

APLICAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS PARA CARACTERIZAÇÃO DA MICROBACIA DO CÓRREGO BARRINHA, PIRASSUNUNGA-SP

Vera Maria da Costa NASCIMENTO¹ & Valdir Aparecido GALIANO²

¹ Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais - CEPTA/IBAMA

² Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

RESUMO

A possibilidade de geração de imagens a partir de uma base de dados é fundamental na aplicação de um plano de manejo que permita a exploração sustentável dos recursos naturais. Foi aplicado um SIG na microbacia do córrego Barrinha, utilizando-se *software* IDRISI for Windows versão 2.0, partindo do georreferenciamento da área e digitalização de carta planialtimétrica. Foram determinadas as coordenadas dos pontos de georreferenciamento, e elaborados modelo digital de elevação (MDE) e carta de uso do solo, para análise das feições geográficas, uso e ocupação da área. Estas imagens mostraram uma morfologia com desníveis topográficos incipientes, declives variando entre 1,5% e 4,5%, e uma grande diversidade de eventos. A maior parte da cobertura vegetal original foi substituída por culturas. Permanece conservada uma estreita faixa de mata ciliar em alguns trechos do córrego e uma área de cerrado e cerradão, nos terrenos do CEPTA/IBAMA.

Palavras-chave: Microbacia hidrográfica; Sistema de Informações Geográficas – SIG; Sustentabilidade.

ABSTRACT

CHARACTERIZATION OF BARRINHA STREAM WATERSHED THROUGH GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM - GIS

The sustainable exploitation of natural resources request a series of data and strategies to conceive the application of a good management plan. In the present study it was applied the Geographical Information System - GIS - to characterize the Barrinha stream watershed. An IDRISI software for Windows version 2.0 was simultaneously used with geographical references and digital conversion of topography maps related to the area of study. The geographical coordinates were defined, as well as, it was prepared an elevation digital model - EDM - plus a map of soil utilization for further geographical features analyses and

suitable uses of area. The images achieved indicated an landscape morphology with small differences related to topographical levels with slopes varying from 1.5% to 4.5% and a large diversity of events. It was possible to observe that the major part of the original vegetation was exchanged for agricultural systems. Only a narrow portion of a marginal forest along the river side is still conserved in some parts of Barrinha Stream and a small scrub area the CEPTA - IBAMA property.

Key words: Watershed; Geographical Information System - GIS, Sustainability

INTRODUÇÃO

O problema da degradação ambiental é bastante antigo, confundindo-se no tempo e no espaço com a evolução e a capacidade modificadora do homem em relação ao ambiente. A apropriação, o uso e a exploração deste meio são realizados, em geral, de forma indiscriminada, levando em consideração tão somente atender às necessidades e resultados imediatos e privilegiando políticas desenvolvimentistas que contemplam apenas os aspectos econômicos e financeiros. Na busca de modelos de desenvolvimento, várias teorias foram formuladas apontando para soluções próprias para cada região, considerando as questões ecológicas igualmente às questões culturais, e as necessidades imediatas da mesma forma que as de longo prazo. Além disso, salientam que as intervenções humanas podem ser criativas e benéficas se respeitarem os sistemas naturais e suas potencialidades de evolução (Sachs *apud* Tabaczinski, 1995).

Atualmente a sociedade percebe que o desenvolvimento econômico somente atingirá um ponto máximo e assim permanecerá se for conciliado com o respeito à qualidade ambiental, ao que se denomina desenvolvimento sustentável. O conhecimento das vocações e susceptibilidades de uma região permite que suas potencialidades sejam exploradas, respeitando os limites de qualidade e a capacidade de suporte do meio. Dessa forma, o conhecimento e o monitoramento de determinada região permitem que sejam executadas intervenções para a consecução de planejamento de uso e ocupação do solo e utilização dos recursos ambientais (Tabaczinski, 1995).

A dinâmica dos processos sócio-econômicos exige um instrumento que forneça respostas imediatas e que tenha capacidade de simulação de situações. Este deverá permitir uma prospecção imediata de eventos possíveis de se sucederem e o prognóstico permitirá uma intervenção racional e ágil nos processos de desenvolvimento. Essa necessidade de respostas rápidas e seguras demanda a manipulação, integração e inter-relacionamento de um crescente volume de dados e informações que se modificam, e, por isso, devem ser atualizados em velocidade cada vez maior.

O Sistema de Informações Geográficas (SIG), vem ao encontro dessa realidade, devido ao seu potencial de integração com o usuário, de sua capacidade de cruzamento de informações, velocidade de operação, capacidade de simulações e versatilidade de apresentação de informações espaciais (Tabaczinski, 1995). Além disso, com a liberação, pelos Estados Unidos, do uso do GPS (Global Positioning System) para emprego não militar e com a comercialização de equipamentos GPS submétricos, surgem novas alternativas para coletas de dados em campo (Blitzkow, 1995), proporcionando informações de qualidade (Bueno, 1995). O GPS fornece dimensões precisas de todas as feições medidas em campo. Um SIG pode ser alimentado com informações temáticas, como nomes dos proprietários, potencial erosivo, direção de fluxo etc., em um *software* que facilite o acesso aos dados e proporcione meios para monitoramento e recuperação das áreas de preservação permanente, como margens de nascentes, espelhos e cursos d'água. Pode ainda auxiliar no remanejamento de culturas, aumentando a produção agrícola e diminuindo o transporte de materiais e assoreamento dos ambientes aquáticos. Conseqüentemente promove uma melhoria nas condições dos ecossistemas de uma bacia hidrográfica (Ballester, 1996).

O Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais - CEPTA/IBAMA, em Pirassununga (SP), é abastecido de água pelo córrego Barrinha o qual nasce fora do Centro e, desde a sua nascente está sujeito a alterações na quantidade e qualidade da água, uma vez que na zona de influência da sua microbacia estão localizadas áreas de degradação, potencialmente impactantes, como agroecossistemas e mineração. Por outro lado, a microbacia do córrego Barrinha não recebe um manejo adequado de solo e da água (Nascimento, 1994). No CEPTA, o córrego é represado e utilizado para criação experimental de peixes tropicais. Essa atividade promove modificações na qualidade da água através da introdução de nutrientes, na forma de fertilizantes químicos ou orgânicos (Bernardino & Ferrari, Ferrari *et al. apud* Nascimento, 1994) e de alimentos suplementares (ração). Apesar dos trabalhos com aqüicultura terem sido iniciados, na área da microbacia do córrego Barrinha, por volta de 1939, com a criação da Estação Experimental de Biologia e Piscicultura - EEBP, somente a partir de 1983, após a implantação do CEPTA, é que foram encontrados registros de dados sobre as características físicas desta microbacia.

Mendonça *et al.* (1990) elaboraram levantamento da situação da microbacia após a ocorrência, em diversas ocasiões, de problemas devido ao aumento da concentração de partículas de solo, em suspensão, na água da represa, nos tanques e nos viveiros do CEPTA. Foram ainda detectadas altas concentrações de metais, como alumínio, em incubadoras, provocando mortalidade total de larvas de peixes. Esse levantamento identificou pontos de erosão devido à má conservação do solo na área de agricultura. Por outro

lado, foi constatado que a vegetação marginal, que serviria para proteger o córrego contra a entrada de material alóctone, foi removida na zona agricultável sendo substituída por plantações que ocupam totalmente o terreno até o curso d'água. O levantamento citado sugeriu que fossem tomadas providências imediatas para recuperar a área da microbacia e proteger, em qualidade e quantidade, a água do córrego Barrinha, que teria como último usuário o CEPTA (Nascimento, 1994).

Este trabalho teve como objetivo formar uma base de dados, que forneça informações sobre cobertura vegetal, clinografia, divisas, edificações, fornecer a localização de estradas e sedes das propriedades existentes na microbacia e caracterizar morfologicamente a superfície, para orientação do uso e ocupação da área.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A área de estudo localiza-se geograficamente em $47^{\circ} 22' 00''$ W e $21^{\circ} 55' 35''$ S, e $47^{\circ} 24' 00''$ W e $21^{\circ} 57' 30''$ S, a aproximadamente 575 m acima do nível do mar, nas proximidades do Distrito de Cachoeira de Emas, no município de Pirassununga, Estado de São Paulo, Brasil, e é uma sub-bacia do rio Mogi Guaçu. Tem sua área distribuída em nove propriedades agrícolas, incluindo o CEPTA/IBAMA, as quais desenvolvem diversas atividades agropecuárias, como a plantação de citros, cana-de-açúcar, forrageiras de inverno entre outras, além da criação de gado bovino e atividades de mineração, como a extração de saibro. Todas essas atividades influenciam a economia da região. No CEPTA, que tem a maioria de seus tanques, viveiros e laboratórios abastecidos pelo referido córrego, é praticada experimentalmente a aqüicultura.

Georreferenciamento

Foi implantada uma rede geodésica local, utilizando-se um DGPS TRIMBLE, a partir do transporte das coordenadas de um marco oficial do IBGE n.º 91611, denominado Pirassununga, localizado no Campus da USP desta cidade, para outro, construído no CEPTA/IBAMA, o qual foi utilizado como ponto de partida para a implantação da rede. Um segundo marco de apoio, de dimensões menores, foi construído na extremidade sul da microbacia, para obtenção de uma distância base. Determinaram-se também as coordenadas de mais onze pontos estrategicamente distribuídos pela microbacia, identificáveis na carta planialtimétrica existente, para posterior análise de deformações da carta, sendo que, em alguns foram construídas pequenas estruturas em concreto para permitir reutilizações futuras. Depois de determinadas as coordenadas dos pontos, utilizaram-se três referências

de nível do IBGE (RN2882-F, RN2882-R e RN2881-T) e determinaram-se suas coordenadas para que a área estivesse também referenciada em nível.

Digitalização e elaboração de imagem digital

Após a implantação da rede, executou-se a digitalização da carta planialtimétrica já existente e georreferenciada, da microbacia, observando-se os principais usos do solo. A conversão dessa carta em dados digitais foi feita utilizando-se o *software* TOSCA, versão 2.12 e mesas digitalizadoras SUMMAGRAPHICS modelo Summagrid IV, tamanho A0. A digitalização foi feita em duas etapas: a) todas as feições que pudessem ser representadas por linhas; b) um arquivo de polígonos que representam os usos e ocupações na microbacia.

Emprego do SIG

As feições geográficas da área foram analisadas utilizando-se IDRISI *for Windows* versão 2.0, *software* que permite a manipulação de imagens digitais para emprego em SIG. Com o arquivo criado pelo *software* TOSCA, com a digitalização das curvas de nível, foi gerada uma imagem ortogonal com um modelo digital de elevação (MDE), onde foram aplicados filtros para um melhor ajustamento da imagem em pontos de acidentes de relevo, como por exemplo, a cava da rodovia que passa pela microbacia. Com este modelo digital pode-se observar, de uma maneira global, a morfologia, diferenciando as áreas de topo, as características das vertentes e dos vales.

RESULTADOS

As coordenadas dos pontos de controle obtidos, utilizados para o georreferenciamento da carta e a localização dos pontos de controle e de apoio são apresentados na Tabela I.

Caracterização Geral da Morfologia da Superfície

O MDE obtido (Fig. 1), mostra que a microbacia do córrego Barrinha, apresenta desníveis topográficos incipientes, onde se verifica, nas áreas de topo, declives variando de 1,5% a 2,0%, predominando vertentes côncavas, com quebras e declives pouco pronunciados. Essa morfologia contrasta com setores do médio e baixo curso do manancial, onde se verifica o encaixamento do flúvio em sedimentos cuja característica textural apresenta variação tipificada em função, principalmente, das fases de pedogênese observadas nos terraços recentes e sub-recentes. A área da nascente principal do córrego apresenta nichos de nascentes em anfiteatro alveolar e contribuição direcionada a uma única linha de flúvio.

TABELA I - Coordenadas geográficas UTM e geodésicas no sistema SAD-69

Ponto	UTM		SAD 69		Altitude(m)
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	
USP	247734.5324	7569069.3891	21° 57' 52.6016" S	47° 26' 34.0362" W	608.3844
CEPTA 1	254813.7525	7572667.6815	21° 55' 59.2891" S	47° 22' 25.4745" W	562.0026
CEPTA 2	254898.6667	7572765.4807	21° 55' 56.1537" S	47° 22' 22.4642" W	576.8454
PC 1*	255342.9104	7572293.6099	21° 56' 11.7111" S	47° 22' 7.2451" W	584.9216
PC 2	255321.0317	7571700.5849	21° 56' 30.9715" S	47° 22' 8.3264" W	593.2065
PC 3	254631.3858	7570673.4539	21° 57' 4.0026" S	47° 22' 32.9032" W	601.1243
PC 4	252289.6465	7570556.6630	21° 57' 6.6120" S	47° 23' 54.5394" W	605.9783
PC 5	253904.4668	7571475.9513	21° 56' 37.5575" S	47° 22' 57.7902" W	593.3072
PC 6	253721.9302	7572163.9183	21° 56' 15.1089" S	47° 23' 3.7756" W	589.0907
PC 7	254140.9370	7573092.4115	21° 55' 45.1479" S	47° 22' 48.6790" W	582.4129
PC 8	255261.4577	7573371.7892	21° 55' 36.6330" S	47° 22' 9.5018" W	549.8458
P-REF 1**	252707.1168	7569932.8703	21° 57' 27.0950" S	47° 23' 40.3369" W	609.8676
RN 2882 - F***	258773.0381	7565986.3792	21° 59' 38.389673" S	47° 20' 11.1211" W	600.4109
RN 2882 - R	252536.3027	7564022.8566	22° 0' 39.058853" S	47° 23' 49.5136" W	634.4145
RN 2881 - T	264163.3499	7564579.4908	22° 0' 26.758074" S	47° 17' 4.0193" W	576.3602

* Ponto de controle

** Ponto de referência

*** Referência de nível

No setor de médio curso as vertentes são predominantemente convexas; com declividades médias de aproximadamente 4,5%, sendo as maiores de toda a microbacia. Existe nessa parte do córrego outro nicho de nascentes responsável por considerável aumento do volume de água.

São observadas vertentes côncavas nas áreas de coalescência, no trecho do baixo curso, onde estão também as menores declividades, variando de 1,0% a 2,0%.

Escala - 1: 25.000

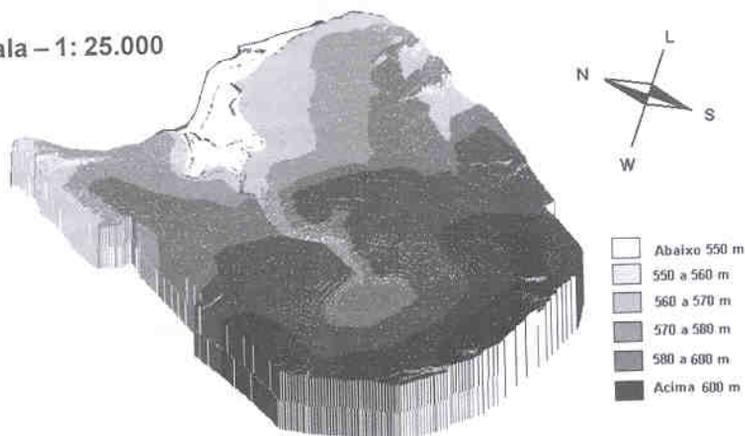


Fig.1 - Modelo Digital de Elevação da Microbacia do Barrinha, Pirassununga-SP

Usos e ocupação do solo da microbacia

Apesar da microbacia ocupar uma área de apenas 850 ha, ocorre uma grande diversidade de eventos, com variação no uso e ocupação do solo (Fig. 2). São encontrados núcleos urbanos na parte leste (Vila Santa Fé e Vila da Academia da Força Aérea) e nordeste, (parte do distrito de Cachoeira de Emas, na margem esquerda do rio Mogi Guaçu), e o CEPTA, com suas edificações, vias pavimentadas e unidades (tanques e viveiros) experimentais de aqüicultura. A microbacia é atravessada por uma rodovia estadual (SP 201), com fluxo médio de veículos, e por estradas municipais, utilizadas para manutenção e escoamento da produção agrícola.

Escala – 1: 25.000

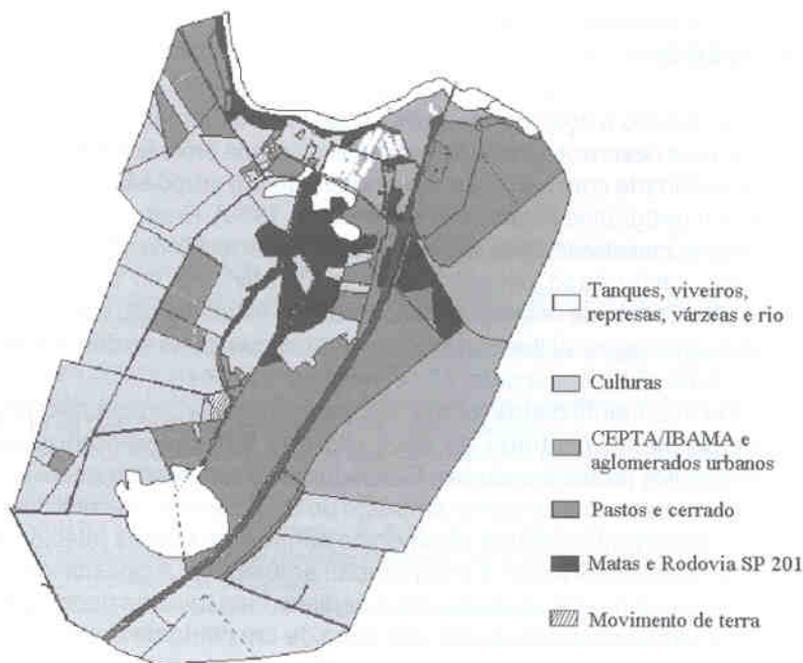


Fig. 2 - Uso e ocupação da Microbacia do Barrinha, Pirassununga-SP, em julho de 1998.

Numa pequena área, localizada no médio curso do córrego, é praticada a extração de material argiloso utilizado na construção civil. Nessa região predomina o plantio canavieiro e o remanescente de mata ciliar é incipiente, não promovendo a necessária retenção de partículas de solo que, levadas pelo escoamento superficial, causam o assoreamento do córrego.

A cobertura vegetal da microbacia apresenta uma faixa de cerrado remanescente, importante representação deste tipo de vegetação no estado de São Paulo. Nos terrenos do CEPTA/IBAMA, a vegetação original de cerrado e cerradão está conservada, mesclada a árvores de eucalipto e frutíferas, também está mantida a mata ciliar do córrego Barrinha. A várzea da nascente principal está ocupada por espécies de gramíneas, numa área aquém da exigida pela legislação vigente como área de preservação permanente. A agricultura significa a maior parte da cobertura vegetal e está representada por culturas perenes, principalmente citros, e anuais como milho, algodão, soja, cana-de-açúcar, e forrageiras de inverno como alfafa, aveia preta e painço, plantadas alternadamente. A cultura de cana-de-açúcar está concentrada na parte noroeste da microbacia.

DISCUSSÃO

A ocupação é ação ou efeito de ocupar o solo, tomando posse física do mesmo para desenvolver uma determinada atividade produtiva e de qualquer índole, relacionada com a existência concreta de um grupo social, no tempo e no espaço geográfico (Sahope *apud* Moreira, 1990). Enquanto o uso está relacionado a uma atividade econômica, mesmo que nenhuma alteração tenha acontecido, neste caso podemos citar o extrativismo ou uma área de preservação. Com base nesses conceitos, na área estudada são consideradas ocupações apenas os núcleos urbanos enquanto que todas as demais áreas, incluindo mata ciliar preservada, são considerados usos.

Uma vez identificadas as feições da microbacia, faz-se necessário um monitoramento contínuo da evolução das atividades com vistas à conservação dos recursos naturais. Esse acompanhamento tornar-se-á mais viável, rápido e econômico com o emprego do SIG, além da possibilidade de simulação dos eventos futuros, atuando no controle de fatores relacionados à produção e à conservação e recuperação ambientais. A possibilidade de geração de imagens que se apresenta a partir de uma base de dados digitais será fundamental no processo de aplicação de um plano de manejo para a área, considerando-se inclusive a possibilidade de criação de uma Área de Proteção Ambiental, do tipo que permita a exploração racional e sustentável dos recursos naturais.

O presente trabalho é uma valiosa ferramenta, pois o cálculo preciso da área, o levantamento planialtimétrico de acordo com o sistema de coordenadas utilizado no Brasil, e o mapeamento do uso do solo, são de vital importância para toda e qualquer atividade que venha a ser desenvolvida na microbacia do córrego Barrinha. Entre as aplicações deste trabalho, está o suporte a pesquisas sobre qualidade ambiental de sistemas aquáticos e

terrestres. Esses estudos têm por finalidade subsidiar a formulação e proposição de novas alternativas para o monitoramento, manejo e recuperação da microbacia. Além disso, o trabalho é ainda indispensável para qualquer obra de engenharia que venha a ser implementada na área georreferenciada, principalmente aos estudos preliminares para execução de obras ligadas ao sistema viário ou que envolvam deslocamentos de massas de terra.

AGRADECIMENTOS

Ao CEPTA/IBAMA pela viabilização deste trabalho, aos Departamentos de Transporte e de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos - EESC/USP pelo apoio no georreferenciamento e digitalização da carta, ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos pelo apoio na elaboração das imagens e à Prefeitura Municipal de Pirassununga pelo apoio na construção dos marcos.

REFERÊNCIAS

- BALLESTER, M. V. R. *Sistemas de Informações Geográficas*. Piracicaba: Centro de Energia Nuclear na Agricultura da USP, 1996.
- BLITZKOW, D. *Aspectos Gerais do Sistema NAVSTAR/GPS, EPUSP-PTR, USP*. São Paulo-SP, 1995. 30p (Apostila)
- BUENO, R. F. *GPS Diferencial: procedimentos operacionais para observações em campo*, EPUSP-PTR. São Paulo, 1995. 11 p. (Apostila)
- MENDONÇA, J. O. J., SOUZA, J. H., BERNARDINO, G. *et al. Levantamento sobre propriedades limítrofes ao CEPTA*. Pirassununga: CEPTA, 1990. (Relatório)
- MOREIRA, I.V.D. *Vocabulário Básico de Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente / Serviço de Comunicação Social da Petrobrás, 1990. 243 p.
- NASCIMENTO, V. M. da C. *Caracterização liminológica e efeito dos vários usos do solo na qualidade da água do córrego da Barrinha, Pirassununga/SP*. Brasília, 1994. 73 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília.
- TABACZENSKI, R. R. *Utilização do sistema de informações geográficas para o macrozoneamento ambiental*. São Carlos, 1995. 140 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos - USP.