

MAPEAMENTO DA COBERTURA DO SOLO NA ÁREA DE ENTORNO DO RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA - SP

Reinaldo Pereira de Queiroz, Nilton Nobuhiro Imai. Engenharia Ambiental, Inter Áreas – Engenharia Ambiental - Departamento de Cartografia - Faculdade de Ciência e Tecnologia - Campus de Presidente Prudente.

O correto gerenciamento dos recursos hídricos, visando à redução dos impactos causados aos cursos d'água, deve fundamentar-se na compreensão das atividades que ocorrem nas áreas de drenagem dos cursos d'água. Essa compreensão é realizada através da utilização de algumas tecnologias e técnicas, tais como o uso de dados de sensoriamento remoto e análise de imagens de satélites. Nesse sentido, o presente trabalho foi realizado, com o objetivo central de fornecer uma contribuição para a melhor compreensão das atividades realizadas nas áreas próximas a um reservatório superficial.

O curso d'água que forma o reservatório estudado é o rio Sorocaba, o qual se localiza no Estado de São Paulo, na denominada UGRHI 10 – Sorocaba/Médio Tietê. Esse rio (e o reservatório) é responsável pelo abastecimento de água de uma população de aproximadamente 800.000 habitantes, sendo considerado um manancial com boa qualidade de água em sua maior parte (CARACTERIZAÇÃO..., 2000, p.2); além disso, possui (principalmente em sua margem direita) grande porção contínua de área natural, constituindo importante remanescente vegetal e de refúgio para fauna.

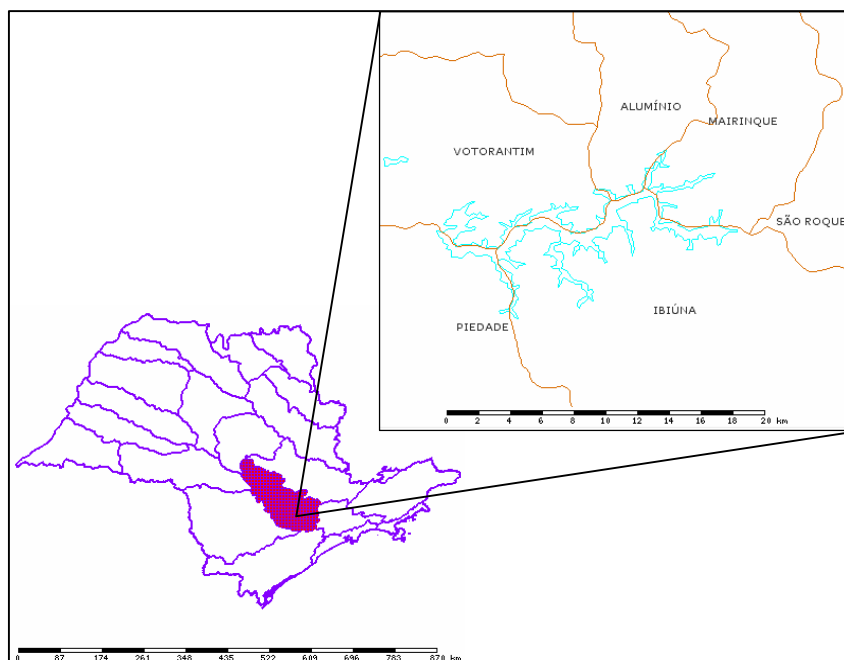


Figura 1 – Localização da UGRHI 10 no Estado de São Paulo e do Reservatório de Itupararanga (SÃO PAULO, 2006).

O presente trabalho teve início com uma prévia revisão bibliográfica, sendo em seguida realizada a delimitação da bacia que contribui diretamente ao reservatório de Itupararanga. Criou-se então, no programa Spring (CAMARA et al, 1996), um banco de dados para integrar as imagens, os mapas topográficos previamente digitalizados e os dados vetoriais obtidos na delimitação da bacia. Com esse banco de dados e uso do software Spring, procedeu-se a análise das imagens multiespectrais.

Para delimitar a área em estudo, foram utilizadas duas cartas topográficas em escala 1:50.000. Estas cartas foram digitalizadas e, após serem georreferenciadas, procedeu-se a vetorização de algumas feições nelas representadas. Inicialmente foi vetorizado o reservatório (espelho d'água); em seguida, vetorizou-se os afluentes; por fim, realizou-se a vetorização dos limites da bacia (divisores de água), procedimento que resultou em um polígono que determinou a área abrangida pelo presente trabalho.

Depois de obtidos os dados vetoriais, implementou-se o banco de dados no programa Spring. Inicialmente, definiu-se o gerenciador (Dbase) e os limites do projeto. Em seguida, importou-se os dados vetoriais e as imagens referentes às cartas topográficas. Essas últimas foram utilizadas para registrar as imagens multiespectrais obtidas pelo sensor CCD do satélite Cbers (aqui denominadas imagens Cbers), bandas 2, 3 e 4, disponibilizadas gratuitamente pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (DGI, 2006), referentes à coordenada órbita/ponto 155/126, com resolução espacial de 20 metros, obtidas em 06 de maio de 2005 e 21 de janeiro de 2006.

Com essas imagens foi realizado o mapeamento das classes de cobertura de solo, o qual foi obtido através do emprego de técnicas de classificação automática não-supervisionada e supervisionada, em etapas. Em cada etapa foi mapeada uma única classe de cobertura do solo, sendo utilizado em cada mapeamento técnicas, algoritmos e limiares adequados ao tipo de cobertura do solo a ser mapeado. Após cada etapa de classificação automática, foi realizada a interpretação visual do mapeamento obtido, objetivando realizar a associação entre classes temáticas e as classes espectrais e também corrigir alguns erros decorrentes da classificação automática. Então, ao final de cada mapeamento, as áreas classificadas eram subtraídas da imagem inicial através da aplicação de um algoritmo desenvolvido no aplicativo LEGAL do Spring.

A seguir é apresentado como foi desenvolvido o mapeamento de cada classe.

a) Mapeamento da classe *Água* - para o mapeamento da classe temática *Água* utilizou-se as bandas 2, 3 e 4 obtidas em maio de 2005. Com essas bandas, foi realizada a segmentação utilizando o algoritmo crescimento de regiões e os limiares 10 para similaridade e 2 para área. Em seguida executou-se uma etapa de classificação não supervisionada, utilizando o algoritmo Isoseg, as três bandas mencionadas anteriormente e um limiar de aceitação de 90%. Em seguida associou-se, através de interpretação visual das imagens, as devidas classes espectrais à classe temática *Água*;

b) Mapeamento da classe *Áreas Construídas* - analogamente ao mapeamento da classe *Água*, no mapeamento da classe *Áreas Construídas* foi empregada a classificação não supervisionada. Contudo, foi utilizada unicamente a banda 3 obtida em maio de 2005, considerando o maior contraste dos pixels de áreas construídas em relação aos demais alvos nessa banda. A segmentação foi realizada com os seguintes limiares: 7 para similaridade e 4 para área. A seguir, foi aplicada a classificação por regiões, utilizando o algoritmo Isoseg e um limiar de aceitação de 75%. Em seguida associaram-se, através de interpretação visual das imagens, as devidas classes espectrais à classe temática *Áreas Construídas*;

c) Mapeamento da classe temática *Floresta* - para o mapeamento da classe de cobertura do solo *Floresta*, adotou-se a classificação supervisionada, baseada nas bandas 2, 3 e 4 de maio de 2005. Assim, inicialmente, selecionaram-se amostras para essa classe. Em seguida, adotando-se o algoritmo MAXVER e um limiar de aceitação de 90%, realizou-se a classificação;

d) Mapeamento das classes: *Solo Exposto*, *Culturas Perenes*, *Culturas Temporárias e Pastagens* - para o mapeamento dessas classes foi realizada classificação não supervisionada. Diferentemente dos outros procedimentos de classificação, foram utilizadas imagens multiespectrais Cbers referentes às duas datas disponíveis: maio de 2005 e janeiro de 2006. De cada data foram utilizadas as bandas 3 e 4. Para a segmentação adotou-se o algoritmo crescimento de regiões, limiar de similaridade 10 e de área 4. Para a classificação foram utilizadas as mesmas quatro bandas, o algoritmo Isoseg e um limiar de aceitação de 75%. Por fim, fez-se a associação das classes espectrais obtidas às respectivas classes de cobertura do solo.

O procedimento descrito foi utilizado tendo em vista que possibilitaria o uso de diferentes técnicas de classificação e diferentes limiares para o mapeamento de cada classe. Esse procedimento visa explorar melhor as especificidades radiométricas inerentes aos alvos representados por cada classe. Por exemplo: mesmo não dispondo de conhecimentos aprofundados da área, áreas de florestas são bem caracterizadas em imagens multiespectrais, possibilitando ao intérprete recorrer à classificação supervisionada para identificar esse tipo de formação vegetal.

O principal resultado das atividades desenvolvidas no presente trabalho é o banco de dados geográficos, criado no programa Spring. Com esse banco de dados, dispõem-se dos seguintes planos de informações:

✍ Mapas digitais com escala 1:50.000 abrangendo a área da bacia do reservatório de Itupararanga;

- ✍ Dados vetoriais representando os afluentes, o reservatório e os limites da área de drenagem da represa de Itupararanga;
- ✍ Imagens georreferenciadas Cbers referente à coordenada órbita/ponto 155/126, com resolução espacial de 20 metros, obtidas em 06 de maio de 2005 e 21 de janeiro de 2006;
- ✍ Mapa de cobertura do solo abrangendo as classes: água, floresta, solo exposto, culturas perenes, culturas temporárias, áreas construídas (figura 2).

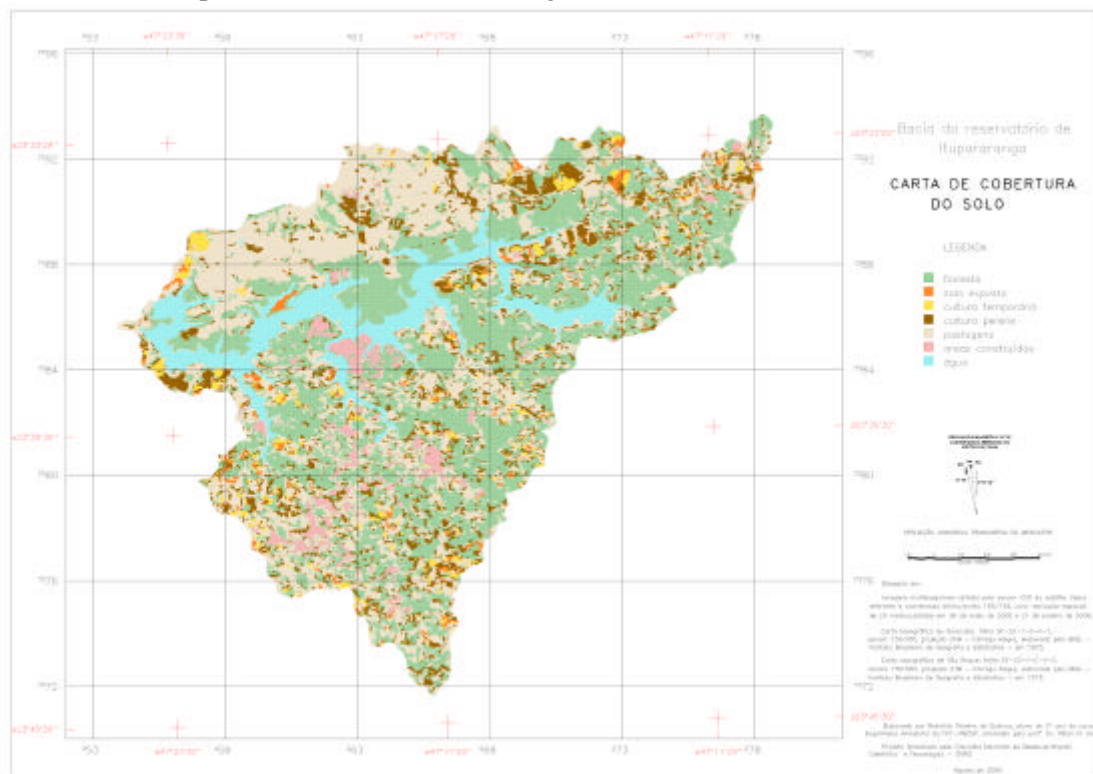


Figura 2 – Mapeamento da cobertura do solo na bacia do reservatório de Itupararanga

De acordo com o mapeamento executado, obteve-se a área ocupada por cada classe de cobertura do solo na bacia do reservatório de Itupararanga, como é mostrado no quadro 1.

Assim, analisando a situação encontrada em algumas áreas do entorno do reservatório de Itupararanga (e de seus afluentes) e a legislação pertinente, verifica-se uma situação irregular da atual cobertura (e uso) do solo que se faz presente na área em estudo, o que resulta em danos ao meio ambiente e, em especial, à qualidade da água do reservatório. Sendo os corpos d'água bens de uso comum do povo e sendo o reservatório de Itupararanga utilizado para abastecimento público, os prejuízos decorrentes de ações de determinadas comunidades são distribuídos a toda a população.

Classe de Cobertura do Solo	Área (hectares)	Porcentagem sobre o Total
Floresta	12.744,88	49,87
Pastagens	5.616,28	21,98
Culturas perenes	2.508,20	9,81
Água (reservatórios)	2.477,00	9,69
Áreas construídas	1.267,48	4,96
Culturas temporárias	557,80	2,18
Solo exposto	383,96	1,50
Total	25.555,60	100,00

Quadro 1 – Área abrangida por cada classe de cobertura do solo, de acordo com Carta de Cobertura do Solo.

Através do que fora desenvolvido neste trabalho, obtiveram-se as seguintes conclusões:

✍ As imagens Cbers e o programa Spring são ferramentas importantes a serem utilizadas em mapeamentos diversos e na gestão dos recursos hídricos, dada sua aplicabilidade técnica, a sua disponibilidade aos usuários (feita gratuitamente pelo INPE) e por constituírem tecnologia nacional;

✍ É necessária a intensificação da fiscalização quanto à observância da legislação (em especial, a observância das APPs - áreas de preservação permanente - e da regulamentação de obras que intervêm nos recursos hídricos) e quanto à adequação dos empreendimentos imobiliários que existem e os que serão implantados na bacia do reservatório;

✍ É necessária, nas áreas da bacia do reservatório de Itupararanga, a intensificação dos projetos de conscientização e capacitação dos produtores rurais quanto ao manejo de pastagens e de culturas agrícolas (destaque especial às culturas temporárias), quanto ao licenciamento de obras que intervêm nos recursos hídricos e na vegetação (APPs e áreas de reserva legal). Nesses projetos, é essencial a integração de órgãos como a CATI (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral), a CODASP (Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo), a Polícia Militar Ambiental, o DEPRN (Departamento Estadual de Proteção aos Recursos Naturais), a Secretaria do Meio Ambiente, prefeituras locais e a população.

De acordo com a carta de cobertura do solo obtida neste trabalho, é possível hierarquizar as áreas em uma sequência de áreas prioritárias a serem contempladas pelos projetos e ações citados nos itens anteriores, tendo em vista seu potencial de degradação da qualidade e quantidade da água.

Por fim, conclui-se que a metodologia de mapeamento aqui empregada, do ponto de vista operacional, apresentou grande aplicabilidade e flexibilidade. O procedimento adotado, no qual combinou-se o uso de ferramentas computacionais de processamento de imagens com a interpretação de imagens, produziu ao resultado com a qualidade necessária ao objetivo do projeto de pesquisa no qual este trabalho está inserido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMARA, G. SOUZA, R.C.M., FREITAS U.M., GARRIDO J. "SPRING: *Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling*" Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

CARACTERIZAÇÃO geral da UGRH 10, 2000(?). Disponível em: <<http://www.rededasaguas.org.br/comite/relsmstseg.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2006

DGI – DIVISÃO DE GERAÇÃO DE IMAGENS. Disponível em: < <http://www.dgi.inpe.br/>>. Acesso em: 20 fev. 2006.

SÃO PAULO (estado). Secretaria de Energia, recursos hídricos e saneamento. *Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo*. Disponível em: < <http://mapas.sigrh.sp.gov.br:8888/sigrh.php>>. Acesso em: 15 fev. 2006.