

Análise do uso das terras da bacia do ribeirão Pederneiras (SP) através de técnicas automatizadas

Ana Maria Penteado Bortolozzi*

Natalio Felipe Koffler**

BORTOLOZZI, Ana M. P., KOFFLER, Natalio F. Análise do uso das terras da bacia do ribeirão Pederneiras (SP) através de técnicas automatizadas. *Mimesis*, Bauru, v. 19, n. 2, p. 07-23, 1998.

RESUMO

A bacia do ribeirão Pederneiras, localizada no Estado de São Paulo entre os paralelos 22°20' e 22°26'S e os meridianos 48°44' e 48°56'WG, teve a sua potencialidade de uso agrícola avaliada através do SIG SAMPA 2.0, desenvolvido por pesquisadores da UNESP, e o uso da terra mapeado por meio de uma imagem TM do satélite LANDSAT-5. Fotografias aéreas de 1972, trabalhos de campo e vôos sobre a área em 1997 possibilitaram analisar alterações na mata ciliar, como forma de se avaliar impactos ambientais causados pela atual ocupação agrícola. O confronto entre o uso potencial e o uso real das terras possibilitou identificar e quantificar as áreas utilizadas adequadamente e as áreas utilizadas abaixo ou acima da intensidade máxima recomendada. Os resultados obtidos permitiram alcançar as seguintes conclusões: a) o uso preferencial das terras é para culturas de ciclo longo (56,9%), seguido pelas culturas de ciclo curto (33,6%), pastagens (5,8%) e silvicultura (3,7%); b) o principal uso das terras em 1997 era constituído por culturas de ciclo longo, predominantemente cana-de-açúcar (48,2%), seguido pela silvicultura (41,0%) e pastagens (5,9%), não ocorrendo culturas de ciclo curto em áreas expressivas; c) A maior parte das terras (71,7%) estava sendo subutilizada, 23,2% estavam sendo utilizados adequadamente e apenas 1,4% utilizados com intensidade excessiva; d) houve grande redução na ocorrência das matas ciliares, especialmente nas áreas ocupadas com cana-de-açúcar.

* Departamento de Ciências Sociais/Centro de Filosofia e Ciências Humanas - Universidade do Sagrado Coração - Rua Irmã Armanda, 10-50 - 17044-160 - Bauru - SP.
** Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo - UNESP/FAAC - Av. Eng.º Luiz Edmundo C. Coube, s/nº. - 17033-360 - Bauru - SP.

Unitermos: uso da terra, bacia hidrográfica, mata ciliar, sensoriamento remoto, SIG, planejamento rural, Pederneiras-SP.

INTRODUÇÃO

Com a diminuição das fronteiras agrícolas, o incremento da produção de alimentos somente poderá ser alcançado com a elevação dos níveis de produtividade, através da aplicação de técnicas aperfeiçoadas de produção agrícola. Assim, as pesquisas e a extensão precisam ser intensificadas, no sentido de se obter aumentos progressivos da produção e, ao mesmo tempo, garantir a sustentabilidade produtiva da terra.

Grande parte do território brasileiro e, em especial, a região Sudeste, encontra-se já ocupada com atividades agropecuárias. Em vista disso, o planejamento territorial rural é de vital importância para promover uma melhor adequação dos sistemas produtivos às condições naturais disponíveis, como forma fundamental de prevenir ou retardar os processos de degradação ambiental.

O mau uso das terras agrícolas, através da ocupação desordenada, destruindo inclusive as matas ciliares e de cabeceiras, tem sido a causa de impactos negativos no ecossistema rural, como: aceleração dos processos erosivos, assoreamento de rios, lagos e represas, perda da fertilidade do solo, aumento da ocorrência de enxurradas e inundações, deslizamentos de encostas, entre outros.

A substituição da cobertura vegetal natural de uma área por cultivos agrícolas aumenta a carga de sedimentos despejados nos cursos d'água, sendo esse fato de maior ou menor intensidade dependendo do tipo de solo, da declividade do terreno, das condições climáticas, da presença de vegetação remanescente e das práticas agrícolas aplicadas (Douglas, 1970).

Por outro lado, a presença da vegetação nas margens dos rios e ribeirões, bem como nas suas cabeceiras, constitui condição básica, embora não suficiente, para garantir a manutenção da integridade dos processos hidrológicos e ecológicos de uma região. A mata ciliar, em especial, possui a importante função hidrológica de manter a estabilidade da microbacia, evitando o escoamento direto das águas das chuvas, atenuando o pico das cheias, dissipando a energia do escoamento superficial pela rugosidade das margens, mantendo o equilíbrio térmico da água, a estabilidade das margens, a ciclagem de nutrientes, controlando a erosão etc. (Penteado-Orellana, 1992; Lima, 1995).

Desse modo, as condições em que se encontra a vegetação ciliar pode servir como forte indicador do grau de deterioração ambiental em que uma determinada área se encontra.

Estudos sobre os problemas da compatibilidade entre a aptidão agrícola das terras e as atividades que realmente nelas são desenvolvidas, como os trabalhos de Sparovek & Lepsch (1995) e Koffler (1996), entre outros, podem esclarecer se essas áreas estão realmente sendo ocupadas por culturas adaptadas a elas ou se estão sendo subutilizadas ou, até, usadas excessivamente.

BORTOLOZZI, Ana M. P., KOFFLER, Natalio F. Análise do uso das terras da bacia do ribeirão Pederneras (SP) através de técnicas automatizadas. *Mimesis*, Bauru, v. 19, n. 2, p. 07-23, 1998.

BORTOLOZZI, Ana
M. P., KOFFLER,
Natalio F. Análise
do uso das terras da
bacia do ribeirão
Pederneiras (SP)
através de técnicas
automatizadas.
Mimesis, Bauru, v.
19, n. 2, p. 07-23,
1998.

Embora esses trabalhos já venham sendo feitos no Brasil há vários anos por especialistas na área agrônômica, a automação trazida pela rápida evolução das técnicas de computação, tem tornado a metodologia de análise ambiental acessível a planejadores menos especializados.

Na automação desses estudos, vêm sendo cada vez mais utilizados os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), integrantes de uma tecnologia que se convencionou chamar de Geoprocessamento.

Dentro dessa linha de trabalho, Koffler et al.(1995) formularam o software "SAMPA" - Sistema de Análise Ambiental para Planejamento Agrícola, como instrumental eficaz na análise de dados encontrados em levantamentos de solos para fins agrícolas. Esse software, alimentado com mapas de solos, declividade e uso da terra, e dados sobre características físicas e químicas dos solos, fornece ao usuário uma avaliação da aptidão agrícola das terras e a adequação do seu uso atual, nas formas de mapas e tabelas.

No levantamento das áreas ocupadas pelas diferentes coberturas vegetais, sejam naturais ou estabelecidas pelo homem, a tecnologia do sensoriamento remoto, seja através de fotografias aéreas ou imagens de satélite, tem contribuído significativamente para melhorar a qualidade da informação (Koffler,1992).

O objetivo geral do presente trabalho foi estabelecer um quadro idealizado do uso agrícola das terras abrangidas pela bacia do ribeirão Pederneiras (SP) e avaliar as distorções existentes e suas conseqüências.

Para se chegar a esses resultados, procurou-se mapear o uso atual das terras, identificar os tipos de solos e as classes de declividade, determinar o uso mais adequado das terras em termos agrícolas e verificar a situação das matas ciliares. Para esta realização, foram aproveitadas as facilidades proporcionadas pelas técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento.

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA

A bacia do Pederneiras compreende a área drenada pelo ribeirão Pederneiras (afluente da margem esquerda do Rio Tietê) e seus afluentes: os córregos da Estiva, Areia Branca, Anta, Curtume, da Paciência, do Macuco, da Cachoeirinha e do Monjolo. Localiza-se no Planalto Ocidental Paulista, entre 22°20' e 22°26' de latitude Sul e entre 48°44' e 48°56' de longitude Oeste, abrangendo parcialmente áreas pertencentes aos municípios de Pederneiras e Agudos, num total aproximado de 148km² (FIGURA 1).



FIGURA 1 - Área de Estudo

Geologicamente faz parte da unidade geotectônica denominada Bacia do Paraná que, segundo Almeida & Melo (1981), trata-se de uma vasta superfície formada num grande geossinclinal pela deposição de sedimentos e derrames de lavas basálticas, desde o Período Carbonífero da Era Paleozóica até o Período Cretáceo da Era Mesozóica. Portanto, a Bacia do Pederneiras assenta-se sobre litologias encontradas na Bacia do Paraná, como as pertencentes ao Grupo Bauru, que é constituído por diversas formações predominantemente areníticas, ocorrendo, descontinuamente, basaltos nos vales dos principais rios.

Do ponto de vista geomorfológico, essa bacia é constituída de colinas amplas, isto é, predominam interflúvios com áreas superiores a 4km², topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos e suavemente convexos, com 2% a 10% de declive. A drenagem é de baixa densidade em função da porosidade dos solos, ou seja, o número de cursos d'água perenes numa área de 10km² é de 0 a 5 e o padrão é subden-drítico, com vales abertos e planícies aluviais interiores restritas (Ponçano, 1981). A altimetria, dentro dessa bacia, varia entre 440 metros, nas proximidades da foz do Pederneiras (Represa de Bariri, Rio Tietê) e 607 metros no interflúvio que separa as cabeceiras do ribeirão Pederneiras e o córrego da Estiva.

O clima predominante nessa bacia, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, ou seja, tropical de altitude, com verão quente e úmido e inverno seco. A temperatura média no mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente ultrapassa 22°C. O total de chuvas no mês mais seco é inferior a 30mm.

BORTOLOZZI, Ana M. P., KOFFLER, Natalio F. Análise do uso das terras da bacia do ribeirão Pederneiras (SP) através de técnicas automatizadas. *Mimesis*, Bauru, v. 19, n. 2, p. 07-23, 1998.

BORTOLOZZI, Ana M. P., KOFFLER, Natalio F. Análise do uso das terras da bacia do ribeirão Pederneiras (SP) através de técnicas automatizadas. *Mimesis*, Bauru, v. 19, n. 2, p. 07-23, 1998.

Conforme se observa na TABELA 1, que mostra os dados climáticos provenientes da Estação Climatológica Principal de Bauru (Fundação Educacional de Bauru, 1974), a temperatura média anual foi de 21°C, com máxima média de 28,5°C e mínima média de 14,5°C. A máxima registrada no período foi de 38°C nos meses de outubro e novembro e a mínima foi de 0,6°C no mês de agosto.

A precipitação pluviométrica média foi de 1149mm, sendo o período chuvoso de outubro a março e o período seco entre maio e setembro, com precipitação média inferior a 50mm. Os ventos foram moderados, 1,75m/s em média, predominando a direção SE e a umidade relativa do ar foi de 66%, em média.

TABELA 1 - Dados climáticos de Bauru-SP (22°09'S; 49°04'WG; 550m), período 1962-1971.

MÊS	TEMPERATURA (°C)					CHUVA (mm)		VENTO		UMIDADE RELATIVA %
	Média	Máx. média	Mín. média	Máx. abs	Mín. abs.	Média	Dias >=1mm	m/s	Direção	
JAN	23,7	30,3	17,6	37,4	12,0	209	13	1,52	SE	73
FEV	22,8	30,3	17,8	36,9	12,0	172	12	1,59	E	73
MAR	22,8	30,1	17,1	35,3	11,0	125	9	1,59	SE	70
ABR	21,2	28,8	14,8	33,1	3,4	51	4	1,66	SE	66
MAI	18,9	26,5	12,4	32,0	3,0	43	3	1,64	SE	68
JUN	17,4	25,2	11,5	30,1	0,8	42	4	1,67	N	67
JUL	17,7	25,4	11,0	33,4	2,0	24	3	1,72	SW	59
AGO	19,8	28,0	12,0	36,0	0,6	19	2	1,88	SE	56
SET	20,9	29,3	13,4	36,4	2,0	48	4	1,97	SE	57
OUT	21,6	28,8	14,3	38,0	9,6	124	9	1,99	E	65
NOV	22,5	29,8	15,5	38,0	7,4	105	8	1,85	E	63
DEZ	22,8	29,7	16,6	36,6	11,2	187	11	1,91	E	70
ANO	21,0	28,5	14,5	38,0	0,6	1149	82	1,75	SE	66

Fonte: Fundação Educacional de Bauru (1974)

Quanto aos solos, segundo Almeida et al. (1982), ocorrem nessa área as seguintes unidades: Latossolos (Vermelho Escuro, Vermelho Amarelo e Roxo), Terra Roxa Estruturada, Areias Quartzosas e Solos Hidromórficos.

Latossolos

Ocorrem na maior parte da bacia, predominando os de textura média (LE1, LE2 e LV), havendo também solos de textura argilosa ou muito argilosa (LE3 e LRd). Apresentam-se sob relevo suave ondulado ou plano, são muito profundos, livres de pedras e com boa a forte drenagem interna. Em geral são pobres em nutrientes e ricos em alumínio tóxico, CTC baixa a muito baixa nos latossolos de textura média e moderada nos demais.

Terra Roxa Estruturada

Ocorre no vale do médio e baixo curso do ribeirão Pederneiras, sob duas unidades, Estruturada (TE1) e Itaguaçu (TE2), em relevo ondulado, sem pedras, ótimas características químicas, sendo estas ligeiramente inferiores na unidade Itaguaçu.

Areias Quartzosas

Ocorrem no extremo sudoeste da bacia, nas cabeceiras do ribeirão Pederneiras e dos córregos da Estiva, Água Branca e da Limeira. São solos muito arenosos e muito pobres, com baixa retenção de nutrientes e de água, ocorrendo em relevo suave ondulado.

Solos Hidromórficos

Na bacia do ribeirão Pederneiras, esses solos são pouco representativos, pois só ocorrem em apenas 0,1% da área, ao sul da cidade de Pederneiras. A principal limitação desses solos para agricultura está na presença do lençol freático a pequena profundidade, o que restringe o crescimento do sistema radicular das plantas e as atividades mecanizadas. Em algumas situações, estas condições podem ser melhoradas através de sistemas de drenagem.

Segundo Kronka et al. (1993), a vegetação natural dessa bacia, hoje quase inexistente, a não ser em forma de pequenas "manchas", é a mata. Leitão Filho (1982) caracterizou essa mata como sendo floresta latifoliada semidecídua ou mata semidecídua de planalto.

MATERIAL E MÉTODOS

Mapas

Durante a execução do trabalho, foram utilizados os seguintes mapas: a) Cartas topográficas do Estado de São Paulo, folhas de Agudos e Jaú, escala 1:50.000, elaboradas pelo IBGE (1973a,b); e b) Carta do levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo, Quadrícula de Jaú, escala 1:100.000, elaborada pelo Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo (Almeida et al., 1982).

Imagem de Satélite

Foi utilizada uma imagem obtida pelo sensor TM (Thematic Mapper) do satélite LANDSAT-5, órbita WRS 221/075D, escala 1:100.000, composição colorida 3b/4g/5r, passagem de 21/09/92, processada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Fotos Aéreas

Foram utilizadas 17 fotos aéreas que cobrem a área de estudo, pan-cromáticas, escala 1:25.000, obtidas em 1972 pela VASP Aerofotogrametria S.A. para o Instituto Brasileiro do Café, pertencentes ao Instituto Agrônomo de Campinas.

BORTOLOZZI, Ana M. P., KOFFLER, Natalio F. Análise do uso das terras da bacia do ribeirão Pederneiras (SP) através de técnicas automatizadas. *Mimesis*, Bauru, v. 19, n. 2, p. 07-23, 1998.

BORTOLOZZI, Ana M. P., KOFFLER, Natalio F. Análise do uso das terras da bacia do ribeirão Pederneiras (SP) através de técnicas automatizadas. *Mimesis*, Bauru, v. 19, n. 2, p. 07-23, 1998.

Informações

Foram colhidas informações complementares e mais recentes sobre o uso da terra na Fazenda Monte Alegre, propriedade da Duraflores, em Agudos, proprietária de grande parte da área de estudo, e na Associação de Fornecedores de Cana da Zona de Lençóis Paulista, sede de Macatuba.

Foram realizados trabalhos de campo e sobrevôos da área, em maio e dezembro de 1997, que forneceram informações úteis, através de observação e tomada de fotos, para a interpretação da imagem LAND-SAT, atualização de dados sobre o uso da terra e observação da situação das matas ciliares.

Sistema de Informação Geográfica (SIG)

Foi utilizado o "software" SAMPA (Sistema de Análise Ambiental para Planejamento Agrícola) - versão 2.0, produzido por Koffler et al. (1995). Este "software" é um sistema "raster" de análise espacial de componentes ambientais que faz automaticamente, com base em resultados de pesquisas agrônomicas, o levantamento da aptidão agrícola das terras.

O presente trabalho seguiu, de um modo geral, a metodologia proposta por Koffler (1996) e detalhada por Bortolozzi (1998), sendo orientada pelas seguintes etapas:

Definição da Área de Estudo e Elaboração da Base Cartográfica

Os limites da bacia do ribeirão Pederneiras foram definidos através das cartas topográficas na escala 1:50.000 do IBGE, identificando-se o divisor de águas com o auxílio dos pontos cotados. Em seguida, foi elaborada a base cartográfica da bacia dando-se destaque aos rios, estradas principais e à área urbana de Pederneiras.

Também foram confeccionadas duas bases cartográficas quadriculadas, em papel poliéster. Uma, na escala 1:50.000, quadriculada nas dimensões de 5mm x 5mm, com base nas coordenadas UTM, através da subdivisão da malha de 2km x 2km representada nas cartas topográficas e, a outra, na escala 1:100.000, quadriculada nas dimensões 2,5mm x 2,5mm, com base na carta pedológica, de forma análoga à anterior.

Elaboração da Base de Dados

a) Carta de declividade

A base cartográfica em poliéster, quadriculada na escala 1:50.000, foi sobreposta à carta topográfica do IBGE para a obtenção dos dados de declividade por meio da análise das medidas altimétricas através do método de amostragem sistemática de células e uso de um ábaco proposto por Koffler (1994).

A cada classe de declividade - A(<2%), B[2;5%), C[5;10%), D[10;20%) - foi atribuído um código numérico, utilizado para alimentar o programa SAMPA.

b) Mapa de solos

A base cartográfica quadriculada na escala 1:100.000 foi sobreposta à carta do levantamento pedológico, de forma que a cada tipo de solo foi designado um código numérico que foi inserido nas quadrículas corres-

pondentes. Esses códigos foram posteriormente digitados para alimentar o programa SAMPA.

c) Mapa de Uso da Terra

Para o mapa de uso da terra, também foi utilizada a base cartográfica quadriculada, escala 1:100.000, tendo sido sobreposta à imagem do satélite LANDSAT-5 para a obtenção dos dados. Para cada tipo de uso foi considerado um código segundo orientação do manual do usuário do SAMPA.

Esses códigos foram distribuídos nas quadrículas correspondentes e depois digitados. Para esse trabalho, foram consideradas as informações colhidas na empresa Duraflora, em Agudos, no trabalho de campo e no sobrevôo, produzindo-se um mapa atualizado do uso das terras da bacia.

A análise da imagem LANDSAT foi feita através da observação visual de cor, textura e aspectos associados, seguindo o método e os padrões de interpretação propostos por Koffler (1992 e 1996).

Características dos solos

Foram utilizadas informações morfológicas e analíticas dos solos extraídas dos memoriais descritivos dos levantamentos realizados por Oliveira & Prado (1984, 1987), para o preenchimento das planilhas do programa SAMPA, gerando a TABELA 2.

Processamento dos Dados no Programa SAMPA 2.0

O SAMPA 2.0 foi utilizado conforme instruções contidas no manual do usuário (Koffler et al., 1995) criando-se inicialmente um código alfanumérico com quatro dígitos para identificar o projeto. Em seguida, procedeu-se à entrada dos dados cartográficos das matrizes elaboradas em papel poliéster e das características dos solos organizadas nas planilhas, dando-se seqüência à rotina de utilização do "software".

TABELA 2 - Características dos solos da bacia do Pederneiras classificadas para análise pelo programa SAMPA.

SOLO	Va	Vb	CTCa	CTCb	SAa	SAb	SS	CE	PE	NI	ARGa	ARGb	RT	NA	PED
LE1	B	B	MB	MB	A	A	MB	MB	MA	SI	MB	B	M	NE	MB
LE2	M	B	M	B	M	A	MB	MB	MA	SI	B	M	B	NE	MB
LE3	MB	B	A	M	A	M	MB	MB	MA	SI	A	A	MB	NE	MB
LRd	B	B	A	B	M	M	MB	MB	MA	SI	A	A	B	NE	MB
LV	B	B	B	MB	A	MA	MB	MB	MA	SI	B	B	B	NE	MB
TE1	M	M	M	M	MB	B	MB	MB	A	RD	A	MA	B	NE	MB
TE2	A	A	M	M	MB	MB	MB	MB	A	RD	A	MA	M	NE	MB
AQ	M	B	MB	MB	M	A	MB	MB	MA	SI	MB	MB	MB	NE	MB
HI	M	M	A	M	M	M	MB	MB	B	LF	M	A	MB	NE	MB

Obs: V = saturação por bases; CTC = capacidade de troca catiônica; SA = saturação por alumínio; SS = saturação com sódio; CE = condutividade elétrica; PE = profundidade efetiva; NI = natureza do impedimento físico; SI = impedimento a 150cm ou mais; RD = rocha dura ou similar; ARG = teor de argila; LF = lençol freático; RT = razão textural; NA = natureza das argilas; NE = não expansivas; PED = pedregosidade; MB = muito baixo; B = baixo; M = moderado; A = alto; MA = muito alto; a = horizonte genético A ou 0 a 30 cm; b = horizonte genético B ou 30 a 60cm.

BORTOLOZZI, Ana M. P., KOFFLER, Natalio F. Análise do uso das terras da bacia do ribeirão Pederneiras (SP) através de técnicas automatizadas. *Mimesis*, Bauru, v. 19, n. 2, p. 07-23, 1998.

BORTOLOZZI, Ana M. P., KOFFLER, Natalio F. Análise do uso das terras da bacia do ribeirão Pederneiras (SP) através de técnicas automatizadas. *Mimesis*, Bauru, v. 19, n. 2, p. 07-23, 1998.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uso Atual da Terra

A TABELA 3 mostra a situação atual de utilização da terra da bacia do ribeirão Pederneiras, ou seja, 71,4km² (48,2%) estão sendo utilizados para cultivo da cana-de-açúcar (cultura de ciclo longo); 60,7km² para *Pinus*, correspondendo a 41% da área total; 8,7km² para pastagem (5,9%), 5,5km² com área urbana (3,7%) e 1,9km² (1,2%) possuem vegetação natural de mata. Nota-se que não existem culturas de ciclo curto nessa bacia, pelo menos, em áreas de expressão que pudessem ser mapeadas na escala utilizada.

TABELA 3 - Uso da terra da bacia do ribeirão Pederneiras em 1996.

TIPOS DE USO	km ²	ÁREA	%
Cana-de-açúcar	71,377		48,20
Pastagem	8,689		5,90
Silvicultura	60,689		41,00
Área Urbana	5,500		3,70
Vegetação Natural	1,940		1,20
TOTAL	148,195		100,00

Conforme mostra a FIGURA 2, a cana-de-açúcar ocupa grande parte do centro e da porção nordeste da bacia e os florestamentos com *Pinus*, a parte sudoeste. As pastagens estão dispersas pela bacia, com maior concentração na porção nordeste.

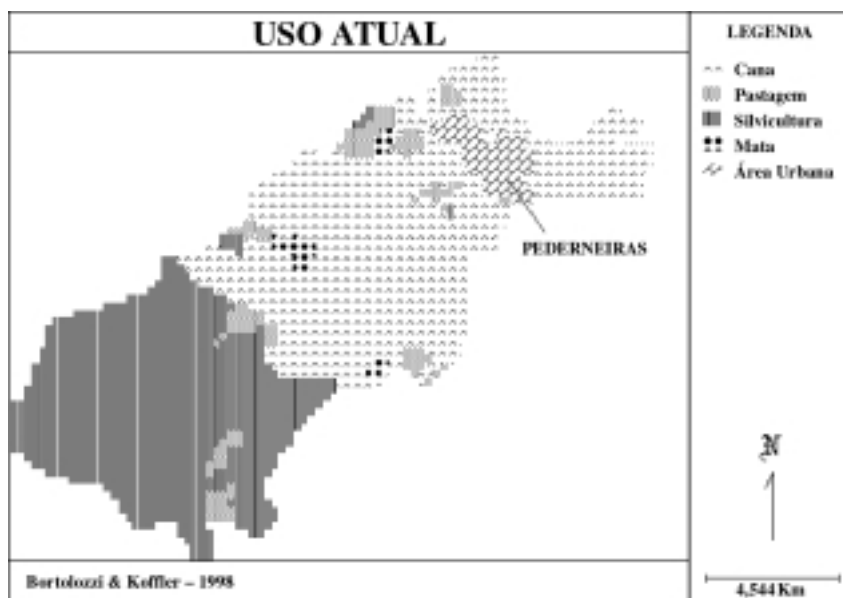


FIGURA 2 - Uso atual da bacia do Pederneiras

Uso Preferencial das Terras

O mapa de uso preferencial ilustrado pela FIGURA 3 mostra a situação ideal de utilização das terras da bacia do ribeirão Pederneiras para o máximo aproveitamento da área, atendendo às qualidades e limitações dos solos. Para a manutenção da capacidade produtiva a longo prazo, deverá ser utilizado um nível de manejo baseado no uso racional de insumos e técnicas agronômicas.

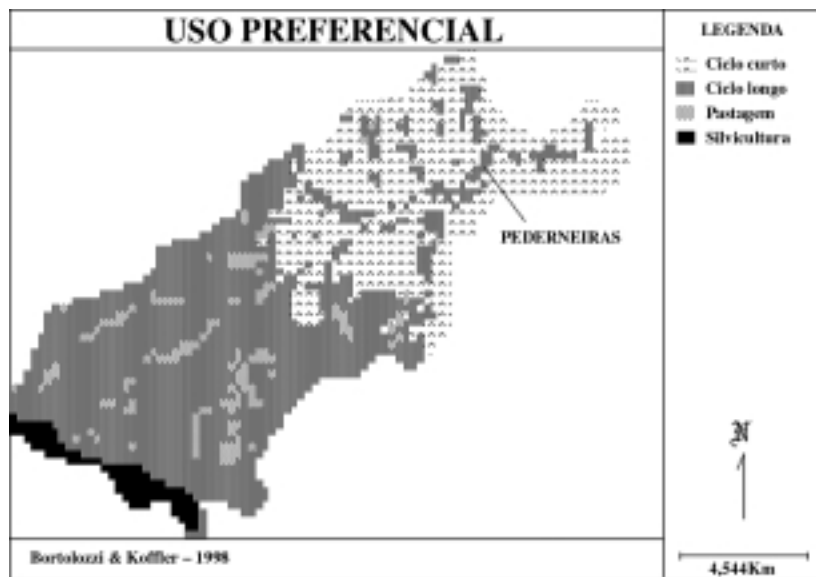


FIGURA 3 - Uso preferencial das terras

O programa SAMPA considera uma seqüência de prioridade que favorece as culturas de ciclo curto, seguida pelas culturas de ciclo longo, pastagem e silvicultura, coincidindo com o grau de exigência de qualidade das terras, iniciando-se com o uso mais exigente e, portanto, o mais difícil de satisfazer em condições naturais.

A TABELA 4 mostra que predominam, na bacia, terras cujo uso preferencial é para culturas de ciclo longo, como cana-de-açúcar, com 84,3km² (56,9%) disponíveis para esse fim. Em segundo lugar estão as culturas de ciclo curto com 49,7km² o que corresponde a 33,6% da área da bacia. As pastagens e a silvicultura aparecem, respectivamente, em terceiro e quarto lugares com apenas 8,5km² (5,8%) e 5,5km² (3,7%) da área total.

TABELA 4 - Uso preferencial das terras da bacia do Pederneiras.

USO DA TERRA	ÁREA	
	km ²	%
Cultura de ciclo curto	49,750	33,60
Cultura de ciclo longo	84,319	56,90
Pastagem	8,563	5,80
Silvicultura	5,563	3,70
TOTAL	148,195	100,00

BORTOLOZZI, Ana M. P., KOFFLER, Natalio F. Análise do uso das terras da bacia do ribeirão Pederneiras (SP) através de técnicas automatizadas. *Mimesis*, Bauru, v. 19, n. 2, p. 07-23, 1998.

BORTOLOZZI, Ana M. P., KOFFLER, Natalio F. Análise do uso das terras da bacia do ribeirão Pederneiras (SP) através de técnicas automatizadas. *Mimesis*, Bauru, v. 19, n. 2, p. 07-23, 1998.

Conforme se pode observar na FIGURA 3, a maior parte da porção leste da bacia é recomendada para culturas de ciclo curto, enquanto que quase a totalidade da porção oeste apresenta potencial para culturas de ciclo longo. A preferência para pastagem ocorre em pequenos espaços distribuídos na porção oeste e, para silvicultura, uma faixa no extremo sudoeste da bacia.

Convém esclarecer que, tratando-se de uso potencial máximo, praticamente todas as áreas podem ser cultivadas em níveis inferiores de intensidade, ou seja, por exemplo, áreas preferenciais para culturas de ciclo curto podem ser cultivadas com culturas de ciclo longo, pastagem ou silvicultura.

Análise comparativa: Uso preferencial x uso real

A comparação realizada pelo SAMPA entre os mapas de uso preferencial e de uso real das terras da bacia do ribeirão Pederneiras em 1997, resultou no mapa ilustrado pela FIGURA 4, que mostra a localização das áreas adequadamente utilizadas, as áreas subutilizadas e as utilizadas em excesso.

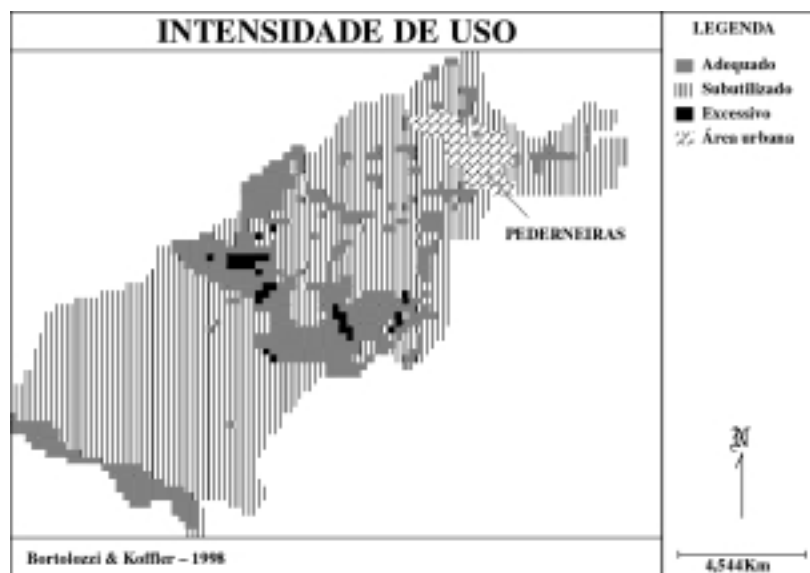


FIGURA 4 - Intensidade de uso das terras

Nota-se que apenas o extremo sudoeste e uma parte da porção central da bacia estão sendo utilizados adequadamente. Grande parte da área está subutilizada, sendo que as áreas utilizadas acima do seu potencial natural correspondem a pequenos espaços distribuídos na porção central da bacia.

A TABELA 5, que quantifica a intensidade de uso do solo, mostra que 106,2km², correspondendo a 71,7% da área total da bacia, estão sendo subutilizados. Apenas 34,3km² da área, ou seja, 23,2% da bacia estão sendo utilizados adequadamente e 21Km² (1,4%) usados acima da potencialidade.

TABELA 5 - Intensidade de Uso do Solo na bacia do Pederneiras.

USO DA TERRA	ÁREA	
	km ²	%
Adequado	34,375	23,20
Subutilizado	106,257	71,70
Excessivo	2,063	1,40
Área urbana	5,500	3,70
TOTAL	148,195	100,00

A TABELA 6 mostra que os maiores desvios ocorrem nas áreas favoráveis às culturas de ciclo longo (84,319km²), onde apenas 28,251km² são usados com esse tipo de cultura, no caso, a cana-de-açúcar. O restante dessa área está sendo usado menos intensivamente por silvicultura (49,189km²) e pastagens (4,750km²).

TABELA 6 - Matriz de comparação entre o uso preferencial e o uso real em 1996.

USO PREFERENCIAL	USO DA TERRA EM 1996 (em km ²)					
	Área (km ²)	Cana	Pastagem	Silvicultura	Mata	Área Urbana
Ciclo curto	49,750	41,063	3,376	0,250	0,813	4,250
Ciclo longo	84,319	28,251	4,750	49,189	0,877	1,250
Pastagem	8,563	2,063	0,563	5,687	0,250	-
Silvicultura	5,563	-	-	5,563	-	-
TOTAL	148,195	71,377	8,689	60,689	1,940	5,500

Nas terras com potencialidade para culturas de curto ciclo, num total de 49,750km² não se encontrou esse tipo de cultivo, pelo menos em áreas possíveis de ser mapeadas na escala utilizada. Essas terras estão sendo utilizadas na sua grande maioria com cana-de-açúcar (41,063km²) e em bem menor proporção encontram-se a área urbana, a pastagem, a silvicultura e a vegetação natural.

As áreas com potencial para pastagem (8,563km²) apresentam apenas 0,563km² utilizados adequadamente, sendo o restante utilizado principalmente pela silvicultura (5,687km²) e pela cana-de-açúcar que ocupa 2,063km² dessas terras.

Existem 5,563km² com potencialidade para a silvicultura que estão sendo corretamente utilizados com florestamento de *Pinus*.

As matas ciliares

A análise das fotografias aéreas de 1972 mostrou que os rios dessa bacia apresentavam uma mata ciliar bem mais extensa do que hoje. Sua largura variava entre 10 e 15 metros e em alguns pontos chegava a 25 metros. Nas nascentes, era ainda maior.

BORTOLOZZI, Ana M. P., KOFFLER, Natalio F. Análise do uso das terras da bacia do ribeirão Pederneiras (SP) através de técnicas automatizadas. *Mimesis*, Bauru, v. 19, n. 2, p. 07-23, 1998.

Através de sobrevôo local e trabalho de campo, observou-se que atualmente a largura dessas matas, em grande parte da bacia, não chega a 3 ou 4 metros e, em alguns pontos, é inexistente. O cultivo da cana-de-açúcar chega, muitas vezes, até o curso d'água. A situação apresenta-se ainda mais crítica em algumas nascentes, onde quase não existem árvores.

Levando-se em conta os resultados obtidos, pode-se notar que grande parte das terras da bacia do ribeirão Pederneiras não está sendo utilizada adequadamente, ou seja, na porção nordeste da bacia, favorável a culturas de ciclo curto (cereais etc), pratica-se o cultivo da cana-de-açúcar (cultura de ciclo longo), assim como na porção sudoeste, encontra-se a cultura do *Pinus*, em terras que poderiam ser utilizadas para culturas de ciclo longo, como a própria cana-de-açúcar.

A predominância na área do cultivo da cana-de-açúcar e da silvicultura, justifica-se pela presença de usinas de açúcar e álcool na região, como a Usina São José no município de Macatuba e a Usina Barra Grande no município de Lençóis Paulista, e pela presença da indústria Duratex Madeira Aglomerada S.A. no município de Agudos, que produz chapas de fibra de madeira para o mercado interno.

Comparando os dados do uso "atual x uso preferencial" da bacia do Pederneiras, com os resultados da análise do uso das terras da bacia do rio Bauru (Koffler, 1996), nota-se que, enquanto naquela bacia 63,6% das terras são indicadas para serem utilizadas com culturas de ciclo longo, dos quais apenas 18% são assim cultivados, na bacia do Pederneiras, 33% das terras possuem aptidão para ciclo curto e, no entanto, estão sendo utilizadas com a cultura da cana-de-açúcar. Por outro lado, dos 41% das terras ocupadas hoje com silvicultura, 37,3% poderiam estar sendo utilizadas com cultura de ciclo longo, no caso, a cana-de-açúcar.

Levando-se em consideração que as duas bacias são adjacentes, essas terras poderiam estar sendo mais bem aproveitadas se a cana-de-açúcar ocupasse, também, além das áreas hoje utilizadas com silvicultura na própria bacia do ribeirão Pederneiras, as áreas subutilizadas da bacia do rio Bauru, com aptidão para ciclo longo, onde, em grande parte dessa paisagem, dominam as pastagens. Dessa maneira, se houvesse uma redistribuição mais racional de cultivos, poderiam ser liberadas as terras aptas para cultura de ciclo curto para a produção de alimentos, priorizando, assim, esse tipo de cultivo, sem deixar de atender às necessidades de matéria-prima das agroindústrias da região.

Com relação às matas ciliares, de maneira geral, a situação na bacia é bastante crítica, já que estas encontram-se bastante reduzidas e em alguns trechos inexistem, em virtude principalmente do avanço da cultura da cana-de-açúcar, alterando significativamente a paisagem natural. Conforme Penteado-Orellana (1992) e Lima (1995), isto é uma evidência da deterioração que está ocorrendo no ambiente natural da bacia.

Por outro lado, conhecendo-se, através do presente trabalho, as grandes dimensões e a localização das terras recomendadas para culturas de ciclo curto, como cereais e hortaliças, fundamentais para a alimen-

tação humana, essas áreas poderiam ser escolhidas para a prática do plantio consorciado com a cana hoje existente, aliando-se os benefícios econômicos à adequação dos solos.

Esse é o quadro atual da bacia do ribeirão Pederneiras, que, possuindo já quase 50% de sua área ocupada com o cultivo da cana-de-açúcar, certamente terá sua situação ambiental agravada com a expansão agrícola, se não houver providências quanto à proteção e recuperação das matas ciliares e das nascentes, juntamente com a utilização de técnicas agrícolas adequadas para minimizar os impactos causados ao meio ambiente.

CONCLUSÕES

As características e distribuição dos solos e da topografia condicionaram, para as terras da bacia do ribeirão Pederneiras, aptidão preferencial para culturas de ciclo longo (56,9%), seguida pelas culturas de ciclo curto (33,6%), pastagens (5,8%) e silvicultura (3,7%), não ocorrendo nessa bacia terras que não possuem potencial agrícola.

A aptidão preferencial para culturas de ciclo longo é devido à predominância na área de latossolos de textura média, com baixa capacidade de armazenamento de água e moderada a alta suscetibilidade à erosão.

Atualmente, o principal uso da terra da bacia do ribeirão Pederneiras é constituído pela cana-de-açúcar (48,2%), seguido pela silvicultura (41,0%). As pastagens ocorrem em apenas 5,9% da área total da bacia, não ocorrendo culturas de ciclo curto, pelo menos em áreas expressivas que pudessem ser mapeadas na escala utilizada no presente trabalho.

A comparação entre o uso preferencial e o atual mostrou que a maior parte das terras (71,7%) está sendo subutilizada, ou seja, a sua utilização está abaixo do potencial, sendo 23,2% utilizados adequadamente e uma porcentagem mínima (1,4%) utilizados com intensidade excessiva.

As maiores distorções ocorrem em áreas onde se encontra a cana-de-açúcar e que poderiam estar sendo ocupadas com culturas de ciclo curto, cultivo esse que praticamente não existe na bacia, e nas áreas recomendadas para culturas de ciclo longo, hoje ocupadas pela silvicultura. Somente a área do extremo sudoeste da bacia, recomendada para silvicultura, parte da porção central e algumas pequenas áreas dispersas na porção nordeste, recomendadas para ciclo longo, é que estão sendo utilizadas adequadamente.

A grande redução das matas ciliares nos últimos vinte e cinco anos é evidência de estar ocorrendo drástica deterioração do meio ambiente, especialmente quanto aos recursos hídricos, principalmente nas áreas ocupadas com cana-de-açúcar.

Os resultados obtidos evidenciaram que a ocupação agrícola dessa bacia poderia ter sido realizada em harmonia com a natureza sem, no entanto, deixar de atender às necessidades econômicas, tanto na produção de alimentos, como na produção de matérias-primas para as agroindústrias da região.

BORTOLOZZI, Ana M. P., KOFFLER, Natalio F. Análise do uso das terras da bacia do ribeirão Pederneiras (SP) através de técnicas automatizadas. *Mimesis*, Bauru, v. 19, n. 2, p. 07-23, 1998.

BORTOLOZZI, Ana M. P., KOFFLER, Natalio F. Análise do uso das terras da bacia do ribeirão Pederneiras (SP) através de técnicas automatizadas. *Mimesis*, Bauru, v. 19, n. 2, p. 07-23, 1998.

BORTOLOZZI, Ana M. P., KOFFLER, Natalio F. Land use analysis of Pederneiras basin (SP- Brazil) through automated techniques. *Mimesis*, Bauru, v. 19, n. 2, p. 07-23, 1998.

ABSTRACT

The present work shows the land use analysis of Pederneiras basin, located in the State of São Paulo between the parallels 22°20' and 22°26'S and the meridians 48°44' and 48°56' WG. The basin had its agricultural potentiality evaluated by GIS SAMPA 2.0 developed by UNESP's researchers and the land use mapped using a TM-LANDSAT-5 image. 1972 aerial photographs, field work and local flights in 1997 permit to analyze changes in the riparian forest, as a way of evaluating environmental impacts caused by the current agricultural occupation. The comparison between potential and real use led to identify and quantify the areas used appropriately and those used below or above the recommended maximum intensity. The results allowed the following conclusions: a) the preferential use of the basin is long cycle cultures (56.9%), proceeded by short cycle cultures (33.6%), pasture (5.8%) and forestry (3.7%); b) the main land use in 1997 was long cycle cultures, predominantly sugarcane (48.2%), proceeded by forestry (41.0%) and pasture (5.9%); c) most land (71.7%) was being used below its capacity, 23.2% appropriately and 1,4% with excessive intensity; d) there was a great reduction of the riparian forest, mainly in the areas occupied with sugarcane.

Key Words: land use, rural planning, river basin, riparian forest, remote sensing, GIS, Pederneiras-SP.

AGRADECIMENTOS

À Fazenda Duraflores (Duratex S/A), à Usina São José (Macatuba) e aos funcionários da Associação de Fornecedores de Cana da Zona de Lençóis Paulista (Macatuba), Engenheiro Agrônomo Henrique Martins e Adriana Campos, pelas valiosas informações prestadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. L. F de., OLIVEIRA, J. B. de, PRADO, H. *Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: quadrícula de Jaú*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1982. Mapa: color.; 72 x 77cm, Escala 1:100.000.

ALMEIDA, F. F. M., MELO, M. S. A bacia do Paraná e o vulcanismo mesozóico. In: SÃO PAULO (Estado). Instituto de Pesquisas Tecnológicas. *Mapa geológico do Estado de São Paulo*. São Paulo: IPT, 1981. v.1., p.46-81. (monografias, 6).

BORTOLOZZI, A. M. P. *Análise do uso das terras da bacia do ribeirão Pederneiras-SP através de técnicas automatizadas*. Bauru, 1998. 122 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, UNESP, 1998.

DOUGLAS, I. Sediment yields from forested and agricultural lands. In: TAYLOR, J. A. *The role of water in agriculture*. Oxford: Pergamon, 1970. p.57- 88.

FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE BAURU. *Um estudo do clima de Bauru, São Paulo*. Bauru: Instituto de Pesquisas Meteorológicas, 1974. 28 p.

IBGE. *Carta do Brasil: folha de Agudos*. Rio de Janeiro: IBGE/Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo, 1973a. Mapa: color.; Escala 1:50.000.

IBGE. *Carta do Brasil: folha de Jaú*. Rio de Janeiro: IBGE/Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo, 1973b. Mapa: color.; 74,5 x 60cm. Escala: 1:50.000.

KOFFLER, N. F. Técnicas de sensoriamento remoto orbital aplicadas ao mapeamento da vegetação e uso da terra. *Geografia*, v. 17, n. 2, p. 1-26, 1992.

_____ Carta de declividade da bacia do Rio Corumbataí para análise digital (SIG), *Geografia*, v.19, n.2, p.167-182, 1994.

_____ Uso das terras da bacia do rio Bauru (SP): situação atual e potencialidade agrícola. *Mimesis*, v.17, n.1, p.99-125, 1996.

KOFFLER, N. F., OLIVETTI, G. S., ANTONELLO, S. L. *Sistema de análise ambiental para planejamento agrícola: SAMPA*. Versão 2.0. Rio Claro: IGCE/UNESP, 1995. (manual do usuário + "software").

KRONKA, F. J. N. et al. *Inventário florestal do Estado de São Paulo*. São Paulo: Instituto Florestal, 1993. p.1-31.

LEITÃO-FILHO, H. F. Aspectos taxônomicos das florestas do Estado de São Paulo. *Silvicultura do Estado de São Paulo*, v.16, n.2, p.197-206, 1982.

LIMA, W. P. Estudo de funções de matas ciliares em microbacias. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 46, SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 2., 1995, Ribeirão Preto. *Resumos...* Ribeirão Preto: USP/Sociedade Botânica do Brasil, 1995. p.395-396.

OLIVEIRA, J. B., PRADO, H. *Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: quadrícula de São Carlos*. II Memorial Descritivo. Campinas: Instituto Agrônomo, 1984. 188 p. (Boletim Técnico, 98).

BORTOLOZZI, Ana M. P., KOFFLER, Natalio F. Análise do uso das terras da bacia do ribeirão Pederneiras (SP) através de técnicas automatizadas. *Mimesis*, Bauru, v. 19, n. 2, p. 07-23, 1998.

BORTOLOZZI, Ana
M. P., KOFFLER,
Natalio F. Análise
do uso das terras da
bacia do ribeirão
Pederneiras (SP)
através de técnicas
automatizadas.
Mimesis, Bauru, v.
19, n. 2, p. 07-23,
1998.

_____ Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: Quadrícula de Ribeirão Preto. II Memorial Descritivo. *Bol. Cient. Instituto Agrônomo*, Campinas, v. 7, p. 1-133, 1987.

PENTEADO-ORELLANA, M. M. *Importância das questões ambientais para o reordenamento do território*: bacia do Ribeirão Claro, SP. Rio Claro: Instituto de Geografia e Ciências Exatas/Prefeitura Municipal de Rio Claro, 1992. 35 p. (mimiogr.)

PONÇANO, W. L. (coord.). Divisão geomorfológica regional do Estado de São Paulo. In: ____ *Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo: IPT, 1981. v. 1., p. 28-72. (monografias, 5).

SPAROVEK, G., LEPSCH, I. F. Diagnóstico de uso e aptidão das terras agrícolas de Piracicaba. In: TAUKE-TORNIZIELO et al. *Análise Ambiental: estratégias e ações*. São Paulo: T.A. Queiroz, 1995. p. 273-279.