Ana Maria Penteado Bortolozzi

Análise do Uso das Terras da Bacia do Ribeirão Pederneiras (SP) Através de Técnicas Automatizadas

Bauru
1998

ANA MARIA PENTEADO BORTOLOZZI

ANÁLISE DO USO DAS TERRAS DA BACIA DO RIBEIRÃO PEDERNEIRAS (SP) ATRAVÉS DE TÉCNICAS AUTOMATIZADAS

BAURU

1998

ERRATA

Página(s)	Linha(s)	Onde se lê	Leia-se
13,32,33 e 36	24 e 26, 10, 24 e 25	SIG's	SIGs
19	13	Lombardi	Lombardi Neto
25	18	Spigolon	Spilogon
80	4	*pinus*	*Pinus*
109	1	ARRUDA LEME, E.J. de.	ARRUDA LEME, E.J. de, MATSUOKA, S., SOUZA, J.M.B. de.

Página 87:

Tabela 26 - Grupos de aptidão agrícola da bacia do ribeirão Pedemeiras.

GRUPO	APTIDÃO	ÁREA	
		km^2	%
I	CLPS	0,500	0,30
II	cLPS	3,375	2,30
III	clPS	38,063	25,70
V	clps	7,688	5,10
VI	lps	84,318	56,90
VII	ps	8,563	5,80
VIII	s	5,563	3,80
X	cp	0,125	0,10
TOTAL		148,195	100,00

Obs: C, L, P, S = aptidão boa para ciclo curto (C), ciclo longo (L), pastagem (P) e silvicultura (S); c, l, p, s = aptidão regular.

ANA MARIA PENTEADO BORTOLOZZI

BIBLIOTECA - UNESP - CAMPUS BAURU

ANÁLISE DO USO DAS TERRAS DA BACIA DO RIBEIRÃO PEDERNEIRAS (SP) ATRAVÉS DE TÉCNICAS AUTOMATIZADAS

Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Bauru, para a obtenção do título de Mestre em Projeto, Arte e Sociedade. Área de concentração: Planejamento Urbano e Regional - Assentamentos Humanos).

Orientador: Prof. Dr. Natálio Felipe Koffler

Bauru
1998

N.º 744
BIBLIOTECA - UNESP
CAMPUS DE BAURU

UNESP - CAMPUS DE BAURU
N.º Proc.: 252/44/01/98
Req: Ana M. P. Bortolozzi
Valor: 1000
Data: 20/08/98
n.º chamada: T/UNESP/B748a
tombo: 744
v. e.

CAPES: 10401 00 - GEOLOGIA

Ficha catalográfica elaborada por
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - Bauru

338.91091
B748a

Bortolozzi, Ana Maria Penteado
Análise do uso das terras da bacia do ribeirão Pederneiras (SP) através de técnicas automatizadas / Ana Maria Penteado Bortolozzi. -- Bauru, 1998.
121f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação.

1. Uso da terra - geoprocessamento 2. Planejamento rural - sensoriamento remoto - Pederneiras (SP) 3. mata ciliar 4. Universidade Estadual Paulista 5. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação I. Título

ANA MARIA PENTEADO BORTOLOZZI

ANÁLISE DO USO DAS TERRAS DA BACIA DO RIBEIRÃO PEDERNEIRAS (SP) ATRAVÉS DE TÉCNICAS AUTOMATIZADAS

COMISSÃO JULGADORA

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

Orientador:.....

2° Examinador:.....

3° Examinador.....

Bauru, 30 de março de 1998

unesp

Ao meu marido, Jehud e minhas filhas

Ana Paula, Ana Cláudia e Ana Elisa.

AGRADECIMENTOS

Ao professor *Natálio*, pela orientação, amizade e paciência que teve durante todo esse tempo;

ao *"Gordo"*, meu marido, pelo incentivo que sempre me deu;

à *Ana Paula, Ana Cláudia* e *Ana Elisa*, minhas filhas, e ao *Ari*, meu genro, pelo amor, compreensão e apoio sempre presentes;

à *Margarida*, minha irmã e mestra, que sempre esclareceu as minhas dúvidas com relação à Geografia, não só nesta dissertação, mas durante toda a minha vida;

à *Fazenda Duraflora* pertencente à empresa Duratex, pelas informações prestadas sobre as áreas de reflorestamento, pelos mapas cedidos e, enfim, pela atenção dispensada;

à *Usina São José*, pelas informações sobre as áreas cultivadas com cana-de-açúcar;

ao professor *Luiz Augusto Teixeira Ribeiro*, do Departamento de Comunicação Social da FAAC (UNESP/Bauru), pela documentação fotográfica da área da bacia;

ao Engenheiro Agrônomo *Henrique Martins* e à *Adriana Campos*, funcionários da Associação de Fornecedores de Cana da Zona de Lençóis Paulista, pelas informações prestadas;

ao professor *Osmar Cavassan*, do Departamento de Biologia da FC e à professora *Margaret Ferreira dos Santos*, do Departamento de Arquitetura da FAAC (UNESP/Bauru), pelo empréstimo de diversos trabalhos utilizados na revisão da bibliografia;

à *Maria Lúcia de Azevedo*, professora de computação da Escola Futurekids, pela ajuda na configuração dos mapas;

à minha amiga *Meg*, pela ajuda durante as "panes" no computador;

à arquiteta *Maria Antonia de Souza Zeca*, pela quadriculação das bases cartográficas;

às *funcionárias da biblioteca* da UNESP/Bauru, e em especial à *Raquel*, pela paciência que tiveram para acertar as referências bibliográficas;

ao *Silvio e Ivan*, da Secretaria da Pós-Graduação da FAAC (UNESP/Bauru), que sempre me atenderam com muita presteza;

à *Carla*, secretária da Pós-Graduação da FC (UNESP/Bauru), que sempre ajudou quando precisei;

aos meus queridos compadres e amigos de todas as horas, *Fausto e Miriam*, pelo incentivo que sempre me deram;

aos *colegas e amigos* da Universidade do Sagrado Coração, pelo apoio que sempre prestaram;

enfim, *àquele* que nunca me abandonou em minuto algum da minha vida, sempre colaborando para o meu sucesso. Obrigada ***SENHOR!!!***

SUMÁRIO

Página

LISTA DE FIGURAS 8

LISTA DE TABELAS 9

Resumo 11

1 INTRODUÇÃO 12

2 REVISÃO DA LITERATURA 16

2.1 *MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS* 16

2.2 *SENSORIAMENTO REMOTO NO LEVANTAMENTO DO USO DA TERRA* 26

2.3 *GEOPROCESSAMENTO NA ANÁLISE DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS* 30

3 MATERIAL E MÉTODOS 38

3.1 *MATERIAL* 38

3.1.1 Área de estudo 38

3.1.2 Mapas 46

3.1.3 Imagem de satélite 46

3.1.4 Fotos aéreas 49

3.1.5 Informações 49

3.1.6 Sistema de informação geográfica (SIG) 52

3.2 *MÉTODOS* 53

3.2.1 Definição da área de estudo e elaboração da base cartográfica 53

3.2.2 Elaboração da base de dados 54

3.2.2.1 Carta de declividade 54

3.2.2.2 Mapa de solos 56

3.2.2.3 Mapa de uso da terra 57
3.2.2.4 Características dos solos 58
3.2.3 Entrada de dados no programa SAMPA 2.0 60
3.2.4 Análise das fotos aéreas 73
3.2.5 Trabalhos de campo e sobrevôos da área 73
4 RESULTADOS 74
4.1 *LEVANTAMENTOS BÁSICOS* 74
4.1.1 Solos 74
4.1.2 Declividades 78
4.1.3 Uso atual das terras 80
4.2 *ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO RURAL* 80
4.2.1 Aptidão agrícola das terras 81
4.2.2 Grupos de aptidão 87
4.2.3 Uso preferencial das terras 95
4.3 *ANÁLISE COMPARATIVA: USO PREFERENCIAL X USO ATUAL* 97
4.4 *AS MATAS CILIARES* 101
5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 102
6 CONCLUSÕES 106
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 108
Abstract 121

LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Mapa da área de estudo	39
Figura 2	Trecho da carta de solos (Quadrícula de Jaú) abrangendo a área de estudo.....	47
Figura 3	Detalhe da imagem do satélite Landsat abrangendo a área de estudo	48
Figura 4	Foto aérea de um trecho da porção SSE da bacia do ribeirão Pederneiras (1972)	50
Figura 5	Fotos aéreas mostrando remanescentes da mata ciliar e aspectos gerais do uso da terra (1997)	51
Figura 6	Medidas de distância no método da quadrícula ...	56
Figura 7	Solos da bacia do ribeirão Pederneiras	75
Figura 8	Declividades da bacia do ribeirão Pederneiras	76
Figura 9	Uso das terras da bacia do ribeirão Pederneiras em 1997	77
Figura 10	Aptidão para culturas de ciclo curto da bacia do ribeirão Pederneiras	82
Figura 11	Aptidão para culturas de ciclo longo da bacia do ribeirão Pederneiras	83
Figura 12	Aptidão para pastagem da bacia do ribeirão Pederneiras	85
Figura 13	Aptidão para silvicultura da bacia do ribeirão Pederneiras	86
Figura 14	Grupos de aptidão da bacia do ribeirão Pederneiras	88
Figura 15	Uso preferencial das terras da bacia do ribeirão Pederneiras	96
Figura 16	Intensidade de uso das terras da bacia do ribeirão Pederneiras.....	98

unesp

LISTA DE TABELAS

		Página
Tabela 1	Dados climáticos de Bauru-SP (período 1962-1971)	41
Tabela 2	Classificação dos solos da bacia do ribeirão Pederneiras	42
Tabela 3	Aberturas do ábaco	54
Tabela 4	Elementos de identificação do uso da terra em imagens TM/LANDSAT-5, composição colorida 3B/4G/5R, escala 1:100.000	58
Tabela 5	Características dos solos da bacia do ribeirão Pederneiras classificadas para análise pelo programa SAMPA 2.0	59
Tabela 6	Classificação das características químicas e físicas dos solos	59
Tabela 7	Limitações dos solos por disponibilidade de nutrientes	65
Tabela 8	Limitações dos solos por toxidês de alumínio	65
Tabela 9	Limitações dos solos por salinidade	65
Tabela 10	Limitações dos solos quanto à profundidade efetiva	66
Tabela 11	Limitações dos solos quanto à disponibilidade de água	66
Tabela 12	Limitações dos solos quanto à drenagem interna	67
Tabela 13	Limitações dos solos quanto a suscetibilidade à erosão	67
Tabela 14	Limitações dos solos quanto à mecanização das operações agrícolas	68
Tabela 15	Classes de aptidão para culturas de ciclo curto segundo os graus de limitação dos solos	69

unesp

Tabela 16 Classes de aptidão para culturas de ciclo longo segundo os graus de limitação dos solos 69

Tabela 17 Classes de aptidão para pastagens segundo os graus de limitação dos solos 70

Tabela 18 Classes de aptidão para silvicultura segundo os graus de limitação dos solos 70

Tabela 19 Critério geral para recomendação do uso preferencial segundo a intensidade de uso da terra 71

Tabela 20 Critério para composição dos grupos de aptidão agrícola 72

Tabela 21 Solos da bacia do ribeirão Pederneiras 78

Tabela 22 Classe de declividade na bacia do ribeirão Pederneiras 78

Tabela 23 Solos x declividade da bacia do ribeirão Pederneiras 79

Tabela 24 Uso da terra da bacia do Pederneiras em 1997 81

Tabela 25 Aptidão agrícola das terras da bacia do ribeirão Pederneiras 84

Tabela 26 Grupos de aptidão agrícola da bacia do ribeirão Pederneiras 87

Tabela 27 Quadro geral de aptidão agrícola da bacia do ribeirão Pederneiras 90

Tabela 28 Uso preferencial das terras da bacia do ribeirão Pederneiras 97

Tabela 29 Intensidade de uso do solo da bacia do ribeirão Pederneiras 100

Tabela 30 Matriz de comparação entre o uso preferencial e o uso real em 1997 101

BORTOLOZZI, A.M.P. *Análise do uso das terras da bacia do ribeirão Pederneiras (SP) através de técnicas automatizadas.* Bauru, 1998. 121p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional – Assentamentos Humanos) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Campus de Bauru, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

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'W, 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, trabalho de campo e vôos sobre a área 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%), seguidas 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, pelo menos em áreas expressivas que pudessem ser mapeadas na escala utilizada; 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.

Palavras-chave: Uso da terra, planejamento rural, bacia hidrográfica, mata ciliar, sensoriamento remoto, geoprocessamento, Pederneiras - SP.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que o desenvolvimento agrícola mundial enfrenta o maior desafio da história da humanidade e que, apesar do grande progresso alcançado em ciência e tecnologia, a produção de alimentos está aquém das necessidades da população mundial. Por isso, a produção agrícola deverá ser muito aumentada para acompanhar o rápido crescimento da população.

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 desses recursos.

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

unesp

represas, perda da fertilidade do solo, aumento da ocorrência de enxurradas e inundações, deslizamentos de encostas, entre outros.

Trabalhos com objetivos conservacionistas têm sido feitos no Brasil, como os levantamentos dos tipos de capacidade de uso, aptidão agrícola e zoneamento agro-ecológico, todos eles visando adequar o uso da terra à sua potencialidade e limitações.

Estudos sobre os problemas da compatibilidade entre a aptidão agrícola das terras e as atividades que realmente nelas são desenvolvidas, como os trabalhos de **Koffler & Moretti (1991)** e **Koffler (1994a e 1996)** entre outros, podem esclarecer se essas áreas estão realmente sendo ocupadas por culturas adaptadas a elas ou se estão sendo subutilizadas ou usadas excessivamente.

A observância desses resultados são de grande importância econômica já que permitem a aplicação mais adequada dos recursos na agricultura, reduzindo despesas de produção e impactos negativos no ambiente rural.

Embora esses trabalhos já venham sendo feitos há vários anos no Brasil, a rápida evolução das técnicas de computação tem tornado possível automatizar uma boa parte dos trabalhos da análise ambiental, reduzindo o tempo gasto pelo pesquisador, ao mesmo tempo que possibilita a integração de diferentes tipos de informações geográficas e produção de mapas de forma rápida e adequada.

Na automação desses estudos, vêm sendo cada vez mais utilizados os Sistemas de Informação Geográfica (SIG's), integrantes de uma tecnologia que se convencionou chamar de Geoprocessamento. Entre os diversos SIG's disponíveis no mercado,

unesp

destacam-se: IDRISI, SGI, ERDAS, ARC-INFO, MAP, ILWIS, REGIS, etc.

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 esse resultados procurou-se alcançar os seguintes objetivos específicos:

1- verificar o uso atual das terras;
2- identificar os tipos de solos e classes de declividade;
3- verificar o uso preferencial ou mais adequado das terras em termos agrícolas;
4- determinar a adequação do uso atual das terras;
5- verificar a situação das matas ciliares.

A bacia do ribeirão Pederneiras foi escolhida por ser parte integrante da bacia do rio Tietê, caracterizada por condições de relevo, solo, clima e uso da terra representativas de diversas bacias da região, o que possibilita a extrapolação da metodologia e dos resultados obtidos com o presente estudo.

Atualmente essa região do Estado de São Paulo está sendo amplamente utilizada para o cultivo da cana-de-açúcar, matéria prima tanto para a produção do açúcar como para a do álcool, ambos de grande interesse para a economia nacional.

unesp

A região ganhou maior importância depois da Hidrovia Tietê-Paraná ter sido viabilizada com a construção de eclusas ao longo do rio Tietê, o que permitiu a integração deste no sistema hidroviário Paraguai-Paraná. O porto fluvial de Pederneiras, localizado na margem esquerda do Tietê, próximo à área de estudo, representa um importante polo de desenvolvimento para a região. Além disso, a formação do MERCOSUL deverá ampliar significativamente a exportação e importação de produtos agrícolas e industriais através dessa via de transporte.

Com os resultados obtidos espera-se contribuir para direcionar o aproveitamento agrícola racional das terras, visando, através de um manejo adequado, a obtenção de maiores rendimentos econômicos com menores impactos ambientais.

unesp

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1. *MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS*

O estudo do manejo de bacias hidrográficas é de fundamental importância, não só para se evitar impactos ambientais mas, também, para se obter um melhor aproveitamento econômico. Dada essa importância foi dedicada maior atenção a esta parte da revisão da literatura disponível.

Wetzel (1966) & Jonys (1973) afirmam que a essência do manejo de uma bacia hidrográfica está no correto uso e conservação do solo e da água, e que qualquer alteração negativa em um desses elementos alterará também significativamente o outro. A bacia hidrográfica, sendo uma unidade ambiental que abrange os dois elementos, deve ser tratada como um importante fator de planejamento de recursos. Vem daí a vantagem de se avaliar o uso das terras em pequenas bacias hidrográficas com os objetivos de controle da erosão, prevenção de inundações e conservação do solo e da água, pois quanto menor for a bacia, mais homogênea ela é e mais similaridades existem entre seus elementos naturais e sociais e, conseqüentemente, será mais fácil de ser trabalhada.

Segundo **Douglas (1970),** 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.

Carneiro (1977) afirma, quando se refere a solos agricultáveis, que o baixo avanço tecnológico da agropecuária nacional leva a um uso predatório dos recursos do solo. O problema de definição do uso potencial dos solos e a sua adequação tende a se tornar cada dia mais importante devido a pressão sobre a agropecuária para que produza os excedentes exportáveis de que o País necessita e o encarecimento das terras melhores tende a acelerar a adoção de práticas conservacionistas.

Segundo **Lundivist et al. (1985),** que desenvolveram trabalhos sobre a grande deterioração do solo e da água na Índia, o estudo do manejo desses recursos deve ter a maior prioridade nos dias de hoje, considerando o rápido crescimento populacional e os problemas de sua subsistência, já que são a base de sua existência. Como o solo é um recurso não renovável e o mau manejo deste pode resultar também na deterioração da água, deve-se dar uma especial atenção a esse assunto tão negligenciado no passado.

Hufschmidt & Mc Cauley (1989) levando em conta as interações água-solo no contexto de uma bacia hidrográfica, propõem uma base para se analisar questões relativas à integração de planos de uso do solo e decisões a serem tomadas no planejamento dos recursos hídricos. Para isso, o ponto de partida seria a análise do uso do solo, a fim de se verificar a adequação desse uso e poder ser proposto um planejamento, cujo programa de utilização dos recursos naturais e práticas de manejo pudessem ser desenvolvidos de modo a se obter

unesp

significativos níveis de produtividade com o mínimo de degradação ambiental, como erosão do solo, sedimentação, poluição da água e demais impactos negativos, à área da bacia.

Bitar et al. (1990) consideram impacto ambiental toda e qualquer mudança que provoque uma alteração significativa no meio ambiente (composto por seus três segmentos básicos: meios físico, biológico e sócio-econômico), mesmo que essas mudanças sejam lentas, não provocando alterações bruscas na paisagem. Essas alterações são provocadas por toda atividade humana, como obra civil, atividade agrícola ou de mineração e outras formas de uso e ocupação do solo que atuam sobre processos, propriedades ou características físicas, químicas e biológicas, ou mesmo interferindo em usos preexistentes de um determinado ambiente.

Segundo **Doyle (1991),** desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades sócio-econômicas atuais, sem entretanto comprometer as gerações futuras. Para isso deve-se estimular o crescimento de modo a atender as necessidades sociais e econômicas de emprego, alimentação, energia, água e saneamento, procurando assegurar um nível sustentável de conservação e valorização dos recursos naturais, através de uma reorientação tecnológica e de práticas de manejo. Daí a importância do estudo do manejo de bacias hidrográficas, para se avaliar a melhor maneira de ocupação agrícola de uma área, ou seja, uma ocupação que, ao mesmo tempo que proporcione um bom rendimento econômico, não cause deteriorações no meio ambiente.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18

Penteado-Orellana (1992) considera de fundamental importância a preservação das matas ciliares e de cabeceiras dos rios e córregos, para se evitar a deterioração do meio ambiente rural através de processos erosivos, redução de infiltração das águas pluviais, aumento do escoamento superficial e conseqüentemente diminuição do lençol freático e assoreamento dos leitos.

Koffler (1992) afirma que o levantamento do uso da terra é fundamental para o planejamento regional, já que o uso inadequado do solo causa a deterioração no meio ambiente. Os processos de erosão acelerada dos solos, as inundações cada vez mais freqüentes e o assoreamento de cursos d'água e reservatórios, são conseqüências do uso indevido das terras.

Bertoni & Lombardi (1993) afirmam que a conservação do solo é um dos aspectos mais importantes da agricultura moderna. Assim, a exploração agrícola deve ser conduzida em bases conservacionistas, e, ao mesmo tempo se adequar aos interesses financeiros dos agricultores. Para isso é necessária uma planificação racional do uso a ser dado a cada gleba, levando-se em conta o conjunto de suas principais características físicas, ecológicas e econômicas. Portanto, deve-se fazer um levantamento das características condicionadoras da capacidade de uso do solo, uma vez que a utilização racional terá que levar em conta a potencialidade de cada gleba. Assim, para uma boa conservação do terreno, o uso de cada gleba deve ser feito de acordo com a sua capacidade. A capacidade de uso indica o grau de intensidade de cultivo que se pode aplicar em um terreno sem que o solo sofra diminuição de sua

unesp

produtividade por efeito da erosão. Sem dúvida, quanto mais bem estudado for o solo e quanto maior a soma de detalhes e indicações recolhidas no seu levantamento, tanto mais sólidas serão as bases para um planejamento de seu uso racional.

Ao se referirem à erosão do solo, esses mesmos autores afirmam que a erosão laminar é a forma erosiva mais difícil de se perceber e por isso a mais perigosa, pois arrasta camadas delgadas do solo sobre toda uma área e com elas a fertilidade do mesmo, reduzindo a capacidade de cultivo das plantas. Portanto, a erosão do solo decorre muito mais por falhas no seu manejo que qualquer outro fator, e que o melhor manejo pode ser definido como sendo o uso mais intensivo e mais produtivo que a terra pode ter sem causar qualquer degradação.

Levando-se em conta essa problemática, **Pinazza (1993)** demonstrou, através de experimentos de campo no Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de São Carlos, Campus de Araras (SP), que o plantio consorciado da cana-de-açúcar e milho, intercalados com alteração de espaçamento, é uma eficiente prática agrícola conservacionista de solo, capaz de reduzir ainda mais a perda de terra e nutrientes pela erosão, quando comparados com a produção isolada de cada uma dessas duas culturas, uma vez que o cereal pode ser cultivado no período em que o solo ficaria exposto ao processo de erosão. A viabilidade dessa técnica é reforçada quando se leva em conta os custos, pois foi constatado que o plantio consorciado não aumentou o grau de complexidade de execução das práticas, não exigiu alterações básicas no maquinário nem nos implementos

unesp

agrícolas empregados, nem demandou maiores quantidades de insumos utilizados na lavoura canavieira.

Segundo **Santos (1993)**, embora as perdas de solo sejam reduzidas em áreas cultivadas quando comparadas com aquelas onde o terreno é mantido continuamente descoberto, existem algumas variáveis que influenciam a magnitude dessa redução, tais como: as combinações da cobertura vegetal, seqüência de culturas e práticas de manejo, além do estágio de crescimento e desenvolvimento da cultura durante o período das chuvas. Desse modo, devido às diversas interações e diferentes combinações que ocorrem entre essas variáveis, os seus efeitos não podem ser avaliados separadamente, pois isso acarreta alterações nas perdas de solo.

Koffler (1994a) analisando o uso das terras da bacia do rio Corumbataí (SP), observou que menos de um terço das terras dessa bacia estavam sendo usadas adequadamente, 43,4% poderiam estar sendo usados mais intensivamente e 20,2% deveriam ser usados com mais moderação. Conclui, com auxílio desses dados, que a evolução da ocupação poderia ter sido feita de forma mais harmoniosa com a natureza, sem deixar de atender à necessidade de produção de alimentos e de matéria-prima para as agroindústrias da região.

Este mesmo autor, em **Koffler (1996),** ao analisar a bacia do rio Bauru, verificou que a potencialidade das terras dessa bacia é preferencialmente para culturas de ciclo longo (63,6%), seguidas pelas culturas de ciclo curto (19,2%), pastagens (14,9%) e silvicultura (2,2%), sendo que só 0,1% da área não possui potencial agrícola. Comparando esses resultados com o uso atual das terras, concluiu que

há uma grande ociosidade no uso dessas terras, ou seja, cerca de 69% estavam sendo utilizados abaixo do seu potencial, existindo 2% utilizados excessivamente e 15,5% usados adequadamente.

Segundo **Freire (1995)** o mau uso é um dos grandes problemas das perdas de solos por processos erosivos. Um solo sob condições de interferência do homem fica desprotegido, pelo menos durante algum período do ano, o que causa um duplo prejuízo: a desagregação do solo e o assoreamento das baixadas. A gravidade desse impacto ambiental depende principalmente da intensidade do uso e do tipo de solo, além de fatores como relevo, quantidade de chuva, etc. A classificação dos solos em classes de capacidade de uso mostra que existem solos que podem ser utilizados com qualquer atividade humana, enquanto outros apresentam limitações de uso. Portanto, quando essas limitações não são observadas, ocorrem perdas consideradas inaceitáveis, mesmo que se apliquem ao solo as práticas mais intensivas de controle à erosão.

No que diz respeito ao desenvolvimento sustentável, **Lombardo (1995)** afirma que as Áreas de Proteção Ambiental (APAs), constituem um espaço ideal, já que o objetivo e a natureza delas permitem ao poder público a possibilidade de monitorar formas concretas de desenvolvimento sócio-econômico em harmonia com o gerenciamento ambiental.

Para **Merten (1995),** a agricultura intensiva altera significativamente as características naturais dos solos provocando impactos ambientais, pois a modificação da cobertura vegetal associada à mecanização agrícola traz, como conseqüência, a redução

das taxas de infiltração da água no solo, ocasionando um aumento do escoamento superficial e, conseqüentemente, da erosão. Por sua vez, a erosão provoca a redução da capacidade produtiva dos solos causada pela perda das camadas superficiais ricas em matéria orgânica e nutrientes, o que obriga os agricultores a usarem cada vez mais insumos. Como grande parte desse material é transportado pela enxurrada para os cursos d'água, causa graves problemas de poluição nos recursos hídricos, pois junto com os sedimentos e nutrientes são transportados agrotóxicos. Os sedimentos, além de comprometerem a qualidade da água, provocam o assoreamento dos rios, barragens e portos, alterando o regime hídrico dos rios e aumentando a freqüência de enchentes.

Pires (1995) destaca a importância do planejamento e gerenciamento de bacias hidrográficas incorporando todos os recursos ambientais da área de drenagem, e não somente o recurso hídrico, a fim de se avaliar todas as potencialidades e riscos ambientais que podem estar envolvidos nos diversos usos antrópicos existentes. Em seu trabalho de análise ambiental de oito microbacias hidrográficas no município de Luiz Antônio, SP, constatou que os três principais tipos de uso do solo, em termos de área ocupada, são a cana-de-açúcar, com 44,27% da área de estudo, o Cerrado, com 18,92%, e os reflorestamentos de *Eucalyptus e Pinus*, com 9,95%, estando o restante distribuído entre outras culturas e pastagens. Verificando os riscos ambientais causados por esses usos, constatou que a degradação por erosão de solos, o assoreamento de córregos, a degradação da qualidade da água pela contaminação por agrotóxicos, a diminuição

do volume dos corpos d'água devido à retirada da cobertura vegetal original em extensas áreas e a eliminação biológica por queimadas, foram relacionados em primeiro lugar às atividades de monocultura da cana-de-açúcar, seguida pelas outras culturas. Partindo da idéia de que a complexidade da comunidade ecológica realça a sua estabilidade, a monocultura da cana mostra total incompatibilidade com a conservação dos recursos naturais e da biodiversidade da área. A prática constante do fogo, a pulverização de herbicidas por via aérea, a utilização maciça e insustentável de fertilizantes, associadas ao manejo repetitivo do solo, têm contribuído de forma significativa para a eliminação biológica e tende, a médio e longo prazos, destruir o componente biológico dos solos e contaminar os recursos hídricos superficiais e subterrâneos da área.

Rueda et al. (1995) mostram a importância do gerenciamento ambiental que deve ser feito a partir de informações básicas sobre diversos aspectos do meio físico, para promover o desenvolvimento sócio-econômico. Tais estudos devem estar orientados para identificar potenciais no desenvolvimento dos recursos naturais, gerando informações suficientes para o melhor aproveitamento econômico destes potenciais. Desse modo, o propósito básico destes estudos é gerar projetos de desenvolvimento, melhorando o uso dos diversos recursos naturais, ou iniciar o uso racional daqueles que se encontram em exploração. As informações produzidas por estes levantamentos permitirão a formulação de políticas e programas de desenvolvimento de planos de conservação, uso e recuperação dos recursos naturais.

unesp

Lima (1995), em sua palestra "Estudos de funções de matas ciliares em microbacias", ressaltou que 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 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.

Do mesmo modo, **Matsunaga & Monteiro (1995),** estudando espécies lenhosas da mata ciliar, demonstraram a importância dessa vegetação na estabilização das ribanceiras dos rios, bem como no tamponamento e filtragem, participando do ciclo de nutrientes e evitando o carreamento de sedimentos para o rio, além de proporcionar abrigo e alimento aos animais que vivem nesse habitat.

Ainda com respeito às matas ciliares, **Spigolon & Lieberg (1995),** estudando a bacia do rio Jacaré-Pepira, SP, constataram que a drástica redução da vegetação nativa e, em especial, das matas ciliares, alterou o regime hidrológico da região, além de acelerar a erosão dos solos. Como a saturação hídrica do solo é um importante fator no processo evolutivo da flora, essa situação se torna mais grave. Assim, esses autores recomendam que é imprescindível a imediata implantação de um programa de recuperação destas formações vegetais, visando garantir a diversidade biológica natural

unesp

do ambiente, já que o processo de recuperação natural da mata ciliar foi alterado significativamente.

Arruda Leme et al. (1997) demonstram em seu trabalho sobre recomposição da mata ciliar da bacia do ribeirão das Araras, SP, que a retirada da mata ciliar e a grande extensão da agricultura ao longo dos rios constituem uma permanente ameaça à sustentabilidade ambiental pois, além do assoreamento que provocam nos rios e represas, ainda contribuem para a contaminação das águas pelos pesticidas utilizados nas lavouras. Diante dessa problemática, e considerando que a cidade de Araras é abastecida pela água captada em barramento de um dos cursos d'água dessa bacia, sugerem que a mata ciliar seja recuperada com urgência através do plantio de mudas de espécies nativas.

2.2. SENSORIAMENTO REMOTO NO LEVANTAMENTO DO USO DA TERRA

Vários pesquisadores têm demonstrado a grande utilidade do Sensoriamento Remoto no mapeamento do uso da terra. No caso do Brasil, um país de dimensões continentais, o sensoriamento remoto tem importância fundamental, tendo sido amplamente utilizado no levantamento de recursos naturais e monitoramento do meio ambiente para o benefício do nosso desenvolvimento econômico e social.

Lillesand & Kiefer (1979) definiram sensoriamento remoto como sendo a ciência e a arte de obter informações sobre um objeto, área ou fenômeno, através da análise dos dados adquiridos por instrumentos sem contato físico com o elemento estudado.

Novo (1992), julgando muito simplista esse tipo de definição de sensoriamento remoto, preferiu defini-lo como sendo a utilização conjunta de modernos sensores, equipamentos para processamentos de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves, etc, com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta Terra, em suas mais diversas manifestações.

Anderson et al. (1979), em seus estudos sobre o Sistema de Classificação do Uso da Terra e do Revestimento do Solo para Utilização com dados de Sensores Remotos, demonstraram a importância das técnicas de sensoriamento remoto, incluindo o uso da fotografia aérea convencional como complementação de levantamentos baseados em observações e registros feitos em terra.

Mendonça (1980) e Koffler (1982) utilizaram dados do satélite LANDSAT no mapeamento do uso do solo para avaliação das áreas ocupadas com cana-de-açúcar, demonstrando a viabilidade do uso de imagens orbitais em levantamentos dessa natureza.

Pereira et al. (1989) demonstraram a importância do sensoriamento remoto orbital no levantamento da cobertura e uso da terra. Como as técnicas convencionais de levantamento do uso da terra caracterizam-se pela lentidão e alto custo, a utilização de imagens de

unesp

satélites pode substituí-las com vantagem, pois propicia a obtenção periódica de dados de cobertura e uso da terra a um custo relativamente baixo. Considerando a dinâmica atual de ocupação da terra, é fundamental a atualização de mapas temáticos correspondentes, daí a grande importância da utilização dessas imagens no trabalho de mapeamento.

Segundo **Koffler (1992)** a tecnologia do sensoriamento remoto, seja através de fotografias aéreas ou imagens de satélite, tem contribuído significativamente para melhorar a qualidade de informação, principalmente quanto ao dimensionamento das áreas ocupadas pelas diferentes coberturas vegetais, sejam naturais ou estabelecidas pelo homem e a determinação da sua distribuição geográfica. Num levantamento de uso da terra para o planejamento regional são necessárias técnicas que forneçam tanto velocidade como precisão no mapeamento, além de relações de custo/benefício adequadas aos objetivos dos levantamentos. Tendo em vista a disponibilidade de imagens atualizadas obtidas por satélites, a grande dimensão da área coberta por apenas uma cena, além da sua homogeneidade, torna cada vez mais vantajosa, em relação às tradicionais fotografias aéreas, a sua utilização nesses levantamentos.

Kuplich & Soares (1993), comparando dois tipos de sensores remotos de natureza distinta para avaliação de classes de uso da terra: o Radar de Abertura Sintética do Satélite Europeu de Sensoriamento Remoto (SAR/ERS-1) e o mapeador temático do último satélite americano da série Landsat (TM/LANDSAT-5), concluíram que a determinação do uso da terra em áreas de cobertura

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18

vegetal pode ser realizada mais facilmente a partir de imagens de sistemas óticos, como o TM do satélite Landsat-5. As imagens de radar se mostraram melhores para definir áreas urbanas.

Mendonça Santos & Brown (1993), demonstraram que a utilização de imagens de satélite e fotografias aéreas são ferramentas importantes e relativamente de baixo custo, para o mapeamento e monitoramento do uso da terra.

Na primeira fase de seus estudos, **Jacobs et al. (1994)** utilizaram imagens orbitais, fotografias aéreas e levantamentos de campo para fazer o diagnóstico da cobertura vegetal e do uso da terra da microbacia do rio Cascavel, no município de Campo Tenente, Paraná. Através dessa metodologia, foram detectados e identificados os principais pontos críticos em relação ao uso inadequado dos recursos naturais, avaliando-se principalmente fatores como: erosão do solo, assoreamento dos rios, poluição da água e desmatamentos.

Shimabukuro et al. (1995), verificando a intensa destruição da cobertura vegetal original da bacia do rio Jacaré-Pepira, SP, demonstraram a grande aplicação do sensoriamento remoto na quantificação e qualificação dos remanescentes dessa vegetação através do monitoramento espacial e temporal das mudanças do uso das terras.

unesp

2.3. GEOPROCESSAMENTO NA ANÁLISE DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

Embora os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) já existissem desde a década de 70, o seu uso em escala mundial começou nos anos 80 com a evolução dos equipamentos que se tornaram mais apropriados para a área da cartografia, com maior capacidade de processamento gráfico e de armazenamento de dados.

Os atuais SIGs, que podem ser definidos como sistemas destinados ao tratamento automatizado de dados georreferenciados, além de analisar dados existentes, também projetam e simulam situações ideais e potenciais fazendo previsões e modelos de simulação. Constituem-se, dessa maneira, uma importante ferramenta para todos os profissionais que trabalham com ciências e técnicas envolvidas com geoprocessamento, cartografia e meio ambiente.

Com respeito às técnicas de geoprocessamento, **Teixeira (1987)** comenta que os estudos de natureza geográfica chegaram a tal grau de complexidade que é fundamental o uso de computadores para se trabalhar com as informações obtidas. As técnicas computacionais permitem a redução do tempo gasto pelo pesquisador, possibilitando ainda a integração de diferentes tipos de informação geográfica e sua representação cartográfica de forma rápida e adequada.

Em seu trabalho "Elaboração de um banco de dados digitais georeferenciados como subsídio ao planejamento de uma unidade de conservação", **Pires (1994)** destaca a importância da

unesp

utilização de um SIG como uma eficiente ferramenta de processamento, análise e modelagem, para todas as atividades que fazem uso de mapas, informações e coleta de dados com distribuição espacial e temporal sobre a superfície terrestre, como planejamento, gerenciamento e monitoramento ambiental.

Carrilho et al. (1994) utilizaram o Sistema de Informação Geográfica SGI-INPE, no estudo da região de Palmeira, Paraná, com o objetivo de detectar áreas de risco danosas ao meio ambiente e fornecer suporte à prevenção do uso inadequado dos solos. Os dados que alimentaram esse programa foram obtidos de fotografias aéreas, uma imagem TM do satélite Landasat-5 e do mapa semi-detalhado de solos, além da análise do uso dessas terras.

Costa et al. (1994) mostraram a aplicabilidade do SIG SAGA, desenvolvido e aprimorado por Xavier da Silva em 1992, na escolha de áreas potenciais para reflorestamento. Segundo esses autores, essa metodologia propiciou um maior rigor e ordenação na escolha dessas áreas, tomando como referencial situações ambientais e interações variáveis.

Schimidlin et al. (1994), ao estudarem uma área de reflorestamento na região de Mangueirinha, Paraná, devastada por um tornado em 1992, tiveram como objetivo mostrar as potencialidades da utilização das técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. Nesse estudo utilizaram as imagens do satélite Landsat TM-5, tomadas em duas datas diferentes (antes e após o evento), o sistema de análise digital de imagens SITIM e o SIG SGI, ambos desenvolvidos pelo INPE.

unesp

Valério Filho (1995), em seu trabalho "Gerenciamento de bacias hidrográficas...", ressalta a importância de minimizar os impactos negativos provocados pela ocupação humana inadequada sobre o meio físico como aceleramento dos processos erosivos dos solos, aumento na perda de seus nutrientes, contaminação físico-química dos recursos hídricos, além de possíveis modificações estruturais nos sistemas hidrológicos através do assoreamento de várzeas, reservatórios e canais fluviais. Para tanto, a disponibilidade de dados de sensoriamento remoto orbital, através dos Sistemas Landsat e Spot e de Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) permitem uma maior agilidade na coleta de dados e análise integrada das informações ambientais. Com essas novas tecnologias, a partir de dados coletados de uso e ocupação das terras, é possível obter mapas atualizados que permitem avaliar discrepâncias entre o uso atual das terras e o uso mais adequado, uso esse indicado a partir de procedimentos de classificação da capacidade de uso das terras. Nesse sentido, os sistemas interativos de tratamento de imagens e os SIGs, são de fundamental importância para inúmeras aplicações, entre elas, o gerenciamento de bacias hidrográficas.

Em seu estudo "Análise ambiental voltada ao planejamento e gerenciamento do ambiente rural", **Pires (1995)** utilizou o SIG IDRISI na elaboração de um banco de dados com informações morfométricas sobre a pedologia, hipsometria e clinografia da área estudada, com a finalidade de analisar os riscos ambientais referentes à erosão dos solos, segundo as classes definidas pela EMBRAPA.

unesp

Koffler et al. (1995 a) 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 e declividade e dados sobre características físicas e químicas dos solos, fornece ao usuário uma avaliação da aptidão agrícola das terras nas formas de mapas e tabelas, com as seguintes informações: classificação das limitações agrícolas; aptidão para culturas de ciclo curto, culturas de ciclo longo, pastagem e silvicultura; grupos de aptidão agrícola; unidades de manejo e tipos de uso agrícola preferencial ou mais adequados. Quando alimentado, complementarmente, com dados cartográficos sobre o uso real da terra, produz um mapa da intensidade ou adequabilidade do uso. Estes autores ressaltam a grande importância da utilização de SIGs no planejamento ambiental, assim como no combate à erosão, pois, torna possível a automatização de grande parte dos trabalhos manuais executados durante uma análise ambiental, reduzindo o tempo gasto pelo pesquisador em rotinas longas e repetitivas e possibilitando a integração de diferentes tipos de informação geográfica e sua representação cartográfica de forma rápida e adequada.

Silva & Carvalho Filho (1995) ressaltam a importância do uso dos SIGs como uma metodologia essencial na análise do meio ambiente, visando diagnosticar com maior precisão possíveis impactos ambientais. Porém, alertam que não se deve entender os SIG's, com suas técnicas de geoprocessamento, apenas como uma técnica de produção de mapas temáticos, ficando restritos a essas aplicações

unesp

setoriais mas, principalmente, utilizá-los para produzir trabalhos com princípio, meio e fim, ou seja, trabalhos que contenham inventários adequados sobre os quais se executam análises espaciais, temporais e prognoses orientadas para finalidades bem definidas. Portanto, os SIGs não devem ser meros exercícios demonstrativos e sim instrumentos geradores de informações tão necessárias às tomadas de decisões no âmbito ambiental.

Sparovek & Lepsch (1995) utilizaram o SIG GMAP, desenvolvido na ESALQ/USP em 1993, na avaliação da aptidão agrícola e da degradação das terras no município de Piracicaba. Esse programa, alimentado com dados de solos, classe de declividade e do uso das terras em 1962 e 1991, gerou outros mapas e informações, como classes de capacidade de uso e adequação de uso da terra. Facilitou, dessa maneira, o estudo do planejamento conservacionista da bacia, pois, quando comparados os dados de uso da terra em 1962 com os de 1991, verificou-se a grande expansão da cultura canavieira, a qual está bastante associada ao risco de degradação das terras.

Hamada et al. (1995) ao avaliarem a erosão atual numa área do Campus Experimental III, da Faculdade de Agronomia "Manoel Carlos Gonçalves", no município de Espirito Santo do Pinhal-SP, através de um Sistema de Informação Geográfica, concluíram que a utilização do SIG IDRISI proporcionou a manipulação das informações e obtenção dos resultados de maneira rápida e eficiente, mostrando que a área em estudo apresentava perdas de solo muito superiores àquelas toleradas.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18

Pires et al. (1995) utilizaram os SIGs SAMPA E IDRISI na avaliação do uso das terras agrícolas e da suscetibilidade à erosão na bacia do ribeirão Anhumas-SP. Alimentados com dados de solos, declividade e do uso atual da terra da área em estudo, esses SIGs geraram as cartas de suscetibilidade à erosão, uso preferencial das terras e intensidade de uso, obtendo-se para essa bacia, os seguintes resultados: 63% das terras estão sendo usadas adequadamente, 30% sub utilizadas e 7% estão sendo usadas excessivamente. Os resultados obtidos com essas técnicas indicaram a viabilidade e eficiência de se utilizar os SIGs no planejamento ambiental como: planos diretores municipais, manejo de bacias hidrográficas, financiamento da produção agrícola, etc.

Estudando a sub-bacia do arroio Feijó localizada na região metropolitana de Porto Alegre-RS e caracterizada por intensos processos erosivos devido à implantação de grandes loteamentos, **Valente (1995)** demonstrou que o uso de técnicas de geoprocessamento, em especial o emprego do SGI - 340/INPE, é muito eficiente na integração de dados oriundos de cartas topográficas e mapas temáticos. Embora não prescindindo de trabalho de campo, o emprego do SGI através do cruzamento das informações georreferenciadas, agilizou a identificação de áreas com suscetibilidade preliminar à erosão laminar, auxiliando no direcionamento do trabalho de campo com grande redução de tempo.

Albuquerque & Mafra (1995), estudando o uso das terras da microbacia do Ceveiro, localizada no município de Piracicaba-SP, utilizaram o SIG GMAP com o objetivo de se

determinar a capacidade de uso das terras, através do gerenciamento dos bancos de dados formado pelo cruzamento dos dados de solos e de declividades. Com os valores obtidos, observaram que o uso da terra em 35,2% da bacia está acima da capacidade de uso, ou seja, terras atualmente utilizadas com cana-de-açúcar e pastagens deveriam estar com fruticultura e reflorestamento. A inadequação do uso e conseqüente assoreamento dos rios está ocasionando um grave problema no abastecimento de água para a população local.

Lombardi Neto et al. (1995) utilizaram o SIG IDRISI, no estudo "Planejamento agroambiental da microbacia do ribeirão cachoeirinha, município de Iracemápolis, SP". Este SIG, alimentado com dados de tipos de solo, altimetria e uso da terra, gerou mapas digitais de tipos de solos, uso atual da terra, rede hídrica e classes de declives, além de outros gerados a partir da combinação desses mapas básicos.

Tabaczenski et al. (1996) afirmam que os SIGs são instrumentos poderosos para elaboração de macrozoneamento ambiental, na medida que permitem atualizar informações nos cadastros gerenciais, simular e gerar outros dados, cumprindo importante papel na tomada de decisão nas questões ambientais. Desse modo, as informações e análises obtidas por um SIG são importantes subsídios aos instrumentos da política ambiental (macrozoneamento, EIA/RIMA, etc) uma vez que estes necessitam de dados atualizados e, muitas vezes, simular situações, pontos fortes desses "softwares". Portanto, os SIG's são hoje indispensáveis para uma política de

unesp

desenvolvimento sustentável, que observe as características e potencialidades locais.

Devido à necessidade atual de sustentabilidade do sistema agrícola, a condução de atividades de pesquisa em monitoramento e avaliação do impacto ambiental se faz necessária para orientar o manejo adequado dos recursos naturais. Em vista disso, **Rocha et al. (1997)** mostram a importância da utilização de técnicas de geoprocessamento nessas pesquisas, pois essas técnicas, incluindo sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica (SIGs), possibilitam a coleta e análise das informações temáticas com eficiência e rapidez, oferecendo subsídios ao planejamento agrícola e ambiental e ao processo de tomada de decisões.

unesp

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do presente trabalho foram utilizados os materiais abaixo relacionados e adotada a metodologia descrita a seguir:

3.1 MATERIAL

3.1.1 Área de Estudo

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 148km^2 (Figura 1).

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

unesp

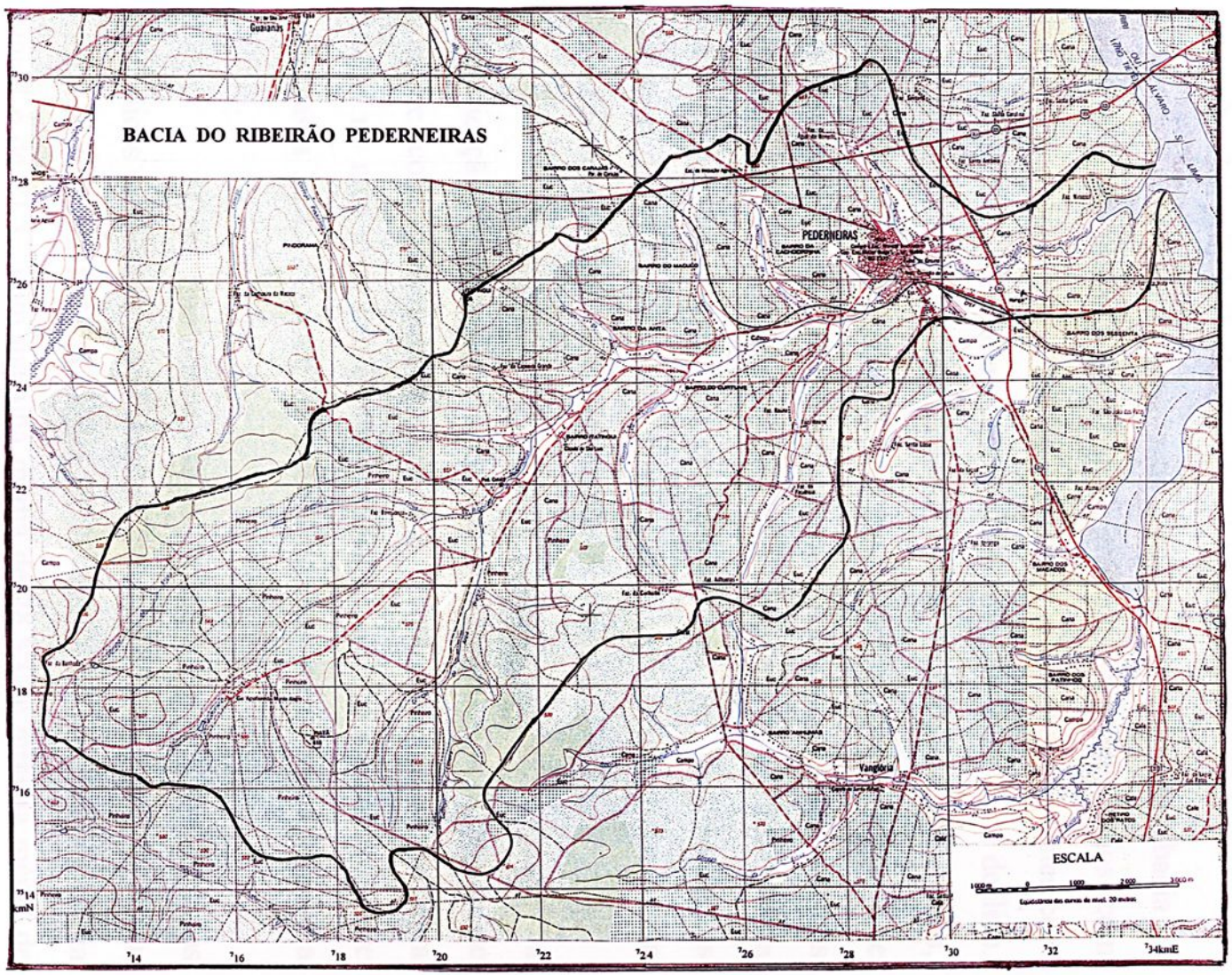


Figura 1 - Mapa da área de estudo. (extraída de **IBGE, 1973a e 1973b**)

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 $4km^2$, topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilínios 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 $10km^2$ é de 0 a 5 e o padrão é subdendrítico, 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 climática 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.

Conforme observa-se na Tabela 1, que mostra os dados climáticos provenientes da Estação Climatológica Principal de Bauru, no período 1962-1971 (**Longley et al. 1974**), a temperatura média anual é 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.

unesp

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; 550 m), período 1962-1971.

MÊS	TEMPERATURA (°C)				CHUVA (mm)			VENTO		UMIDADE
	Média	Max. média	Min. média	Max. abs.	Min. abs.	Média	Dias >=1mm	m/s	Direção	RELATIVA %
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: **Longley et al. (1974)**

Quanto aos *solos*, segundo **Almeida et al. (1982)** ocorrem nessa área as seguintes unidades: Latossolos (Vermelho Escuro, Roxo e Vermelho Amarelo), Terras Roxas Estruturadas, Areias Quartzosas e Solos Hidromórficos (Tabela 2).

unesp

Tabela 2 - Classificação dos solos da bacia do ribeirão Pederneiras

Solo	Classificação Brasileira	Unidade IAC	Unidade USA
LE-1	Latossolo Vermelho Escuro, Álico, A Moderado, Textura Média.	Dois Córregos	Quartzipsammentic Haplortox e Typic Haplortox
LE-2	Latossolo Vermelho Escuro, Álico, A Moderado, Textura Média.	Hortolândia	Typic Haplortox
LE-3	Latossolo Vermelho Escuro, Álico, A Moderado, Textura Argilosa.	Limeira	Typic Haplortox
LRd	Latossolo Roxo, Distrófico, A Moderado, Textura Argilosa ou muito Argilosa.	Barão Geraldo	Typic Haplortox e Haplic Acrortox
LV	Latossolo Vermelho Amarelo, Álico, A Moderado, Textura Média.	Coqueiro	Quartzipsammentic Haplortox e Typic Haplortox
TE-1	Terra Roxa Estruturada, Eutrófica ou Distrófica, A Moderado, Textura Argilosa ou muito Argilosa.	Estruturada	Rhodic Paleudalf e Rhodic Paleudult
TE-2	Terra Roxa Estruturada, Eutrófica ou Distrófica, A Moderado, Textura Argilosa ou muito Argilosa, intermediária para Latossolo Roxo.	Itaguaçu	Rhodic Paleudalf e Rhodic Paleudult
AQ	Areias Quartzosas Profundas, Álicas, A Moderado.	-	Typic Quartzipsamment
HI	Solos Hidromórficos: Gley pouco húmico, Gley húmico com ou sem Solo Orgânico	-	-

Fonte: **Almeida et al. (1982)**

A seguir são descritas as principais características desses solos.

Latossolos

Predominando nas regiões tropicais úmidas, são solos altamente intemperizados, geralmente profundos e bem drenados,

compostos predominantemente por sesquióxidos, minerais de argila do tipo 1:1 (caulinita) e quartzo. Apresentam horizontes A, B e C, com transição gradual ou difusa entre eles, pouco variando sua textura com a profundidade. Possuem baixos ou nulos teores de argila natural o que os torna bem arejados e friáveis, com ótimas propriedades físicas, entretanto, a baixa atividade das argilas e dos óxidos de ferro fazem com que sejam, em geral, deficientes em nutrientes. Os latossolos são divididos em subclasses, de acordo com a cor, teor de Fe_2O_3, textura do horizonte B, caráter álico e saturação com bases.

Esses solos 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

São solos férteis, normalmente profundos, argilosos, bem drenados e de coloração arroxeada, com estrutura em blocos subangulares no horizonte B e formados a partir de rochas básicas. Apresentam cerosidade que reveste os agregados no horizonte B e pequena variação de cor e de textura ao longo do perfil, com sub-horizontes mediamente individualizados, com transições variando de claras a difusas.

N.º 744
BIBLIOTECA - UNESP
CAMPUS DE BAURU

Ocorrem no vale do médio e baixo cursos 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

São solos profundos, não hidromórficos, de textura arenosa, excessivamente drenados, formados por material arenoso virtualmente destituído de minerais primários facilmente decomponíveis. Apresentam seqüência de horizontes A e C, com pouca diferenciação devido à pequena variação de suas características morfológicas, podendo ser evidenciada alguma diferenciação de cor e um modesto e gradativo aumento na porcentagem de argila com a profundidade do perfil. O que diferencia os horizontes A e C é o maior teor de matéria orgânica no horizonte A. Apresentam baixa capacidade de troca de cátions, baixa saturação de bases, são extremamente ácidos, com alta saturação de alumínio.

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

unesp

Solos Hidromórficos

São solos pouco profundos, mal drenados devido ao lençol freático elevado durante todo o ano, pouco desenvolvidos e geralmente apresentam seqüência de horizontes A e Cg ou A, Bg e Cg. O horizonte A apresenta espessura variada e cores escuras (cinzentas) devido ao acúmulo de matéria orgânica. Geralmente possuem textura argilosa ou muito argilosa e estrutura maciça. Ocorrem em áreas planas das várzeas dos rios.

Na bacia do ribeirão Pederneiras, esse solo é pouco representativo, pois só ocorre 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. Mais recentemente, foi denominada Mata Ombrófila Semidecídua, pelo **INPE (1993)** e Floresta Estacional Semidecidual pelo **IBGE (1995)**.

unesp

3.1.2 Mapas

Durante a execução do trabalho foram utilizados os seguintes mapas:

- Cartas topográficas do Estado de São Paulo, folhas de Agudos e Jaú, escala 1:50.000, elaboradas pelo **IBGE (1973a e b)**, conforme pode-se observar na Figura 1, que mostra partes destas cartas referentes à área da bacia.

- Carta do levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo, Quadrícula de Jaú, escala 1:100.000, elaborada pelo Instituto Agronômico do Estado de São Paulo **(Almeida et al. 1982)**. A Figura 2 apresenta a parte desta carta que corresponde à área de estudo.

3.1.3 Imagem de Satélite

Foi utilizada uma imagem obtida pelo sensor TM (Thematic Mapper) do satélite Landsat-5, órbita WRS 221/075 D, escala 1:100.000, composição colorida 3b/4g/5r, passagem de 21/09/92, processada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A Figura 3 mostra um detalhe desta imagem abrangendo a área de estudo.

unesp

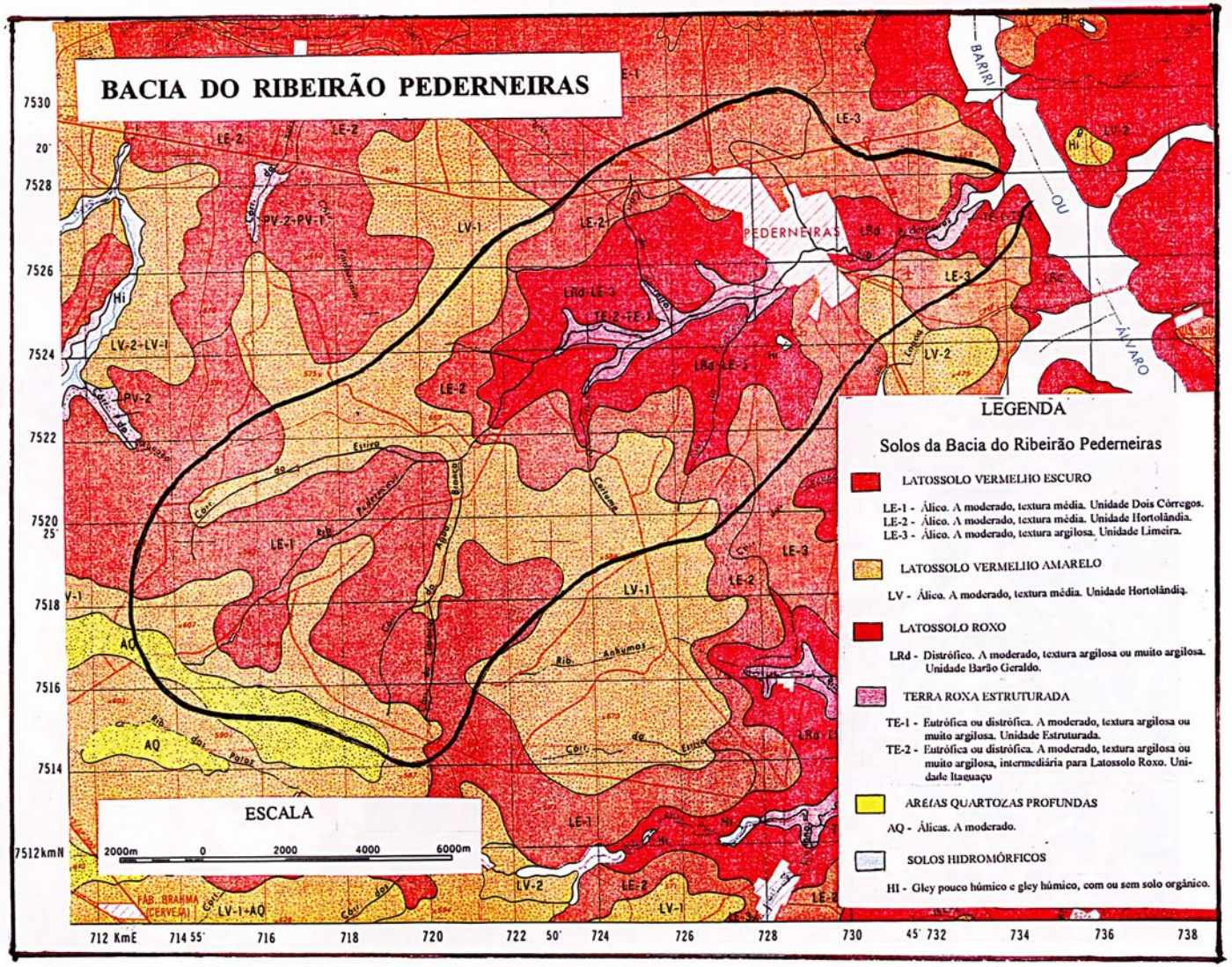


Figura 2 - Trecho da Carta de Solos (Quadrícula de Jaú) abrangendo a área de estudo. (extraída e modificada de **Almeida et al., 1982**).

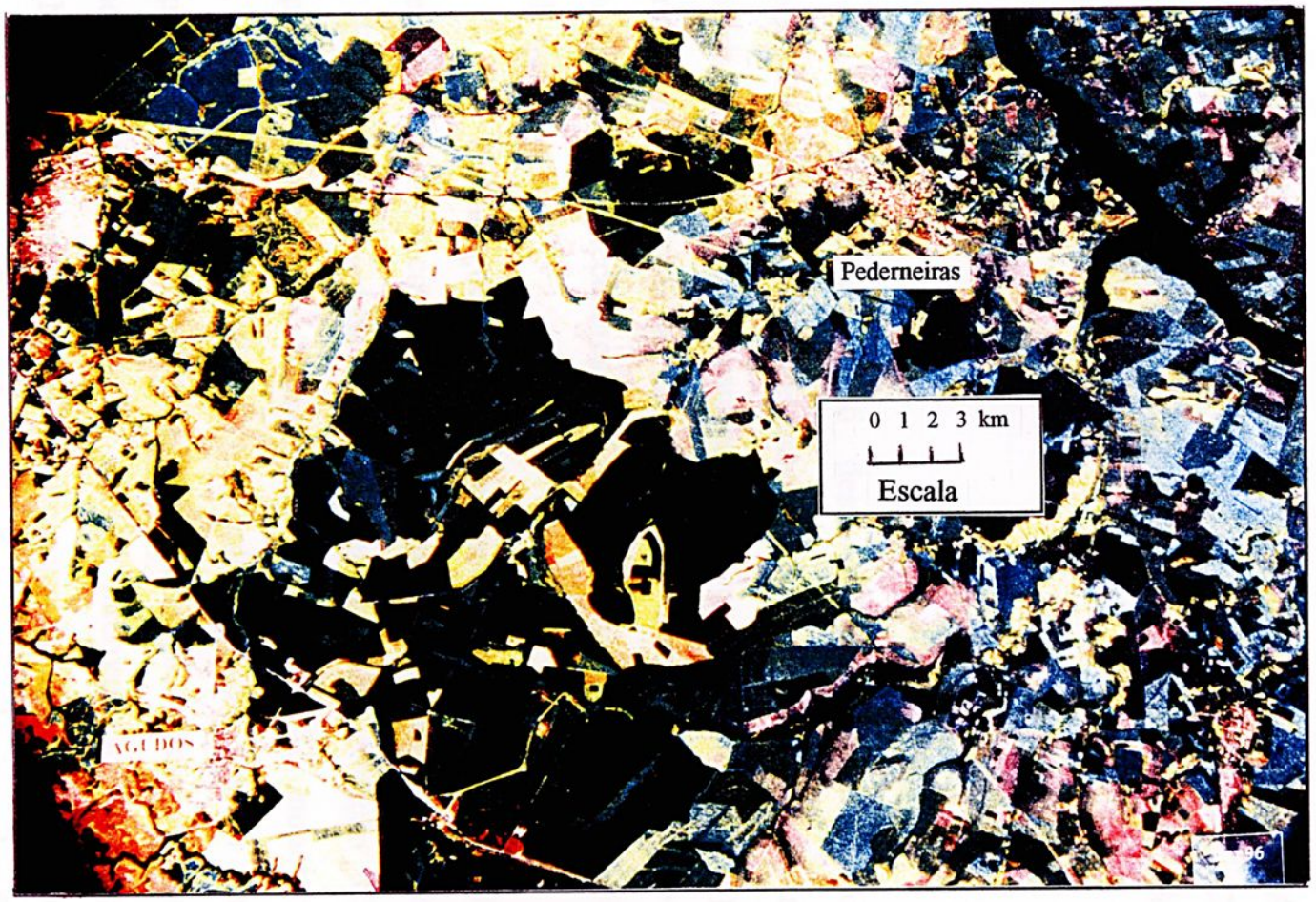


Figura 3 - Detalhe da imagem do satélite LANDSAT abrangendo a área de estudo. (extraída de **INPE, 1992**)

3.1.4 Fotos Aéreas

Foram utilizadas 17 fotos aéreas que cobrem a área de estudo, pancromáticas, escala 1: 25.000, obtidas em 1972 pela VASP Aerofotogrametria S.A. para o Instituto Brasileiro do Café, pertencentes ao Instituto Agronômico de Campinas. Uma destas fotos pode ser vista na Figura 4.

3.1.5 Informações

Para a realização deste trabalho foram colhidas informações complementares e mais recentes sobre o uso da terra na Fazenda Monte Alegre, de propriedade da Duraflora, em Agudos, pois grande parte da área da bacia pertence a essa empresa, e na Associação de Fornecedores de Cana da Zona de Lençóis Paulista (sede de Macatuba).

Trabalho de campo e sobrevôos da área, em maio de 1997 e dezembro de 1997, com os aviões marcas AB 115, ano 1991, prefixo PP FLJ, de propriedade do Departamento de Aviação Civil, emprestado ao Aeroclube de Bauru e um Cesna C 172, monomotor, asa alta, prefixo PT BZR, de propriedade do Sr. Gerson Prado, respectivamente, também forneceram informações úteis através de observação e tomada de fotos, para a interpretação da imagem LANDSAT, atualização de dados sobre o uso da terra e observação da situação das matas ciliares. A Figura 5 mostra algumas das fotos tomadas durante o vôo de dezembro de 1997.

unesp

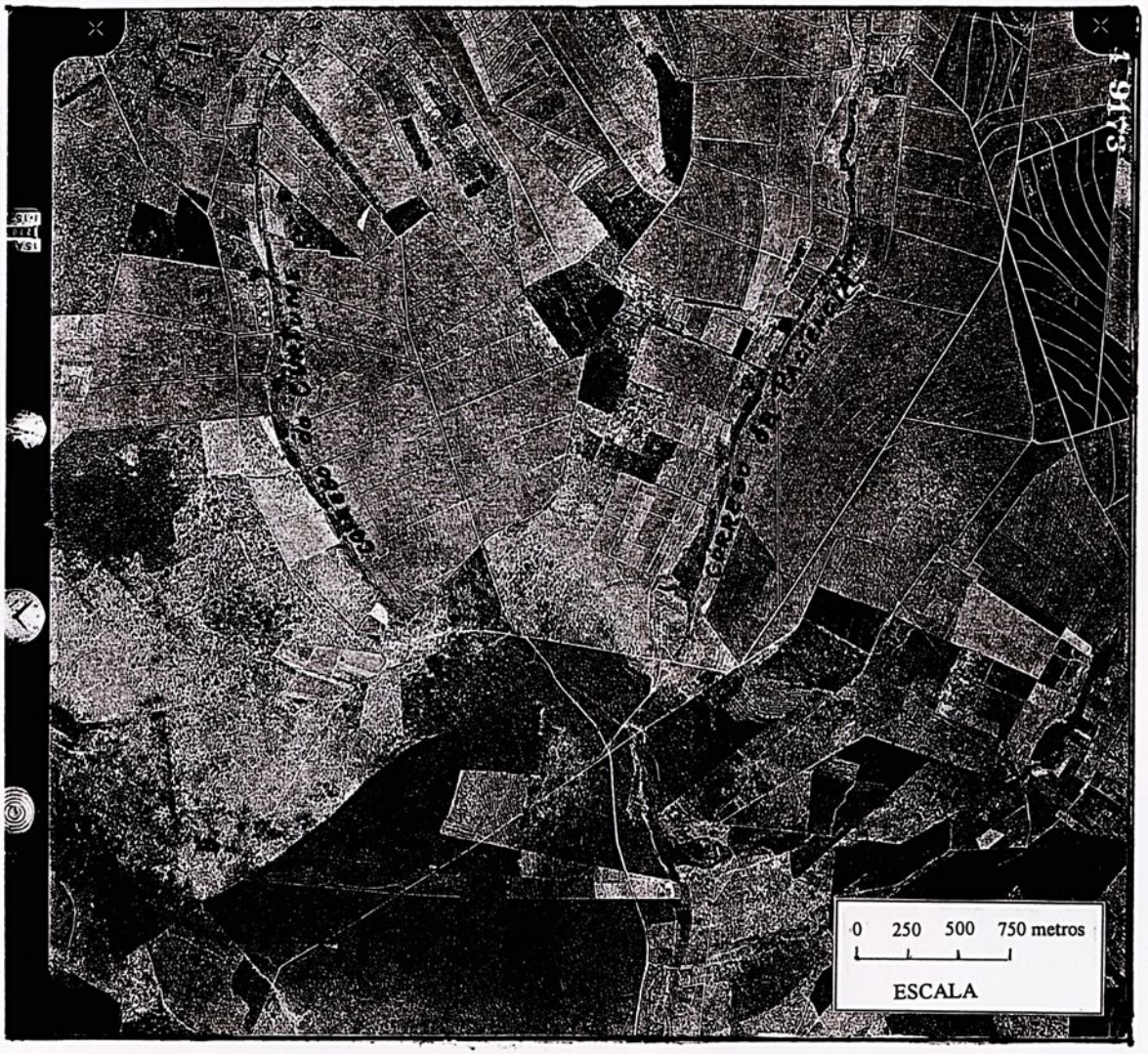


Figura 4 – Foto aérea de um trecho da porção SSE da bacia do Ribeirão Pederneiras (1972).

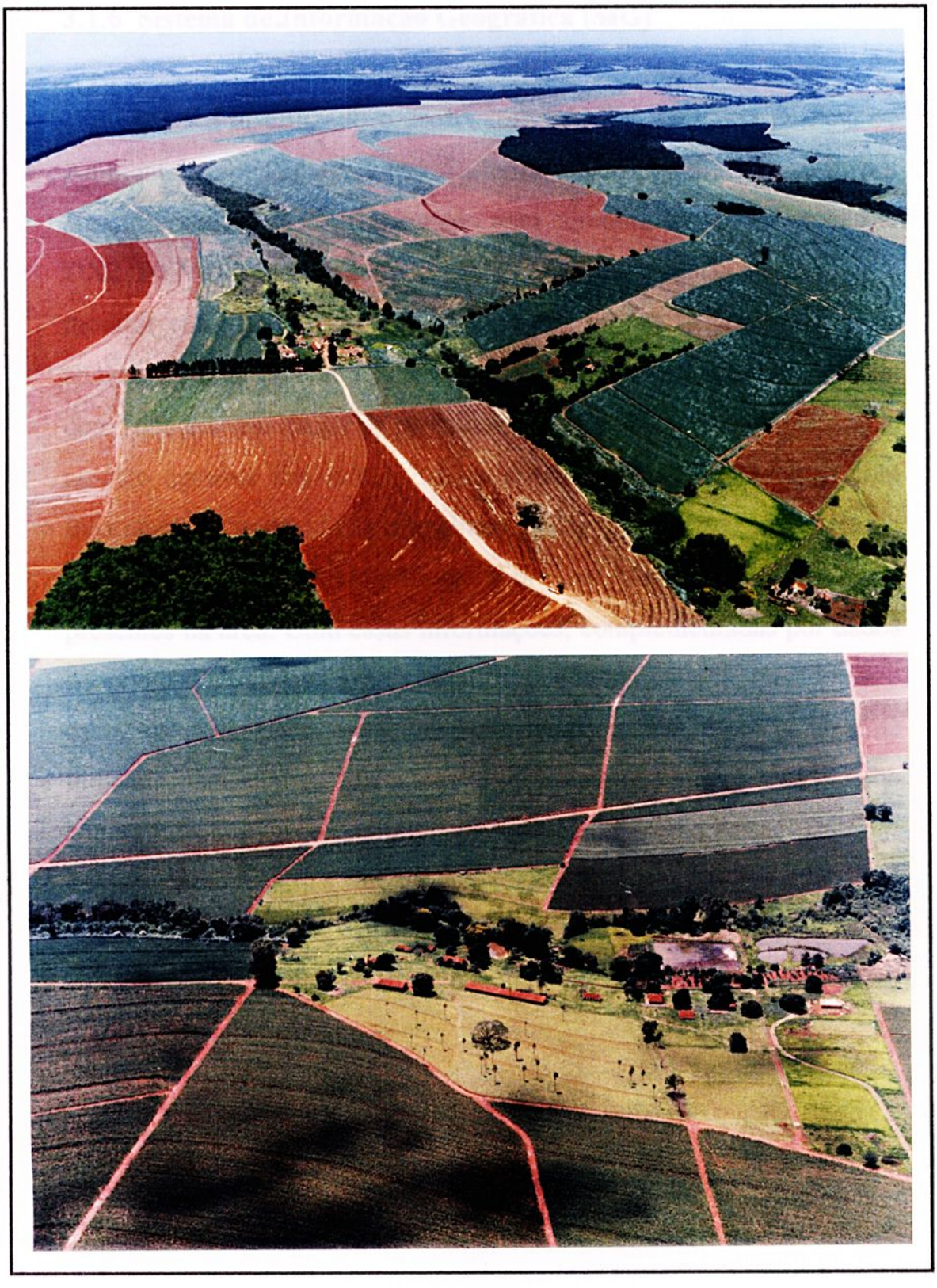


Figura 5 - Fotos aéreas mostrando remanescentes da mata ciliar e aspectos gerais do uso da terra (1997).

3.1.6 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. (1995a)**, implantado num computador IBM Aptiva 486 DX2, 80 MHz, memória RAM de 32 Mb, disco rígido de 2.1 Gb e monitor colorido SVGA. Esse "software" é um sistema "raster" de análise espacial de componentes ambientais que faz automaticamente, com base em resultados de pesquisas agronômicas, o levantamento da aptidão agrícola das terras. É alimentado através do teclado com informações cartográficas e analíticas sobre os solos de uma área de interesse e dados cartográficos sobre as classes de declividade presentes na área. Com essas informações, complementadas por dados sobre o uso atual das terras, classifica a aptidão e mostra, quando for o caso, as distorções existentes. Este programa é especialmente indicado para análise de regiões climaticamente homogêneas, como bacias hidrográficas e municípios de pequeno e médio portes.

unesp

3.2 *MÉTODOS*

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

3.2.1 Definição da Área de Estudo e Elaboração da Base Cartográfica

Os limites da bacia do Ribeirão Pederneiras foram definidos através das cartas topográficas das folhas de Agudos e Jaú, na escala 1:50.000, produzidas pelo **IBGE (1973a e b),** identificando-se o divisor de águas com o auxílio dos pontos cotados.

Definida a área, foi elaborado um mapa dessa bacia dando-se destaque aos rios, estradas principais e à área urbana de Pederneiras.

Também foram confeccionadas duas bases cartográficas em papel poliester. Uma, na escala 1:50.000, quadriculada nas dimensões de 5 mm x 5 mm, 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 do Levantamento Pedológico do Estado de São Paulo, Folha de Jaú **(Almeida et al. 1982),** de forma análoga à anterior.

3.2.2 Elaboração da Base de Dados

3.2.2.1 Carta de declividade

A base cartográfica em poliester 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 sistemático de células e uso de um ábaco, proposto por **Koffler (1994b)** e descrito a seguir:

Confecção do ábaco

As aberturas do ábaco foram calculadas a partir da fórmula da declividade: d(%) = 100 dV/dH, onde dV é a eqüidistância vertical das curvas de nível e dH é a distância horizontal, obtendo-se os resultados relacionados na Tabela 3.

Tabela 3 - Aberturas do ábaco.

Classe	Declividade (%)	Abertura (cm)
A	< 2	> 2
B	[2;5)	[2; 0,8)
C	[5;10)	[0,8; 0,4)
D	[10;20)	[0,4; 0,2)
E	[20;45)	[0,2; 0,09)
F	> = 45	= < 0,09

Atribuição das classes de declividade

Levando-se em conta a necessidade de se criar uma base de dados digitais no formato "raster" para alimentar o "software"

SAMPA, foi determinada a classe de declividade para cada quadrícula de 250m x 250m no terreno e conseqüentemente 5mm x 5mm no papel.

Para isso, a base cartográfica foi sobreposta diretamente à carta topográfica original a fim de verificar em qual intervalo do ábaco situa-se a distância ortogonal entre as curvas de nível adjacentes que representam a situação predominante na quadrícula, passando pelo seu centro. As decisões foram tomadas seguindo os seguintes critérios descritos por **Koffler (1994b)**, ilustrados na Figura 6:

1- Quando nenhuma curva de nível passa dentro da quadrícula, posiciona-se o ábaco entre as duas curvas adjacentes, entre as quais encontra-se a quadrícula (Figura 6a).

2 - Quando ocorre uma curva de nível dentro da quadrícula, observa-se as curvas adjacentes e usa-se a medida da situação predominante (Figura 6b).

3- Quando ocorrem duas curvas de nível dentro da quadrícula, usa-se o ábaco para medir a distância ortogonal entre elas, orientando-se pelo centro da quadrícula (Figura 6c).

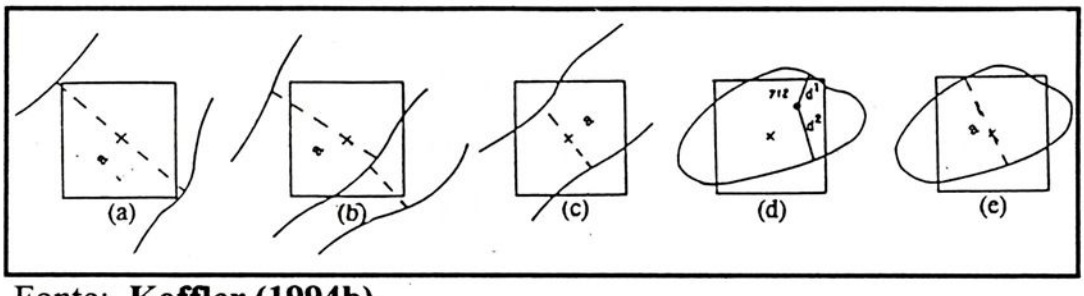
4- Quando existe um topo com ponto cotado, calcula-se a declividade média para toda a área abrangida pela curva de nível fechada, com base na fórmula da declividade, aplicada às duas vertentes opostas definidas pelo ponto cotado (Figura 6d).

5 - Quando existe um topo sem ponto cotado, usa-se o ábaco, considerando-se as linhas que servem à quadrícula, como se pertencessem a curvas adjacentes (Figura 6e).

unesp

6 - Quando as curvas de nível coincidem com as marcas do ábaco, usa-se a classe de declividade mais alta.

7- Em situações isoladas ou duvidosas, examina-se uma janela de 3 x 3 quadrículas, centralizada na quadrícula em questão, e considera-se a classe mais freqüente.



Fonte: **Koffler (1994b)**

Figura 6 - Medidas de distâncias no método da quadrícula (a = abertura do ábaco, d = distância horizontal)

A cada classe de declividade foi atribuído um código numérico para alimentar o "software" SAMPA: A = 1, B = 2, C = 3 e D = 4. Esses códigos foram inseridos nas quadrículas correspondentes para depois serem digitalizados no computador.

3.2.2.2 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 correspondentes. Esses códigos foram posteriormente digitalizados no computador para alimentar o programa SAMPA.

3.2.2.3 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: 2 = cultura de ciclo longo, 3 = pastagem, 4 = silvicultura, 5 = outros, e 6 = área urbana.

Esses códigos foram distribuídos nas quadrículas correspondentes e depois digitalizados no computador. Para esse trabalho foram consideradas as informações colhidas na Duraflora, em Agudos, no trabalho de campo e nos sobrevôos, 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)**, conforme descrição na Tabela 4.

unesp

Tabela 4 - Elementos de identificação do uso da terra em Imagens TM/LANDSAT-5, composição colorida 3B/4G/5R, escala 1:100.000.

Código	Uso da Terra	Cor	Textura	Aspectos Associados
2	Cana-de-Açúcar	Verde claro e médio quando adulta, rosa ou tons de azul quando colhida.	Lisa	Diferentes estágios (nova, adulta, cortada) ocorrendo simultaneamente;carreadores evidentes.
3	Pastagem	Amarelada	Lisa	Forma irregular, cobertura uniforme do terreno, próximo da drenagem.
4	Silvicultura	Verde escuro (*Pinus*).	Rugosa	Forma geométrica, sombra lateral devido à altura das árvores.
5	Mata	Verde médio	Rugosa fina	Forma irregular, porte não evidenciado por sombras.
6	Área Urbana	Azul claro	Grosseira	Recorte da malha urbana.

Fonte: Adaptado de **Koffler (1992 e 1996)**

3.2.2.4 Características dos solos

Foram utilizadas informações morfológicas e analíticas dos solos extraídas dos memoriais descritivos dos levantamentos realizados por **Oliveira & Prado (1984 e 1987)**, para o preenchimento das planilhas do programa SAMPA, gerando a Tabela 5. Os dados foram classificados manualmente conforme a Tabela 6, extraída de **Koffler (1995a).**

Tabela 5 - Características dos solos da bacia do ribeirão 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 com bases
CTC = capacidade de troca catiônica
SA = saturação com alumínio
SS = saturação com sódio
CE = condutividade elétrica
PE = profundidade efetiva
NI = natureza do impedimento físico
ARG = teor de argila
RT = razão textural
NA = natureza das argilas
PED = pedregosidade

MB = muito baixo
B = baixo
M = moderado
A = alto
MA = muito alto
SI = impedimento a 150cm ou mais
RD = rocha dura ou similar
LF = lençol freático
NE = não expansivas
a = horizonte genético A ou 0 a 30 cm
b = horizonte genético B ou 30 a 60 cm

Tabela 6 - Classificação das características químicas e físicas dos solos.

	Classificação				
Característica	MB	B	M	A	MA
CTC	< 3	[3; 5)	[5; 10)	[10; 24)	> = 24
V	< 10	[10; 25)	[25; 50)	[50; 75)	> = 75
SA	< 10	[10; 30)	[30; 50)	[50; 70)	> = 70
PE	< 30	[30; 60)	[60; 100)	[100; 150)	> = 150
ARG	< 15	[15; 25)	[25; 35)	[35; 60)	> = 60
RT1	< 1	[1; 1,2)	[1,2; 1,5)	[1,5; 2)	> = 2
RT2	< 1,2	[1,2; 1,5)	[1,5; 2)	[2; 3)	> = 3

Obs: *Características Químicas*: CTC = capacidade de troca catiônica = e.mg/100 g TFSA a pH7; V = saturação com bases (%) = 100 S/CTC, onde S = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+}+ Na^{+}; SA = saturação com alumínio (%) = 100 Al^{3+}/(Al^{3+} + S)
Características Físicas: PE = profundidade efetiva (cm); ARG = teor de argila (%); RT1 = razão textural quando argila no A > 20%; RT2 = razão textural quando argila no A < = 20%.
MB = muito baixo; B = baixo; M = moderado; A = alto; MA = muito alto.

Fonte: **Koffler et al. (1995a).**

3.2.3 Entrada dos Dados no Programa SAMPA 2.0

O SAMPA 2.0 foi utilizado conforme instruções contidas no manual do usuário (**Koffler et al. 1995a**) criando-se inicialmente um código alfanumérico com quatro dígitos para identificar o projeto (PEDE). Em seguida procedeu-se à entrada dos dados cartográficos das matrizes elaboradas anteriormente em papel poliester quadriculado.

O primeiro mapa a ser digitalizado foi o de solos obedecendo à ordem do menu principal do programa SAMPA. As informações solicitadas sobre o tamanho da célula no terreno, o número de linhas e de colunas no mapa "raster" a ser criado, foram preenchidas conforme as características da base cartográfica quadriculada: Tamanho da célula = 250 metros; número de linhas = 67; número de colunas = 88. Esse procedimento foi utilizado somente para o mapa de solos, servindo de base para os outros, uma vez que os três mapas utilizados devem necessariamente apresentar as mesmas características matriciais.

A digitalização dos dados colhidos na base quadriculada sobre os tipos de solos da bacia foi efetuada através do teclado pela transposição dos dados numéricos para a planilha digital criada pelo programa, nas respectivas linhas e colunas. Durante a digitalização, o programa SAMPA gerava o mapa matricial de solos, transformando automaticamente os números em cores correspondentes no monitor, cuja evolução podia ser observada a qualquer momento, pressionando-se a tecla F5.

unesp

O mesmo procedimento foi usado para a digitalização dos dados sobre declividade e uso atual das terras, o que resultou na geração de mais dois mapas matriciais.

Ativando-se a opção Cruzamento de Solos x Declividade, da "Entrada de dados" do menu principal, após a geração dos três mapas, automaticamente o programa criou a tabela "Solos x Declividade", que relaciona as classes de declividade que são encontradas nas áreas de ocorrência de cada unidade de mapeamento de solos.

Ativando-se a opção "Análise de Dados" do menu principal, automaticamente o SAMPA classificou as Limitações dos Solos, a Aptidão Agrícola, os Grupos de Aptidão, o Uso Preferencial e as Unidades de Manejo, com base nas rotinas embutidas no programa, originadas de resultados de pesquisas agronômicas.

Na opção "Resultados" do menu principal, o programa forneceu um Quadro Geral da Aptidão Agrícola das Terras, produziu mapas digitais e calculou a área de ocorrência de todas as classes encontradas nos diversos mapas produzidos: Solos, Declividade, Uso Atual, Aptidão Agrícola, Uso Preferencial e Intensidade de Uso, produzindo tabelas na tela e/ou impressas, além de possibilitar a edição dos mapas.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18

O Quadro Geral de Aptidão Agrícola apresenta, para cada combinação de solo e declividade, as seguintes informações relacionadas com a aptidão das terras da bacia:

A - Classificação do grau de limitação dos solos: em termos da disponibilidade de nutrientes, toxidês de alumínio, profundidade efetiva, disponibilidade de água, drenagem interna, suscetibilidade à erosão e mecanização das operações agrícolas.

B - Aptidão agrícola das terras: para culturas de ciclo curto, culturas de ciclo longo, pastagem e silvicultura, cujas características gerais são descritas a seguir:

Culturas de ciclo curto

São as culturas semeadas e colhidas dentro de um período de seis meses ou menor. Correspondem às plantas herbáceas, com raízes pouco profundas. São, de modo geral, as mais exigentes em termos de nutrientes e armazenamento de água dos solos. As áreas onde são cultivadas essas culturas são altamente desprotegidas dos processos erosivos, pois, como são plantas que competem com as ervas daninhas, há necessidade de uma capinação constante o que deixa o solo descoberto.

unesp

Culturas de ciclo longo

São aquelas cujo ciclo vegetativo tem a duração maior que um ano. Podem ser de dois tipos: as semi-perenes como a cana-de-açúcar e a mandioca, ou as perenes como o café e a fruticultura em geral. Possuem raízes mais profundas que as culturas de ciclo curto, podendo em alguns casos chegar a 4 metros ou mais, como nos citros. São plantas menos exigentes em termos de fertilidade dos solos, sendo o fator mais importante a profundidade efetiva desses. Esse tipo de planta protege um pouco mais os solos da erosão já que competem menos com as ervas daninhas, portanto, não sendo necessária a capinação constante. Por esse motivo podem ser cultivadas em solos mais inclinados ou erodíveis.

Pastagem

São espécies perenes com sistema radicular bem desenvolvido e pouco profundo. Cobrem o terreno geralmente durante o ano todo e desenvolvem-se relativamente bem em terrenos desfavoráveis para outras culturas, como solos pobres, ácidos, rasos e declivosos. Essas suas características propiciam uma melhor proteção dos solos contra os processos erosivos.

unesp

Silvicultura

Correspondem às formações florestais implantadas pelo homem, com finalidade econômica. No Estado de São Paulo as espécies mais utilizadas são o *Pinus* e o *Eucalyptus*. São espécies menos exigentes no que diz respeito aos nutrientes e à água disponível no solo, por isso esse tipo de cultura é geralmente praticada em solos menos favoráveis a outras atividades agrícolas. Como são plantas que oferecem uma boa proteção dos solos à erosão, podem ser cultivadas em terrenos mais inclinados e erodíveis.

Assim, levando-se em conta os níveis de limitação impostos pelos diferentes tipos de solos definidos segundo os critérios das Tabelas 7 a 14, e os níveis de limitação admitidos pelas quatro categorias de uso agrícola, com base nos critérios das Tabelas 15 a 18, implantadas no "software", as terras da bacia do ribeirão Pederneiras foram subdivididas, automaticamente, em boas, regulares ou restritas/inaptas para cada um desses usos.

unesp

Tabela 7 - Limitações dos solos por disponibilidade de nutrientes (na, nb)*.

CTC (a; b)	SATURAÇÃO COM BASES - V (a; b)				
	MA	A	M	B	MB
	GRAUS DE LIMITAÇÃO				
MA	0	0	1	2	3
A	0	0	1	2	3
M	0	0	1	2	3
B	0	1	2	3	4
MB	1	2	3	4	5

Obs: MA = muito alta; A = alta; M = média; B = baixa; MB = muito baixa; 0 = nula; 1 = ligeira; 2 = moderada; 3 = forte; 4 = muito forte; 5 = excessiva.
* Determinadas para os horizontes A (na) e B (nb).

Fonte: **Koffler et al. (1995a).**

Tabela 8 - Limitações dos solos por toxidês de alumínio (aa, ab)*.

CTC (a; b)	SATURAÇÃO COM ALUMÍNIO – SA (a; b)				
	MB	B	M	A	MA
	GRAUS DE LIMITAÇÃO				
MA	0	1	2	3	4
A	0	1	2	3	4
M	0	1	1	2	3
B	0	1	1	2	3
MB	0	1	1	2	3

Obs: MA = muito alta; A = alta; M = média; B = baixa; MB = muito baixa; 0 = nula; 1 = ligeira; 2 = moderada; 3 = forte; 4 = muito forte; 5 = excessiva.
* Determinadas para os horizontes A (aa) e B (ab).

Fonte: **Koffler et al. (1995a).**

Tabela 9 - Limitações dos solos por salinidade (s).

CARACTERÍSTICA	
SS ou CE (o maior)	GRAUS DE LIMITAÇÃO
MB	0
B	1
M	2
A	3
MA	4

Obs: MA = muito alta; A = alta; M = média; B = baixa; MB = muito baixa; 0 = nula; 1 = ligeira; 2 = moderada; 3 = forte; 4 = muito forte. SS = saturação com sódio; CE = condutividade elétrica.

Fonte: **Koffler et al. (1995a).**

Tabela 10 - Limitações dos solos quanto à profundidade efetiva (p).

PE	NATUREZA DO IMPEDIMENTO - NI	
	RD, SI ou LF	RB
	GRAUS DE LIMITAÇÃO	
MA	0	0
A	1	0
M	2	1
B	3	2
MB	4	3

Obs: MA = muito alta; A = alta; M = média; B = baixa; MB = muito baixa; 0 = nula; 1 = ligeira; 2 = moderada; 3 = forte; 4 = muito forte.
PE = profundidade efetiva; SI = impedimento a mais de 150 cm; RD = rocha dura ou similar; RB = rocha branda ou similar; LF = lençol freático.

Fonte: **Koffler et al. (1995a).**

Tabela 11- Limitações dos solos quanto à disponibilidade de água (h).

PE	ARGb	NATUREZA DO IMPEDIMENTO - NI		
		RD, SI	RB	RB
		GRAUS DE LIMITAÇÃO		
	MA, A	1	1	1
MA, A	M	2	2	2
	B	3	3	3
	MB	4	4	4
	MA, A	2	1	0
M	M	3	2	1
	B	4	3	2
	MB	4	4	3
	MA, A	3	2	0
B	M	4	3	0
	B	4	4	1
	MB	4	4	2
MB	*	4	3	0

Obs: MA = muito alta; A = alta; M = média; B = baixa; MB = muito baixa; 0 = nula; 1 = ligeira; 2 = moderada; 3 = forte; 4 = muito forte.
PE = profundidade efetiva; ARGb = argila no horizonte B; SI = impedimento a mais de 150 cm; RD = rocha dura ou similar; RB = rocha branda ou similar; LF = lençol freático; * não considerar.

Fonte: **Koffler et al. (1995a).**

Tabela 12 - Limitações dos solos quanto à drenagem interna (d).

	NI			RT			
PE	RB	RD ou SI	LF	B ou MB	M	A	MA
	GRAUS DE LIMITAÇÃO			GRAUS DE LIMITAÇÃO			
MA	0	0	0	0	0	1	2
A	0	0	1	0	0	1	2
M	0	1	2	0	1	2	3
B	1	2	3	0	1	2	3
MB	2	3	4	*	*	*	*

Obs: MA = muito alta; A = alta; M = média; B = baixa; MB = muito baixa; 0 = nula; 1 = ligeira; 2 = moderada; 3 = forte; 4 = muito forte. PE = profundidade efetiva; NI = natureza do impedimento; RT = razão textural SI = impedimento a mais de 150 cm; RD = rocha dura ou similar; RB = rocha branda ou similar; LF = lençol freático; * não considerar.
Para cada classe de PE podem corresponder dois graus distintos de limitação (um para NI e outro para RT), considera-se o grau maior.

Fonte: **Koffler et al. (1995a).**

Tabela 13 - Limitações dos solos quanto a suscetibilidade à erosão (e).

CARACTERÍSTICAS		CLASSES DE DECLIVIDADE					
ARGa	RT	A	B	C	D	E	F
		GRAUS DE LIMITAÇÃO					
MA, A	*	0	1	2	3	4	5
M	M, B, MB	0	1	2	3	4	5
	A, MA	1	2	3	4	5	5
B, MB	*	1	2	3	4	5	5

Obs: MA = muito alta; A = alta; M = média; B = baixa; MB = muito baixa; 0 = nula; 1 = ligeira; 2 = moderada; 3 = forte; 4 = muito forte; 5 = excessiva.
ARGa = argila no horizonte A; RT = razão textural; * não considerar.

Fonte: **Koffler et al. (1995a).**

unesp

Tabela 14 - Limitações dos solos quanto à mecanização das operações agrícolas (m).

CARACTERÍSTICAS				CLASSES DE DECLIVIDADE				
PED	PE	NI	ARGa	A	B	C, D	E	F
				GRAUS DE LIMITAÇÃO				
MB	MA, A, M	* *	A, M, B	0 *	1 *	2	3	5
			MA, MB	1 *	2	3	4	5
	B,MB	RD, RB	* *	1 *	2	3	4	5
B	MA, A, M	* *	* *	1 *	2	3	4	5
	B, MB	RD, RB	* *	1 *	2	3	4	5
M	MA, A, M	* *	* *	2	3	4	5	5
	B, MB	RD, RB	* *	2	3	4	5	5
A	MA, A, M	* *	* *	3	4	5	5	5
	B, MB	RD, RB	* *	4	5	5	5	5
MA	* *	* *	* *	5	5	5	5	5
MB, B, M	B, MB	LF	* *	3	3	* *	* *	* *

Obs: PED = pedregosidade; PE = profundidade efetiva; NI = natureza do impedimento; ARGa = argila no horizonte A; MA = muito alta; A = alta; M = média; B = baixa; MB = muito baixa; 0 = nula; 1 = ligeira; 2 = moderada; 3 = forte; 4 = muito forte, 5 = excessiva; ARGa = argila no horizonte A; RD = rocha dura; RB = rocha branda; LF = lençol freático; * Substituir pelo grau 2 se predominarem argilas expansivas (NA = E) e ARGa >= 35% (ARGa = A ou MA); * * não considerar.

Fonte: **Koffler et al. (1995a).**

Tabela 15 - Classes de aptidão para culturas de ciclo curto segundo os graus de limitação dos solos.

TIPOS DE LIMITAÇÃO	APTIDÃO		
	b	r	i
	GRAUS DE LIMITAÇÃO		
na	0 a 2	3	4 ou 5
nb	0 a 2	3	4 ou 5
aa	0 a 2	3	4
ab	0 ou 1	2 a 4	--
s	0 ou 1	2	3 ou 4
p	0 ou 1	2 ou 3	4
h	0 ou 1	2	3 ou 4
d	0 ou 1	2 ou 3	4
e	0 ou 1	2	3 a 5
m	0 ou 1	2 ou 3	4 ou 5

Obs: na, nb = nutrientes nos horizontes A e B; aa, ab = alumínio nos horizontes A e B; s = salinidade; p = profundidade; h = disponibilidade de água; d = drenagem interna; e = erosão; m = mecanização; b = boa; r = regular; i = restrita/ inapta; 0 = nula; 1 = ligeira; 2 = moderada; 3 = forte; 4 = muito forte; 5 = excessiva.

Fonte: **Koffler et al. (1995a).**

Tabela 16 - Classes de aptidão para culturas de ciclo longo segundo os graus de limitação dos solos.

TIPOS DE LIMITAÇÃO	APTIDÃO		
	b	r	i
	GRAUS DE LIMITAÇÃO		
na	0 a 2	3 ou 4	5
nb	0 a 2	3 ou 4	5
aa	0 a 2	3 ou 4	--
ab	0 ou 1	2 a 4	--
s	0 ou 1	2 ou 3	4
p	0 ou 1	2	3 ou 4
h	0 ou 1	2 ou 3	4
d	0 ou 1	2	3 ou 4
e	0 a 2	3	4 ou 5
m	0 a 2	3	4 ou 5

Obs: na, nb = nutrientes nos horizontes A e B; aa, ab = alumínio nos horizontes A e B; s = salinidade; p = profundidade; h = disponibilidade de água; d = drenagem interna; e = erosão; m = mecanização; b = boa; r = regular; i = restrita/ inapta; 0 = nula; 1 = ligeira; 2 = moderada; 3 = forte; 4 = muito forte; 5 = excessiva.

Fonte: **Koffler et al. (1995a).**

Tabela 17 - Classes de aptidão para pastagens segundo os graus de limitação dos solos.

TIPOS DE LIMITAÇÃO	APTIDÃO		
	b	r	i
	GRAUS DE LIMITAÇÃO		
na	0 a 2	3 ou 4	5
nb	0 a 3	4	5
aa	0 a 2	3 ou 4	--
ab	0 a 2	3 ou 4	--
s	0 a 2	3	4
p	0 a 2	3	4
h	0 a 2	3	4
d	0 a 2	3	4
e	0 a 2	3 ou 4	5
m	0 a 2	3 ou 4	5

Obs: na, nb = nutrientes nos horizontes A e B; aa, ab = alumínio nos horizontes A e B; s = salinidade; p = profundidade; h = disponibilidade de água; d = drenagem interna; e = erosão; m = mecanização; b = boa; r = regular; i = restrita/inapta; 0 = nula; 1 = ligeira; 2 = moderada; 3 = forte; 4 = muito forte; 5 = excessiva.

Fonte: **Koffler et al. 1995.**

Tabela 18 - Classes de aptidão para silvicultura segundo os graus de limitação dos solos.

TIPOS DE LIMITAÇÃO	APTIDÃO		
	b	r	i
	GRAUS DE LIMITAÇÃO		
na	0 a 2	3 ou 4	5
nb	0 a 3	4	5
aa	0 a 2	3 ou 4	--
ab	0 a 2	3 ou 4	--
s	0 a 2	3	4
p	0 a 2	3	4
h	0 a 2	3 ou 4	--
d	0 ou 1	2	3 ou 4
e	0 a 2	3 a 5	--
m	0 a 2	3 ou 4	5

Obs: na, nb = nutrientes nos horizontes A e B; aa, ab = alumínio nos horizontes A e B; s = salinidade; p = profundidade; h = disponibilidade de água; d = drenagem interna; e = erosão; m = mecanização; b = boa; r = regular; i = restrita/ inapta; 0 = nula; 1 = ligeira; 2 = moderada; 3 = forte; 4 = muito forte; 5 = excessiva.

Fonte: **Koffler et al. 1995.**

unesp

C - Uso preferencial das terras: embora cada combinação solo x declividade possa ter simultaneamente mais de uma aptidão agrícola, foi indicado apenas um tipo de uso, o mais adequado ou preferencial, a partir de uma escala de prioridades estabelecida em função das condições socio-econômicas e de manutenção da produtividade da terra a longo prazo. Para satisfazer essas condições, o programa SAMPA considera uma seqüência que favorece as culturas de ciclo curto, seguidas pelas culturas de ciclo longo, pastagem e silvicultura, conforme a Tabela 19.

Tabela 19 - Critério geral para recomendação do uso preferencial segundo a intensidade de uso da terra.

USO PREFERENCIAL	CONDIÇÕES
Ciclo Curto	b ou r para ciclo curto; b, r, i, para ciclo longo, pastagem ou silvicultura.
Ciclo Longo	b ou r para ciclo longo; i para ciclo curto; b, r, i, para pastagem e silvicultura.
Pastagem	b ou r para pastagem; i para ciclo curto e ciclo longo; b, r, i, para silvicultura.
Silvicultura	b ou r para silvicultura; i para ciclo curto, ciclo longo e pastagem.

Obs: b = boa; r = regular; i = restrita/inapta.
Fonte: **Koffler et al. (1995a).**

D - Grupos de aptidão e unidades de manejo: como grande parte das terras pode apresentar mais do que um tipo de aptidão agrícola, o programa considera os 9 agrupamentos mais freqüentes, partindo do Grupo I, referente a terras boas para os quatros tipos de uso, e aumentando as limitações até o Grupo IX, não

recomendado para uso agrícola, reservando o grupo X para combinações excepcionais, conforme a Tabela 20.

Ainda na opção "Resultados", o SAMPA gerou Mapas de Solos, Declividade, Uso Atual, Aptidão Agrícola, Uso Preferencial, Intensidade de Uso e Grupos de Aptidão. A esses mapas gerados pelo sistema foram introduzidas informações como o título, direção norte, rodapé e legenda.

O mapa Intensidade de Uso é o resultado da comparação entre o "uso preferencial" e o "uso atual" das terras, tendo sido cada quadrícula do mapa reclassificada como: adequada, subutilizada e de uso excessivo. O uso atual é considerado adequado quando coincide com o preferencial, subutilizado quando a atividade é menos intensiva do que a potencial, como, por exemplo, ciclo longo em área preferencial para ciclo curto, e uso excessivo quando ocorre o contrário.

Tabela 20 - Critério para composição dos grupos de aptidão agrícola.

	TIPOS DE APTIDÃO			
GRUPO	Ciclo curto (c)	Ciclo longo (l)	Pastagem (p)	Silvicultura (s)
I	b	b	b	b
II	r	b	b	b
III	r	r	b	b
IV	r	r	r	b
V	r	r	r	r
VI	i	r	r	r
VII	i	i	r	r
VIII	i	i	i	r
IX	i	i	i	i
X	Outras Combinações			

Obs: b = boa, r = regular, i = restrita/inapta.

Fonte: **Koffler et al. (1995a).**

3.2.4 Análise das Fotos Aéreas

Além da metodologia descrita anteriormente, foi feita uma análise das fotografias aéreas dessa bacia, tiradas em 1972, para avaliar a situação das matas ciliares nesse período, como uma forma de se estimar a atual degradação ambiental segundo esse critério.

3.2.5 Trabalhos de Campo e Sobrevôos da Área

Foram feitos dois sobrevôos na área da bacia com o intúito de observar e fotografar a situação atual das matas ciliares. Além disso, foram feitas pesquisas de campo em vários pontos para constatar "in loco" essa situação.

Os resultados obtidos foram avaliados sob os aspectos sócio-econômico e de possíveis impactos ambientais causados pela atual ocupação agrícola.

Tendo em vista a pequena escala da imagem LANDSAT, insuficiente para fornecer dados precisos com relação à mata ciliar, não foi possível a sua utilização na avaliação das alterações ocorridas.

unesp

4 RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados obtidos com o uso do programa SAMPA, após ter sido alimentado com os dados de declividade do terreno, tipos de solos existentes e uso atual das terras pertencentes à bacia do Pederneiras, juntamente com os resultados da análise das fotos aéreas e do trabalho de campo.

4.1 *LEVANTAMENTOS BÁSICOS*

Os mapas de solos, classes de declividade e uso atual da terra digitalizados para atender o processamento pelo sistema SAMPA estão ilustrados nas Figuras 7, 8 e 9 respectivamente.

4.1.1 Solos

A Tabela 21 mostra que as unidades de mapeamento LE1, LE2, LE3, LRd e LV, ou seja, os Latossolos pertencentes às Unidades Dois Córregos, Hortolândia, Limeira, Barão Geraldo e Coqueiro, respectivamente, predominam na área, ocupando 136,318 km^2 o que corresponde a 92% da área total. Já as unidades de mapeamento TE1 e TE2 (Terra Roxa Estruturada, unidades Itaguaçu e Estruturada), AQ (Areias Quartzosas) e HI (Solos Hidromórficos), são pouco representativas ocupando juntas apenas 11,752km^2 ou 8,0% da área. Os Solos Hidromórficos ocorrem em apenas 0,125km^2, o que corresponde a apenas 0,1% da área total da bacia.

unesp

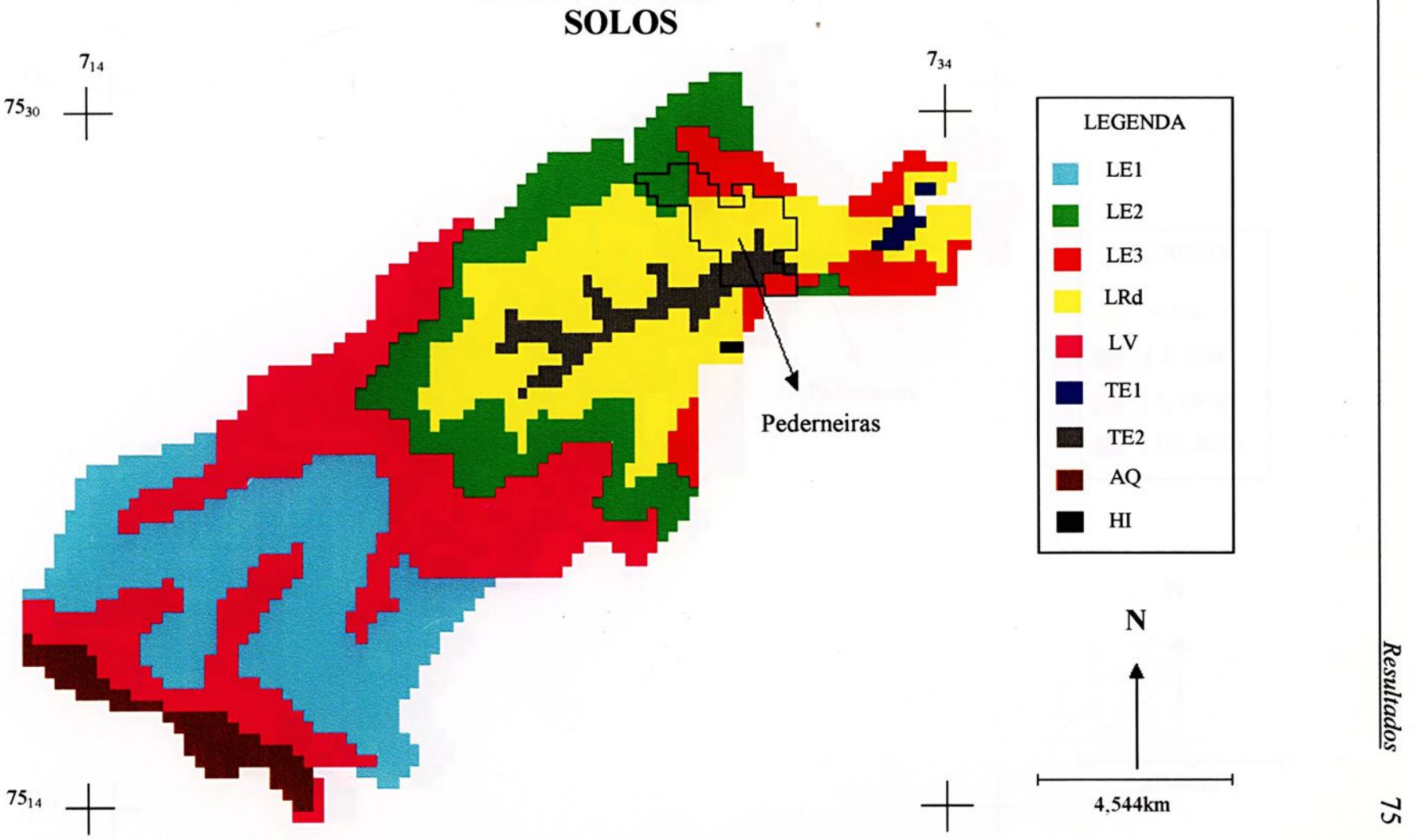


Figura 7 - Solos da bacia do ribeirão Pederneiras.

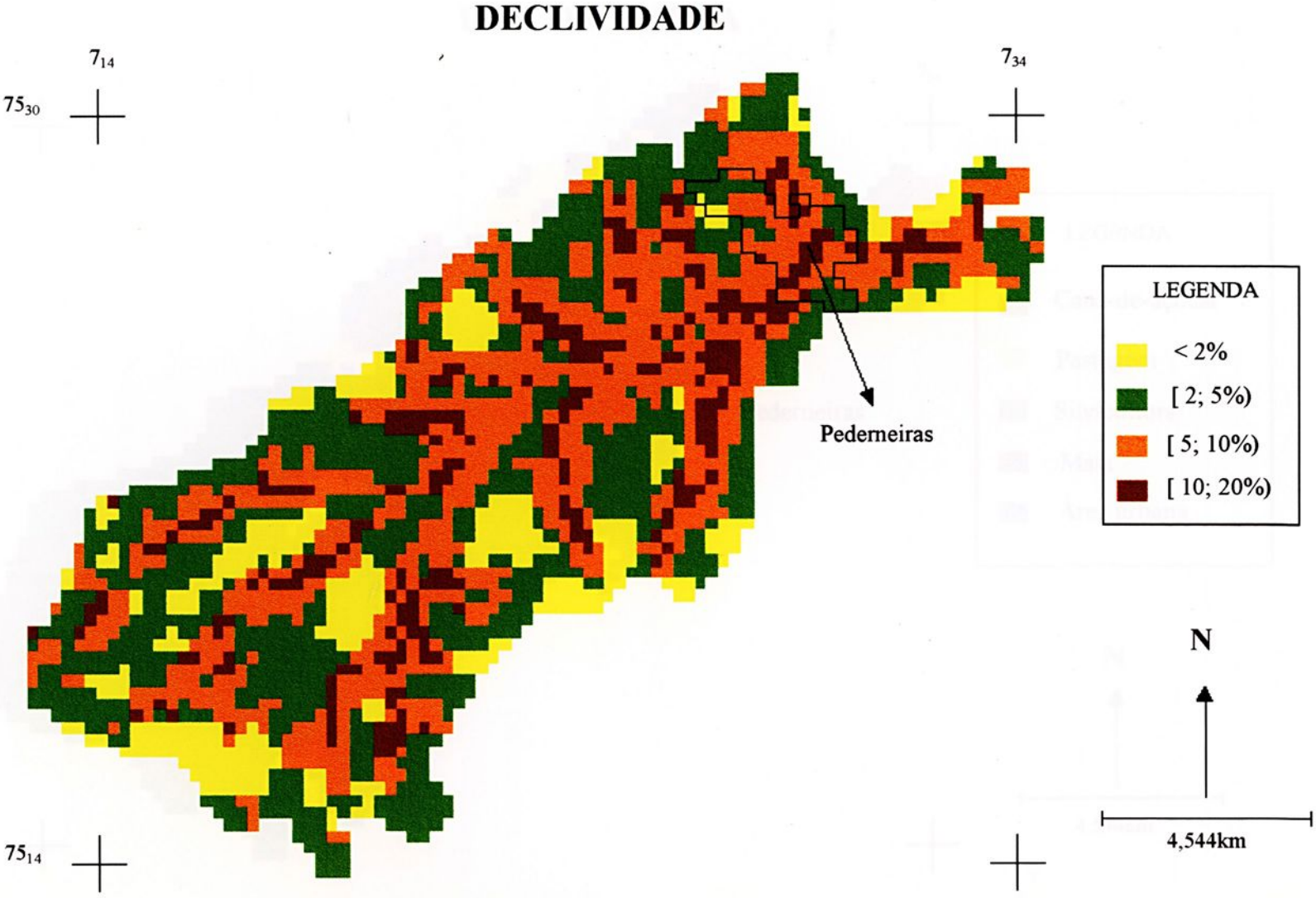


Figura 8 - Declividades da bacia do ribeirão Pederneiras.

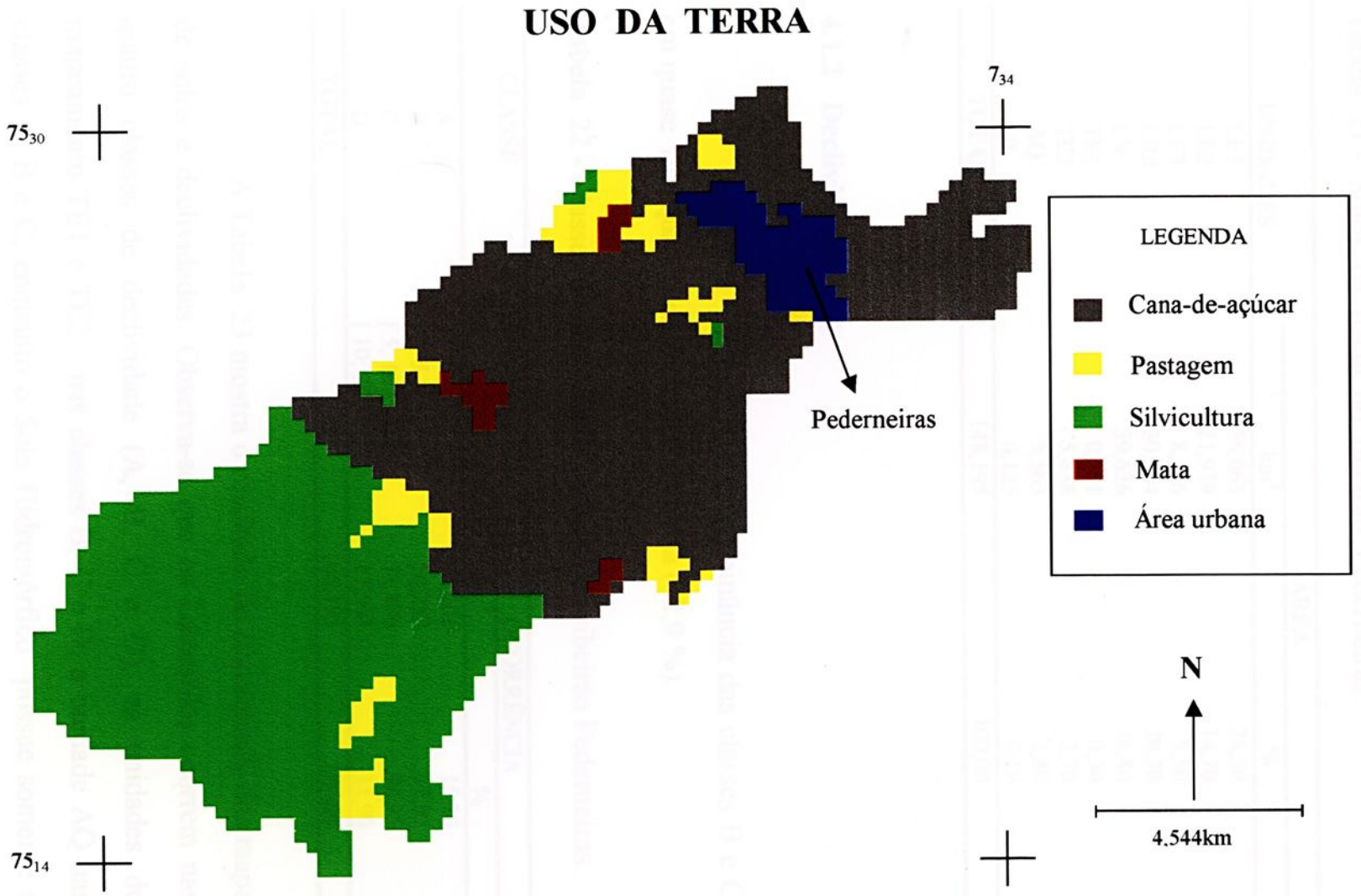


Figura 9 - Uso das terras da bacia do ribeirão Pederneiras em 1997.

Tabela 21 - Solos da bacia do ribeirão Pederneiras.

UNIDADES	ÁREA	
	km^2	%
LE1	36,063	24,30
LE2	21,939	14,70
LE3	8,126	5,50
LRd	30,564	20,70
LV	39,626	26,80
TE1	0,751	0,50
TE2	5,438	3,70
AQ	5,563	3,80
HI	0,125	0,10
TOTAL	148,195	100,00

4.1.2 Declividades

A Tabela 22 mostra a predominância das classes B e C em quase três quartos da área total da bacia (72,9 %).

Tabela 22 - Classes de declividade na bacia do ribeirão Pederneiras.

CLASSE	INTERVALO (%)	OCORRÊNCIA	
		km^2	%
A	< 2	22,501	15,20
B	[2; 5)	56,253	37,95
C	[5; 10)	51,876	34,95
D	[10; 20)	17,565	11,90
TOTAL		148,195	100,00

A Tabela 23 mostra o resultado do cruzamento dos mapa de solos e declividades. Observa-se que os Latossolos ocorrem nas quatro classes de declividade (A, B, C e D), as unidades de mapeamento TE1 e TE2 nas classes B, C e D, a unidade AQ nas classes A, B e C, enquanto o Solo Hidromórfico possue somente a classe de declividade B.

unesp

Tabela 23 - Solos x declividade da bacia do ribeirão Pederneiras.

SOLO	DECLIVIDADE	ÁREA	
		km^2	%
LE1	A	6,125	4,10
	B	15,250	10,30
	C	10,875	7,30
	D	3,813	2,60
LE2	A	3,313	2,20
	B	10,438	7,00
	C	6,500	4,40
	D	1,688	1,10
LE3	A	1,875	1,30
	B	3,438	2,30
	C	2,375	1,60
	D	0,438	0,30
LRd	A	0,438	0,30
	B	6,813	4,60
	C	17,063	11,55
	D	6,250	4,25
LV	A	8,875	6,00
	B	16,438	11,10
	C	11,250	7,60
	D	3,063	2,10
TE1	B	0,438	0,30
	C	2,875	1,90
	D	2,125	1,40
TE2	B	0,063	0,05
	C	0,500	0,30
	D	0,188	0,15
AQ	A	1,875	1,30
	B	3,250	2,20
	C	0,438	0,30
HI	B	0,125	0,10
TOTAL		148,195	100,00

4.1.3 Uso Atual das Terras

A Tabela 24 mostra a situação atual de utilização das terras da bacia do ribeirão Pederneiras, ou seja, 71,4km^2 da área (48,2%) estão sendo hoje utilizados para cultivo da cana-de-açúcar (cultura de ciclo longo); 60,7km^2 para *pinus*, correspondendo a 41% da área total; 8,7km^2 para pastagem (5,9%), 5,5km^2 com área urbana (3,7%) e 1,9km^2 (1,2%) possuem vegetação natural de mata. Nota-se que não existem culturas de ciclo curto nessa bacia, pelo menos, áreas de expressão que pudessem ser mapeadas na escala utilizada.

A cana-de-açúcar ocupa grande parte do centro e da porção nordeste da bacia e os reflorestamentos com *Pinus*, a parte sudoeste. As pastagens estão dispersas pela bacia, com maior concentração na porção nordeste, conforme pode-se observar na Figura 9.

4.2 *ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO RURAL*

Considerando-se as limitações agrícolas, os diferentes tipos de solos disponíveis para o cultivo nessa bacia, as classes de declividade que ocorrem em cada tipo de solo e as exigências edáficas das culturas de ciclo curto, longo, pastagem e silvicultura, obteve-se como resultados da utilização do "software" SAMPA, a aptidão agrícola, os grupos de aptidão e o uso preferencial de utilização dessas terras.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 12 13 14 15 16 17 18

Tabela 24 - Uso da terra da bacia do ribeirão Pederneiras em 1997.

TIPOS DE USO	ÁREA	
	km^2	%
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

4.2.1 Aptidão Agrícola das Terras

Pode-se observar na Tabela 25, que sob condições boas ou regulares, 33,5% da área dessa bacia são favoráveis ao desenvolvimento de culturas de ciclo curto; 90,4% à culturas de ciclo longo; 96,2% às pastagens e 99,9% à silvicultura, não havendo nenhuma área totalmente inapta para todos os tipos de usos considerados.

Conforme mostra a Figura 10, as áreas aptas para cultura de ciclo curto ocorrem na porção nordeste da bacia, exceto nos vales dos rios, sendo 0,3% boas para esse uso, 33,2% regulares e 66,5% são consideradas restritas.

A Figura 11 mostra que, quase a totalidade dessa bacia é favorável a culturas de ciclo longo, sendo esse uso não recomendado somente no extremo sudoeste da bacia e nos vales dos rios. As terras consideradas boas para esse uso correspondem a 2,6% da área, sendo que 87,8% são consideradas regulares e 9,6% restritas.

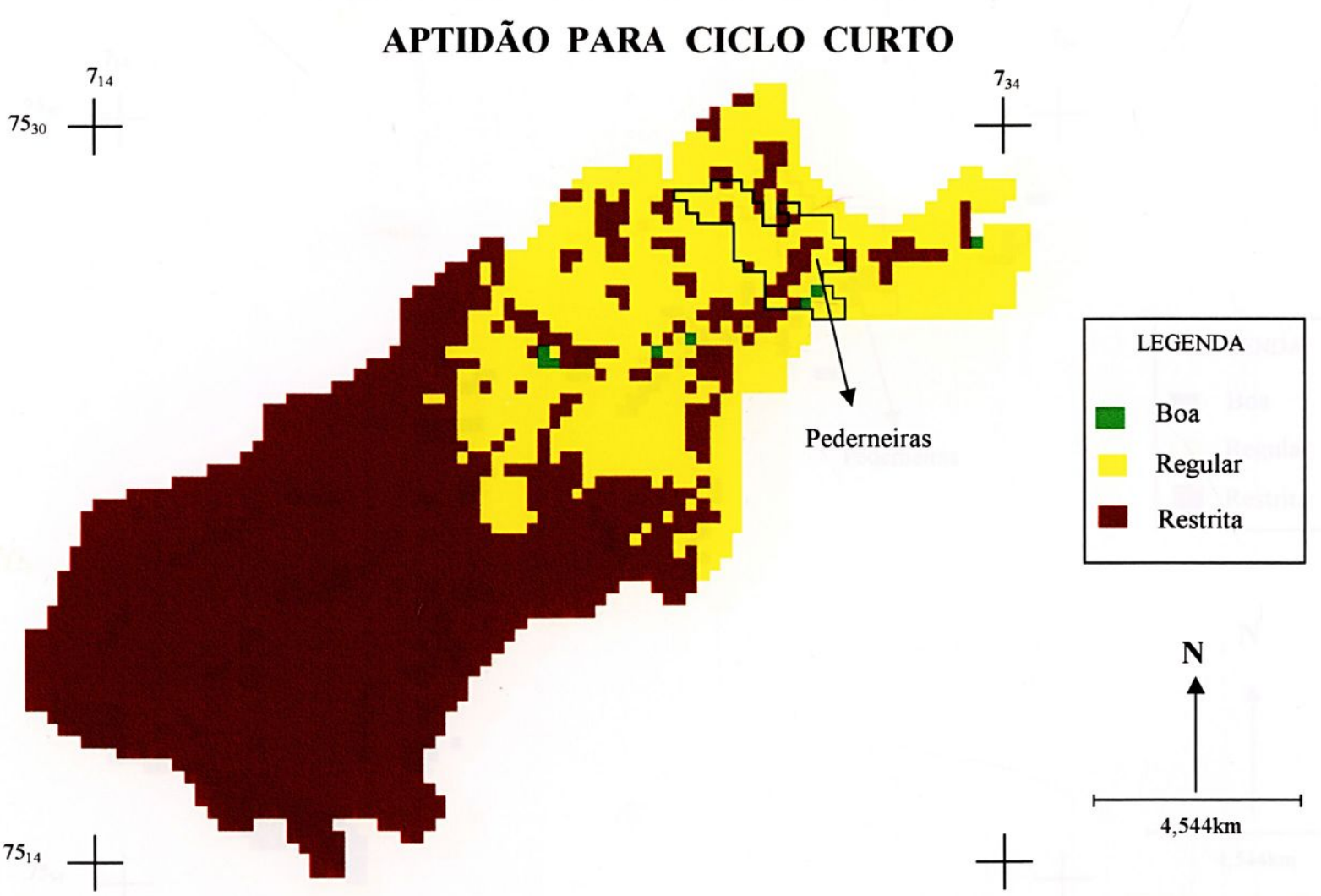


Figura 10 - Aptidão para culturas de ciclo curto da bacia do ribeirão Pederneiras.

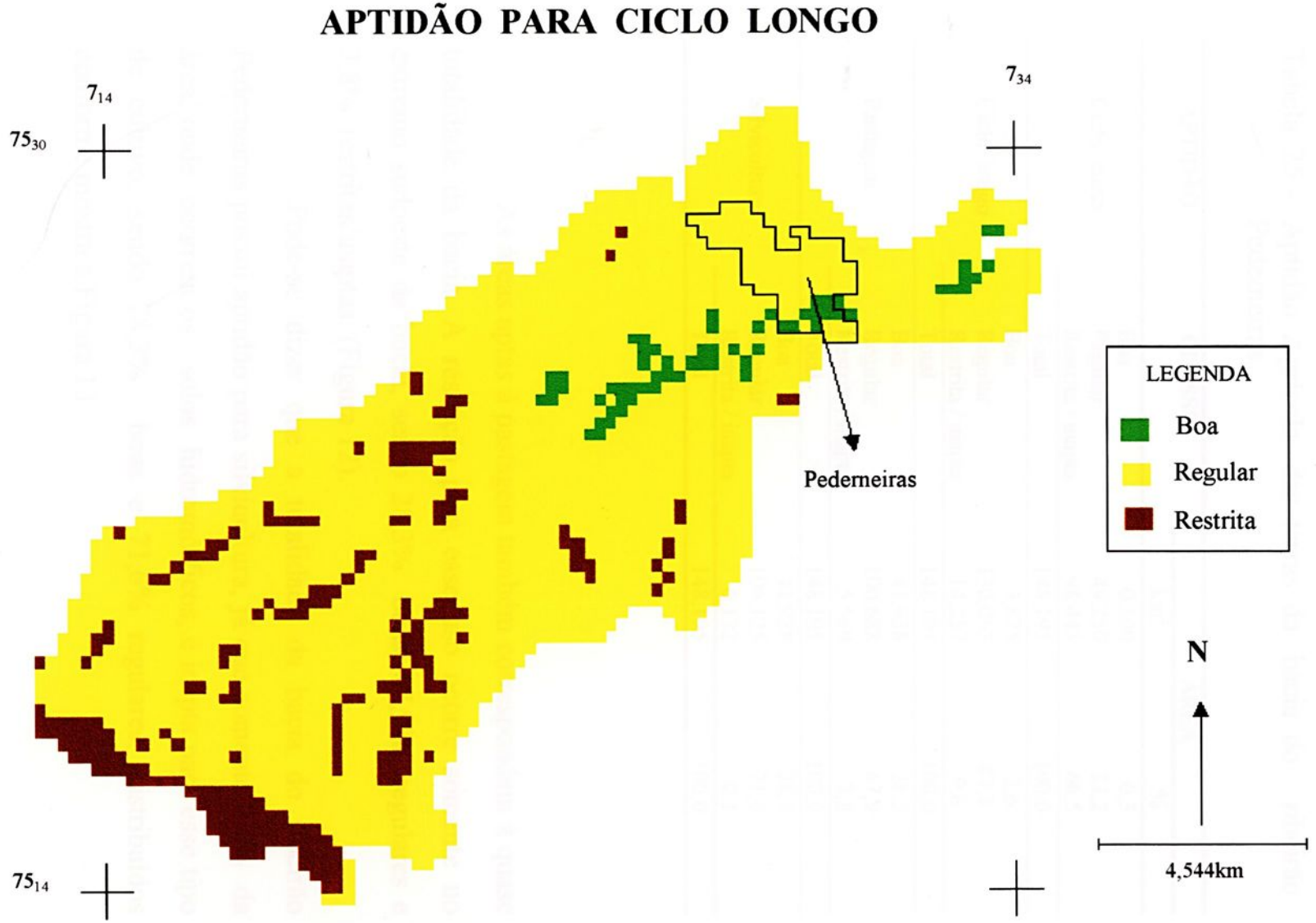


Figura 11 - Aptidão para culturas de ciclo longo da bacia do ribeirão Pederneiras.

Tabela 25 - Aptidão Agrícola das terras da bacia do ribeirão Pederneiras.

APTIDÃO	CLASSE	ÁREA	
		km^2	%
Ciclo curto	Boa	0,500	0,3
	Regular	49,250	33,2
	Restrita / inapta	98,445	66,5
	Total	148,195	100,0
Ciclo longo	Boa	3,875	2,6
	Regular	130,063	87,8
	Restrita / inapta	14,257	9,6
	Total	148,195	100,0
Pastagem	Boa	41,938	28,3
	Regular	100,688	67,9
	Restrita / inapta	5,569	3,8
	Total	148,195	100,0
Silvicultura	Boa	41,938	28,3
	Regular	106,125	71,6
	Restrita / inapta	0,132	0,1
	Total	148,195	100,0

As áreas aptas à pastagem também correspondem à quase totalidade da bacia. A restrição para esse uso ocorre somente no extremo sudoeste da bacia, sendo 28,3% boas, 67,9% regulares e 3,8% restritas/inaptas. (Figura 12).

Pode-se dizer que a totalidade da bacia do ribeirão Pederneiras possui aptidão para silvicultura, já que somente 0,1% da área, onde ocorrem os solos hidromórficos, é inapta para esse tipo de cultivo, sendo 28,3% boas e 71,6% regulares, distribuídos conforme mostra a Figura 13.

unesp

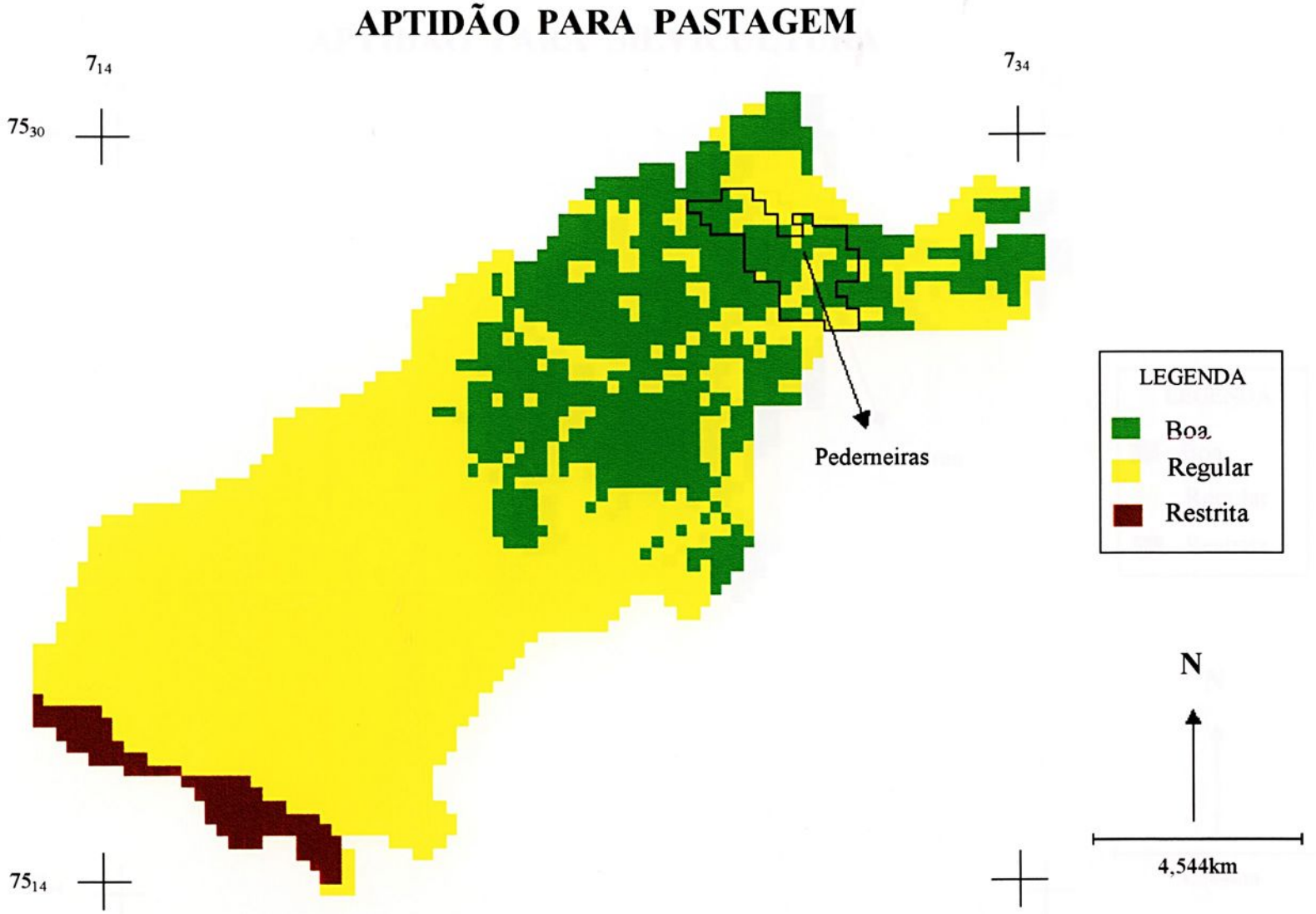


Figura 12 - Aptidão para pastagem da bacia do ribeirão Pederneiras.

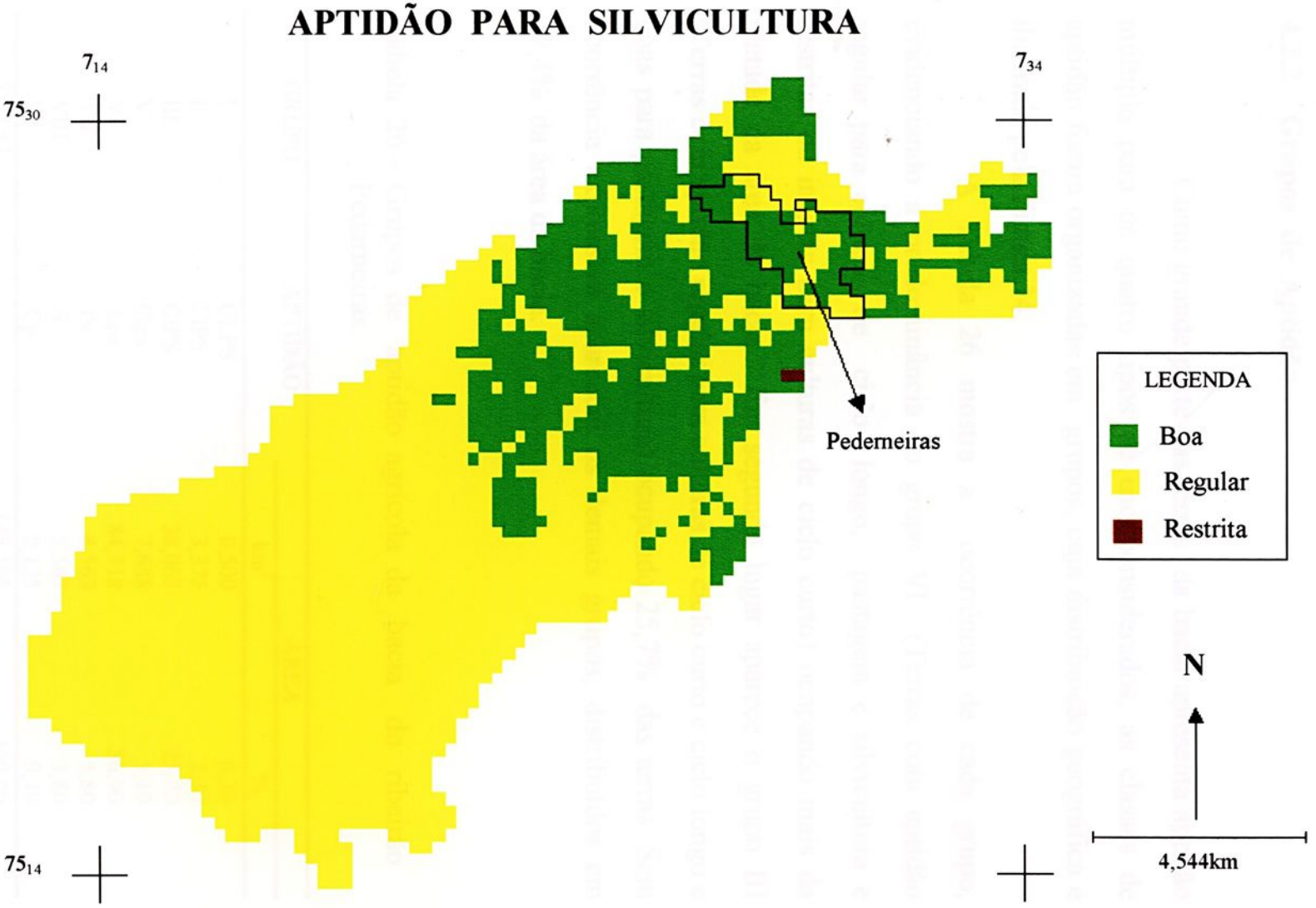


Figura 13 - Aptidão para silvicultura da bacia do ribeirão Pederneiras.

4.2.2 Grupos de Aptidão

Como grande parte das terras da bacia apresenta aptidão múltipla para os quatro tipos de uso considerados, as classes de aptidão foram organizadas em grupos, cuja distribuição geográfica é ilustrada pela Figura 14.

A Tabela 26 mostra a ocorrência de cada grupo, evidenciando a predominância do grupo VI (Terras com aptidão regular para culturas de ciclo longo, pastagem e silvicultura e restritas ou inaptas para culturas de ciclo curto) ocupando mais da metade da área da bacia. Em segundo lugar aparece o grupo III (Terras com aptidão regular para culturas de ciclo curto e ciclo longo e boas para pastagem e silvicultura) ocupando 25,7% das terras. Sem ocorrência expressiva aparecem os demais grupos, distribuídos em 17,4% da área da bacia.

Tabela 26 - Grupos de aptidão agrícola da bacia do ribeirão Pederneiras.

GRUPO	APTIDÃO	ÁREA	
		km^2	%
I	CLPS	0,500	0,30
II	ClPS	3,375	2,30
III	ClPS	38,063	25,70
V	Clps	7,688	5,10
VI	Lps	84,318	56,90
VII	Ps	8,563	5,80
VIII	S	5,563	3,80
X	Cp	0,125	0,10
TOTAL		148,195	100,00

Obs: C, L, P, S = aptidão boa para ciclo curto (C), ciclo longo (L), pastagem (P) e silvicultura (S); c, l, p, s = aptidão regular.

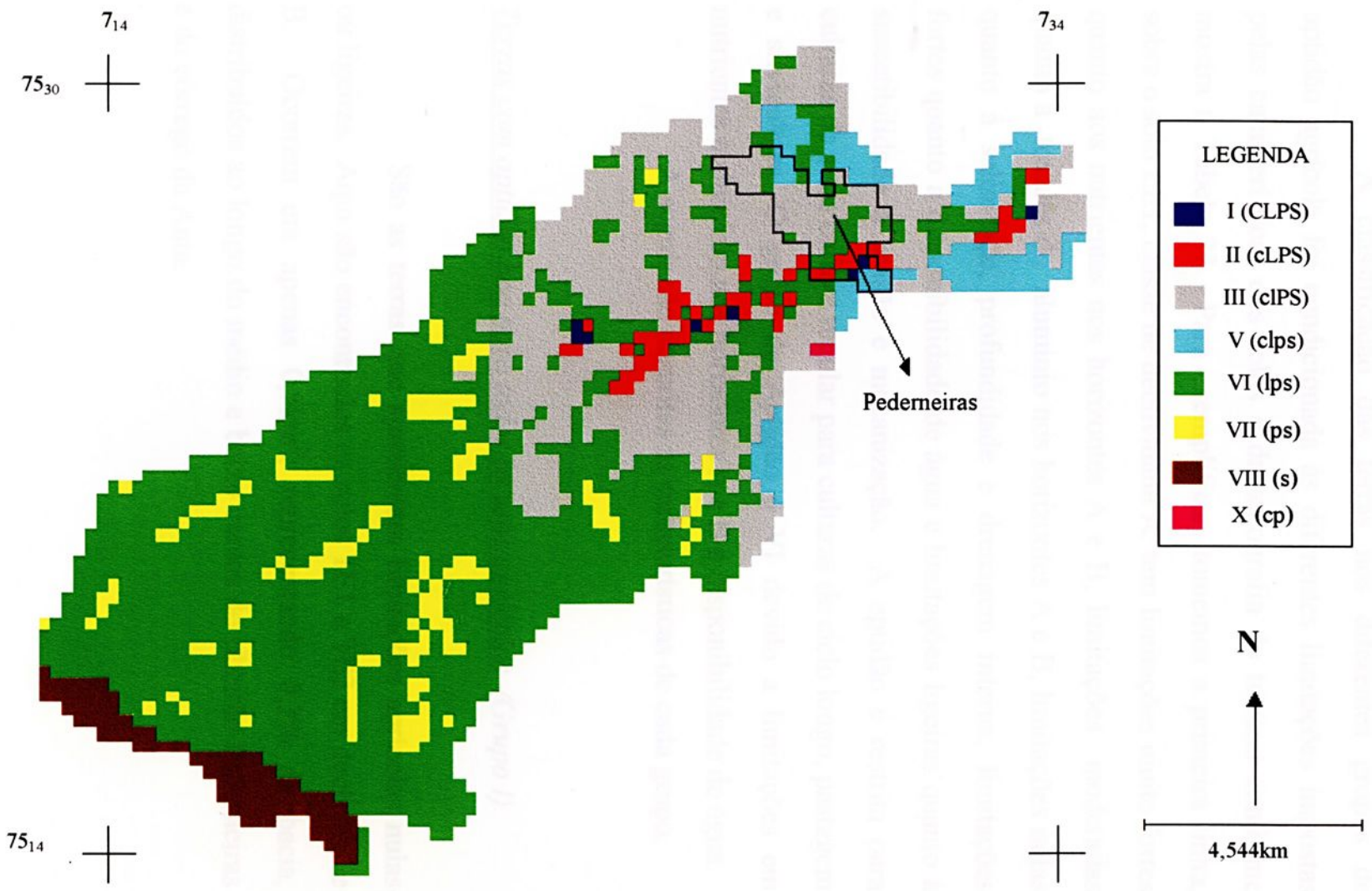


Figura 14 - Grupos de aptidão agrícola da bacia do ribeirão Pederneiras.

A classificação das terras nos diferentes grupos de aptidão agrícola foi condicionada às diferentes limitações impostas pelas características dos solos e da topografia do terreno conforme mostra a Tabela 27. Para exemplificar, tomemos a primeira linha, sobre o solo LE1, classe de declividade A: tem limitações muito fortes quanto aos nutrientes nos horizontes A e B, limitações moderadas quanto à toxidês do alumínio nos horizontes A e B, limitações nulas quanto à salinidade, profundidade e drenagem interna, limitações fortes quanto à disponibilidade de água e limitações ligeiras quanto à suscetibilidade à erosão e mecanização. A aptidão é restrita para culturas de ciclo curto e regular para culturas de ciclo longo, pastagem e silvicultura. O grupo de Aptidão é VI devido a limitações em nutrientes e alumínio nos horizontes A e B e disponibilidade de água.

A seguir são descritas as características de cada grupo.

Terras com aptidão boa para todos os usos agrícolas (Grupo I)

São as terras que apresentam limitações agrícolas nulas ou ligeiras. Aqui são encontrados os solos TE1 e TE2 em declividade B. Ocorrem em apenas 0,5km^2, representando 0,3% da bacia, distribuídos ao longo do médio e baixo cursos do ribeirão Pederneiras e do córrego da Anta.

Tabela 27 – Quadro geral de aptidão agrícola da bacia do ribeirão Pederneiras.

SOLO	CLASSE	LIMITAÇÕES AGR. DOS SOLOS										APT.AGR.				USO	GRUPO APTIDÃO e
	DECLIV.	na	nb	aa	ab	s	p	h	d	e	m	C	L	P	S	PREF.	UNID. MANEJO
	A	4	4	2	2	0	0	3	0	1	1	i	r	r	r	L	VI na,nb,aa,ab,h
	B	4	4	2	2	0	0	3	0	2	2	i	r	r	r	L	VI na,nb,aa,ab,h,e,m
LE1	C	4	4	2	2	0	0	3	0	3	3	i	r	r	r	L	VI na,nb,aa,ab,h,e,m
	D	4	4	2	2	0	0	3	0	4	3	i	i	r	r	P	VII na,nb,aa,ab,n,e,m
	A	1	3	1	2	0	0	2	0	1	0	r	r	b	b	C	III nb,ab,h
	B	1	3	1	2	0	0	2	0	2	1	r	r	b	b	C	III nb,ab,h,e
LE2	C	1	3	1	2	0	0	2	0	3	2	i	r	r	r	L	VI nb,ab,h,e,m
	D	1	3	1	2	0	0	2	0	4	2	i	i	r	r	P	VII nb,ab,h,e,m
	A	3	2	3	1	0	0	1	0	0	0	r	r	r	r	C	V na,nb,aa
	B	3	2	3	1	0	0	1	0	1	1	r	r	r	r	C	V na,nb,aa
LE3	C	3	2	3	1	0	0	1	0	2	2	r	r	r	r	C	V na,nb,aa,e,m
	D	3	2	3	1	0	0	1	0	3	2	i	r	r	r	L	VI na,nb,aa,e,m
	A	2	3	2	1	0	0	1	0	0	0	r	r	b	b	C	III na,nb,aa
	B	2	3	2	1	0	0	1	0	1	1	r	r	b	b	C	III na,nb,aa
LRd	C	2	3	2	1	0	0	1	0	2	2	r	r	b	b	C	III na,nb,aa,e,m
	D	2	3	2	1	0	0	1	0	3	2	i	r	r	r	L	VI na,nb,aa,e,m
	A	3	4	2	3	0	0	3	0	1	0	i	r	r	r	L	VI na,nb,aa,ab,h
	B	3	4	2	3	0	0	3	0	2	1	i	r	r	r	L	VI na,nb,aa,ab,h,e
LV	C	3	4	2	3	0	0	3	0	3	2	i	r	r	r	L	VI na,nb,aa,ab,h,e,m
	D	3	4	2	3	0	0	3	0	4	2	i	i	r	r	P	VII na,nb,aa,ab,h,e,m
	B	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	b	b	b	b	C	I
TE1	C	1	1	0	1	0	1	1	0	2	2	r	b	b	b	C	II e,m
	D	1	1	0	1	0	1	1	0	3	2	i	r	r	r	L	VI e,m
	B	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	b	b	b	b	C	I
TE2	C	0	0	0	0	0	1	1	0	2	2	r	b	b	b	C	II e,m
	D	0	0	0	0	0	1	1	0	3	2	i	r	r	r	L	VI e,m
	A	3	4	1	2	0	0	4	0	1	1	i	i	i	r	S	VIII na,nb,ab,h
AQ	B	3	4	1	2	0	0	4	0	2	2	i	i	i	r	S	VII na,nb,ab,h,e,m
	C	3	4	1	2	0	0	4	0	3	3	i	i	i	r	S	VIII na,nb,ab,h,e,m
HI	B	1	1	2	1	0	3	0	3	1	3	r	i	r	i	C	X aa,p,d,m

Obs: na, nb = nutrientes (horizontes A e B); aa, ab = alumínio (horizontes A e B); s = salinidade; p = profundidade; h = disponibilidade de água; d = drenagem; e = suscetibilidade à erosão; m = mecanização; C = ciclo curto; L = ciclo longo; P = pastagem; S = silvicultura; b = boa; r = regular; i = restrita; 0 = nula; 1 = ligeira; 2 = moderada; 3 = forte; 4 = muito forte.

unesp

Terras com aptidão regular para culturas de ciclo curto e boa para culturas de ciclo longo, pastagem e silvicultura (Grupo II)

Apresentam limitações moderadas quanto à erodibilidade e mecanização e nulas a ligeiras quanto às demais. Também nesse grupo ocorrem os solos TE1 e TE2 porém com declividade C. Nesta categoria estão mapeados 3,3km^2 da área representando 2,3% da bacia, também distribuídos no médio e baixo cursos do ribeirão Pederneiras e córrego da Anta, porém num nível mais elevado do que as terras do Grupo I.

Terras com aptidão regular para culturas de ciclo curto e longo e boa para pastagem e silvicultura (Grupo III)

Apresentam limitações ligeiras a moderadas quanto à disponibilidade de nutrientes no horizonte A e fortes no horizonte B do solo. Quanto a toxicidade do alumínio apresentam limitações moderadas tanto no horizonte A do solo quanto no B. As demais características apresentam limitações nulas a moderadas. Nesse grupo encontramos o solo LE2 com declividades A e B e o solo LRd com declividades A, B e C distribuídos num total de 38km^2 da área, o que corresponde a 25,7% das terras, e ocorrem na porção nordeste da bacia.

unesp

Terras com aptidão regular para todos os usos agrícolas (Grupo V)

São as terras com limitações fortes quanto à disponibilidade de nutrientes no horizonte A e moderadas no horizonte B dos solos. As limitações por toxicidade de alumínio são fortes no horizonte A e ligeiras no B e, no que diz respeito à suscetibilidade à erosão e à mecanização da agricultura, as limitações são nulas nos solos com declividade A, ligeiras nos solos com declividade B e moderadas nos solos com declividade C. As demais características apresentam limitações nulas ou ligeiras. Aqui predomina o solo LE3 com declividades A, B e C, numa área de 7,6km^2 (5,1% da área da bacia). Este grupo é encontrado nos extremos leste e nordeste da bacia.

Terras com aptidão regular para culturas de ciclo longo, pastagem e silvicultura e restrita a inapta para culturas de ciclo curto (Grupo VI)

Neste Grupo estão mapeados os seguintes solos: LE1 e LV com declividades A, B e C; LE2 com declividade C e LE3, LRd, TE1 e TE2 com declividade D. Ocupando uma área de 84,3 km^2 o que corresponde a 56,9% da área da bacia. Quanto a disponibilidade de nutrientes, as limitações variam de moderadas a muito fortes, com exceção do solo TE2 onde limitação é nula e dos solos TE1 e horizonte A do LE2 , onde a limitação é ligeira. As limitações quanto a toxicidade de alumínio e disponibilidade de água para esse grupo, variam de ligeiras a fortes, exceto para os solos TE2 e horizonte A do

TE1 onde a toxicidade de alumínio é nula. As limitações causadas pelo fator erodibilidade, variam desde ligeiras, nos solos com declividade A, até fortes, nos solos com declividades C e D. Quanto à mecanização, exceto o solo LV com declividade A, onde a limitação é nula, nos outros solos varia de ligeira a forte. As demais limitações, não possuem expressão, variando de nulas a ligeiras. Este Grupo ocorre em grande área da porção sudoeste da bacia e na porção nordeste, nos vales dos rios.

Terras com aptidão regular para pastagem e silvicultura e restrita e inapta para outros usos agrícolas (Grupo VII)

Nesse grupo se enquadram os solos LE1, LE2 e LV, todos com declividade D. Ocupam uma área de 8,5km^2, correspondendo a 5,8% da área total da bacia, distribuídos ao longo dos vales dos rios, na porção sudoeste da bacia. Quanto à disponibilidade de nutrientes, os solos LE1 e o LV possuem limitações fortes e muito fortes nos horizontes A e B, enquanto o solo LE2 possui limitação ligeira no horizonte A e forte no B. Com respeito à toxicidade de alumínio as limitações variam de ligeiras a fortes considerando-se os dois horizontes dos solos. As limitações quanto à disponibilidade de água, erodibilidade e mecanização são, respectivamente, moderadas e/ou fortes, muito fortes e moderadas e/ou fortes, sendo as restantes nulas.

Terras com aptidão regular para silvicultura e restrita a inapta para outros usos agrícolas (Grupo VIII)

Nessas terras as limitações quanto à disponibilidade de nutrientes e água são fortes ou muito fortes, e ligeiras ou moderadas quanto à toxicidade de alumínio. As limitações quanto à erodibilidade e mecanização se apresentam de ligeiras a fortes dependendo da declividade do terreno, ou seja, limitação ligeira na classe A, moderada na classe B e forte na classe C. Neste grupo estão mapeados 5,5km^2 da bacia correspondendo a 3,8% da área total, sendo constituídos pelo solo AQ com declividades A, B e C. Ocorre somente no extremo sudoeste da bacia.

Terras com aptidão agrícola regular para culturas de ciclo curto e pastagem e restrita para culturas de ciclo longo e silvicultura (Grupo X)

Neste grupo são enquadradas as terras que possuem limitações fortes quanto a profundidade, drenagem e mecanização, ligeiras quanto à disponibilidade de nutrientes e suscetibilidade à erosão e ligeiras a moderadas quanto a toxicidade de alumínio. O solo que compõe esse grupo é o Hidromórfico (HI) com declividade B. Ocorre em apenas 0,1km^2 correspondendo a 0,1% da área da bacia.

4.2.3 Uso Preferencial das Terras

O mapa de uso preferencial ilustrado pela Figura 15 mostra a situação ideal de utilização das terras da bacia do ribeirão Pederneiras para o máximo aproveitamento da área, atendendo às qualidades e limitações dessas terras e manutenção da sua capacidade produtiva a longo prazo.

O programa SAMPA considera uma seqüência 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.

Assim, foram consideradas preferenciais para culturas de ciclo curto as terras pertencentes aos Grupos I, II, III, V e X, para culturas de ciclo longo as terras do Grupo VI, para pastagem as do Grupo VII e para silvicultura as do Grupo VIII.

A Tabela 28 mostra que predominam na bacia terras cujo uso preferencial é para culturas de ciclo longo, como cana-de-açúcar, com 84,3km^2 (56,9%) disponíveis para esse fim, ou seja, mais da metade da área total. Em segundo lugar estão as culturas de ciclo curto com 49,7km^2 o que corresponde a 33,6% da área da bacia. As pastagens e a silvicultura aparecem, respectivamente, em terceiro e quarto lugares com apenas 8,5km^2 (5,8%) e 5,5km^2 (3,7%) da área total.

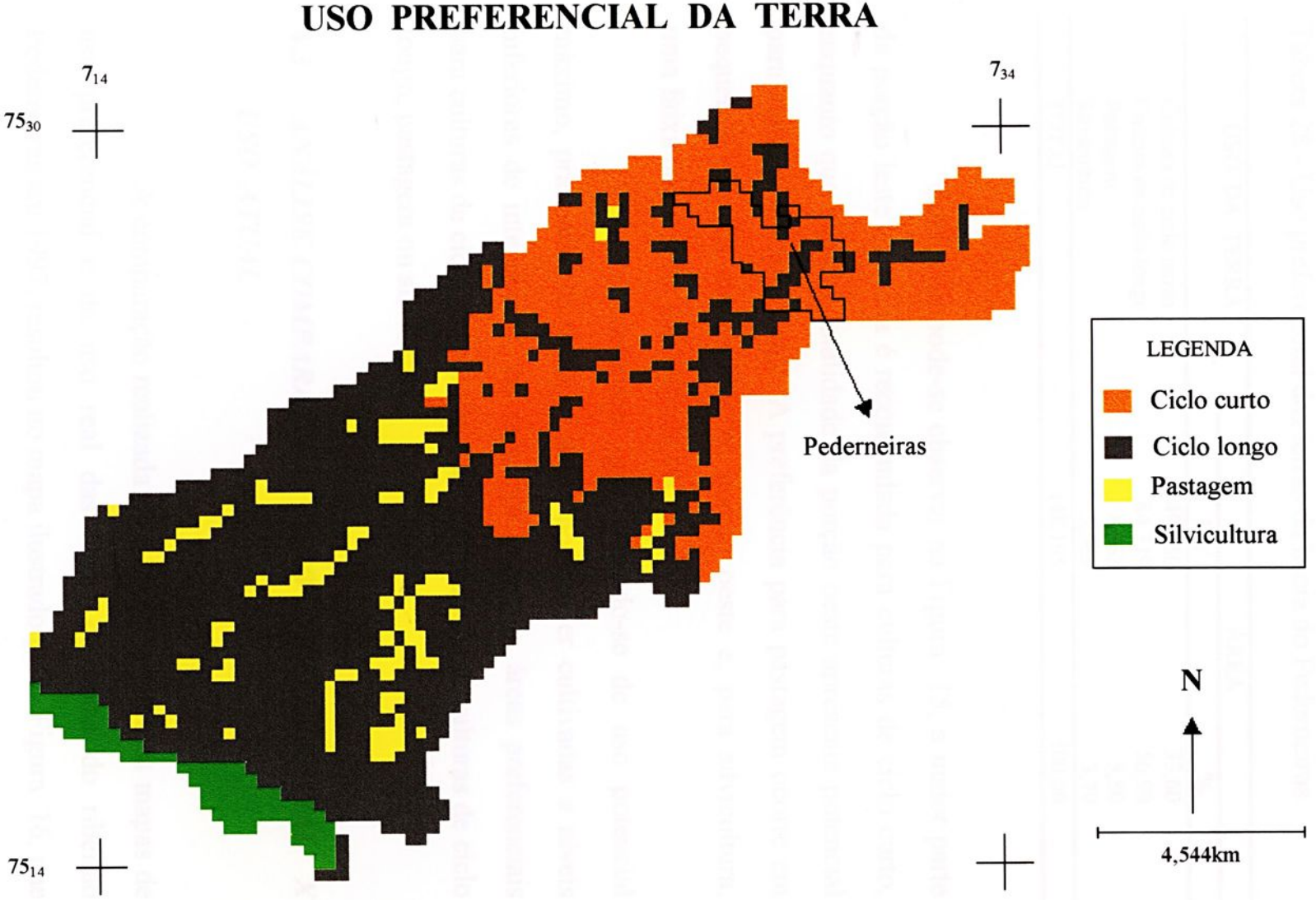


Figura 15 - Uso preferencial das terras da bacia do ribeirão Pederneiras.

Tabela 28 - 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

Conforme pode-se observar na Figura 15, 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.

Convêm esclarecer que, tratando-se de uso potencial máximo, praticamente todas as áreas podem ser cultivadas a 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.

4.3 *ANÁLISE COMPARATIVA: USO PREFERENCIAL X USO ATUAL*

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 16, que mostra a localização das áreas adequadamente utilizadas, as áreas subutilizadas e as utilizadas em excesso.

unesp

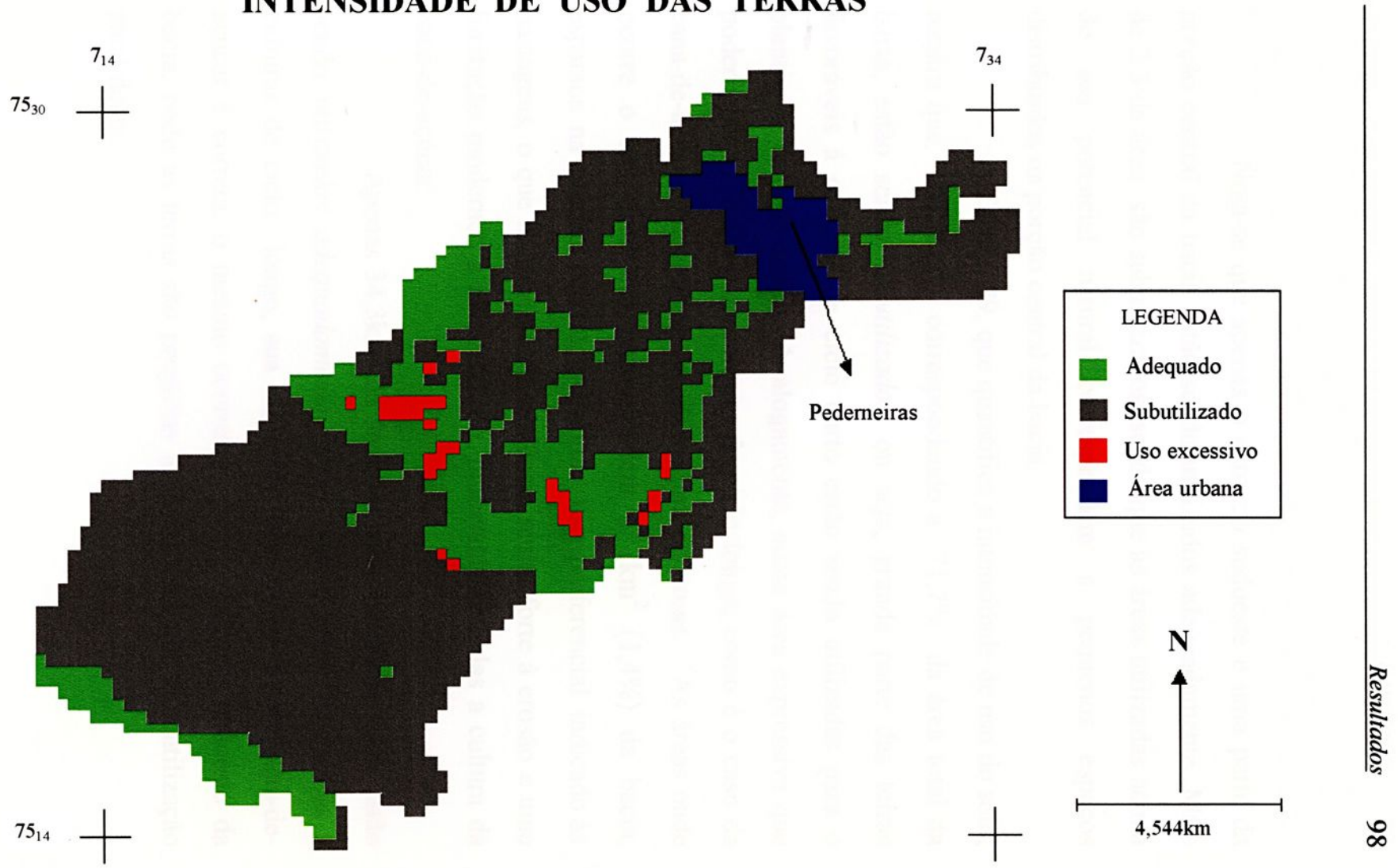


Figura 16 - Intensidade de uso das terras da bacia do ribeirão Pederneiras.

Nota-se que apenas o extremo sudoeste e uma parte da porção central da bacia estão sendo utilizados adequadamente. Mais de 2/3 da área são subutilizados, sendo que as áreas utilizadas acima do seu potencial natural correspondem a pequenos espaços distribuídos na porção central da bacia.

A Tabela 29, que quantifica a intensidade de uso do solo, mostra que 106,2km^2, correspondendo a 71,7% da área total da bacia, estão sendo *subutilizados*, ou seja, grande parte das terras favoráveis à culturas de ciclo curto estão sendo utilizadas para o plantio da cana-de-açúcar. Analogamente, numa área expressiva que poderia ser utilizada para culturas de ciclo longo, como é o caso da cana-de-açúcar, encontra-se a silvicultura de *pinus*. As áreas onde ocorre o *uso excessivo* correspondem a 2km^2 (1,4%) da bacia, esparsos na porção central, possuindo uso preferencial indicado às pastagens, o que implica numa tendência muito forte à erosão e uma limitação moderada à mecanização, praticando-se nelas a cultura da cana-de-açúcar.

Apenas 34,3km^2 da área, ou seja, 23,2% da bacia estão sendo *utilizados adequadamente*, pois, sendo áreas favoráveis a culturas de ciclo longo, sua utilização com o plantio da cana-de-açúcar é correta, o mesmo ocorrendo com o extremo sudoeste da bacia, onde as terras são propícias à silvicultura que é a utilização atual delas.



Tabela 29 - 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 30 mostra que os maiores desvios ocorrem nas áreas favoráveis às culturas de ciclo longo (84,319km^2), onde apenas 28,251km^2 são usados com esse tipo de cultura, no caso, a cana-de-açúcar. O restante dessa área está sendo usado menos intensivamente por silvicultura (49,189km^2) e pastagens (4,750km^2).

Nas terras com potencialidade para culturas de curto, num total de 49,750km^2 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 (41,063km^2) e em bem menor proporção encontram-se a área urbana, a pastagem, a silvicultura e a vegetação natural.

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

As terras da bacia com potencialidades para a silvicultura (5,563km^2) estão sendo corretamente utilizados com o reflorestamento de *Pinus*.

Tabela 30 - Matriz de comparação entre o uso preferencial e o uso real em 1997.

USO PREFERENCIAL		USO DA TERRA EM 1997 (em km^2)				
Tipo	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

4.4 *AS MATAS CILIARES*

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

Através de sobrevôo local e trabalho de campo, observou-se que hoje a largura dessas matas, em grande parte da bacia, não chega a 3 ou 4 metros e em alguns pontos é inexistente, conforme pode-se observar na Figura 5. O cultivo da cana-de-açúcar chega muitas vezes, até o curso d'água. A situação apresenta-se ainda pior em algumas nascentes, onde quase não existem árvores.

N.º
BIBLIOTECA - UNESP
CAMPUS DE BAURU

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Grande parte das terras da bacia do ribeirão Pederneiras não está sendo utilizada adequadamente, ou seja, na porção nordeste da bacia, favorável à 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 do uso dos solos na bacia do ribeirão Pederneiras, com o cultivo da cana-de-açúcar e com a silvicultura, se justifica 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 nestas, 63,6% das terras são indicadas para culturas de ciclo longo, e em apenas 18% pratica-se esse tipo de cultivo, na bacia do ribeirão 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 utilizados com cultura de ciclo longo, no caso, a cana-de-açúcar.

unesp

Levando-se em consideração que essas duas bacias são adjacentes, pode-se ponderar que essas terras poderiam estar sendo melhor 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 constatou-se que 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 e, ao mesmo tempo, atender as necessidades das agroindústrias da região.

Com relação às matas ciliares, de maneira geral, a situação na bacia do ribeirão Pederneiras é bastante crítica, já que estas se encontram bastante reduzidas e em alguns trechos inexistem, em virtude principalmente do avanço da cultura da cana-de-açúcar, alterando significativamente a paisagem natural dessa bacia.

Isto é uma evidência da deterioração que está ocorrendo no ambiente natural da bacia, pois, segundo **Penteado-Orellana (1992)** e **Pires (1995)**, a mata ciliar faz parte do aparelho fluvial, é anteparo à passagem de sedimentos e detritos orgânicos arrastados pelas enxurradas até o rio, exercendo papel de filtro e por isso contribui para a melhor qualidade da água do canal. Contribui também no volume d'água que abastece o canal, pois preserva as nascentes, garantindo a infiltração e o abastecimento regular do rio. Ainda protege as barrancas do rio contra a erosão por ocasião das cheias, evitando o aumento de sedimentos na corrente, que acabam sendo depositados mais adiante e podem assorear o canal.

unesp

As áreas de mata ciliar destruídas estão sendo cultivadas com cana-de-açúcar, contrariando a Lei 4771 de 15 de setembro de 1965, que instituiu o novo Código Florestal, segundo a qual, considera-se de preservação permanente, a vegetação natural situada nas margens dos rios e córregos, cuja largura mínima seja de 30 metros para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura. **(Freitas & Freitas, 1990).**

Além disso, esse cultivo contribui para a erosão dos solos, que, periodicamente, ficam expostos e desprotegidos durante alguns meses do ano, devido às grandes parcelas que ficam vazias após a reforma do canavial, aguardando novo plantio. Para o plantio da cana de ano e meio, o solo permanece nu de quatro a seis meses, e para o plantio da cana de ano, de 1 a 2 meses, justamente no período mais chuvoso. Conseqüentemente, segundo **Penteado-Orellana (1992)**, há uma redução da infiltração da água da chuva, provocada pela falta de vegetação, ao mesmo tempo que a temperatura do solo se eleva, provocando evaporação maior que a infiltração. Isso contribui para um balanço negativo no armazenamento da água subterrânea que deveria garantir a vazão dos rios no período seco.

A prática de rotação de culturas, plantando-se milho, feijão, crotalária ou lab-lab, no período da entressafra, que pode diminuir esses problemas, somente foi constatada em áreas pouco significativas.

Segundo **Pinazza (1993)**, outra maneira de minimizar esse problema seria o plantio consorciado da cana-de-açúcar e milho, intercalados com alteração de espaçamento, reduzindo assim a perda

de terra e nutrientes pela erosão, uma vez que o milho pode ser cultivado no período em que o solo ficaria exposto ao processo erosivo das chuvas. Entretanto, não se verificaram evidências ou informações sobre essa prática.

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, essas áreas poderiam ser escolhidas para a prática do plantio consorciado com a cana, aliando-se os benefícios econômicos à proteção 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.

unesp

6 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 devida à predominância na área de latossolos de textura média, com baixa capacidade de armazenamento de água e moderada a alta suscetibilidade à erosão.

Atualmente, os principais usos das terras da bacia do ribeirão Pederneiras são constituídos pela cana-de-açúcar (48,2%), seguida 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

unesp

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. Como a presença da vegetação ciliar é de fundamental importância para o meio ambiente, é recomendável um trabalho de recomposição, juntamente com o emprego de técnicas agrícolas que melhor atendam a um desenvolvimento sustentável, ou seja, desenvolver uma agricultura, ao mesmo tempo, economicamente viável e ecologicamente equilibrada.

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.

unesp

4 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, A.W. de., MAFRA, A.L. Utilização de um SIG (GMAP) na classificação da capacidade de uso das terras de uma microbacia visando o controle do processo de assoreamento de um açude público. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 5, 1995, Bauru. *Anais...* São Paulo: ABGE, 1995. p.291-93.

ALMEIDA, C.L.F de., OLIVEIRA, J.B. de, PRADO, H. *Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo:* quadrícula de Jaú. Campinas: Instituto Agronômico, 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 do Estado de São Paulo. *Mapa geológico do Estado de São Paulo.* São Paulo: IPT, 1981. (monografias, 6) v.1., p.46-81.

ANDERSON, J.R. et al.. *Sistema de classificação do uso da terra e do revestimento do solo para utilização com dados de sensores remotos.* Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1979. 78p.

unesp

ARRUDA LEME, E.J. de. Recomposição e preservação das matas ciliares e proteção ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão das Araras. In: SEMINÁRIO CIÊNCIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 1997, São Paulo. *Resenhas...* São Paulo: USP, 1997. p.36-8.

BERNARDES, L.M.C. Clima do Brasil. *Boletim Geográfico,* n.103, p.727-39, 1951.

BERNARDES, L.M.C. Os tipos de climas do Brasil. *Boletim Geográfico,* n.105, p.988-97, 1951.

BERTONI, J., LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. 3.ed. São Paulo: ICONI, 1993. 355p.

BITAR, O.Y., FORNASARI FILHO, N., VASCONCELOS, M.M.T. Considerações básicas para a abordagem do meio físico em estudos de impacto ambiental. In: BITAR, O.Y. et al.. *O meio físico em estudos de impacto ambiental.* B.56. São Paulo: IPT, 1990.

CARNEIRO, I. Solos agricultáveis. In: SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS NATURAIS E MEIO AMBIENTE. *Meio ambiente e poluição:* contribuições de um ciclo de debates. Rio de Janeiro: SUPREN, 1977, v.1, p.249-61.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18

CARRILHO, P.F., ROCHA, H.O. da, JACOBS, G.A. Estudo de áreas com risco de degradação através de um sistema de análise georreferenciada. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1, SIMPÓSIO NACIONAL, 2, 1994, Foz do Iguaçu. *Anais...* Curitiba: FUPEF, 1994. p.610.

COSTA N.M.C. da et al. *Aplicação de geoprocessamento para escolha de áreas potenciais para reflorestamento:* porção norte do Parque Estadual da Pedra Branca - um exemplo prático. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1, SIMPÓSIO NACIONAL, 2, 1994, Foz do Iguaçu. *Anais...* Curitiba: FUPEF, 1994. p.628.

DOUGLAS, I. Sediment yields from forested and agricultural lands. In: TAYLOR, J. A. *The role of water in agriculture.* Oxford: Pergamon, 1970. cap.5, p.57- 88.

DOYLE, D. Sustainable development: growth without losing ground. *Journal of soil & water,* v.46, p.8-13, 1991.

FREIRE, O. Uso agrícola do solo: impactos ambientais. In: TAUK-TORNIZIELO et al.. *Análise ambiental:* estratégias e ações, São Paulo: T.A. Queiroz, 1995, p.293-96.

FREITAS, V.P. de., FREITAS, G.P. de. Legislação. In: ___. *Crimes contra a natureza.* São Paulo: Revista dos Tribunais, 1990. p.177.

HAMADA, E. et al. Estimativa de perdas de solo, através do sistema de informação geográfica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 5, 1995, Bauru. *Anais...* São Paulo: ABGE, 1995. p.233-35.

HUFSCHMIDT, M.M., McCAULEY, D.S. *Institutional and organizational mechanisms for integrating land use decisions with water resources management.* Paper preparado para o "Second Expert Group Workshop on River/Lake Basin Approaches to Environmentally Sound Management of Water Resources". Tailândia. UNCRD.ILEC/UNEP. 1989. 38 p.

IBGE. Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. *Carta do Brasil:* folha de Agudos. 1973a. Mapa color., 74,5 x 60cm. SF-22-Z-B-II-3. Escala: 1:50.000.

IBGE. Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. *Carta do Brasil*: folha de Jaú. 1973b. Mapa color., 74,5 x 60cm. SF- 22-Z-B-II-4. Escala: 1:50.000.

IBGE. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. *Manual técnico da vegetação brasileira*. Rio de Janeiro: IBGE, 1995. 101p. (Manuais técnicos de geociências, 4).

INPE/FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados do domínio da Mata Atlântica, no período 1985-1990 - Relatório. São Paulo, INPE, 1993. 43 p.

unesp

JACOBS, G.A. et al. Recomposição ambiental na microbacia do rio Cascavel no município de Campo do Tenente, Paraná: fase I - diagnóstico da cobertura vegetal e do uso da terra. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1, SIMPÓSIO NACIONAL, 2, 1994, Foz do Iguaçu. *Anais...* Curitiba: FUPEF, 1994. p.668.

JONYS, G.K. *Impact of Erosion on Environmental Quality*. Toronto: Conservation Council of Ontário, 1973. 13 p.

KOFFLER, N.F. *Identificação da cultura da cana-de-açúcar através de fotografias aéreas infravermelhas coloridas e dados multiespectrais do satélite LANDSAT*. Piracicaba, 1982. 234p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

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.

KOFFLER, N.F. Avaliação do uso das terras da bacia do rio Corumbataí (SP) através de técnicas de geoprocessamento. *Boletim de Geografia Teorética*, v.24, n.47-8, p.299-310, 1994a.

KOFFLER, N.F. Carta de declividade da bacia do Rio Corumbataí para análise digital (SIG), *Geografia*, v.19, n.2, p.167-82, 1994b.

KOFFLER, N.F. *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., MORETTI, E. Diagnóstico do uso agrícola das terras do município de Rio Claro-SP. *Geografia,* v.16, n.2, p.1-76, 1991.

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

KOFFLER, N.F., OLIVETTI, G.S., ANTONELLO, S.L. *Aplicação de sig na previsão de erosão na zona rural.* In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 5, 1995, Bauru. *Anais...* São Paulo: ABGE, 1995b. p.59-62.

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

KUPLICH, T.M., SOARES, J.V. Análise preliminar de avaliação de uso da terra com base em imagens orbitais de um radar e de um sensor ótico (ERS-1/SAR e LANSAT/TM). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7, 1993, Curitiba. *Anais...* São José dos Campos: INPE, 1993. v.3, p.448-55.

unesp

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

LILLESAND, T.M., KIEFER, R.W. Concepts and foundations of remote sensing. In: ___. *Remote sensing and image interpretation.* New York: John Wiley, 1979. p.1-34.

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.395-96.

LOMBARDO, M.A. Área de proteção ambiental, In: TAUK-TORNISIELO et al.. *Análise ambiental:* estratégias e ações, São Paulo: T.A. Queiroz, 1995, p.166-69.

LOMBARDI NETO, F., ROCHA, J.V. e BACELAR A.A.A. Planejamento agroambiental da microbacia hidrográfica do Ribeirão Cachoeirinha- município de Iracemápolis, SP, utilizando um sistema de informação geográfica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 5, 1995, Bauru. *Anais...* São Paulo: ABGE, 1995. p.257-59.

LONGLEY, W. R. et al.. *Um estudo do clima de Bauru, SP:* algumas considerações. Bauru: IPmet/FEB, 1974, 18p.

LUNDIVIST, J., LOHN, U., FALKENMARK, M. *Strategies for river basin management: environmental integration of land and water in a river basin.* Lordrecht: D Reidel, 1985. 346 p.

MATSUNAGA, H., MONTEIRO, J.R.B. Caracterização florística e a densidade das espécies lenhosas de floresta ciliar em área de dique geomorfológico em um trecho do rio Cuiabá. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 46, SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 2, 1995. Ribeirão Preto. *Resumos...* Ribeirão Preto: USP/ Sociedade Botânica do Brasil, 1995. p.333.

MENDONÇA, F.J. *Uso de dados do LANDSAT para avaliação de áreas ocupadas com cana-de-açúcar no Estado de São Paulo.* São José dos Campos, 1980, 77p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto de Pesquisas Espaciais.

MENDONÇA SANTOS, M.L., BROWN, I.F. Interpretação de imagens de satélite e fotografias aéreas para mapeamento e monitoramento do uso da terra em duas comunidades do rio Capim-Paragominas-Pará Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7, 1993, Curitiba. *Anais...* São José dos Campos: INPE, 1993. p.188-91. v.2.

MERTEN, G.H. Uso agrícola do solo no Paraná: impactos ambientais. In: TAUK-TORNISIELO et al.. *Análise ambiental:* estratégias e ações, São Paulo: T.A. Queiroz, 1995, p.297-300.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 12 13 14 15 16 17 18

NOVO, E.M.L. de M. *Sensoriamento remoto:* princípios e aplicações. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1992. 308 p.

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

OLIVEIRA, J.B., PRADO, H. *Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo:* quadrícula de Ribeirão Preto. II Memorial Descritivo. Boletim Científico Instituto Agronômico. (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. 35p. (mimiogr.)

PEREIRA, M.N., KURKDJIAN, M.L.N. de O., FORESTI, C. *Cobertura e uso da terra através de sensoriamento remoto.* São José dos Campos: INPE, 1989. 126p.

PINAZZA, A.H. *Consórcio de plantas economicamente exploráveis para maior estabilidade do agroecossistema.* São Carlos, 1993, 137p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 12 13 14 15 16 17 18

PIRES, E.F. et al. Avaliação do uso das terras agrícolas e da suscetibilidade à erosão na bacia do ribeirão Anhumas-SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 5, 1995, Bauru. *Anais...* São Paulo: ABGE, 1995. p.153-55.

PIRES, J.S.R. *Análise ambiental voltada ao planejamento e gerenciamento do ambiente rural:* abordagem metodológica aplicada ao município de Luiz Antônio, SP. São Carlos, 1995, 192p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos.

PIRES, R.A.M.Z.C. *Elaboração de um banco de dados digitais georreferenciados como subsídio ao planejamento e manejo de uma unidade de conservação:* estação ecológica de Jataí. (Luiz Antônio, São Paulo. São Carlos, 1994, 68p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos.

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

ROCHA, J.V. et al.. Geoprocessamento aplicado à agricultura. In: SEMINÁRIO CIÊNCIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 1997, São Paulo. *Resenhas...* São Paulo: USP, 1997 p.55-6.

RUEDA, J.R.J., LANDIM, P.M.B., MATTOS, J.T. de. Gerenciamento geoambiental. In: TAUK-TORNIZIELO et al.. *Análise ambiental:* estratégias e ações, São Paulo: T.A. Queiroz, 1995, p.327-29.

SANTOS, M.F. dos. *Subsídios para o planejamento conservacionista da bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão (São Carlos, Itirapina e Analândia, SP).* São Carlos, 1993. 222p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

SCHMIDLIN D., MOTTER I., CLEMENTE D. Utilização de imagens multiespectrais e multitemporais para análise de uma área devastada pela ação de um tornado. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1, SIMPÓSIO NACIONAL, 2, 1994, Foz do Iguaçu. *Anais...* Curitiba: FUPEF, 1994. p.677.

SHIMABUKURO, M.T., CROSTA, A.P., ROCHA, J.V. Aplicação do sensoriamento remoto ao monitoramento da vegetação na região de Brotas, SP. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 46, SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 2, 1995. Ribeirão Preto. *Resumos...* Ribeirão Preto: USP/Sociedade Botânica do Brasil, 1995. p.324-25.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 12 13 14 15 16 17 18

SILVA, J.X. da, CARVALHO FILHO, L.M. de. Sistema de informação geográfica: uma proposta metodológica. In: TAUK-TORNIZIELO et al.. *Análise ambiental:* estratégias e ações, São Paulo: T.A. Queiroz, 1995. p.329-44.

SPAROVEK, G., LEPSCH, I. F. Diagnóstico de uso e aptidão da terras agrícolas de Piracicaba. In: TAUK-TORNIZIELO et al.. *Análise ambiental:* estratégias e ações, São Paulo: T.A. Queiroz, 1995. p.273- 79.

SPILOGON, J.R., LIEBERG, S. O uso de espécies nativas para recomposição das matas ciliares. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 46, SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 2, 1995. Ribeirão Preto. *Resumos...* Ribeirão Preto: USP/Sociedade Botânica do Brasil, 1995. p.320-21.

TABACZENSKI, R.R., SOUZA, M.P., ROMA, W.N.L. A utilização do sistema de informações geográficas para o macrozoneamento ambiental. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO, 2, 1996. Curitiba. *Anais...* Curitiba: Sagres/Revista Fator Gis, 1996. p.273-80.

TEIXEIRA, A.L.A. *Sistemas de informação geográfica*: uma solução para computadores de 8 bits. Rio Claro, 1987. 242p. Dissertação (Mestrado em Organização do Espaço) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 12 13 14 15 16 17 18

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Coordenadoria Geral de Bibliotecas, Editora UNESP. *Normas para publicações da UNESP*. v.2., v.4. São Paulo: UNESP, 1994.

VALENTE, A.L.S. Uso de sig na determinação da suscetibilidade preliminar à erosão laminar na sub-bacia do Arroio Feijó, RS. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 5, 1995, Bauru. *Anais...* São Paulo: ABGE, 1995. p.287-89.

VALÉRIO FILHO, M. Gerenciamento de bacias hidrográficas com aplicação de técnicas de geoprocessamento. In: TAUK-TORNIZIELO et al.. *Análise ambiental:* estratégias e ações. São Paulo: T.A. Queiroz, 1995, p.135-40.

WETZEL, J. H. The small watershed as resource planning unit. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 1, 1966. São Paulo. *Anais...* São Paulo: 1966, p.613-18.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 12 13 14 15 16 17 18

BORTOLOZZI, A.M.P. *Land use analysis of Pederneiras basin (SP-Brazil) through automated techniques.* Bauru, 1998. 121p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional – Assentamentos Humanos) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Campus de Bauru, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

ABSTRACT

The 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'W, had its agricultural potentiality evaluated through SIG SAMPA 2.0 developed by researchers of UNESP and the land use mapped through a TM LANDSAT-5 image. Aerial photos of 1972, field work and flights over the area facilitated to analyze alterations in the riparian forest, as a form of evaluating environmental impacts caused by 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%), with the absence of short cycle cultures, at least in expressive areas that could be mapped in the used scale; c) most of lands (71.7%) were being used below their capacity, 23.2% appropriately and 1.4% with excessive intensity; d) a great reduction of the riparian forests occur mainly in the areas occupied with sugarcane.

Keywords: Land use, Rural planning, River basin, Riparian forest, Remote sensing, Geoprocessing, Pederneiras-SP.

744

0810000744

unesp