

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS
ISSN 0100-3453

**Mapeamento de uso e cobertura do solo da
Bacia do Rio Corumbataí, SP**

**Roberta de Oliveira Avena Valente
Carlos Alberto Vettorazzi**

CIRCULAR TÉCNICA



Nº 196 MAIO 2003

<http://www.ipef.br/publicacoes/ctecnica/>

Mapeamento de uso e cobertura do solo da Bacia do Rio Corumbataí, SP

Land use / land cover mapping of the Corumbataí River Basin, SP

Roberta de Oliveira Aversa Valente
Carlos Alberto Vettorazzi

RESUMO: O objetivo desse trabalho é apresentar o mapa de uso e cobertura do solo da Bacia do Rio Corumbataí, produzido para o ano de 2000, por meio de uma classificação digital supervisionada (algoritmo de máxima verossimilhança) de imagens de satélite (SPOT e LANDSAT) e que apresenta uma exatidão global de 91,10%. Esse mapa é um dos produtos do projeto "Conservação dos Recursos Hídricos por meio da Recuperação e da Conservação Florestal da Bacia do Rio Corumbataí", desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) e financiado pelo Serviço Municipal de Água e Esgoto de Piracicaba (SEMAE). A Bacia do Rio Corumbataí apresenta uma matriz predominantemente agrícola, com a pastagem e a cana-de-açúcar ocupando, respectivamente, em torno de 44% e 26% de sua área total, o que levou à diminuição da área ocupada por florestas nativas e ao processo de fragmentação florestal. Na atualidade a floresta nativa representa apenas ao redor de 12% da área dessa bacia.

PALAVRAS-CHAVE: Uso e cobertura do solo, Sensoriamento remoto, Classificação supervisionada, Algoritmo de máxima verossimilhança, Exatidão de classificação, Índice Kappa

ABSTRACT: The purpose of this work is to present the land use / land cover map of the Corumbataí River Basin, that was produced through a supervised digital classification (maximum likelihood algorithm) of satellite images (SPOT and LANDSAT), with a classification accuracy of 91.10% and Kappa index of 0.9516. This map is one of the products of the project "Forest Conservation and Recovering Aiming at the Water Resources Conservation in the Corumbataí River Basin" developed by the Forest Research Institute (IPEF) and supported by the Piracicaba Water and Sewage Department (SEMAE). The Corumbataí River Basin presents a matrix predominantly agricultural, with pasture and sugar-cane occurring in approximately 44% and 26% of the basin, respectively. This fact has led to a reduced area covered by native forest and to an increment of the fragmentation process. The native forest represents around 12% of this basin.

KEYWORDS: Land use / land cover, Remote sensing, supervised digital classification, Maximum likelihood algorithm, Classification accuracy, Kappa index

INTRODUÇÃO

A Bacia do Rio Corumbataí, na porção central do Estado de São Paulo, apresenta elevado nível de fragmentação de sua cobertura florestal original, em função de um processo desordenado de uso e ocupação do solo. Como algumas das principais conseqüências desse processo, para o caso específico desta bacia, podem-se citar os problemas com o abastecimento hídrico dos centros urbanos e a perda da capacidade produtiva dos solos, por erosão.

Nessas condições, a Bacia do Rio Corumbataí representa muito bem a situação atual de grande parte do território originalmente coberto pela Mata Atlântica, onde os recursos naturais encontram-se seriamente afetados pela atuação antrópica, o que de vários modos afeta a qualidade de vida da população regional. Por esses motivos, diversos projetos técnicos e de pesquisa vêm sendo desenvolvidos na bacia, para melhor entender sua paisagem e os processos que

nela se desenvolvem, visando principalmente ao fornecimento de subsídios para o controle da degradação de seus recursos naturais.

O conhecimento do uso e cobertura atuais do solo é um pré-requisito indispensável quando se pretende caracterizar uma paisagem e, principalmente, para melhor dimensionar o planejamento das ações de preservação, conservação e recuperação dessa paisagem.

O mapa de uso e cobertura do solo da Bacia do Rio Corumbataí, produzido para o ano de 2000 e apresentado neste artigo, vem sendo utilizado em algumas dessas iniciativas e é um dos produtos do projeto "Conservação dos Recursos Hídricos por Meio da Recuperação e da Conservação Florestal da Bacia do Rio Corumbataí", desenvolvido de 1999 a 2001 pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) e financiado pelo Serviço Municipal de Água e Esgoto de Piracicaba (SEMAE), para a elaboração de um Plano Diretor para a bacia que contemplasse, entre outros aspectos, a recuperação e a conservação florestal com vistas a um incremento qualitativo e quantitativo no que diz respeito aos seus recursos hídricos.

Na produção do mapa de uso e cobertura do solo, o sensoriamento remoto desempenhou um papel fundamental, com o emprego de técnicas de classificação digital de imagens de satélite.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A Bacia do Rio Corumbataí (Figura 1) está localizada entre os paralelos 22º 04'46"S e 22º 41'28"S e os meridianos 47º 26'23"W e 47º 56'15"W, com uma área aproximada de 170.000 ha. Representa aproximadamente 1/6 da Bacia do Rio Piracicaba, com a maior parte de suas terras na Depressão Periférica Paulista. Abrange, total ou parcialmente, 8 municípios e possui em torno de 500.000 habitantes.

O processo de degradação florestal nessa bacia teve início no começo do século XX, com a implantação da cultura do café e culturas de subsistência (Garcia, 2000). Posteriormente, o café foi substituído por pastagens que, em 1998, ocupavam ao redor

de 40% da área da bacia, segundo Vettorazzi et al. (2000). Os autores constataram ainda a presença de outras culturas como cana-de-açúcar (26,0%), fruticultura (1%), culturas anuais (2,0%) e plantios comerciais de eucalipto (16,0%). A floresta nativa representava, em 1998, apenas 10,0% da área da bacia.

Os remanescentes de floresta nativa pertencem às formações: floresta estacional semidecidual, floresta ripária, floresta paludosa, floresta estacional decidual e cerrado *latu sensu*.

Oliveira e Prado (1984) identificaram nessa área 54 unidades de solo, pertencentes aos grandes grupos: Latossolos, Podzólicos, Terra Roxa Estruturada, Areias Quartzosas, Brunizem Avermelhado, Solos Litólicos e Solos Hidromórficos. Mais de 40% da área da bacia é ocupada por Podzólico Vermelho-Amarelo e ao redor de 20% por Latossolo Vermelho-Amarelo.

O relevo da bacia é bastante variável, apresentando desde regiões praticamente planas até encostas muito íngremes (cuestas).

Mapeamento do uso e cobertura do solo da Bacia do Rio Corumbataí

A elaboração do mapa de uso e cobertura do solo da bacia foi feita por meio do processamento digital de imagens orbitais com o software ENVI 3.4 e inspeção de campo.

Imagens SPOT-4

A imagem do satélite SPOT-4, referente à passagem do dia 22 de setembro de 1999, recobriu 97,53% da área total da bacia, não contemplando as regiões próximas à sua nascente e à sua foz. As bandas espectrais utilizadas foram referentes às faixa do verde, vermelho e infra-vermelho próximo do espectro. Essa imagem faz parte do banco de dados do Projeto Corumbataí (SEMAE / IPEF).

Para o recobrimento da região próxima à foz da bacia foi empregada a imagem do satélite SPOT-4, da passagem do dia 18 de julho de 1998. A imagem foi disponibilizada pelo Departamento de Engenharia Rural da ESALQ / USP e recobriu 0,70% da área total da bacia. As bandas espectrais empregadas foram referentes às faixa do verde, vermelho e infra-vermelho próximo do espectro.

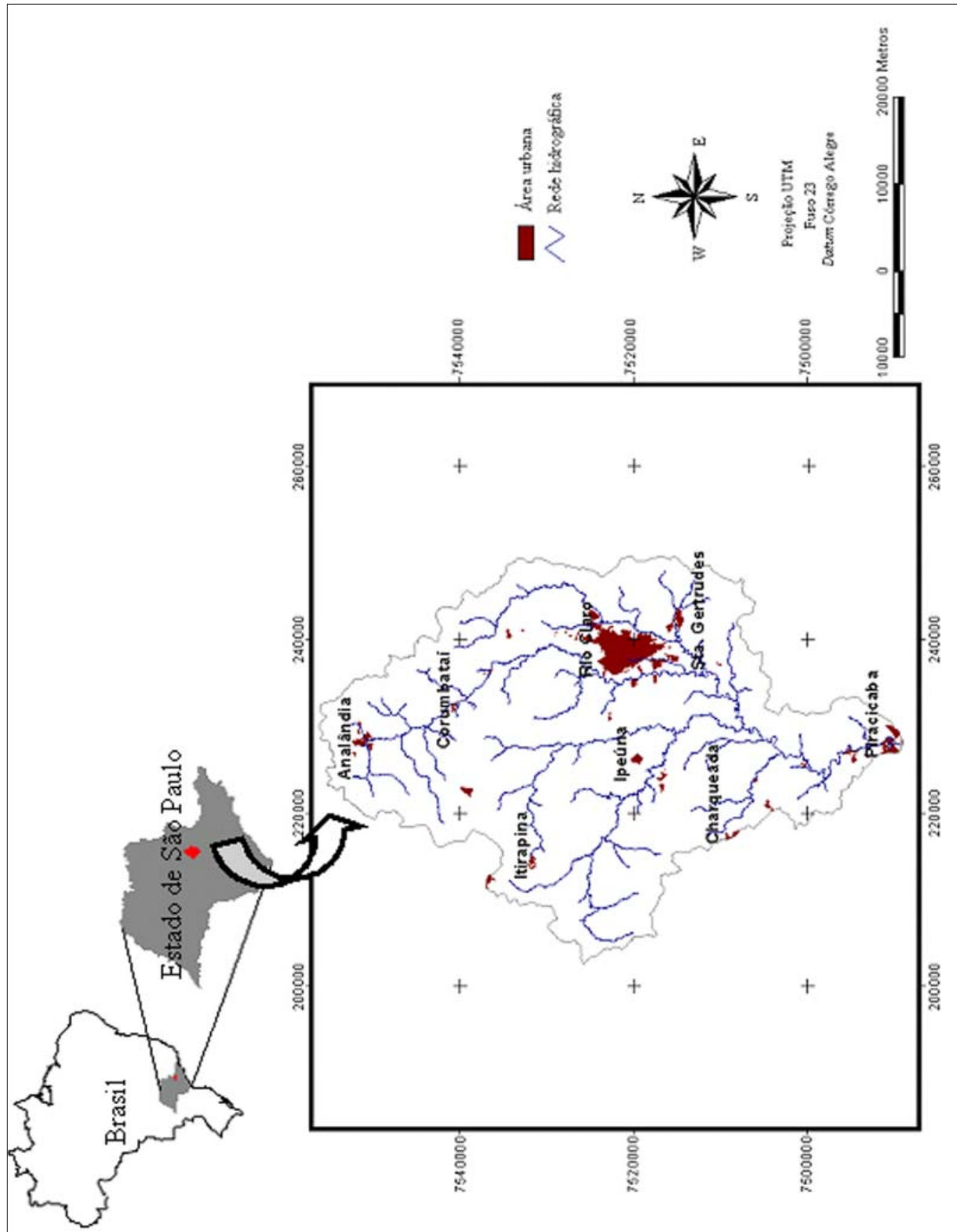


Figura 1. Localização da Bacia do Rio Corumbataí (Location of the Corumbataí River Basin)

Imagem LANDSAT-5

Para o recobrimento da região próxima às cabeceiras da bacia foi empregada a imagem do satélite LANDSAT-5, passagem de 2 de setembro de 1999. A imagem foi disponibilizada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e recobriu 1,77% da área total da bacia. As bandas espectrais empregadas foram as referentes à faixa do vermelho, do infra-vermelho próximo e infra-vermelho médio do espectro.

As imagens foram processadas separadamente, sendo elaborado um mosaico com o produto do processamento (mapa temático de uso e cobertura do solo) dessas imagens. As etapas necessárias a este processo são descritas a seguir:

Pré-processamento das imagens

A correção atmosférica das imagens teve por base o Princípio da Reflectância Zero, o qual pressupõe que os valores de nível de cinza mais baixos de uma cena estão associados às regiões com sombras de relevo ou de nuvens, ou ainda corpos d'água limpa, e que esses valores de nível de cinza são não-nulos quando deveriam sê-los (Vettorazzi, 1992). Dessa maneira, foram avaliados os histogramas das imagens, identificados os pixels que deveriam apresentar valores de reflectância nula e esses pixels foram reclassificados para apresentar valores digitais iguais a zero.

Na correção geométrica foi utilizado o modelo de transformação polinomial de primeiro grau e o método de interpolação do vizinho mais próximo. A primeira etapa deste processo foi a identificação e registro das coordenadas de pontos, denominados de controle, e que eram comuns às imagens digitais e às cartas planialtimétricas (IBGE, 1:50.000) que, por sua vez, representavam as coordenadas reais. A posição da maioria desses pontos coincidiu com intersecções da malha viária e confluência de rios, procurando-se distribuir esses pontos de forma homogênea nas cenas.

As coordenadas de imagem foram registradas com a digitalização em tela dos pontos, no software empregado para processamento digital das imagens, e as coordenadas reais com digitalização dos pontos nos mapas via mesa digitalizadora. As

coordenadas reais foram padronizadas para o sistema de coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) e datum Córrego Alegre.

A imagem LANDSAT corrigida teve ainda sua resolução espacial reamostrada para 20 metros, para facilitar a posterior elaboração do mapa final de uso do solo (resolução compatível com a das imagens SPOT).

Definição das classes de uso e cobertura do solo

Com as imagens prontas para a classificação digital e auxílio de missões preliminares de campo, foi possível definir as classes do mapa de uso e cobertura do solo e avaliar a correspondência entre as informações das imagens e do campo. As classes estabelecidas foram:

1. cana-de-açúcar: áreas onde o solo estava coberto com a cultura da cana-de-açúcar, ou apresentava indícios de ter sido utilizado por essa cultura (ex: palhada no terreno após corte), no momento da tomada das imagens;

2. pastagem: áreas utilizadas pela pecuária intensiva e extensiva e também áreas cobertas por gramíneas, contudo sem uso definido, estando sujeitas à regeneração de sua vegetação original ou posterior uso com outro tipo de cultura;

3. floresta plantada: áreas ocupadas com plantios de *Eucalyptus* ou *Pinus*. Procurou-se considerar somente aqueles plantados para fins industriais;

4. floresta nativa: abrange as áreas ocupadas pelas diferentes formações florestais nativas existentes na bacia, as áreas onde foram realizados plantios de florestas nativas e pequenas áreas ocupadas com *Eucalyptus* antigos, sem características próprias de um plantio comercial, sempre associados à vegetação arbórea natural em diferentes estágios de regeneração;

5. fruticultura: áreas ocupadas com plantios comerciais de citros;

6. cultura anual: áreas ocupadas com culturas de milho, sorgo, mandioca etc;

7. mineração: áreas exploradas pela mineração de calcário ou argila;

8. área urbana: áreas ocupadas com as sedes dos municípios da Bacia, os bairros rurais, os condomínios mais afastados dos

principais centros urbanos e outros tipos de ocupação do solo onde existe a predominância de construções, com área igual ou maior que a resolução espacial das imagens empregadas;

9.solo exposto: diz respeito à condição do solo no momento da passagem do satélite. Contudo, para uma melhor caracterização, essa classe foi posteriormente reclassificada de acordo com o uso correspondente (cana-de-açúcar, pastagem etc).

Tomada das amostras de treinamento

As amostras de treinamento foram tomadas por meio de digitalização de polígonos em tela, sobre as áreas que representavam as classes de uso e cobertura previamente determinadas, para assim ter-se suas estatísticas a serem empregadas pelo algoritmo de classificação. Fato a ressaltar é que, a presença na bacia de culturas em diferentes estádios de desenvolvimento, em alguns casos de variedades distintas e variações nos tipos de solo, tiveram como consequência variações no comportamento espectral na maioria das classes de uso e cobertura do solo, levando a necessidade de subdividi-las.

O número de pixels amostrados por subclasse foi determinado pela fórmula (Eastman, 1995):

$$\frac{T_p \times (1,5 \text{ a } 3,0\%)}{T_c}$$

onde:

T_p : total de pixels da cena; e

T_c : total de classes de uso e cobertura do solo.

Buscando uma boa representatividade de cada subclasse e visando evitar a superamostragem utilizou-se:

$$\frac{20668 \times 0,015}{40} = 5000 \text{ pixels/sub classe}$$

Aplicação do algoritmo de classificação supervisionada

Na classificação propriamente dita foi empregado o algoritmo de máxima verossimilhança (MAXVER), cuja conceituação matemática foi estabelecida por Swain, Davis e Schalkoff (Jensen, 1996).

A imagem resultante da classificação supervisionada teve as subclasses agrupadas nas 10 classes de uso e cobertura do solo previamente propostas.

Verificação da exatidão da classificação

A verificação da exatidão da classificação supervisionada foi feita por amostragem, tendo como referência as informações de campo e as próprias imagens de satélite. Foi empregada uma amostragem estratificada ao acaso, sendo o número de amostras determinado de acordo com Eastman (1995):

$$N = \frac{Z^2 \times p \times q}{e^2}; \text{ e } A = \frac{N}{a}$$

onde:

N = número de amostras;

p = percentual de exatidão esperado;

q = 100 - p;

e = erro permissível;

A = número de amostras para a área de estudo; e

a = área de estudo (proporção).

Foram considerados os valores de 85% para o percentual de exatidão esperado e 5% para o erro admissível (Anderson, 1979), sendo obtidos 446 pontos (N) para a imagem completa e, para a área que compreende os limites da bacia, 140 pontos (A).

Para as verificações de campo foi empregado um receptor GPS (Global Positioning System) de navegação Garmin eTrex, de 12 canais e com antena interna, com exatidão média aproximada de 10 m.

Tratamento pós-classificação

Procurando atenuar o efeito da presença de pixels isolados, comuns em produtos de classificações com o algoritmo de máxima verossimilhança (MAXVER), foi aplicado um filtro de mediana de 3 x 3.

O filtro de mediana é classificado como um filtro passa-baixa, onde o pixel central da máscara é substituído pela mediana dos seus vizinhos. É um filtro de implementação complexa, devido à necessidade de um ordenamento dos valores, mas é um dos filtros de suavização que melhor preservam as bordas em uma imagem (Crósta, 1993).

Mapa de uso e cobertura do solo

Com o auxílio dos softwares empregados no processamento digital de imagens (ENVI 3.4) e nas operações de análise espacial (IDRISI 2.0), foram executados os seguintes processos, para a obtenção do mapa final de uso e cobertura do solo da bacia:

1. a elaboração de um mosaico com os produtos finais da classificação digital das três imagens;

2. recorte desse mosaico com os limites da área de estudo, para ter-se o mapa de uso e cobertura do solo somente para a Bacia do Rio Corumbataí;

3. as áreas desse mapa, previamente classificadas como solo exposto, foram reclassificadas de acordo com a cultura que as ocupava a maior parte do ano. A determinação dessa cultura foi feita com base em informações das imagens digitais e dos trabalhos de campo;

4. a digitalização em tela de feições não classificadas corretamente por meio do processo digital, em função de heterogeneidade de seus componentes: área urbana e hortos florestais; e

5. a digitalização em tela de toda malha viária e parte da rede hidrográfica necessária à complementação das feições já existentes.

Para a facilitar a atividade de digitalização em tela das feições área urbana, rede hidrográfica e malha viária, foi elaborado um mosaico em cores da bacia, com as imagens de satélite (composição colorida).

Verificação da exatidão do mapa de uso e cobertura do solo

O tipo de amostragem, o número de pontos e a distribuição desses pontos, foram os mesmos empregados na verificação da exatidão do produto bruto da classificação digital das imagens. Contudo, tendo em vista uma maior confiabilidade na qualidade do produto final da classificação, foi calculado o índice Kappa, no próprio sistema de informação geográfica.

A interpretação desse índice foi baseada em Landis e Koch (1977) que, objetivando a análise de imagens orbitais, definiram intervalos do índice Kappa e os relacionaram com a qualidade da classificação, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Classes de qualidade do índice Kappa.
(Quality classes of Kappa number)

Kappa	Qualidade
< 0,0	Péssima
0,0 - 0,2	Ruim
0,2 - 0,4	Razoável
0,4 - 0,6	Boa
0,6 - 0,8	Muito boa
0,8 - 1,0	Excelente

Fonte: Landis e Koch (1977).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapa de uso e cobertura do solo da Bacia do Rio Corumbataí, apresentado na Figura 2, indicou uma ocupação variada da paisagem da bacia, estando relacionada ao tipo de solo e ao relevo da região.

A pastagem, conforme é apresentado na Tabela 2, ocupa 43,68% da área total da bacia e está preferencialmente concentrada nas suas porções superior e média, que por sua vez, são as regiões com solos mais sensíveis à erosão e maiores declividades dessa paisagem. Associada à pastagem observa-se ainda, nessas porções da bacia, a presença de outras coberturas, como a fruticultura e os plantios comerciais de eucalipto, que representam respectivamente 2,82% e 7,33% da área total da bacia. Essas culturas passam praticamente inexistentes na porção inferior da bacia.

Tabela 2. Uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Corumbataí para o ano de 2000.

(Land use/land cover in the Corumbataí River Basin 2000)

Uso e cobertura do solo	Área	
	(ha)	(%)
Cana-de-açúcar	43663,16	25,57
Pastagem	74591,52	43,68
Floresta Plantada	12517,24	7,33
Floresta Nativa	21100,60	12,36
Fruticultura	4816,76	2,82
Cultura Anual	1740,68	1,02
Mineração	155,60	0,09
Área Urbana	4732,12	2,77
Outros	7457,92	4,37
Total	170775,60	100,00

As condições favoráveis de solo e relevo para as culturas agrícolas, na porção inferior da bacia, condicionaram a predominância da cana-de-açúcar nessa região. Essa cultura ocupa cerca de 25,57% da área total da bacia. Considerando essa área e principalmente a

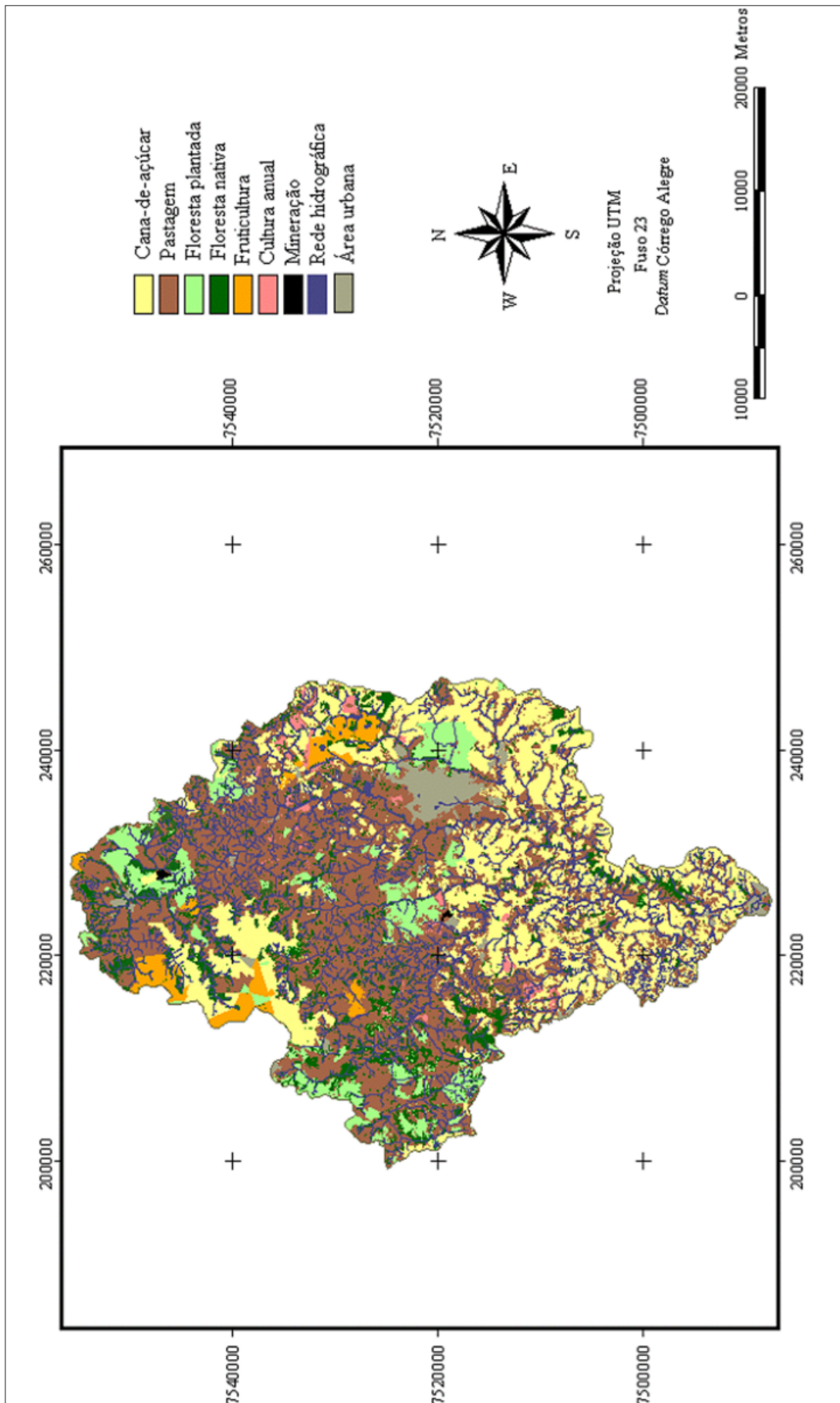


Figura 2. Uso e cobertura do solo da Bacia do Rio Corumbataí (2000).
(Land/use/land cover in the Corumbataí River Basin 2000)

área ocupada por pastagem, pode-se dizer que a bacia apresenta uma matriz predominantemente agrícola, o que levou à diminuição da área ocupada por florestas nativas e ao processo de fragmentação florestal.

Na Bacia do Rio Corumbataí a área ocupada por floresta nativa representa apenas 12,36% de sua área total, e conforme o mapa de uso e cobertura do solo, está preferencialmente em sua porção superior e a oeste em sua porção média.

Koffler (1993) e Vettorazzi et al. (2000) em seus mapeamentos de uso e cobertura do solo da bacia, para os anos de 1991 e 1998 respectivamente, também observaram a predominância da pastagem e da cana-de-açúcar na bacia. Os autores obtiveram, contudo, valores inferiores para a área ocupada com floresta nativa. Para Koffler (1993) restavam apenas 6,1% da vegetação florestal natural da bacia, enquanto que para Vettorazzi et al. (2000) restavam 9,57%.

O mapa produzido para o ano de 2000 teve sua exatidão de classificação verificada. Obteve-se uma porcentagem de acerto global de 91,1% e o valor de 0,9516 para o índice Kappa (K) global.

O valor de exatidão obtido para esse mapa, foi superior ao valor tido como mínimo aceitável (85%), por autores como Anderson et al. (1979) e Eastman (1995). Quanto à qualidade do mapa, tendo por base os intervalos do índice Kappa (K) propostos por Landis e Koch (1977), pode ser classificada como excelente.

Para as classes de uso e cobertura do solo, separadamente, a exatidão também sempre foi superior ao valor tido como mínimo aceitável e a qualidade variou entre muito boa e excelente, de acordo com valores do índice Kappa, conforme observado na Tabela 3.

Tabela 3. Exatidão e índice Kappa para as classes de uso e cobertura do solo.

(Accuracy and Kappa index to land use/land cover classes)

Uso e cobertura do solo	Exatidão (%)	Índice K
Cana-de-açúcar	92,68	0,883
Pastagem	88,41	0,953
Floresta plantada	90,91	0,909
Floresta nativa	92,31	0,750
Fruticultura	100,00	0,750
Cultura anual	100,00	1,000
Área urbana	----	----

Para as classes fruticultura e cultura anual, o reduzido número de pontos utilizados para a verificação de suas respectivas exatidões, foi responsável por 100% de acerto. Para a área urbana, a não verificação da exatidão é melhor entendida quanto se considera que, em função da inexistência de padrão no comportamento espectral próprio dessa classe, seus limites foram obtidos pela digitalização de suas feições nas imagens digitais. Considerando apenas a cana-de-açúcar, a pastagem, a floresta plantada e a floresta nativa, o mapa de uso e cobertura do solo apresentou uma porcentagem de acerto de 90,20% e o valor de 0,9145 para o índice Kappa (K) global. Assim, o mapa produzido pode ser considerado confiável para a caracterização da paisagem da Bacia do Rio Corumbataí.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Bacia do Rio Corumbataí apresenta usos e coberturas do solo predominantemente agrícolas, com as pastagens cobrindo a maior parte das terras (43,68%), seguidas pela cultura da cana-de-açúcar (25,57%). As florestas nativas reco-brem 12,36% da bacia (incluindo-se cerrado latu sensu) e de forma bastante fragmentada, concentrando-se em determinadas regiões, o que compromete bastante a biodiversidade regional e também a produção e a qualidade da água na bacia.

O mapa atual de uso e cobertura do solo é um elemento imprescindível às iniciativas de planejamento conservacionistas de uma dada região. Assim, este trabalho apresenta uma versão atualizada do mapa de uso e cobertura do solo da Bacia do Rio Corumbataí, com um nível de exatidão global de classificação de 91,10%, disponibilizando essa informação a todos os interessados no desenvolvimento de estudos e projetos de alcance regional envolvendo a referida bacia hidrográfica.

AUTORES

ROBERTA DE OLIVEIRA AVERNA VALENTE é Mestre em Recursos Florestais pela ESALQ/USP. E-mail: roavalen@esalq.usp.br

CARLOS ALBERTO VETTORAZZI é Professor Doutor do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP. E-mail: cavettor@esalq.usp.br

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J.R.; HARDY, E.E.; ROACH, J.T.; WITMER, R.E. A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. Washington: USGS, 1979. 28p.
- CRÓSTA, A.P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: IG / UNICAMP, 1993. 170p.
- EASTMAN, J.R. **Idrisi for windows user's guide**. Worcester: Clark University, 1995. 109p.
- GARCIA, L.B.R. **Ocupação e desenvolvimento econômico da Bacia do Corumbataí: séculos XVIII a XX - atlas ambiental da Bacia do rio Corumbataí**. Rio Claro: DEPLAN / IGCE / UNESP, 2000. www.rc.unesp.br/igce/ceapla. (02 set. 2001).
- JENSEN, J.R. **Introductory digital image processing: a remote sensing perspective**. 2.ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996. 316p.
- KOFFLER, N.F. Uso das terras da bacia do rio Corumbataí em 1990. **Geografia**, v.18, n.1, p.135-150, 1993.
- LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, p.159-174, 1977.
- OLIVEIRA, J.B.; PRADO, H. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: quadrícula de São Carlos - 2- memorial descritivo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1984. 118p.
- VETTORAZZI, C.A. **Sensoriamento remoto orbital: apostila**. Piracicaba: ESALQ / Departamento de Engenharia Rural, 1992. 134 p.
- VETTORAZZI, C.A.; VALENTE, R.O.A.; BALLESTER, M.V.R. Forest fire hazard mapping in a GIS environment for a river basin in the State of São Paulo, Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEOSPATIAL INFORMATION IN AGRICULTURE AND FORESTRY, 2, Lake Buena Vista, 2000. **Proceedings**. Ann Arbor: ERIM International, 2000. v.1, p.10-12

Circular Técnica IPEF (ISSN 0100-3453) é publicada sem periodicidade regular pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) em convênio com o Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo. *Circular Técnica IPEF* divulga conhecimentos técnicos e científicos referentes ao setor florestal. Os objetivos principais são transferência de tecnologia, disseminação de métodos, técnicas e informações importantes para o desenvolvimento das atividades florestais e para a atualização dos profissionais que atuam no setor.

Os manuscritos devem ser submetidos à Comissão Editorial em três cópias. Inicialmente, somente manuscritos impressos são necessários. Após a aceitação do trabalho, será solicitado o manuscrito em formato digital. Para maiores informações contate:

Circular Técnica IPEF
IPEF - ESALQ/USP
Av. Pádua Dias, 11 - Caixa Postal 530
13400-970, Piracicaba, SP - Brasil
fone: 55-19-3436-8618
fax: 55-19-3436-8666
E-mail: mmpoggia@esalq.usp.br
<http://www.ipef.br/publicacoes/ctecnica>

O conteúdo e as opiniões apresentadas nos trabalhos publicados não são de responsabilidade de *Circular Técnica IPEF* e não representam necessariamente as opiniões do IPEF ou do Departamento de Ciências Florestais, ESALQ/USP.

Circular Técnica IPEF (ISSN 0100-3453) teve início em 1979.

Comissão Editorial / Editorial Board

Editora Executiva / Executive Editor

Marialice Metzker Poggiani

Editores Científicos / Scientific Editors

Antonio Natal Gonçalves – ESALQ/USP
Biotecnologia e Melhoramento Florestal/
Biotechnology and Tree Improvement

Fábio Poggiani – ESALQ/USP
Ecologia florestal e Gerenciamento Ambiental/
Forest Ecology and Environmental Management

Fernando Seixas e
José Luiz Stape – ESALQ/USP
Silvicultura e Manejo Florestal/
Silviculture and Forest Management

Sócios do IPEF

Sócios Titulares

Aracruz Celulose S.A.	- Espírito Santo e Bahia
Bahia Sul Celulose S/A	- Bahia
CAF Santa Bárbara Ltda	- Minas Gerais e Bahia
Cenibra - Celulose Nipo Brasileira S.A.	- Minas Gerais
Cia Suzano de Papel e Celulose S/A	- São Paulo e Maranhão
Desarrollo Forestal S.A. de C.V.	- México
Duratex S/A	- São Paulo, Rio Grande do Sul e Bahia
Eucatex S/A Indústria e Comércio	- São Paulo
Inpapel Agroflorestal Ltda.	- Paraná
Indústrias Klabin de Papel e Celulose	- Paraná, Bahia, Santa Catarina, Rio Grande do Sul
International Paper do Brasil	- São Paulo, Mato Grosso do Sul e Amapá
Jari Celulose S/A	- Pará
Lwarcel Celulose e Papel Ltda.	- São Paulo
Ripasa S.A. Celulose e Papel	- São Paulo
Votorantim Celulose e Papel S.A.	- São Paulo e Minas Gerais

Francides Gomes da Silva Júnior e
Geraldo Bortoletto Júnior – ESALQ/USP
Tecnologia de Produtos Florestais/
Forest Products Technology

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)

Adolpho José Melfi - Reitor

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ” (ESALQ/USP)

José Roberto Postalí Parra - Diretor
Raul Machado Neto - Vice-Diretor

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS (IPEF)

Antônio Joaquim de Oliveira - Presidente
José Maria de Arruda Mendes Filho - Vice-Presidente
José Otávio Brito (ESALQ/USP) - Diretor Executivo

Editoração e Diagramação
Luiz Erivelto de Oliveira Júnior - IPEF



INSTITUTO DE PESQUISAS
E ESTUDOS FLORESTAIS