

Mapeamento do uso e cobertura do solo do Município de Taubaté utilizando dados do satélite CBERS

LAND USE AND LAND COVER MAPPING OF TAUBATÉ MUNICIPALITY USING DATA OF CBERS SATELLITE

Eduardo Cunha Montesi
Getulio Teixeira Batista
Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Taubaté

RESUMO

O crescimento desordenado de vários municípios paulistas vem causando problemas sócio-econômicos e ambientais. A falta de conhecimento do uso e cobertura vegetal prejudica o planejamento para o desenvolvimento urbano, industrial ou agropecuário. O objetivo deste trabalho foi o mapeamento das áreas de pastagem, reflorestamento e cultivos agrícolas do município de Taubaté, no estado de São Paulo, através de técnicas de Sensoriamento Remoto, Sistema de Informações Geográficas e análise de imagens dos satélites CBERS e SPOT. Os resultados revelaram que 45% (27.999 ha) do município é ocupado por pastagens, 12,1% (7.611 ha) com reflorestamento e 3% (1.873 ha) com cultivos agrícolas. Observou-se que a distribuição geográfica dos principais usos e cobertura vegetal do município foi determinada por fatores sócio-econômicos históricos da região e que imagens do satélite CBERS podem ser utilizadas para trabalhos em escala municipal. Os resultados desse trabalho fornecerão subsídios para o Plano Diretor municipal e para a aplicação de Incentivo Fiscal (Resolução SAA-19/99), que estabelece novos critérios para cálculo de áreas de cultivo, aumentando com isso o valor do repasse do ICMS do Estado para o município.

PALAVRAS-CHAVE

Mapeamento. Pastagem. Reflorestamento. Cultivos. Sensoriamento remoto.

INTRODUÇÃO

O homem sempre buscou o conhecimento sobre o meio físico em que vive para estabelecer seus limites geográficos e utilizar os recursos naturais para sua sobrevivência (BERTRAND, 1970).

A grande diversidade e riqueza dos recursos naturais, bem como a localização geográfica do Vale do

Paraíba, próxima a dois grandes centros urbanos (São Paulo e Rio de Janeiro), favoreceram o desenvolvimento de seus municípios. O desenvolvimento trouxe muitas oportunidades de implantação de vários empreendimentos no município de Taubaté e demais municípios do Vale do Paraíba (ANDRADE; ABREU, 1996). Mas todo processo de desenvolvimento gerado por atividades antrópicas tem seu custo, na forma de problemas sócio-econômicos e desequilíbrio ambiental.

Assad e Sano (1998), trabalhando no Brasil Central, observaram que a falta de um levantamento apropriado desses recursos tem ocasionado problemas como a ocupação de áreas impróprias, com riscos de erosão e exposição do solo, poluição de recursos hídricos e invasão de áreas de preservação permanente. Da mesma forma trabalhos como o de Agostini (2000), Kurkdjian et al. (1992) e Aulicino et al. (2000), demonstraram que informações espaciais permitem o planejamento do uso do solo para a exploração de recursos naturais, industriais e agrosilvopastoris de forma organizada e produtiva, de acordo com os atributos naturais e vocacionais da região, além de fornecer dados quantitativos e qualitativos sobre o potencial de sua utilização.

Para minimizar grande parte dos problemas gerados pelo desenvolvimento, os municípios vêm desenvolvendo seus Planos Diretores com o objetivo de criar um zoneamento com normas e diretrizes para o desenvolvimento racional de seus territórios. De acordo com Monteclaro Cezar Jr. (2001) na elaboração do Plano Diretor, áreas devidamente ordenadas para finalidades específicas devem estar de acordo com o planejamento urbanístico e industrial da região, com a indicação de espaços físicos apropriados para cada empreendimento, para dessa forma, não provocar grandes danos ambientais para as gera-

ções futuras. Nesse sentido Mackett (1991) defende que um Sistema de Monitoramento do Uso do Solo é um instrumento disponível a serviço da comunidade com resposta imediata às necessidades prementes de infra-estrutura da população.

A necessidade da realização do levantamento atual do uso e cobertura do solo dos municípios, especialmente em áreas exploradas com pastagem, cultivos agrícolas e reflorestamento, é reforçada pela promulgação da Resolução S.A.A. - 19/1999, que complementa a Lei nº 8.510 da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2002) que beneficia os municípios com repasse da arrecadação do I.C.M.S (Imposto sobre a Circulação Mercadorias e Serviços), com base na estimativa das áreas produtivas (pastagem e reflorestamento além das áreas de cultivos agrícolas). Mediante essa resolução legal, os municípios paulistas passam a adquirir o direito a esse aumento de repasse no caso de possuírem áreas extensas ocupadas com pastagem e reflorestamento.

Dessa forma o objetivo deste trabalho foi realizar o mapeamento das principais classes de uso e cobertura do solo do município de Taubaté, com a utilização de técnicas de Sensoriamento Remoto, imagens orbitais e um Sistema de Informações Geográficas, para fornecer subsídios a elaboração do Plano Diretor Municipal e fornecer informações atuais sobre as áreas de pastagem, reflorestamento e cultivos agrícolas a fim de atender aos critérios de cálculo das áreas cultivadas utilizado na determinação da parcela do ICMS a ser repassada ao município (Resolução S.A.A. - 19/1999).

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O município de Taubaté tem uma área aproximada de 626 km² e está localizado na região do Vale do Paraíba, compreendida entre a Serra do Mar e a Serra da Mantiqueira, ou seja, região leste do Estado de São Paulo (IBGE, 2000), como mostra a Figura 1.

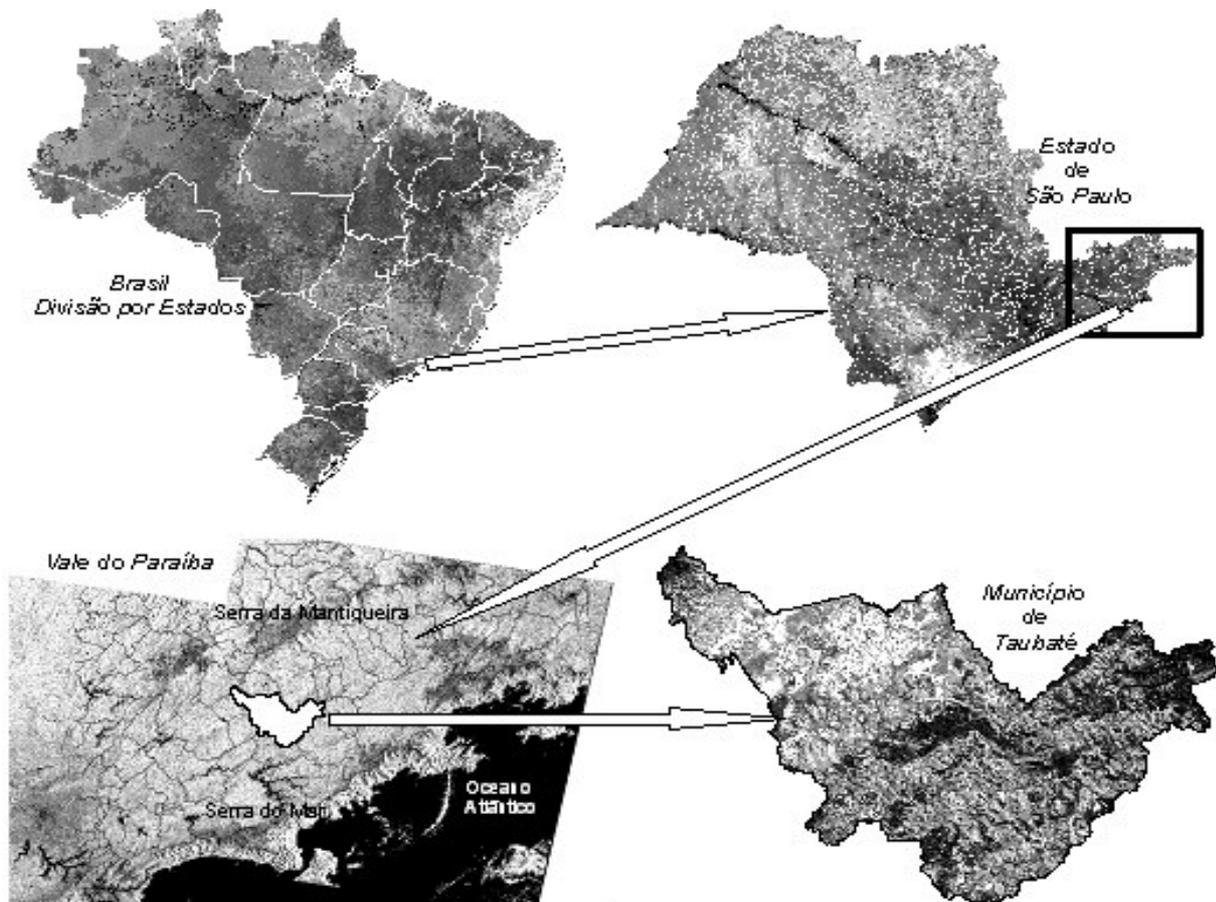


Figura 1 Localização da área de estudo (Município de Taubaté, SP).

O centro do município tem a seguinte posição geográfica aproximada: Latitude - 23° 01' 30" no hemisfério sul, paralela a linha do Equador e Longitude - 45° 33' 30" oeste (RADAMBRASIL, 1985).

A área urbana do município, de acordo com Prado e Abreu (1995) está assentada em uma região relativamente plana, sobre terrenos sedimentares dos tabuleiros (terraços fluviais) com altitudes médias de 550 a 575 metros acima do nível do mar.

Para este trabalho foram utilizadas imagens digitais dos satélites CBERS 1 sensor CCD1, bandas 1, 2, 3 e 4, adquirida em 30/04/2000 com resolução espacial de 20 metros e do satélite SPOT sensor HRV monocromática, adquirida em 1995, com resolução espacial de 10 metros. Como suporte à interpretação dessas imagens foram utilizadas cartas topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1973), escala 1:50.000 e do Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC, 1978) escala 1:10.000. Todo o processamento dos dados digitais e a elaboração do mapa de uso foram realizados em um computador, utilizando o *software* SPRING (Sistema de Processamento de Imagens Georreferenciada) versão 3.6 (CÂMARA et al., 1996). Para verificar a exatidão dos resultados utilizou-se um localizador geográfico GPS e uma câmera fotográfica digital para registrar as feições no campo. A imagem adquirida em formato digital foi convertida, do formato original (TIFF) para o formato de leitura do programa SPRING (CÂMARA et al., 1996).

Processamento digital

As imagens nas respectivas bandas 1, 2, 3 e 4 foram importadas para um banco de dados criado para esse projeto no SPRING para dar início a fase de processamento digital. Uma vez criado o banco de dados o próximo passo foi manipular o contraste da imagem. Esse procedimento foi realizado por meio da análise dos valores dos níveis de cinza nas imagens de cada uma das quatro bandas do sensor. Os valores dos níveis de cinza recebidos pelo sensor poderiam se apresentar no intervalo de 0 a 255 (8 bits = 256 valores possíveis), porém devido a alguns fatores como iluminação da cena, ou mesmo características da própria cena, esses valores não se apresentaram em todo esse intervalo, sendo necessária a ampliação do contraste para tornar as feições das imagens mais visíveis.

Com esse procedimento verificou-se que a banda 1 apresentou problemas de ruído e baixa qualidade, sendo então descartada sua utilização. As bandas 2, 3 e 4, após análise passaram pela técnica de filtragem, sendo utilizado o filtro linear passa-baixa 3x3 recomendado por Nagao e Matsuyama (1979) para suavizar a textura das imagens.

O próximo passo foi o registro dessas imagens, cujo objetivo é a retificação geométrica da imagem, em que foram relacionadas suas coordenadas de linha e coluna com as coordenadas geográficas de referência de uma projeção geográfica definida. Para esse procedimento utilizou-se uma imagem SPOT, obtida em 1995 previamente registrada com um mapa de referência (AULICINO, et al. 2000) em que foram tomados vários pontos de controle em locais identificados em ambas as imagens e conhecidos pelo operador como: pontes, estradas e outros objetos. A exatidão do registro foi verificada através da análise do erro de localização dos pontos de controle, que no caso foi de 0,7 do tamanho do pixel (erro de 14 metros), considerada satisfatória, e também avaliada através de um acoplamento de telas que permitiu a sobreposição da imagem CBERS 1 sobre a SPOT para avaliar a similaridade geométrica entre os objetos observados em ambas imagens.

O produto gerado após o registro foi transformado em duas imagens sintéticas de composição colorida resultantes da associação das cores primárias vermelho, verde, e azul com as bandas 2 (verde), 3 (vermelho) e 4 (infravermelho próximo) que foram analisadas visualmente no processo de classificação de toda a área do município.

Para se realizar a classificação, a imagem passou pelo processo de segmentação em que foi dividida em regiões espectralmente homogêneas. O segmentador utilizado nesse trabalho foi o de crescimento por regiões, segundo recomendações de Batista et al. (1994). A fim de se definir os parâmetros a serem utilizados no procedimento de segmentação, foram retiradas pequenas amostras de três áreas reconhecidas geograficamente na imagem pela prática de campo dos autores desse trabalho: área de várzea (onde estão concentradas as maiores áreas de cultivos agrícolas do município), reflorestamento e pastagem. Com essas amostras, testou-se o método de crescimento por regiões, para várias combinações e limiares de similaridade e área. Dessa forma, pela análise da consistência dos resultados, foram definidos os seguintes limiares: similaridade = 12 e área = 25.

A imagem segmentada passou ainda pelo processo de extração de regiões, que teve o objetivo de extrair as estatísticas de cada área dentro dos polígonos (vetor média e matriz de co-variância) para serem agrupados em classes temáticas na fase de classificação.

Análise temática

Nessa fase, foi feita a classificação com o objetivo de se extrair informações das imagens para o reconhecimento de padrões e das feições homogêneas e, gerar como resultado uma imagem, em que cada *pixel* foi associado a uma classe temática. A classificação da imagem foi realizada por uma abordagem não-supervisionada e utilizou-se, como classificador, o ISOSEG, (BINS et al., 1992) cujo limiar de aceitação adotado foi de 99%, obtendo como resultado 33 classes temáticas.

A fase de mapeamento consistiu em associar cada uma das classes temáticas a um tipo de ocupação do solo conforme as categorias criadas dentro do banco de dados, ou seja: pastagem, reflorestamento, culturas anuais, culturas perenes, floresta, urbana, áreas verdes urbanas, vegetação natural em regeneração, água, mineração e outros, as quais foram associadas às suas respectivas representações gráficas no modelo de dados do SPRING.

Todas as categorias criadas (classes e imagens) foram inseridas em planos de informação e recortadas de acordo com o limite da área de estudo (limite municipal de Taubaté).

Ao analisar a imagem temática contendo o resultado da classificação obtida no mapeamento observou-se a necessidade de se executar a edição matricial com a finalidade de melhorar sua qualidade, i.e., eliminar erros de mapeamento, através da correção ou atualização de alguns dados. Para tal, separaram-se as classes temáticas em diferentes PIs. Essa individualização foi feita por meio de um programa na linguagem LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) que é baseada no modelo de dados do programa SPRING (BARBOSA, 1997). A linguagem LEGAL tem como objetivo prover um ambiente geral para análise geográfica, que inclui operações de manipulação de álgebra de campos, operações de consulta espacial e operações de apresentação de resultados de consultas. As funções em LEGAL utilizadas foram muito úteis para facilitar e tornar consistente o processo de edição das classes

mapeadas, otimizando o tempo para essa atividade.

Cada plano de informação, contendo a classe a ser editada foi sobreposto à imagem sintética do CBERS, o que permitiu ao analista verificar os limites de cada polígono da classe em questão.

Finalizada a edição de todas as classes temáticas, utilizou-se a operação de mosaico do SPRING para dar origem a um novo plano de informação, agrupando novamente todas as classes num único mapa final, contendo a distribuição espacial do uso e cobertura do solo. Durante todo o processo de edição matricial e mesmo após a obtenção do mapa final, executou-se paralelamente o trabalho de campo para dirimir dúvidas de interpretação de alvos que apresentaram similaridade espectral, ou pelo fato da impossibilidade de se verificar certas feições com segurança usando-se uma resolução espacial de 20 metros. Nesse trabalho de campo foram verificados um total de 136 pontos.

A imagem monocromática SPOT com uma resolução espacial de 10 metros e as cartas da região (IBGE 1:50.000 e IGC 1:10.000) foram de grande auxílio na interpretação das classes de uso do solo nas imagens CBERS, principalmente, para auxiliar a identificação de alguns objetos como: estradas, carreadores e pequenos açudes. Áreas que se apresentaram com sombra geralmente localizadas em locais de topografia acidentada e determinadas feições como a diferença de textura entre as áreas com floresta e reflorestamento tiveram sua identificação baseada na imagem SPOT de melhor resolução espacial.

Do mapa final, resultante da classificação, extraiu-se um relatório contendo o cálculo de área para cada classe temática e a área total de todas as classes, permitindo-se uma avaliação da atual situação do uso do solo para o município de Taubaté. Resultados desse trabalho foram comparados com resultados anteriores de Pino et al. (1997) e Kurkdjian et al. (1992).

RESULTADOS

Os dados quantitativos das classes de uso e cobertura de solo do município de Taubaté podem ser observados na Tabela 1.

Os resultados do trabalho de campo para estimativa de exatidão do Mapa Final de uso e cobertura do solo do município de Taubaté elaborado através do satélite CBERS, podem ser observados na Tabela 2.

Tomando-se como exemplo a classe pastagem, para um melhor entendimento da Tabela 2, observa-

Tabela 1 Área e percentual das classes de uso e cobertura vegetal do solo município de Taubaté para o ano de 2000, de acordo com o mapa elaborado através do satélite CBERS.

| Classes | Área | % |
|----------------------------------|-------------|---------|
| Pastagem | 27.998,5 ha | 44,7 % |
| Floresta | 13.968,4 ha | 22,3 % |
| Reflorestamento | 7.611,0 ha | 12,1 % |
| Urbana | 6.630,9 ha | 10,6 % |
| Vegetação Natural em Regeneração | 3.274,7 ha | 5,2 % |
| Cultura Anual | 1.792,2 ha | 2,9 % |
| Áreas Verdes Urbanas | 559,6 ha | 0,9 % |
| Outros | 320,2 ha | 0,5 % |
| Água | 297,5 ha | 0,4 % |
| Mineração | 105,2 ha | 0,2 % |
| Cultura Perene | 81,4 ha | 0,1 % |
| Área Total das Clases | 62.639,6 ha | 100,0 % |

Tabela 2 Estimativa de exatidão do mapa final de uso e cobertura do solo do município de Taubaté, para 86 pontos visitados a campo.

| Classes | Exatidão global = 96 % | |
|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | Exatidão do Produtor (omissão) | Exatidão do usuário (inclusão) |
| Pastagem | 94 % | 100 % |
| Reflorestamento | 100 % | 100 % |
| Cultura Anual | 87 % | 77 % |
| Floresta | 100 % | 100 % |
| Urbana | 100 % | 93 % |
| Vegetação Natural em Regeneração | 100 % | 100 % |
| Áreas Verdes Urbanas | 100 % | 100 % |
| Outros | 100 % | 100 % |
| Água | 100 % | 100 % |

se que o valor para exatidão do produtor do mapa é de 94 % o que significa que o produtor garante que 94% de todos os pixels da classe pastagem no campo foram mapeados como pastagem no mapa. Quanto à exatidão do usuário para a mesma classe com o valor de 100 %, significa que todos os pixels que o mapa informa que é pastagem de fato é pastagem no campo. Como o processo de seleção de pontos amostrais foi aleatório, as classes cultura perene e mineração não tiveram seus resultados representados na Tabela 2, porque nenhum dos pontos amostrados localizou-se sobre uma dessas classes.

Os resultados mais expressivos referentes ao uso e cobertura da terra do município de Taubaté podem ser vistos na forma de mapa na Figura 2.

DISCUSSÃO

A distribuição das classes pastagem, reflorestamento e cultivos (anuais e perenes) no mapa final (Figura 2), está associada à ocorrência de uma série de fatores sócio-econômicos e a característica geomorfológica do município que acaba determinando os atributos vocacionais do uso do solo.

A classe pastagem, que hoje ocupa a maior parte da área do município de Taubaté, teve seu desenvolvimento ligado às oscilações econômicas na vocação produtiva do município. Esta relação foi observada por Prado e Abreu (1995) que colocam a expansão agrícola através da monocultura (cana-de-açúcar no período colonial e a cafeicultura no Brasil Império) e a expansão industrial a partir de 1960, como os fatores responsáveis pela destruição das formações florestais primitivas que recobriam quase que totalmente o município, e cedeu lugar para os campos de cultivo.

As maiores áreas de reflorestamento concentram-se em posições geográficas distintas, ou seja, a oeste do município (divisa com o município de Caçapava), na região central, na região sul (divisa com o município de Redenção da Serra) e na região nordeste do município. A maioria destas áreas está localizada próxima à malha viária principalmente das rodovias: Presidente Dutra, Carvalho Pinto e Osvaldo Cruz. Acredita-se, portanto, que a razão da concentração dessas áreas em alguns pontos específicos, seja mais uma questão de logística das empresas do setor celulósico-

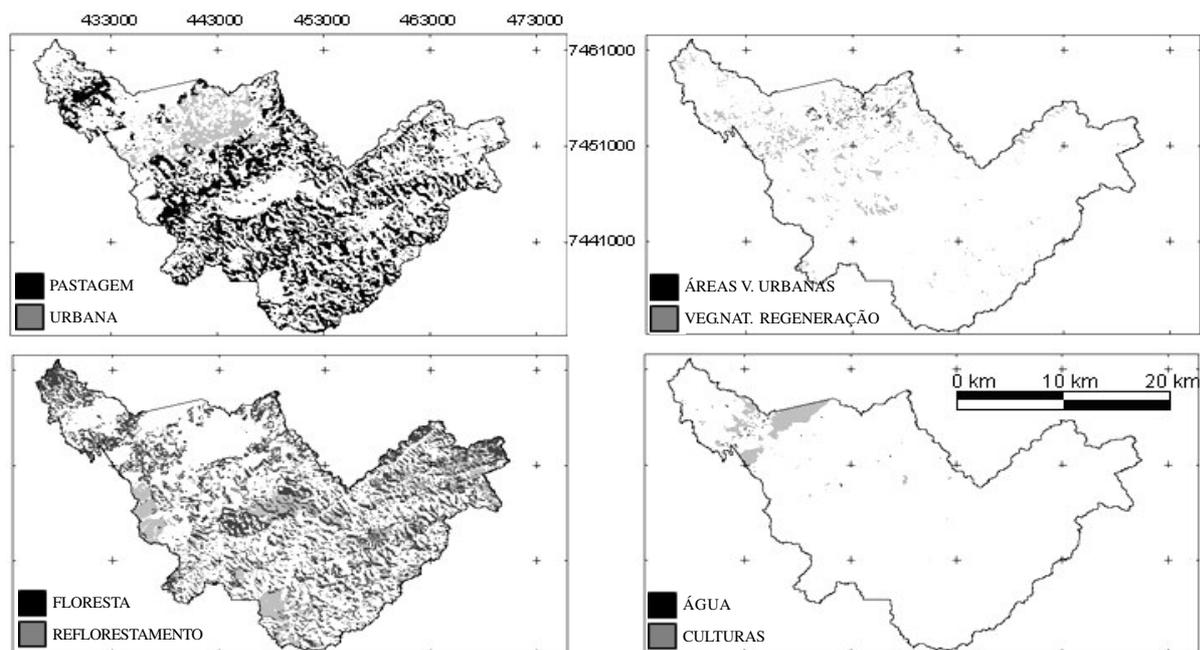


Figura 2 Mapa de uso e cobertura do solo referente às classes Pastagem, Área Urbana, Áreas Verdes Urbanas, Vegetação Natural em Regeneração, Floresta, Reflorestamento, Água e Culturas (anual e perene) do município de Taubaté para o ano de 2000, obtido com base em imagens do satélite CBERS.

papeleiro, do que aptidão agrícola, pois de acordo com Kurkdjian et al., (1992), o município apresenta cerca de 38 % do total de sua área com aptidão para pastagem natural e silvicultura, e como pode ser observado na Tabela 1, apenas 12,1 % da área do município são atualmente ocupados com reflorestamento.

Fatores como relevo, fertilidade do solo e recursos hídricos determinaram a concentração da maior parte da classe cultura anual ao noroeste da área de estudo, região conhecida como planície aluvial onde estão localizadas as maiores áreas de várzea do município, sendo toda esta área cortada de norte a oeste pelo Rio Paraíba do Sul.

A classe culturas perenes ficou distribuída em cinco posições geográficas distintas, ou seja, a noroeste do município com três áreas, a sudoeste da área urbana com cinco áreas, a nordeste do município com três áreas, na região central do município com duas áreas e na região sul com uma área. Acredita-se que uma boa parte dessa distribuição tenha sido influenciada pela metodologia utilizada por esse trabalho que considerou somente as áreas maiores que 3 ha (caráter comercial) para representar essa classe, pois se estas tivessem sido baseadas no mesmo critério utilizado pelo Levantamento das Unidades de Produção Agrícola (LUPA) para o período de 1995/1996 (PINO, 1997) em que considerou áreas com até 0,1 ha como

Unidades de Produção Agrícola, provavelmente a distribuição sofreria alterações.

CONCLUSÃO

A grande novidade metodológica deste trabalho foi a utilização de imagens do satélite CBERS que, até então, não haviam sido utilizadas previamente e que se mostraram de grande potencial para realização de trabalhos em uma escala em nível municipal. Apesar da não utilização da banda 1, que apresentou problemas de ruído e calibração, mesmo após tentativas de correções radiométrica e geométrica, as demais bandas 2, 3, e 4 mostraram-se com boa qualidade geométrica e radiométrica, o que permitiu identificar e mapear com eficiência as classes de uso e cobertura vegetal do município de Taubaté. Portanto, pode-se concluir que imagens CBERS podem ser utilizadas em futuros levantamentos da mesma natureza. Esta eficiência pôde ser comprovada através do trabalho de campo, cujos resultados foram analisados através de uma matriz de erro (CONGALTON; MEAD, 1991), cuja exatidão global de mapeamento foi de 96 %.

Na edição do mapa final, a utilização da imagem SPOT foi de grande ajuda para o reconhecimento de algumas feições espectrais observadas nas imagens CBERS.

O Sistema de Processamento de Informação Georreferenciada (SPRING) se mostrou como uma ferramenta de grande versatilidade para realizar um trabalho dessa natureza. Além disso, o SPRING se mostrou de fácil compatibilidade com dados inseridos por outros sistemas como o localizador geográfico GPS, utilizado no trabalho de campo.

Com base na análise da imagem SPOT de 1995, utilizada no auxílio à interpretação de alguns objetos, observaram-se mudanças na situação atual do uso e cobertura vegetal do município de Taubaté, como o crescimento das classes Urbana, Reflorestamento, Floresta e Vegetação Natural Regenerada e o decréscimo das classes Pastagem e Cultivos Agrícolas (anuais e perenes). As demais classes de uso do município de Taubaté não mostraram mudanças significativas em suas áreas.

ABSTRACT

The unplanned development of several municipalities in the state of São Paulo is causing socioeconomic and environmental problems. Lack of knowledge about land use and vegetation cover makes the planning for urban, industrial and livestock development a difficult task. The objective of this work was to map pasture, crops and reforestation areas of the municipal district of Taubaté, São Paulo State, using remote sensing techniques and a geographic information system to analyze CBERS and SPOT imagery. Results have shown that 45 % (27.999 ha) of the municipal area is pasturelands, 12.1 % (7.611 ha) is reforested areas and 3 % (1.873 ha) is crop areas. It was noticed that land use and vegetation cover distribution over the municipal district was determined by human activities as a function of historical social and economic factors. Overall accuracy indicated that CBERS satellite imagery offers great potential for work at the municipal scale. Results from this paper can be used for the directive municipal planning and for the implementation of the State Secretary of Food and Agriculture's resolution (SAA-19/99) that allows the municipalities to have tax benefits based on the amount of areas planted to pasture and reforestation species in addition to crop areas, to increase the amount of tax revenue for the municipality.

KEY-WORDS

Mapping. Pasture. Crops. Reforestation. Remote sensing.

AGRADECIMENTOS

A Paulo Roberto Martini (Geólogo, M.Sc., INPE) pelo apoio, ao Dr. José Simeão Medeiros (INPE) pela orientação no uso do SPRING, ao sr. José Carlos Moreira (Analista de Sistemas, INPE) pelas sugestões e apoio na fase do mapeamento no SPRING, ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais pelo fornecimento da imagem CBERS, e do programa SPRING 3.6, aos Drs. Nelson Wellausen Dias e Marcelo dos Santos Targa pela revisão do manuscrito, e a Lucilene Valério de Matos Montesi.

REFERÊNCIAS

AGOSTINI, M. D. *Dinâmica do uso da terra na planície aluvionar do Rio Paraíba do Sul - Município de Taubaté*. 2000. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais)—Universidade de Taubaté, Taubaté, 2000.

ANDRADE, A. C. A.; ABREU, M. M. História de Taubaté através de textos. *Taubateana*, n. 17 Prefeitura Municipal de Taubaté, Taubaté, Minerva, 1996, 300 p.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. *Sistemas de informações geográficas: aplicações na Agricultura*. 2. ed., rev. ampl. Brasília: Embrapa SPI, Embrapa - CPAC, 1998.

AULICINO, L. C. M. et al. Subsídios para o manejo sustentável da bacia hidrográfica do Rio Una através do uso de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE PERCEPCIÓN REMOTA, 9., 2000, Puerto Iguazu, Misiones, Argentina, 2000. 1 CD-ROM.

BARBOSA, C. C. F. *Álgebra de mapas e suas aplicações em sensoriamento remoto e geoprocessamento*. 1997. 157 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto)—Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1997.

BATISTA, G. T. et al. A New approach for deforestation assessment. ISPRSS - COMMISSION VII, In: SYMPOSIUM ON RESOURCE AND ENVIRONMENTAL MONITORING, RIO DE JANEIRO, R.J., 1994. v.30, part.7A, p.170-174.

BERTRAND, G. Ecologia de L'espace géographique: recherches pour une science du paysage. *Société de Biogéographie, Competes rendus, Scéance du 19 déc.*, 1970, p.105-205.

BINS, L. S.; ERTHAL, G. J.; FONSECA, L. M. G. Um método de classificação não supervisionada por regiões. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO GRÁFICA E PROCESSAMENTO DE IMAGENS, 5., Águas de Lindóia. *Anais...* São José dos Campos: INPE, v.2, 1992, p. 65-68.

CÂMARA, G. et al. Integrating remote sensing and GIS with object-oriented data modelling. *Computers Graphics*. v. 15, n. 6, p.13-22, 1996.

CONGALTON, R. G.; MEAD, R.A. A review of assessing the accuracy of classifications of remote sensed data. *Remote Sensing of Environment*, v. 49, n. 1, p. 69-74, 1991.

IBGE. Censo demográfico 2000 - *Características da população e dos domicílios*: resultados do Universo. Ministério do Planejamento e Gestão - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 2000, 520 p.

IBGE - Carta do Brasil. Ministério do Planejamento e Coordenação Geral. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Departamento de Cartografia. Brasília, D. F., ed. 1973. folha SF-23-Y-D-II-2, Taubaté, Escala 1:50.000.

IGC - Plano Cartográfico do Estado de São Paulo. Governo do Estado de São Paulo - Secretária de Economia e Planejamento Coordenadoria de Ação Regional, Divisão de Geografia. São Paulo, S.P, 1978. folhas. Escala 1:10.000.

KURKDJIAN, M. L. N. O. et al. *Macrozoneamento da Região do Vale do Paraíba e Litoral Norte do Estado de São Paulo*. São José dos Campos: INPE, 176 p, 1992.

MACKETT, By R.L. LITT and MEPLAN: a Comparative analysis of land use transport policies for leeds. *Transport Reviews*, v.1, n. 2, 1991, p. 131-154.

MONTECLARO CEZAR J.R.; C.E. *A construção da cidade e o paradigma ambiental: uma análise da formação urbana de Taubaté*, S.P. 2001.152 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais)—Universidade de Taubaté, Taubaté, 2001.

NAGAO, M.; MATSUYAMA, T. Edge preserving smoothing. *Computer Graphics and Image Processing*. cap.9 (4), p. 391-407, 1979.

PINO, F. A. (Org.),—Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA (1995/1996). São Paulo: IEA, CATI, SAA, v.4, 1997, 1936 p.

PRADO, J. B.; ABREU, M. M. Aspectos geográficos do Vale do Paraíba e Município de Taubaté. Prefeitura Municipal de Taubaté - *Coleção Taubateana*; n. 14. Taubaté, 1995, 276 p.

RADAMBRASIL, '11 Folhas S.F 23/24. Rio de Janeiro/Vitória; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra - Rio de Janeiro, v.32, p.780, 6 mapas (Levantamento de Recursos Naturais - 32), 1985.

SÃO PAULO (Estado). Secretária de Estado dos Negócios da Fazenda; Coordenadoria da Administração Tributária; Diretoria de Arrecadação; Escola Fazendária do Estado de São Paulo - FAZESP. A parcela do ICMS destinada aos municípios - apuração do índice de participação GIA, D.S. e produtores rurais. 2002, 7 p.

Eduardo Cunha Montesi

Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade de Taubaté - UNITAU.
e-mail: eduardomontesi@yahoo.com.br

Getulio Teixeira Batista

Professor do Departamento de Agronomia e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais na Universidade de Taubaté - UNITAU.
Estrada Municipal Dr. José Luis Cembranelli, 5.000, Bairro Itaim
CEP: 12081-010 - Taubaté - SP
e-mail: getulio@agro.unitau.br

TRAMITAÇÃO

Artigo recebido em: 06/05/2004

Aceito para publicação em: 06/07/2004