

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMA DE
INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS PARA O ESTUDO DE MICROBACIAS
- O CASO DO CÓRREGO DO GOUVEIA, SP.

MÔNICA TAKAKO SHIMABUKURO¹
CARLOS ALFREDO JOLY¹
ÁLVARO PENTEADO CRÓSTA²
ARDEMÍRIO BARROS SILVA²

¹ Departamento de Botânica / IB - UNICAMP
Caixa Postal 6109
13081-970 Campinas SP
takako@ibi.unicamp.br

² Departamento de Metalogênese e Geoquímica / IG - UNICAMP

Abstract. Remote sensing and GIS techniques are being applied to land classification with the purpose of monitoring and minimizing environmental impacts due to agriculture and cattle raising activities. The topographic and pedologic factors acting in the microbasin instability, together with land cover, were chosen to establish the erosion sensitivity model.

1. Introdução

Em grande parte do estado de São Paulo as atividades humanas no meio rural têm se caracterizado pelo uso de sistemas de produção e de cultivo cada vez mais complexos tecnicamente, gerando alterações negativas crescentes na estrutura e funcionamento dos ecossistemas (EITEN, 1970; RODRIGUES, 1991; SANTOS, 1980; VICTOR, 1975). Estas alterações provocam problemas crescentes tais como: modificações da estrutura e da fertilidade do solo; redução e contaminação de aquíferos subterrâneos e superficiais; assoreamento de cursos hídricos; redução da biodiversidade etc (CARVALHO, 1987; DÉCAMPS & FORTUNÉ, 1991).

Uma vez que a ação constante destes impactos comprometem a qualidade de vida no meio rural e a sustentabilidade das atividades agropecuárias, é imprescindível inventariar e compreender a composição, a estrutura, o funcionamento e a dinâmica destes agroecossistemas. Estas informações

são subsídios essenciais para elaborar e executar programas de monitoramento, manejo e preservação dos recursos naturais agrícolas e dos fragmentos de formações vegetais nativas e suas comunidades animais.

A mitigação destes impactos é complexa e dispendiosa, por envolver um grande número de fatores interativos, tanto sócio-econômicos como físico-químicos, biológicos e ecológicos. Muitos métodos para a avaliação dos impactos ambientais agrícolas frequentemente têm adotado como unidades básicas para o manejo integrado dos agroecossistemas, as microbacias hidrográficas (DÉCAMPS & FORTUNÉ, 1991; NILSSON, 1988; DOWNS, 1991; ALBERTSON, 1992). No Brasil, esta opção tem sido cada vez mais valorizada conforme demonstrado pelo aumento de 400% na dotação orçamentária do Programa de Microbacias do Ministério da Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária (MAARA) no governo Itamar Franco (Rui Vaz, Secretário de Desenvolvimento Rural do MAARA, com. pess.).

Avaliar e monitorar as condições ambientais das microbacias e suas mu-

danças ao longo de séries temporais requer o uso de sistemas de informações geográficas (SIG) e sensoriamento remoto por lidar com um grande volume de dados espaço-temporais.

Estas técnicas têm conferido vantagens crescentes em termos de custo-benefício e periodicidade no levantamento dos recursos naturais, no ordenamento territorial do meio rural e na solução dos impactos ambientais.

Desenvolver a aplicação destas técnicas para avaliar os impactos ambientais agrossilvipastoris, através de rotinas e procedimentos adequados às condições das microbacias do Estado de São Paulo, é o desafio técnico-científico para o qual este trabalho propõem-se a contribuir.

2. Hipótese e Objetivos

A hipótese deste trabalho é: os SIGs integrados ao sensoriamento remoto são eficientes no monitoramento das microbacias e suas áreas críticas, possibilitando o planejamento e o manejo destes agrossistemas. Através da aplicação destes instrumentos e respectivos métodos associados à uma microbacia piloto, propõe-se verificar a viabilidade do uso:

- * do SIG para avaliar os fatores topográficos e pedológicos atuantes na instabilidade da microbacia, além de delinear um modelo de sensibilidade à erosão em função do uso da terra adotado.
- * do sensoriamento remoto na avaliação das alterações espaço-temporais da cobertura vegetal e uso das terras.

O objetivo do trabalho é contribuir para o aprimoramento de métodos de caracterização e monitoramento da estrutura e funcionamento dos agroecossistemas na escala de microbacias e seus principais impactos ambientais. Para atingir este objetivo foram delineadas as seguintes metas:

1. classificar o uso das terras através de procedimentos de tratamento de imagens do satélite LANDSAT 5 - Thematic Mapper (TM);
2. definir as áreas de maior grau de erodibilidade.
3. delinear um modelo de sensibilidade à erosão em função do uso agrossilvipastoril adotado.

3. Material

A área de estudo é o Córrego do Gouveia, um dos tributários do rio Jacaré-Pepira, um dos poucos rios ainda não poluídos no estado de São Paulo. Esta região tem sido objeto de vários projetos de pesquisa e extensão concluídos ou em fase final de execução pelo Laboratório de Ecologia do Departamento de Botânica do Instituto de Biologia da UNICAMP. Os temas abordados envolvem diversas áreas tais como fitossociologia, florística, fenologia, ciclagem de nutrientes, tolerância hídricas das espécies de mata ciliar, etc. Este trabalho está sendo desenvolvido com a colaboração do Laboratório de Processamento de Informações Georreferenciadas (LAPIG) do Instituto de Geociências da UNICAMP e faz parte do projeto "Estudo, preservação e recuperação das matas ciliares da bacia do rio Jacaré-Pepira, Estado de São Paulo, Brasil", inserido no programa internacional "Role of Land/Inland Water Ecotones in Landscape Management and Restoration" da UNESCO/MAB/IHP (NAIMAM et al., 1989).

O rio Jacaré-Pepira tem cerca de 174 km de extensão e está localizado no centro geográfico do Estado de São Paulo, nascendo na Serra de Itaqueri (47° 55'W e 22° 30'S a 960m de altitude, Município de São Pedro) e desembocando no rio Tietê, na altura da represa de Ibitinga (48° 55'W e 21° 51'S a 400m de altitude). A bacia hidrográfica do Jacaré-Pepira drena uma área aproximada de 2600 km² abrangendo parte de 13 municípios.

Os dados primários para a execução do projeto foram obtidos da base cartográfica disponível e de imagens orbitais da área, série LANDSAT (TM-5), órbita-ponto 220/75, quadrante C, anos 1985 e 1992.

As informações sobre o solo foram obtidos do mapa de solos do Levantamento Semi-detalhado do Estado de São Paulo, escala 1:100.000, quadrícula de Brotas (ALMEIDA et al., 1981). A topografia foi retirada da carta de 1:10.000 do Plano Cartográfico do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1980).

4. Métodos

A hipsometria, hidrografia e os tipos de solo foram digitalizados através do aplicativo AUTOCAD. O programa escolhido para constituir a base de dados geocodificados, manipular os planos de informação e gerar informações referentes ao uso das terras foi o GRASS, um sistema integrado de análise de dados espaciais e multi-espectrais. O "Geographic Resources Analysis Support System" (GRASS 4.0), é um aplicativo de domínio público desenvolvido pelo "US Army Corps of Engineers, Construction Engineering Research Laboratory". Os métodos de tratamento digital estipulados para serem aplicados às imagens foram técnicas de aumento de contraste, de classificação não-supervisionada e de classificação supervisionada através do método de máxima verossimilhança. Todos estes dados foram convertidos, armazenados, manipulados e analisados usando os recursos do SIG, demonstrando como essa tecnologia poderia estocar, acessar, analisar, registrar, integrar e fundir grandes quantidades de dados.

A partir dos mapas topográficos digitalizados foram criados três novos mapas de informações ("map layer"): altitude, declividade e exposição.

A geração dos mapas de uso das terras está em fase de processamento.

O "map layer" da erodibilidade foi gerado utilizando o mapa pedológico.

5. Resultados preliminares

Até a presente etapa do cronograma de execução deste projeto foram obtidos os seguintes planos de informações:

a. Vetoriais

- a.1. hipsometria
- a.2. tipos de solo

b. Matriciais

- b.1. hipsometria
- b.2. tipos de solo
- b.3. modelo digital de terreno
- b.4. mapas de superfície suavizada
- b.5. declividade;
- b.6. exposição da declividade
- b.7. erodibilidade;
- b.8. uso das terras (fase de processamento).

6. Discussão e conclusão preliminar

Para a digitalização, via mesa e AUTOCAD, dos planos de informação vetoriais (hipsometria e pedologia) foram gastos em média 8 e 5 horas, respectivamente. Esta entrada de dados no sistema simplificada aliada a facilidade de migração do formato dos arquivos do AUTOCAD para o do GRASS faz da constituição da base de dados geocodificada uma etapa perfeitamente consolidada.

A conversão de arquivos vetoriais em matriciais, adequados para os estudos ecológicos, mostrou-se eficiente. A partir do plano matricial hipsometria foram gerados os mapas de superfície suavizada, modelo digital de terreno, declividade, exposição e erodibilidade. Estes apresentaram bastante adequados na representação e

localização dos elementos da superfície da Terra, caracterizando bem a área. A utilização de estações de trabalho de alto desempenho SUN, modelo SPARC 1+, tornou o tempo de processamento curto e compatível com o cronograma proposto.

Estas informações georreferenciadas, ao serem integradas, produzirão um produto final sintético indicando as áreas de sensibilidade à erosão, segundo os elementos que formam o relevo.

A previsão de áreas com maior susceptibilidade à erosão permitirá a determinação da extensão do problema e o delineamento de alternativas de controle indicando as técnicas apropriadas de manejo da área.

A utilidade da tecnologia do SIG é limitada mais pela falta de disponibilidade e má qualidade dos dados disponíveis, e baixa confiabilidade dos modelos de delimitação de habitats, do que por obstáculos tecnológicos. Deste modo, faz-se necessário o desenvolvimento de um número maior de modelagens do meio ambiente utilizando esta ferramenta. O interesse por esta integração entre modelos espaciais analíticos ambientais e SIGs tem expandido-se significativamente nos últimos anos (CHOU & DING, 1992 e NYERGES, 1992). Mas ainda persistem diversos problemas graves como a imprecisão das bases de dados geocodificadas, aplicativos fechados sem acesso aos algoritmos, dificuldade no uso de ferramentas de programação avançada em conjunção ou no ambiente dos SIGs e modelos muito restritivos (KEMP, 1992).

7. Bibliografia

ALBERTSON, P.E.; BOURNE, S.G.; HENNINGTON, G.W. An integrated groundwater and land-use GIS for impact assessment. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 58(8):1203-07. 1992.

ALMEIDA, C. L. F., OLIVEIRA, J. B. & PRADO, H. Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo. Quadrícula de Brotas. 1. Mapa de solos. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 1981. Esc. 1:100.000.

CARVALHO, V.C. de. Imagens e computadores: vegetação à vista. Ciência Hoje, Rio de Janeiro, 7(38):26-32. 1987.

CHOU, H.; DING, Y. Methodology of integrating spatial analysis/modeling and GIS. In: 5TH International Symposium on Spatial Data Handling, Charleston, SC, USA, 1992. Proceedings. Columbia, University of South Carolina, 1992. 2v. 725p. 514-23p.

DÉCAMPS H. ; FORTUNÉ, M. Long-term ecological research and fluvial landscape. In: RISSER, P.G. Long-term ecological research. New York, Scope/John Wiley & Sons, 1991. 135-51p.

DOWNES, P.W.; GREGORY, K.J.; BROOKES, A. How integrated is river basin management? Environmental Management, 15(3):299-309, 1991.

EITEN, G. A vegetação do Estado de São Paulo. Boletim do Instituto de Botânica, São Paulo, 7:1-22, 1970.

KEMP, K.K. Spatial models for environmental modeling with GIS. In: 5TH International Symposium on Spatial Data Handling, Charleston, SC, USA, 1992. Proceedings. Columbia, University of South Carolina, 1992. 2v. 725p. 524-33p.

NAIMAM, R.; DÉCAMPS, H. & FOURNIER, F. Role of Land/Inland Water Ecotones in Landscape Management and restoration: a proposal for collaborative research. MAB Digest, Paris, 4, 1989.

NILSSON, C.; KEDDY, P.A. Predictability of change in shoreline vegetation in hydroelectric reservoir, northern Sweden. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 45:1896-904, 1988.

NYERGES, T.L. Coupling GIS and spatial analytic models. In: 5TH International Symposium on Spatial Data Handling, Charleston, SC, USA, 1992. Proceedings. Columbia, University of South Carolina, 1992. 2v. 725p. 534-43p.

RODRIGUES, R.R. 1991. Análise da vegetação as margens do rio Passa Cinco, Ipeúna, SP. Campinas, IB/UNICAMP, 1991. 373p. Tese de Doutorado.

SANTOS, M.J.Z. dos. Comportamento Especial da Cultura Canavieira no estado de São Paulo. Rev. Geogr., (8)9:31-66, 1980.

SÃO PAULO. Secretaria do Estado dos Negócios de Interior. Coordenadoria de Ação Regional. Instituto Geográfico e Cartográfico. Plano Cartográfico do Estado de São Paulo. Folhas Gouveia, Espiraiado, Brotas 1, 2 e 3. São Paulo, IGC, 1980. Esc. 1:10.000.

VICTOR, M.A.M. A devastação florestal. São Paulo, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1975. 48p.