

APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NA ANÁLISE DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA: O CASO DA BACIA DO CÓRREGO WENZEL EM RIO CLARO (SP)

Lucas Camargo Marquezini
Universidade Estadual de São Paulo - UNESP
lucas.marquezini@gmail.com

Andréia Medinilha Panher
Universidade Estadual de São Paulo – UNESP

EIXO TEMÁTICO: GEOMORFOLOGIA E COTIDIANO

RESUMO: Em estudos que visam o planejamento territorial, a análise por bacias hidrográficas é uma proposta pertinente a objetivos como a preservação dos recursos hídricos, o planejamento ambiental, considerando que as bacias representam unidade territoriais e ecológicas. Propõe-se que a avaliação do uso da terra em uma micro-bacia urbana como instrumento para diagnosticar variações da ocupação territorial e seus decorrentes impactos na hidrologia local. Para isso escolheu-se a Bacia do Córrego Wenzel, situada na cidade de Rio Claro-SP

Foram avaliados os cenários de 1995 e 2010 constatando-se que o intenso avanço da ocupação urbana na bacia está relacionado aos problemas ambientais de diversa ordem observados na região. Se esses problemas não representam grandes impactos no contexto analisado, sua variedade demonstram um cenário complexo que demandam um planejamento em escalas mais abrangentes para sua mitigação.

ABSTRACT: In studies aimed at territorial planning, analysis by watersheds is a proposal pertaining to goals such as preservation of water resources, environmental planning, whereas the basins represent territorial and ecological unit. It is proposed that the assessment of land use in an urban micro-catchment as a tool to diagnose changes in the occupation and its resulting impacts on local hydrology. For this we chose Wenzel Creek Basin, located in the city of Rio Claro-SP

Evaluating the scenario in 1995 and 2010 noting that the advancement of intense urban occupation in the basin is related to the environmental problems of different orders observed in the region. If these problems do not represent major impacts analyzed in the context, their variety show a complex scenario that requires a broader scale planning for their mitigation.

1. Introdução

O avanço do modo de vida urbano nas relações de produção no país, ilustrado por fenômenos como agronegócio, pelo turismo rural e pelo crescimento da indústria como protagonista na economia nacional, indicam que os estudos em Geografia Física não podem mais prescindir de uma sistemática interação com os fenômenos urbanos.

Entre as diversas implicações da urbanização no meio físico podemos destacar o avanço das edificações sobre áreas de proteção, destacadamente as matas ciliares dos rios entre os quais se desenvolveu grande parte das cidades brasileiras, como demonstrou Medinilha (1999) no caso de Rio Claro, as alterações na qualidade dos recursos hídricos decorrentes das alterações nas margens dos reservatórios conforme expôs Valillo (2001) e mudanças na hidrologia subterrânea, decorrente de impactos na permeabilização do solo, como estudou Velásquez (1996) para o município de São Paulo.

Da mesma forma, o desenvolvimento tecnológico decorrente desse período histórico, oferece aos que analisam o espaço geográfico ferramentas que não podem ser desprezadas, aqui

destacadamente nos referimos às geotecnologias, conforme discute Tauk (1991). Enquanto os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), representa um marcante avanço nos métodos de análise do espaço de forma a integrar diferentes esferas de fenômenos espaciais, técnicas de fotointerpretação possibilitam que estudos de uso da terra se desenvolvam em variadas escalas, visando traçar análises fundamentais para o planejamento territorial.

Na perspectiva de possibilitar uma análise territorial e ecológica do espaço geográfico, escolhe-se a bacia hidrográfica como unidade básica de análise e planejamento.

Para Ross e Del Petre (1998), as bacias hidrográficas se tornam um instrumento de planejamento e gestão fundamental, pois todos os processos relativos à interação homem-natureza estarão de alguma forma relacionados à hidrologia, representando um objeto de interesse ao gerenciamento de recursos hídricos. A bacia hidrográfica representa um sistema sobre o qual é possível avaliar processos ecológicos e territoriais, como a expansão urbana, e a partir disso desenvolver estudos sobre estas interações visando o planejamento ambiental.

Remontando à já mencionada questão do uso da terra, segundo Garcez e Alvarez (1988):

É necessário frisar o importante papel desempenhado pelo tipo de cobertura e uso da bacia hidrográfica em estudo e sua referência na avaliação do comportamento hidrológico desta. A tendência cada vez mais acentuada de ocupação de todas as partes do globo pelo homem para aproveitar os materiais disponíveis faz com que o tipo de cobertura do terreno de uma bacia se modifique em alguns casos substancialmente, alterando as características da bacia no tempo. (Garcez e Alvarez, 1988, p. 40)

Este trabalho integra uma série de análises por meio de ferramentas de geotecnologias que constituíram um trabalho de iniciação científica junto ao Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento da UNESP de Rio Claro. Uma bacia piloto intraurbana foi escolhida e no presente trabalho apresentamos os resultados relativos à análise do uso da terra, desenvolvida por meio de uma análise evolutiva com dois cenários diferentes.

2. Objetivos

O mapeamento do uso da terra foi escolhido como método para análise da atuação antrópica sobre a bacia hidrográfica em estudo. Foi por meio desse mapeamento que objetivou observar a dimensão das diferentes formas de uso da terra na área de estudo e, por meio de uma análise comparativa entre os cenários de 1995 e 2010, discutir as possíveis relações entre esses processos e os impactos ambientais observados na área.

Para cumprir esse objetivo, as áreas determinadas como sendo de preservação permanente (APP), em função da presença do leito fluvial foram estudadas com ênfase.

3. Localização e Caracterização da Área de estudo

O córrego Wenzel, afluente direto do córrego da Servidão, deságua no ribeirão Claro, o qual compõe a bacia do rio Corumbataí. A nascente deste recurso hídrico está situada entre as coordenadas geográficas 22°24'30"S e 47°34'35"W. Já a confluência com o córrego da Servidão situa-se nas coordenadas 22°25'61"S e 47°34'35"W (figura 1).

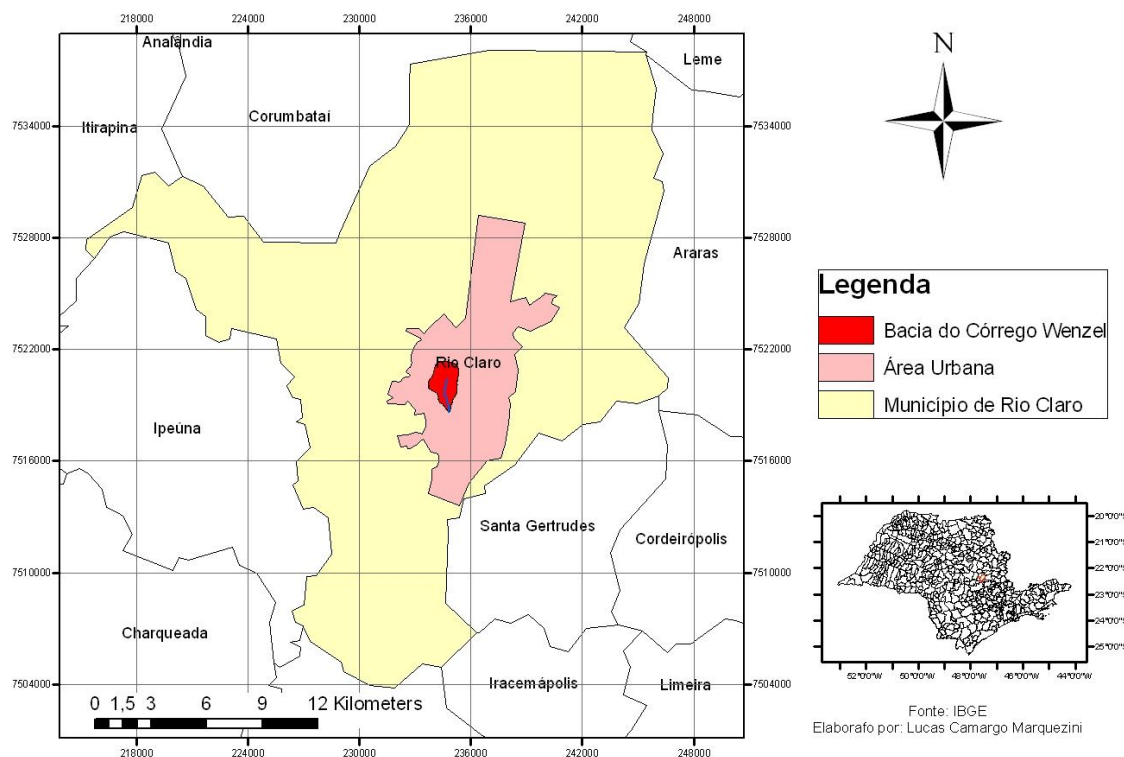


Figura 2 – Localização da bacia do córrego Wenzel na cidade de Rio Claro/SP

Segundo o Plano Diretor do município de Rio Claro, a bacia em estudo localiza-se na unidade de planejamento central, estando totalmente inserida na área urbana do município, cuja ocupação predominante é residencial, havendo resíduos de vegetação no entorno do córrego Wenzel.

Rio Claro é uma cidade média, na Depressão Periférica Paulista, que se desenvolveu nas planícies do interflúvio Ribeirão Claro-Rio Corumbataí, tendo seu relevo caracterizado por suaves colinas de poucos desníveis topográficos (PENTEADO-ORELLANA, 1981, p. 23 a 56). e a geologia marcada sobretudo marcada pelos afloramentos das formações argilosas da Formação Corumbataí e pacotes sedimentares pouco consolidados da formação Rio Claro (Zaine, 1994).

O município está na Bacia do Rio Corumbataí, afluente do Rio Piracicaba, que compõe a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 5, referente às bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Segundo Zavatini e Cano (1993) esta bacia apresenta uma pluviosidade anual

média de 1392,6mm, com chuvas concentradas destacadamente no Verão. As temperaturas médias mensais variam entre 14,9°C e 23,7 °C.

A história de Rio Claro aponta como vetor do desenvolvimento o período do café no estado de São Paulo, tendo sido a ferrovia um vetor fundamental de desenvolvimento. Rio Claro foi uma das cidades mais ricas desse período tendo sido a primeira no estado de São Paulo e segunda em todo o Brasil (depois apenas da então capital nacional Rio de Janeiro) a ter energia elétrica. Como foi comum entre as cidades protagonistas nesse período, a indústria passou a exercer um papel fundamental na continuação do desenvolvimento da cidade no século XX, apresentando ainda hoje uma atuação decisiva no crescimento da cidade. Entre 1999 e 2007 O valor adicionado da indústria apresentou um salto de R\$439,2 para R\$1612,1 milhões.

4. Material e Método

A geração das cartas de uso da terra nos dois cenários se baseou sobre tudo na classificação de fotos aéreas, com a confirmação das informações levantadas na classificação por meio de observações em trabalhos de campo.

Foram obtidas fotos aéreas obtidas dos levantamentos aerofotogramétricos de 1995 e 2010 junto ao Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Análise e Planejamento Ambiental (CEAPLA) da UNESP de Rio Claro. As mais antigas, em meio analógico, em resolução espacial de 1:25000, foram georreferenciadas e tratadas do software ArcGIS 9.3. A delimitação das áreas de cada classe, tendo em vista o alto detalhamento da área em estudo, foi feita por análise visual, por meio software ZW CAD 2008 e posteriormente foi concluída com classificação e edição das cartas sendo realizadas pelo ArcGIS 9.3. A classificação teve ainda como suporte dados do mapeamento da Secretaria Municipal de Planejamento, Desenvolvimento e Meio Ambiente (SEPLADEMA), com dados de 2008, quando foi editado a última versão do Plano Diretor Municipal.

As fotos de 2010, em meio digital, georreferenciadas, possibilitaram um mapeamento com resolução espacial de até 1:5000, possibilitando uma classificação mais detalhadas, com um maior número de formas de uso identificadas e tendo por base apenas a fotos aéreas e os trabalhos de campo realizados um ano após o levantamento aerofotogramétrico.

Na carta de uso da terra de 2010, por meio das fotos na escala 1:5.000, foi possível identificar um número maior de classes em relação às fotos de 1995, na escala 1:25.000. Assim, no mapeamento de 2010 foi possível identificar as áreas de maior intensidade de deposição de resíduos sólidos bem como diferenciar áreas edificadas de uso residencial dos barracões utilizados por empresas de indústria e serviços, que constituíram duas classes diferenciadas. Para fins de comparação, essas duas classes ficam agrupadas em um mesmo uso (“Área edificada”, conforme classificação de 1995).

Na classes “Urbano industrial” foram agrupados barracões utilizados conforme observações de campo por pequenas indústrias propriamente ditas, de produção, bem como oficinas mecânicas,

funilarias e depósitos. As classes temáticas previamente estabelecidas foram definidas conforme a tabela 3.

5. Resultados e discussões

No que diz respeito aos tipos de usos da terra de 1995, observa-se o destaque da classe “áreas edificadas” com 43,8%. Destaca-se também que a segunda classe mais relevante no mapeamento de 1995 é a classe “Em construção”. Estando a área então em um processo de relativa expansão do uso da terra, há também uma participação relativamente importante da classe “solo exposto”. Áreas arborizadas e de mata somadas chegam a 11,4%.

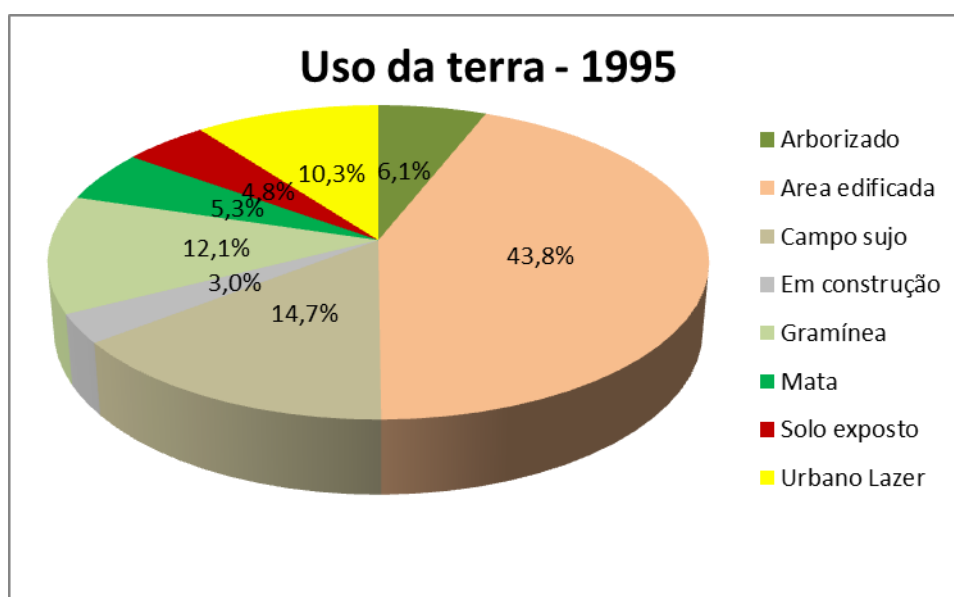


Figura 7 – Setograma de uso da terra em 1995 - Elaborado por Lucas Camargo Marquezini, 2011.

No levantamento de 2010, foram identificadas 39,9% da área classificada como “Urbano Residencial” e 18,2% da área classificada como “Urbano Industrial”. Isso consiste em um contexto onde 58,1% da área se enquadraria naquilo que no mapeamento de 1995 foi classificado como “Área edificada”. Áreas de mata e arborizadas somadas tiveram uma redução para 8,1% do total, enquanto áreas cobertas por gramíneas cresceram de 12,1% para 15%.

Nenhuma área mapeada foi identificada como de finalidade agrícola ou pecuária. Através de trabalho de campo observou-se que algumas áreas de várzea, sobretudo no setor mais próximo à nascente, servem para pastagem de cavalos, mas apenas esporadicamente.

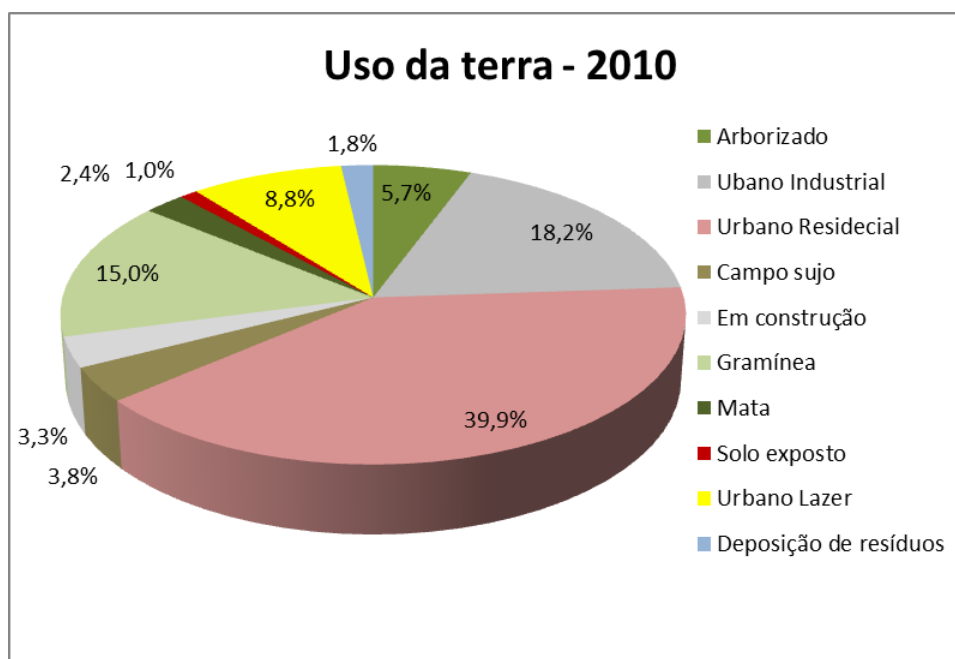


Figura 8 – Setograma de uso da terra em 2010 - Elaborado por Lucas Camargo Marquetini, 2011.

Os barracões que caracterizam a classe “Urbano Industrial” apresentam uma distribuição dispersa na bacia como um todo, havendo núcleos de concentração no entorno da Avenida Castelo Branco e da Rua 14, outra via de alto fluxo. Grande parte desses barracões são na verdade destinados a serviços automotivos.

A conservação da mata ciliar pôde ser observada apenas na porção sul do leito, sendo que as áreas de várzea à montante são ocupadas por gramíneas, campos sujos utilizados como “lixões” pelos moradores e empresários locais. No decorrer do leito duas extensas áreas de deposição de resíduos puderam ser identificadas pelas fotografias aéreas. Todavia, através de observações de campo percebeu-se que as áreas das classes “Mata” e “Campo Sujo” são extensivamente usadas como depósito de lixo, atingindo inclusive o próprio leito do córrego. Outros lixões podem ser identificados em terrenos vazios, principalmente nos arredores de áreas de edificações em reforma ou em construção. Áreas de lazer foram mais identificadas na porção leste da bacia, em direção ao centro da cidade.

Nota-se que no mapeamento de 1995, o setor central do leito, à jusante do trecho cortado pela Via Castelo Branco, possuía uma preservação maior de áreas de várzea, em setores hoje ocupados por barracões.

A análise comparativa das cartas de uso da terra apontam para um processo de ocupação crescente por parte da urbanização, identificado, especialmente pelo avanço do percentual das áreas edificadas e acentuada redução das áreas de campo sujo (de 12,1% para 5,7%) Na porção oeste do córrego, em 2010 houve uma importante ocupação por edificações em terrenos que em 1995 eram

apenas áreas de loteamentos. Pelo mesmo processo podemos identificar uma queda relativamente grande das áreas classificadas como “solo exposto” (de 4,8% para 1%).

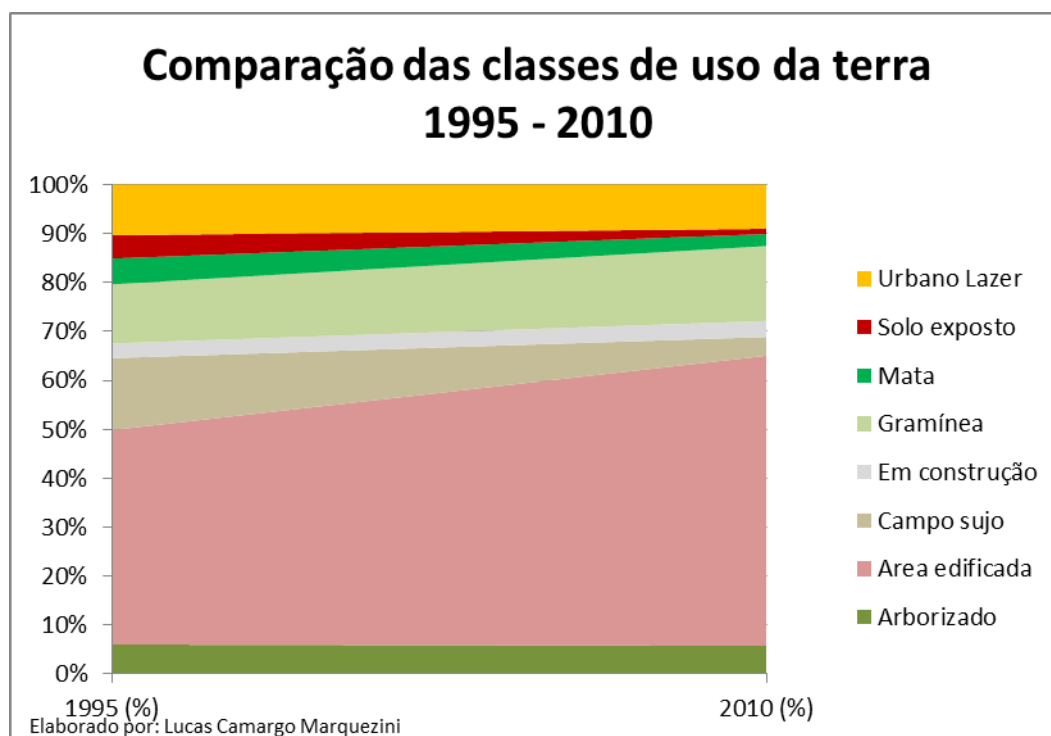


Figura 9 - Evolução das classes de uso da terra na bacia do córrego Wenzel, no ano de 1995 e de 2010.

6. Uso da terra e problemas ambientais

Em por Monteiro e Viadana (2006, p.6), foi feito um levantamento dos problemas ambientais da área em estudo no cenário daquele momento, entre os quais foram destacados:

- 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 jogado 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.

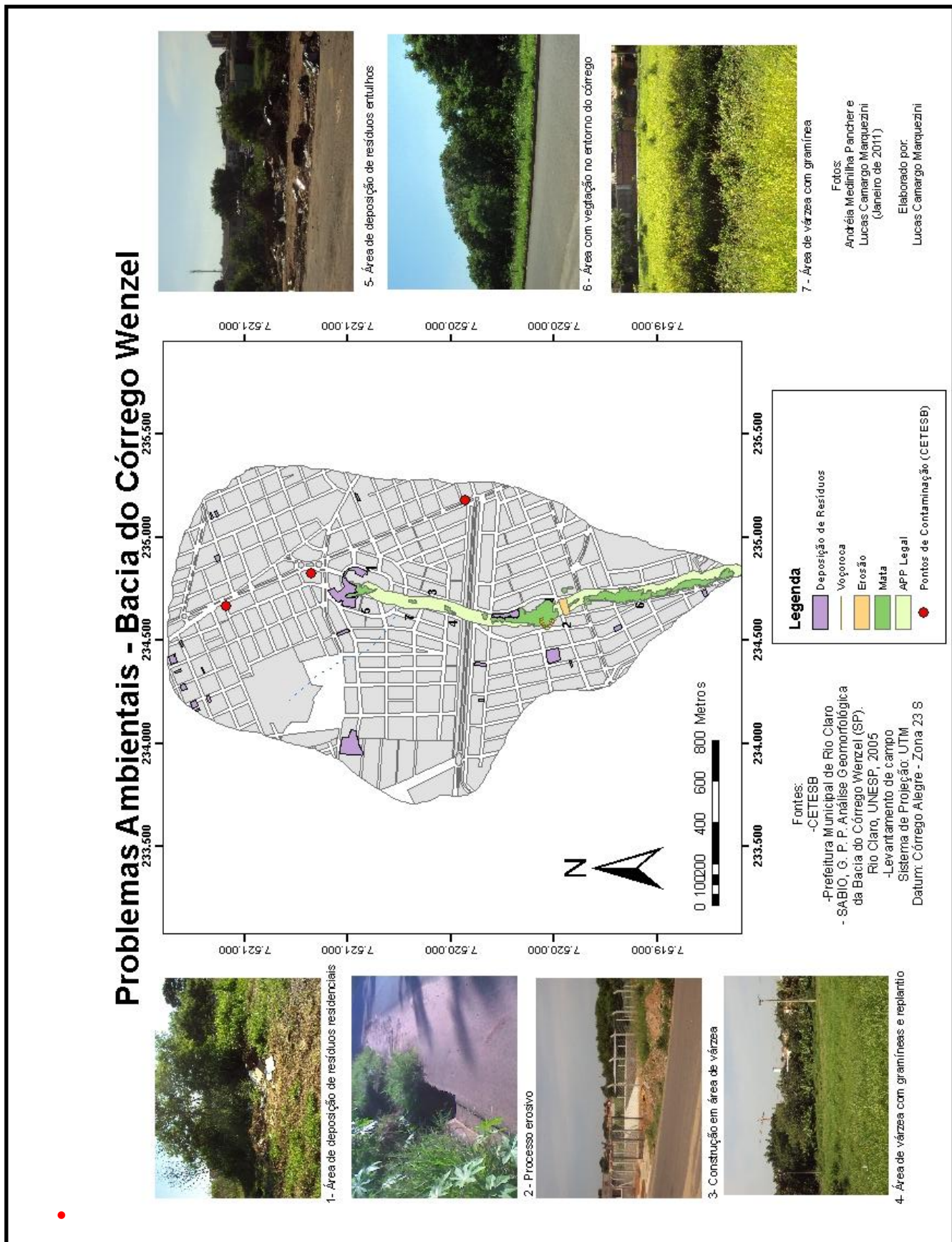
Por meio de pesquisa de campo foi possível salientar outras questões tidas como potencialmente problemáticas, a saber:

- Mau odor do leito nas áreas de cabeceira, sobretudo nos pontos em que a água acumula.
- Erosão linear ao redor do leito, o que ocasionou, em julho de 2010, um pequeno desmoronamento de um trecho da avenida 10.
- Presença de três pontos de contaminação declarados pela CETESB (2010), afetando o solo e a água subterrânea, sendo que um deles foi declarado como ameaça às áreas no entorno.
- Ocorrência de enchentes.

O levantamento dos impactos ambientais representados no mapa da figura XX demonstra que os problemas se não são da maior intensidade, são variados. São problemas que podem afetar diretamente a qualidade dos recursos hídricos e de vida da população local.

Ainda, realizou-se uma comparação da área de mata mapeada (2010) no entorno de córrego e a área de APP determinada pela legislação ainda vigente. Para essa análise foi desconsiderado o trecho do leito que se encontra quase totalmente canalizado, tendo sido considerado a partir da confluência entre o córrego e um breve afluente que escoar desde as proximidades da Rua 14.

Vale ressaltar, que não foram consideradas as alterações previstas pelo Novo Código Florestal Brasileiro, em tramitação no Poder Legislativo Federal. De qualquer forma, cabe ressaltar a presença apenas esparsa da APP ocupada por mata densa, estando boa parte do restante ocupada por arborização plantada de pouca densidade, ou mesmo apenas por gramíneas. Áreas de mata e gramíneas têm sido utilizadas como lixões, como se observa pela associação da ocorrência de áreas de depósitos de resíduos com áreas de mata preservada.



Conclusão

Apesar da intensa ocupação observada nos últimos anos, a área ainda apresenta uma considerável preservação de sua mata ciliar, o que no entanto não representa o cumprimento da legislação vigente.

Na área de estudo são observados problemas ambientais que, se não são intenso são de ordens variadas e diretamente relacionados à intensificação do padrão urbano da área e do seu entorno. Considerando a característica avançada do avanço da cidade de Rio Claro, o que se pode propor é que o desenvolvimento urbano da cidade esteja aliado a uma política de planejamento, cujo zoneamento leve em consideração os aspectos físicos do município.

Obras de engenharia e políticas de zoneamento se fazem necessárias, bem como uma gestão permanente dos usos e impactos do uso da área. Para isso o uso de geotecnologias é proposto como uma alternativa eficaz e cada vez mais necessária.

O presente trabalho objetivou apresentar algumas potencialidades que o uso de diversas técnicas de geoprocessamento pode oferecer para a gestão territorial de bacias hidrográficas e assim oferecer uma fundamental contribuição para o gerenciamento de recursos hídricos e ambientais.

Referências

ALMEIDA, J. R. [et al]. **Planejamento ambiental: caminho para participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum: uma necessidade, um desafio**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Editora Biblioteca Estácio de Sá, 1999.

BORTOLETTO, K. C. **Aplicação de SIG em estudo de enchentes em área urbana**. (trabalho de graduação). Rio Claro: IGCE/UNESP, 2002

CARVALHO, P. F. Águas nas cidades: reflexões sobre usos e abusos para aprender novos usos. In: 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**

CEAPLA. **Atlas Ambiental da Bacia do Corumbataí**. IGCE/UNESP. Disponível em: <http://ceapla.rc.unesp.br/atlas/>. Acessado em 20 de outubro de 2011.

CERRI, L. E. S.; ZAINÉ, J. E.; NÓBREGA, C. A.; GIBOTTI JUNIOR, M.; **Estudo geológico-geotécnico em área de instalação de posto de combustível em Rio Claro (SP)**: São Paulo, v. 22, N. Especial, p. 105-116, 2003

GARCEZ, L. N. e ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**.. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1988.

LANNA, A. E. Gestão dos recursos hídricos. In: TUCCI, C. E. (org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre, Editora da UFRGS – ABRH, Porto Alegre, 2001, 2. Ed.

LEAL, A. C. Gestão Urbana e regional em bacias hidrográficas: interfaces com o gerenciamento de recursos hídricos. In: BRAGA, R. e CARVALHO, P. F. **Recursos Hídricos e Planejamento Urbano e Regional. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal – DEPLAN, UNESP – IGCE**, 2003. P. 65-86.

MEDINILHA, A. **A degradação da mata ciliar e os impactos nos recursos hídricos desencadeados pela expansão urbana de Rio Claro/SP no entorno do Rio Corumbataí**. (tese de mestrado). São Carlos : [s.n.], 1999

MONTEIRO, A. B. e VIADANA, A. G. Técnica alternativa e simplificada para a aferição de hidrotopos aplicada ao córrego Wenzel. In: **Estudos Geográficos**, Rio Claro, 7(1): p. 1-15, 2009, Rio Claro/SP

MOURA, A. C M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. Belo Horizonte: A autora, 2005.

NEGRI, B. **Concentração e desconcentração industrial em São Paulo (1880 – 1990)**. Campinas-SP, Editora da UNICAMP, 1996. 1. Ed.

PENTEADO, M.M. Contribuição ao Estudo do clima no estado de São Paulo: caracterização da área de Rio Claro. **Notícia Geomorfológica**. Campinas, v. 6, n. 11, p. 33-39, 1966

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.

ROSS, J. L. S. e DEL PRETTE, M. E. Recursos hídricos e as bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental. In: **Revista do Departamento de Geografia/Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP** - n. 12, 1998. p. 89-122

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de textos, 2006

SÃO PAULO. **Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE)**: Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/>>. Acesso em 15 de outubro de 2010.

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

VALILLO, J. M. **Verificação da qualidade da água do córrego Cachoeirinha - afluente do rio Ribeirão Claro, Rio Claro – SP.** Trabalho de Graduação. Rio Claro, UNESP, 2002.

VELÁSQUEZ, L. N. M. **Efeitos da urbanização sobre o sistema hidrológico :aspectos da recarga no aquífero freático e escoamento superficial - área piloto: sub-bacias Sumaré e Pompéia, município de São Paulo.** (Dissertação de Mestrado). São Paulo, 1996

VITTE, A. C. e GUERRA, A. J. T. (org.) **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004

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 – SP. **Boletim de Geografia Teórica**, 23:215-240, 1993.