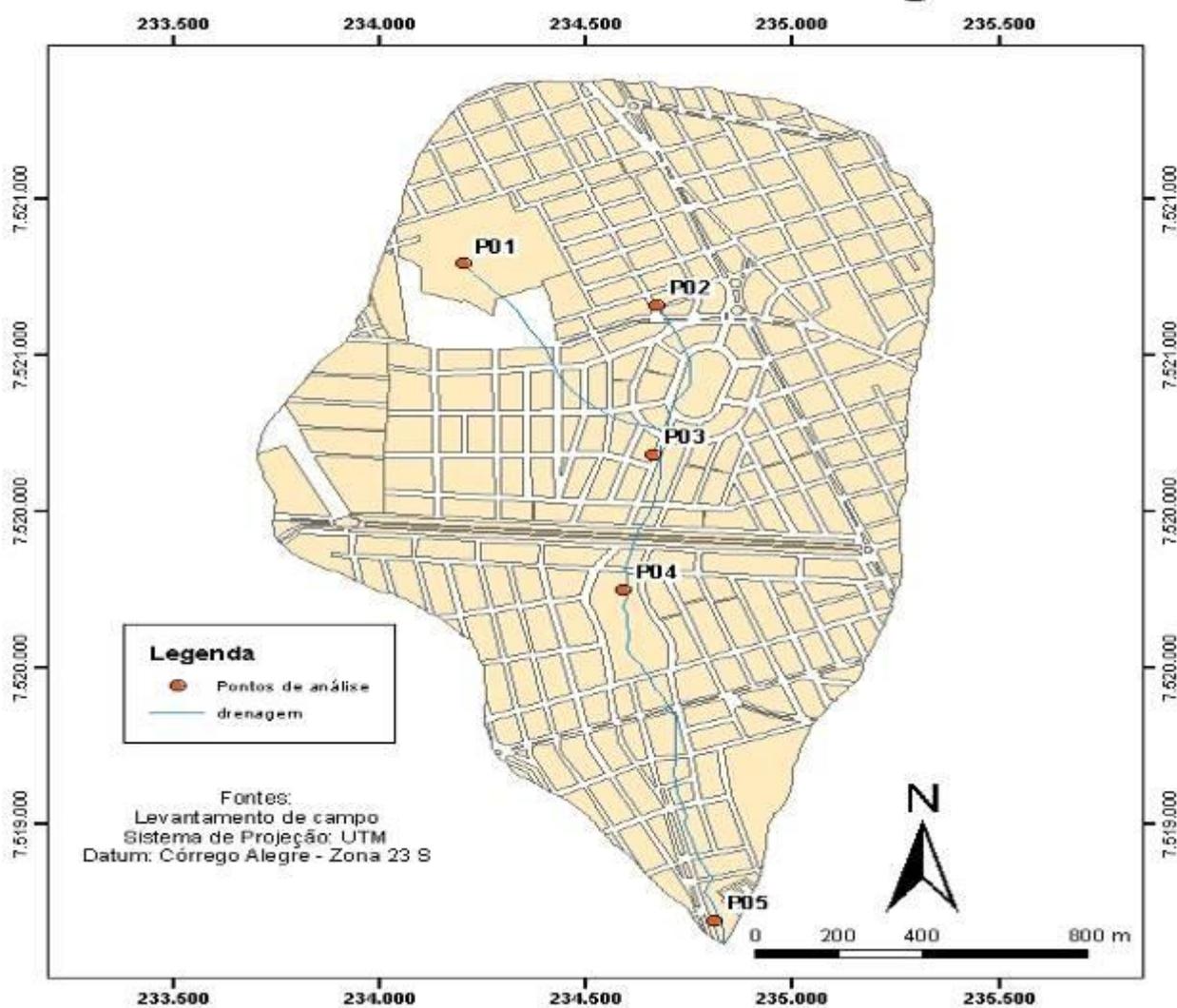


Figura 3: Visão Geral da Bacia do Córrego Wenzel e localização dos pontos amostrados.

Ainda com o objetivo de verificar possíveis impactos potenciais nos corpos d'água da bacia do córrego Wenzel e confrontar os dados obtidos com as fichas de campo 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), condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), sólidos dissolvidos, sendo todos os valores obtidos através sonda multi-parâmetros (modelo YSI 56) de leitura direta no próprio local de amostragem.

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 (OCDE, 2004). 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.

4 RESULTADOS OBTIDOS

A avaliação foi aplicada em Agosto de 2011 e em Fevereiro de 2012, com o intuito de comparar um período seco e um período mais chuvoso, principalmente no que tange aos parâmetros físico-químicos analisados nas águas do córrego Wenzel, buscando relações entre os impactos nos corpos d'água em dois períodos distintos.

O primeiro ponto analisado (Figura 4) situa-se próximo à nascente do córrego Wenzel, numa área onde o parcelamento das terras é mais intenso e a densidade de ocupação é maior, consistindo em setor residencial e industrial, onde parte desta nascente passou por processo de aterramento. Apesar de ser um ponto próximo à nascente, a água apresenta aparência turva, com mal cheiro e visível presença de óleo. Há no corpo d'água expressiva quantidade de plantas aquáticas em suspensão, fato que pode ser um indicador de quantidade excessiva de matéria orgânica, inserida no corpo d'água através de ligações de esgoto clandestinas. Em relação à vegetação do entorno ocorre a presença de gramíneas e arbustivas com intensa deposição de resíduos sólidos, não havendo quaisquer exemplares arbóreos, fato que indica o descumprimento do Código Florestal Brasileiro, o qual prevê para áreas de nascente um mínimo de 50 metros de preservação da vegetação ciliar.

O ponto seguinte localiza-se a cerca de 3 quadras a jusante do primeiro ponto analisado. Consiste numa área com alguns exemplares arbóreos dispostos na margem do canal. O local apresenta intensa deposição de resíduos sólidos (desde entulho de construção civil até lixo doméstico), no entanto, a água não aparenta a turbidez e o odor marcantes do ponto anterior. Neste local, em função da intensa deposição de entulho, há processo de assoreamento do canal de drenagem. Também chama a atenção a presença muito próxima de um centro de triagem e destinação de entulho da prefeitura municipal, denominado de "Eco Ponto". Observa-se ainda em expressiva quantidade plantas aquáticas, indicando ainda considerável carga orgânica, proveniente possivelmente de ligações clandestinas de esgotos domésticos observadas desde a nascente.

No ponto 3 o aspecto geral do córrego melhora sensivelmente, não havendo mais presença de lixo nas imediações do local. Não há indícios de processos erosivos e o aspecto visual do canal de drenagem é melhor. Não há presença de óleos e graxas, nem o odor característico observado anteriormente, fato que pode ser um indicativo da cessão das ligações clandestinas de esgoto doméstico. Este ponto é marcado pela presença de residências de alto padrão. Entretanto ainda há vegetação aquática flutuante, indicativo de que a matéria orgânica presente no canal desde a montante ainda não foi totalmente depurada.

O ponto 4 localiza-se a cerca de 800m a jusante do ponto anterior. Neste ponto visualiza-se novamente a presença de lixo e entulho (principalmente concreto) nas margens e no próprio canal

de drenagem. Observa-se uma tentativa de reposição da vegetação nas margens do córrego com plantio de mudas de árvores pela própria população residente, sem ainda no entanto cumprir os 30 metros estipulados pelo Código Florestal Brasileiro, dada a ocupação da área. Em relação às características visuais do canal de drenagem, não se observa mais a presença de óleos e também é ausente o odor característico de esgoto.



Figura 4: Imagens dos pontos avaliados.

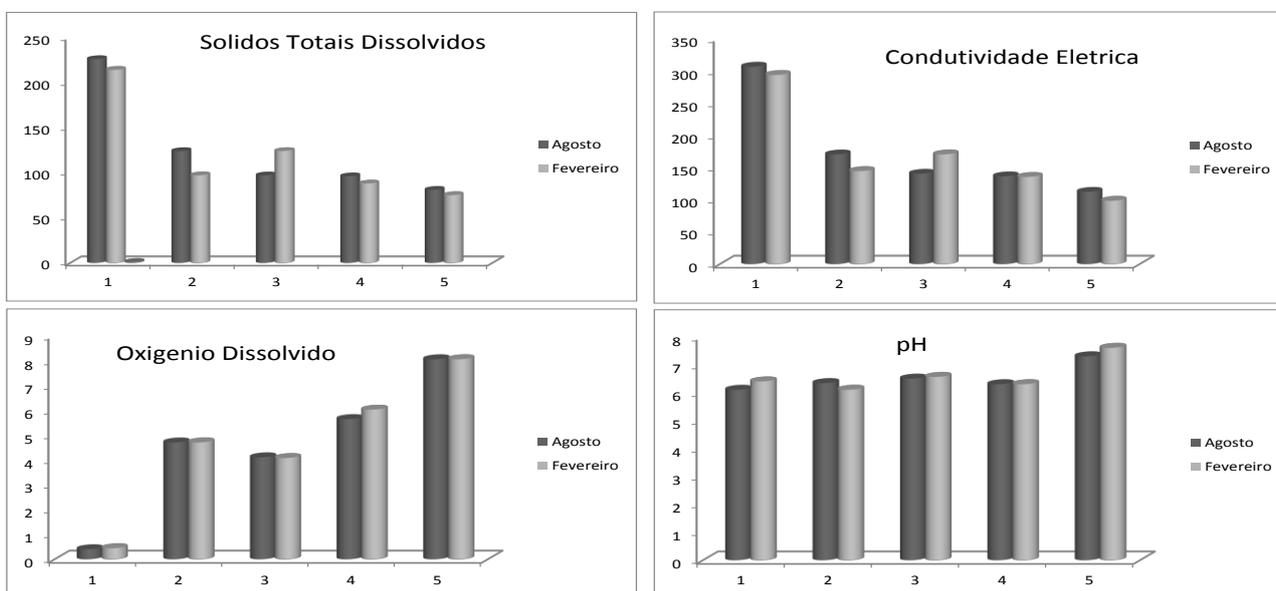
O último ponto analisado situa-se próximo à foz do córrego Wenzel, antes deste desaguar no córrego da Servidão. O córrego apresenta condições mais satisfatórias em relação aos pontos avaliados anteriormente. À montante do trecho analisado pontuam pequenas indústrias e postos de gasolina, entretanto, o impacto destas atividades nas águas do córrego Wenzel parece não afetar diretamente sua qualidade. A mata ciliar é composta por vegetação arbórea bastante esparsa, no entanto também não preenche a faixa de 30 metros prevista pela legislação ambiental. A fim de evitar processos erosivos, um trecho de aproximadamente 10 metros antes de sua foz, as margens do córrego, foi protegido com estrutura de gabião.

4.1 Parâmetros Físico-Químicos

Os resultados dos parâmetros físico-químicos determinados nas águas fluviais da bacia hidrográfica do córrego Wenzel são apresentados na Tabela 3 e figura 5. O pH consiste num parâmetro regulado pelo equilíbrio entre concentração de H^+ e OH^- (SARDINHA *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). Sobre os metais presentes na água 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 (SPATTI JUNIOR *et al.*, 2012). Para todos os pontos analisados as águas apresentaram pH próximo da neutralidade, variando entre 6,1 a 7,3. O valor mais ácido foi encontrado no primeiro ponto, possivelmente em função da decomposição da matéria orgânica e consequente liberação de ácidos orgânicos ao meio.

Tabela 3: Resultados obtidos nos pontos avaliados nos meses de Agosto (mais escuro) e Fevereiro (mais claro).

Ponto	Nível de Impacto	Principal indicador de Impacto Ambiental	pH	OD (mg/L)	Cond. (µS/cm)	STD (mg/L)	Temp (°C)
1	Alto	Odor, Vegetação, Lixo	6,1	0,4	306	226	18,6
2	Alto	Lixo, Ocupação	6,34	4,7	170	124	21,7
3	Moderado	Vegetação	6,5	4,1	140	97	19,1
4	Preocupante	Lixo	6,3	5,64	136	96	21
5	Preocupante	Lixo	7,3	8,05	112	81	20
1	Alto	Odor, Vegetação, Lixo	6,4	0,44	293	214	18,2
2	Alto	Lixo, Ocupação	6,1	4,7	144	97	21,9
3	Moderado	Vegetação	6,56	4,07	170	124	19,1
4	Preocupante	Lixo	6,3	6,02	135	88	21,07
5	Preocupante	Lixo	7,6	8,05	98	75	19,9

**Figura 5:** Variações dos parâmetros analisados nos pontos de amostragem nos meses de Agosto e Fevereiro.

O oxigênio dissolvido nas águas tem como suas fontes principais as trocas com a atmosfera e a fotossíntese realizada pelas plantas subaquáticas. Segundo ESTEVES (1988) as perdas de oxigênio estão ligadas a oxidação de íons metálicos, perdas para a atmosfera, respiração dos organismos aquáticos e principalmente decomposição da matéria orgânica. A concentração média de Oxigênio Dissolvido nas águas do córrego Wenzel é de 4,57 mg/L, todavia o primeiro ponto analisado, próximo à nascente apresenta taxa de 0,40 mg/L. De acordo com a resolução CONAMA 357/2005, as águas de classe 4 devem apresentar no mínimo 2 mg/L de Oxigênio Dissolvido, fato que inviabiliza este ponto do córrego a qualquer uso. As taxas de oxigenação deste ponto podem ser atribuídas à decomposição de altas concentrações de matéria orgânica proveniente de esgotos introduzidos à drenagem através de ligações clandestinas domésticas. Ao longo do córrego, no entanto observa-se uma progressiva melhora das condições de Oxigênio Dissolvido até o último ponto, o qual apresenta valores bastante satisfatórios, principalmente levando em conta o fato de se tratar de drenagem urbana. A condutividade elétrica é a expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica e depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a 100µs/cm indicam ambientes impactados

(CETESB, 2009). Os valores encontrados na bacia do córrego Wenzel apresentaram-se sempre acima de $100\mu\text{S}/\text{cm}$, sendo o valor mais alto encontrado no ponto 1 com valor acima dos $300\mu\text{S}/\text{cm}$. Em geral, esgotos domésticos apresentam elevada carga de sais, os quais são constantemente eliminados através da excreção humana.

Análises laboratoriais sobre a qualidade das águas podem vir a indicar com mais precisão os elementos dissolvidos na água. Inversamente ao que acontece com o oxigênio dissolvido, a condutividade diminui seus valores ao longo do curso de água, indicando que ocorre próximo à nascente intensa entrada de esgoto, problema que é minimizado ao longo do rio. A concentração de Sólidos Totais Dissolvidos indica a presença de diferentes íons no corpo d'água. Na análise realizada no período seco, há pouco arrasto de material através de escoamento superficial, predominando assim a concentração dos sais dissolvidos.

A variação dos sólidos dissolvidos segue o mesmo padrão da condutividade elétrica, apresentando altos valores (226 mg/L) no ponto 1 e uma diminuição progressiva dos valores até o ponto 5 (81 mg/L), indicando a entrada destes sólidos atrelada à presença de esgoto doméstico nas águas do córrego Wenzel.

4.2 Monitoramento e estratégias de Manejo

A aplicação da análise ambiental simplificada na bacia do córrego Wenzel indicou que 80% dos pontos analisados apresentam um grau alto ou preocupante de impacto ambiental. Assim sendo, pela metodologia proposta é necessário identificar as causas que levam a estes impactos (fase 6 da metodologia). Além disso, devem-se propor estratégias de manejo para a possível mitigação destes problemas.

A exemplo de outros trabalhos desenvolvidos com a mesma proposta foi utilizado o modelo Pressão-Estado-Resposta (OCDE, 2004), a partir do qual foi possível dimensionar um quadro geral da situação dos principais impactos na bacia hidrográfica e quais as ações que poderiam contribuir para a melhoria da qualidade ambiental da área. De acordo com o modelo, diversas estratégias de manejo poderiam se aplicadas a fim de diminuir a intensidade dos impactos ao meio físico nesta bacia hidrográfica (Tabela 4).

Tabela 4: Resultado da aplicação do modelo Pressão-Estado-Resposta.

Indicador	Estado	Pressão	Resposta
Lixo	<u>Entulho espalhado nas margens e nos canais de drenagem</u>	<u>Aceleração dos processos de assoreamento e contaminação da água</u>	<u>Aplicação de maiores pontos de recolhimento de entulho e trabalhos de educação ambiental</u>
Vegetação	<u>Retirada da vegetação para a pavimentação de vias</u>	<u>Eliminação das áreas de preservação permanente</u>	<u>Plantio de espécies nativas de crescimento rápido afim de recompor parte da mata ciliar</u>
Esgoto	Despejo de esgoto através de ligações clandestinas	Deterioração da qualidade das águas superficiais da bacia	Bloqueio das ligações clandestinas e investimento público em obras de saneamento básico

Das estratégias indicadas na tabela 4, a maioria delas passa pela tomada de decisão do poder público municipal, o qual é responsável por zelar pelo cumprimento da lei e por proporcionar bem-estar aos cidadãos. Além das respostas propostas pelo modelo, poderiam ainda ser realizadas ações que envolvam a capacitação de coletores de material reciclável, a fim de diminuir a elevada

quantidade de material descartado nas margens dos córregos. A construção de equipamentos de lazer integrados aos recursos hídricos, atraindo a população a interagir de maneira positiva com estes recursos. Programas de incentivo ao plantio de árvores mediante abatimento de tributos municipais poderiam ser adotados com o intuito de reduzir o déficit de vegetação em relação ao que se determina pelo Código Florestal Brasileiro. De acordo com números divulgados pela secretaria municipal de Educação, o município conta com cerca de 51 unidades escolares, as quais abrigam aproximadamente 2000 alunos distribuídos nos diferentes níveis de ensino. Assim, trabalhos de educação ambiental poderiam ser desenvolvidos nas escolas municipais visando conscientizar as futuras gerações sobre a preservação dos recursos ambientais. A parceria entre poder público municipal e Universidades, para que se desenvolvam projetos científicos que auxiliem no gerenciamento dos recursos ambientais dentro do município.

5 CONCLUSÃO

A partir do desenvolvimento do presente trabalho, conclui-se que através da análise ambiental simplificada (AAS) da bacia hidrográfica do córrego Wenzel, foi possível identificar as áreas mais degradadas e a causa de sua degradação, bem como propor estratégias que levem a uma melhora contínua dos impactos ambientais. Como parte da AAS, a aferição de parâmetros físico-químicos corroboraram para dimensionar de fato o real estado da qualidade das águas do córrego Wenzel. Dessa forma, os resultados demonstraram que na bacia hidrográfica estudada, a intensidade do parcelamento das terras e da densidade de ocupação é diferenciada. Há usos residenciais e industriais, e áreas em processo de aterramento, incluindo as áreas de nascente. Em relação à vegetação há porções com gramíneas e arbustivas, bem como arbóreas sem, no entanto cumprir em quaisquer dos pontos considerados nesta avaliação, as determinações da legislação. Em vários locais, há também deposição irregular de lixo e entulho, fato que constitui um dos graves problemas apontados neste trabalho.

Os impactos no corpo d'água variam consideravelmente em sua intensidade, desde a nascente até a foz, levando em conta os aspectos visuais (turbidez, presença de óleo, plantas aquáticas em suspensão) até os parâmetros físico-químicos, destacando-se os valores de condutividade elétrica ($306\mu\text{S}/\text{cm}$ até $112\mu\text{S}/\text{cm}$) e sólidos totais dissolvidos ($226\text{mg}/\text{L}$ até $81\text{mg}/\text{L}$), indicando quantidade excessiva de matéria orgânica, inserida no corpo d'água através de ligações de esgoto clandestinas. A aplicação da AAS na bacia do córrego Wenzel indicou que 80% dos pontos analisados apresentam um grau alto ou preocupante de impactos ambientais. Esta situação reflete diretamente os danos gerados pelo processo desordenado de urbanização, característico de uma grande parcela dos municípios brasileiros.

REFERÊNCIAS

BRAGA, R. e CARVALHO, P. F. **Recursos Hídricos e Planejamento Urbano e Regional. Rio Claro:** Laboratório de Planejamento Municipal – DEPLAN, UNESP – IGCE, 2003. PP.: 9-33.

BRASIL. LEI Nº 10.257/01 **Estatuto da Cidade.** Brasília, 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: 20 de Dez. 2012.

CEAPLA. **Atlas Ambiental da Bacia do Corumbataí.** IGCE/UNESP. 2010. Disponível em: <<http://ceapla.rc.unesp.br/atlas/>>. Acesso em: 20 de Dez. 2012.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem.** São Paulo, 2009. Disponível em:

<www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/variaveis.pdf>. Acesso em: 20 de abr. 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.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2^oed. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 1988. 575p.

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

PENTEADO-ORELLANA, M. M. Estudo Geomorfológico do sítio urbano de Rio Claro (SP). In: **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 21, n. 42, p. 23-56, 1981.

RIO CLARO. LEI MUNICIPAL Nº 3806/07. **Plano Diretor Municipal**. Rio Claro, 2007. Disponível em: <http://rioclaro.linkway.net.br/pdfs/CODIGOLEI_10164.pdf>. Acesso em: 07 de Dez. de 2012.

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.

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.

SPATTI JUNIOR, E.P., CONCEIÇÃO, F.T., PEREIRA, L.H, PINTO, S.A.F., GUEDES, E., SILVA, F.A.V. Impactos Ambientais na bacia hidrográfica do Ribeirão Monjolo Grande, Ipeúna (SP). **Geografia**, v. 37, n.3, p. 477-491, 2012.

TAUK, S. M. **Análise ambiental: uma visão multidisciplinar**. 1. Ed. São Paulo: Ed. da UNESP: FAPESP, 1991.

TUCCI, C. E. M. Urbanização e Recursos Hídricos. In: BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. (org.). **Águas do Brasil: Análises Estratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010. Disponível em: <<http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-813.pdf>>. Acesso em: 30 Jan. de 2013.

ZAINE, J. E.. **Geologia da formação Rio Claro na Folha Rio Claro (SP)**: Rio Claro [s.n.], 1994 90 f.

ZAVATINI, J. A. & CANO, H. Variações do ritmo pluvial na bacia do Rio Corumbataí. Rio Claro: **Boletim de Geografia Teorética**, v. 23, n. 1, p. 215-241, 1993.

Data de submissão: 30.01.2013

Data de aceite: 01.05.2013

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.