

AVALIAÇÃO DAS MODIFICAÇÕES DO SOLO E USO DA TERRA NA MICROBACIA DO RIBEIRÃO JACUTINGA (SP), ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

*MIGUEL ANGEL BERTOLAMI**
*SANDRA MARIA NEIVA SAMPAIO***
*NATALIO FELIPE KOFFLER****

Resumo

A análise e o monitoramento da vegetação e uso da terra a partir de abordagens com ações integradas de investigação revestem-se de grande importância na avaliação dos processos de ocupação e proteção dos recursos naturais. A integração de técnicas e produtos de sensoriamento remoto, com sistema de informação geográfica, apresenta-se como ferramenta principal para subsidiar estudos dessa natureza, na medida em que tal interface proporciona uma fonte de informações valiosas sobre os ecossistemas envolvidos. O presente estudo, na microbacia do Ribeirão Jacutinga (SP), foi efetuado nesta linha de pesquisa, dentro de uma abordagem detalhada, na qual a amostragem sistemática por grade de pontos permitiu inferências a respeito do potencial do solo e do uso agrícola da terra. A análise, o mapeamento e a quantificação da aptidão agrícola, da intensidade e do uso preferencial da área selecionada foram satisfatoriamente alcançados a partir da integração de produtos de sensoriamento remoto com o SIG denominado SAMPA.

Palavras-chave: Uso da Terra; SIG; Uso Agrícola; Uso Preferencial; Intensidade de Uso

* Professor Adjunto da Universidad Nacional de la Patagonia Facultad de Ciencias Naturales - C.C. 786 (9000) Comodoro Rivadavia - ARGENTINA

** Pesquisadora do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental-EMBRAPA - Tv.Dr.Enéas Pinheiro s/n-Marco-Cx.Postal 48-CEP:66095-100 - Belém-PA

*** Professor Adjunto UNESP Campus de Bauru Faculdade de Arquitetura Arte e Comunicação Av. Engº Luiz E. Carrijo Coube S/N-CEP: 17033-360 - Bauru-SP

Abstract

The Ribeirao Jacutinga Watershed - Land Use and Soil Changes Evaluation, Using Geoprocessing Techniques

The vegetation and land use analysis and monitoring through an integrated approach are of great importance to correctly evaluate the natural resources occupation and protection processes. The integration of remote sensing products, with geographic information systems (GIS) is a major tool for carrying out environmental studies, since such interface allows the release of valuable information about the changing ecosystems. This paper was designed according to that researches approach, to study the Ribeirão Jacutinga Watershed by using the dot grid systematic sampling, which enabled to inferring the agricultural land use and the soil potential of the area. The analysis, mapping and soil aptitude quantification, use intensity and preferential use, were adequately achieved from the integration of remote sensing products with a GIS named SAMPA.

Key-words: Land Use, GIS, Agricultural Land Use, Preferential Use, Use Intensity

INTRODUÇÃO

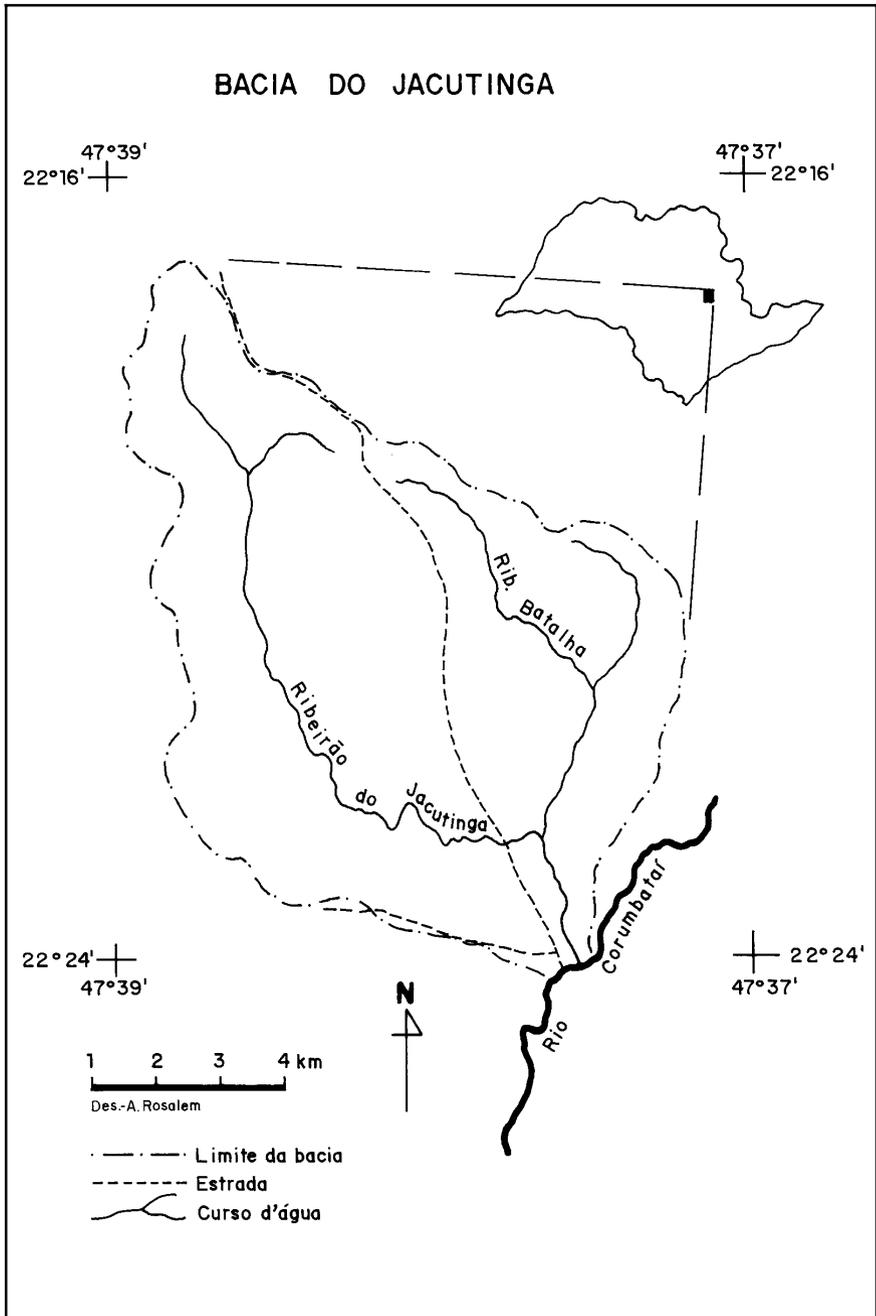
Atualmente no Brasil, como nos demais países do mundo, a ausência de uma política efetiva de conservação dos recursos naturais ou a falta de gerenciamento adequado do uso da terra, tem ocasionado diversos impactos negativos sobre o meio ambiente. Para modificar esta situação, além da adoção de uma política clara no que se refere à legislação sobre as facilidades e limitações do meio físico, é necessário também a aplicação de medidas concretas de proteção ambiental, através de tecnologias disponíveis de manejo ambiental, embora estas ainda sejam insuficientes devido à complexidade dos processos envolvidos. O caráter dinâmico dos processos de produção e exploração econômica traduz a necessidade de coleta e análise de dados volumosos de uma forma ágil, sendo ainda desejável o desenvolvimento de estudos integrados. Tais estudos, em geral, apresentam grande complexidade em uma abordagem tradicional, devido a necessidade de considerar aspectos presentes no sistema de produção e meio ambiente. Adicionalmente, algumas abordagens consideram, além destes aspectos, variáveis econômicas e macroeconômicas. Dentre as abordagens metodológicas em estudos ambientais, com ações integradas de investigação, observa-se uma otimização das análises envolvidas com a combinação de Sistemas de Sensoriamento Remoto orbital e estruturas auxiliares tais como Sistemas de Informação Geográfica (SIG's). Desta forma, busca-se o aprimora-

mento metodológico nos estudos integrados de análise ambiental, em consonância com as particularidades inerentes ao macroambiente alvo de estudo. Na década de 60 observou-se ações integradas na análise de sistemas ecológicos, através da superposição manual de mapas temáticos, para o reconhecimento das diferentes unidades ambientais. A partir da década de 70 verificou-se uma série de avanços, com o surgimento dos primeiros dados orbitais do programa Landsat, que aliados ao emprego de técnicas de sensoriamento remoto, permitiu a obtenção de informações valiosas, as quais podem subsidiar ações ligadas ao planejamento e desenvolvimento sócio-econômico. Isto deve-se ao fato de que os dados referentes aos alvos da superfície terrestre coletados por plataformas orbitais apresentam características espectrais, espaciais e temporais requeridos por estudos dessa natureza. Soma-se a isto a vantagem de aplicação de uma abordagem integrada às técnicas de processamento digital de imagens e de Sistemas de Informação Geográfica (SIG's). O atual desenvolvimento dos Sistemas de Informações Geográficas possibilita a definição de uma estrutura logística otimizada (CASTRO, 1992). A potencialidade deste instrumento deve-se ao seu potencial analítico/exploratório e à representação das relações espaciais-topológicas observadas entre as diversas classes de atributos ambientais. Com o desenvolvimento das técnicas de geoprocessamento, através de um sistema de informação geográfica, surgiram novas possibilidades através da integração das informações espectral, espacial e temporal oferecidas pelos sensores orbitais à um banco de dados georeferenciados. Este banco de dados possibilita armazenar informações históricas da área de interesse, integrando-as às disponíveis, constituindo assim um conjunto de informações úteis, com possibilidade de consultas instantâneas e respostas derivadas de manipulações realizadas no sistema. O presente trabalho tem por objetivo geral avaliar, dentro desta concepção tecnológica, o potencial de solo e uso agrícola da microbacia do Ribeirão Jacutinga (SP), integrando dados multifontes, utilizando técnicas de geoprocessamento. Para atingir o objetivo geral do trabalho foram definidos os seguintes objetivos específicos: a) caracterizar, mapear e quantificar a área das classes de solo e uso da terra para a microbacia do Ribeirão Jacutinga (SP), utilizando fotografias aéreas de 1995 na escala 1:25.000; b) avaliar a dinâmica da paisagem agrícola e a intensidade do uso atual; c) integrar dados orbitais a um SIG denominado SAMPÁ para analisar, mapear e quantificar a aptidão agrícola, a intensidade do uso e o uso preferencial da área da microbacia do Ribeirão Jacutinga (SP).

2.ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende a Microbacia de Ribeirão de Jacutinga, localizada no setor ocidental da média Depressão Periférica Paulista. As coordenadas da área correspondem a 22° 15' e 22° 22' S a 47° 35' e 47° 40' W gr. (Figura 1). A microbacia selecionada é uma unidade natural de 5.537,5 ha, inserida nos municípios de Rio Claro e Corumbatá, drenados pelo Rio Corumbatá, tributário do Rio Piracicaba. A

área apresenta diversidade geológica e pedológica, e a ocupação antrópica é igualmente diversificada e baseada em atividades agro-silvo-pastoris. Climaticamente, a área estudada pode ser considerada dentro dos parâmetros Cwa ou “Clima Tropical Alternadamente seco e úmido”, controlado por massas tropicais e equatoriais que predominam em mais do 50% do ano (MONTEIRO, 1973). O período seco estende-se de março a setembro, com menos de 20% das precipitações totais, correspondendo a médias próximas a 250 mm em 20 dias, e o período úmido que vai de outubro a fevereiro possui 80% das precipitações anuais, com uma média de 1.100 mm em 60/70 dias (TROPMAIR & MACHADO, 1975). A precipitação total para a cidade de Rio Claro foi de 1.393 mm para o período compreendido entre 1962 e 1991. A temperatura, apresenta médias anuais entre 18,1°C a 20,9°C, (VIADANA, 1985). Geomorfologicamente, a área de estudo está compreendida na Depressão Periférica Paulista e situa-se entre os rebordos pré-cambrianos do Planalto Cristalino e as escarpas das zonas de Cuestas Basálticas do Planalto Ocidental Paulista (AB’ SABER, 1954), apud VIADANA (1985). Os alinhamentos das cuestas compõem um anfiteatro característico do setor centro-ocidental da Depressão Periférica, onde localiza-se a cabeceira do Ribeirão Claro. A recente evolução geomorfológica e a intensidade das chuvas, especialmente no verão, ao coincidir com o término da atividade agrícola e os campos desprotegidos, produzem um desgaste acentuado dos solos (PENTEADO, 1976). A degradação das vertentes desprotegidas pelos desmatamentos, contribui também para o desgaste dos solos e o aprofundamento dos vales fluviais. Conforme PAIVA (1983), as várzeas descontínuas abrigam meandros abandonados que, durante as cheias, formam lagoas marginais, compondo os lares de desova e maturação de inúmeras espécies de peixes. Na totalidade, a paisagem regional é bastante monótona, com predomínio de áreas onduladas, interrompidas apenas no contato das escarpas arenítico-basálticas e cortadas pela rede hidrográfica que exhibe padrão dendrítico, (VIADANA, 1985). Geologicamente a área de estudo localiza-se na Bacia Sedimentar do Paraná, sendo ali encontradas litologias relativas ao Cenozóico, Mesozóico e Paleozóico. Datando do Cenozóico, ocorrem arenitos conglomeráticos identificados como Coberturas da Serra de Santana e similares; arenitos finos a médios, argilosos com níveis subordinados de argilitos e arenitos conglomeráticos, relativos às Coberturas Cenozóicas Indiferenciadas, correlatas à Formação Rio Claro. A própria Formação Rio Claro se caracteriza pela presença de sedimentos arenosos a areno-argilosos. Para alguns autores, esta formação teria se originado em ambiente fluvial, representando em sua sequência superior uma desorganização da paleo-rede de drenagem sob imposição tectônica. As litologias representativas do Mesozóico correspondem às formações Serra Geral e Pirambóia, pertencentes ao Grupo São Bento, que, além de intrusivas básicas tabulares, englobam soleiras diabásicas e diques básicos em geral. A Formação Serra Geral caracteriza-se pela presença de rochas vulcânicas toleíticas em derrames basálticos de coloração cinza e negra, textura afanítica, com intercalações de arenitos interpeanos, finos a médios com estratificação cruzada tangencial e esparsos níveis vitróficos não individualizados. A Formação Pirambóia é representada por depósitos fluviais e de planícies de inundação, incluindo arenitos finos a médios, avermelhados, silto-argilosos com estratificação cruzada ou plano paralela; além de níveis de folhelhos e arenitos argilosos de cores variadas e raras intercalações de



natureza areno-conglomerática. Do Paleozóico estão presentes as Formações Corumbataí e Irati do Grupo Passa Dois e as Formações Tatuí e Itararé do Grupo Tubarão. A Formação Corumbataí apresenta depósitos possivelmente marinhos de planícies de maré, incluindo argilitos, folhelhos e siltitos cinza arroxeados ou avermelhados, com intercalações de bancos carbonáticos, silexitos e camadas de arenitos finos. A Formação Irati, é representada por siltitos, argilitos e folhelhos silticos de cor cinza clara a escura, folhelhos pirobituminosos, localmente em alternância rítmica com calcários creme, silicificados e restritos níveis conglomeráticos. Na Formação Tatuí são observados depósitos marinhos com estratificação plano-paralela, predominando siltitos, arenitos finos em parte concrecionados, calcários e sílex. Conforme KOFFLER (inédito), caracterizam a Formação Itararé, os depósitos glaciais continentais, glácio-marinhos, fluviais, deltáicos, lacustres e marinhos, compreendendo principalmente arenitos de granulação variada, imaturos, passando a arcósios, conglomerados, diamictitos, tilitos, siltitos, folhelhos e raras camadas de carvão. A microbacia de Ribeirão do Jacutinga apresenta, segundo OLIVEIRA (1984), os seguintes tipos de solos: Podzólico Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo, Litossolo e Areia Quartzosa. Os Podzólicos Vermelho-Amarelo ocorrem em áreas bastante dissecadas, de relevo ondulado com vertentes côncavas e declividades entre 15 e 30%. Suscetíveis à erosão, estes solos têm limitações para agricultura, sendo utilizados na região para pastagens, cana-de-açúcar, citrus e reflorestamento com *Eucalyptus*. Os solos denominados Podzólico Vermelho-Amarelo - 1 Unidade Santa Cruz, são caracterizados pelo baixo teor de argila, abrupto ou com relação textural acentuada, distrófico ou álico; A moderado, textura média/argilosa. Os Podzólicos Vermelho-Amarelo - 2 Unidade Serrinha, baixo teor de argila, abrupto, distrófico ou álico; A moderado, textura arenosa/mediana. Os Latossolos Vermelho-Amarelo, desenvolvidos à partir de sedimentos neo-cenozóicos, muitas vezes associados a areias quartzosas, determinam uma vegetação natural primitiva de cerrado, atualmente ocupada por pastagens com fortes limitações de fertilidade natural e retenção de umidade. Mesmo nestas condições, são empregados para cana-de-açúcar, citrus e reflorestamento com *Eucalyptus*. Na área encontram-se os denominados Latossolo Vermelho-Amarelo 1 Unidade São Lucas, solos álicos; A moderado, textura média. Os Litossolos são rasos, eventualmente de boa fertilidade natural e geralmente argilosos, não favorecendo à mecanização, sobre relevo ondulado e ressaltos da topografia. Encontram-se os denominados Litossolos - 1, eutróficos ou distróficos; A moderado, textura indiscriminada, substrato com sedimentos finos do permiano. As Areias Quartzosas, com baixo teor de nutrientes, são altamente sujeitas à ação erosiva, apresentando-se recobertas por pastagens e reflorestamento. Encontram-se Areias quartzosas profundas, álicas; com A fraco ou moderado.

No que se refere à atual cobertura vegetal, esta sofreu profundas alterações em relação à primitiva. (TROPPEMANN, 1970) assegura que 80% do território paulista era coberto pela "Mata Latifoliada Perene". A cafeicultura, as ferrovias com numerosas máquinas a vapor e as numerosas olarias e serrarias no século passado, teriam sido responsáveis pelo desaparecimento da mata, da qual existem hoje vestígios em algumas fazendas e matas em galeria (KOFFLER, 1993 e CAMARGO *et al.*, 1971). Atualmente, olarias e cerâmicas, que utilizam lenha como fonte de energia e a

rizicultura das várzeas fluviais, contribuem para o esgotamento destas reservas. A bacia do Corumbataí, onde encontra-se a microbacia selecionada para este estudo, apresenta predominante atividade pecuária (KOFFLER, 1993).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATERIAL:

Foram empregadas fotografias aéreas da área de estudo, referentes a junho de 1995 (faixas 4, 5 e 6) na escala 1:25.000, realizadas através da Prefeitura Municipal de Rio Claro. Os materiais cartográficos utilizados, referem-se a Carta topográfica do IBGE, Folha de Rio Claro (Folha SF-23-M-I-4), escala 1:50.000 e ao Levantamento Pedológico Semidetalhado do Estado de São Paulo do Instituto Agrônomo de Campinas, Quadricula de São Carlos, escala 1:100.000 elaborado por OLIVEIRA & PRADO (1984). Para realizar as diversas tarefas envolvidas no trabalho, como o armazenamento e manipulação das informações, foi necessário esquematizar um padrão de armazenamento das informações coletadas, dos sub-produtos gerados e dos produtos finais. Todos os mapas e tabelas geradas receberam nomes, representando o “status” dentro do sistema. A manipulação e a análise dos dados foi realizada utilizando-se um Sistema de Informação Geográfica (SIG), denominado SAMPA (Sistema de Análise Ambiental para Planejamento Agrícola), versão 1.0. O SAMPA é um SIG especialista na análise e mapeamento de componentes ambientais que executa automaticamente os diferentes procedimentos que envolvem a avaliação de terras para utilização agrícola (KOFFLER, 1995). Este programa é alimentado por mapas de solos, de classes de declividade e, opcionalmente, de uso atual das terras, digitalizados no formato raster, bem como, características químicas e físicas dos solos, fornecendo: 1) mapas digitais de solos, declividade, uso da terra, aptidão agrícola para culturas de ciclo curto, ciclo longo, pastagem e silvicultura, grupos de aptidão agrícola, uso preferencial das terras e intensidade de uso da terra; 2) relatórios impressos como: a) quadro geral de aptidão agrícola contendo classificadas, para cada combinação solo x declividade, as limitações dos solos (nutrientes, alumínio, salinidade, profundidade, armazenamento de água, drenagem interna, susceptibilidade à erosão e mecanização), a aptidão para cada um dos quatro grupos de uso da terra, o uso preferencial ou mais adequado, o grupo de aptidão e a unidade de manejo; b) quantificação das áreas ocupadas pelas classes componentes de todos os mapas produzidos.

3.2. MÉTODO:

A metodologia compreendeu diferentes etapas operacionais. Para agilizar o levantamento dos planos de informação, foi aplicada a amostragem sistemática por grade de pontos com bons resultados no estudo dos solos, declividade e uso atual da área selecionada. Posteriormente, foi realizada uma avaliação prévia das fotografias aéreas para uma primeira visão da área de estudo, com base nos padrões de vegetação e uso da terra. Após esta etapa, foi elaborada uma legenda preliminar de uso. Em seguida, empregou-se o SIG denominado SAMPA (Sistema de Análise Ambiental para Planejamento Agrícola) Versão 1.0 (KOFFLER *et al.*, 1992), onde os planos de informação obtidos a partir da base quadriculada em papel “ultraphan”, com quadriculadas de 0,5cm x 0,5cm, foram digitados. A grade de pontos produziu resultados na forma de uma matriz que funcionou como um planilha para introdução dos dados no SAMPA. Para a obtenção do plano de informação de solos foi empregado o levantamento semidetalhado da quadrícula de São Carlos (OLIVEIRA & PRADO, 1984) corrigido por fotointerpretação, para obter-se um maior grau de detalhe, compatível com o objetivo do trabalho. Os dados correspondentes às características físicas e químicas de solos, foram obtidos da mesma fonte e incorporados ao programa para obtenção dos mapas de uso preferencial e aptidão agrícola. Após a determinação do tipo de solo dominante, na base cartográfica, o mesmo foi incorporado ao SAMPA (Figura 2).

A declividade foi obtida seguindo a metodologia proposta por KOFFLER (inédito), com emprego de ábaco para a distinção de 6 classes (Tabela I e Figura 3).

No plano de uso da terra, foram utilizadas as fotografias aéreas do ano 1995 visando a atualização das informações requeridas. O procedimento para este plano obedeceu o mesmo critério dos planos anteriores (Figura 4).

Em seguida, todas as informações foram transferidas para as planilhas de alimentação do SAMPA onde foram realizados os cruzamentos dos layers de onde foram obtidos os grupos de aptidão para a microbacia do Ribeirão Jacutinga. Nos levantamentos de aptidão agrícola, as terras foram avaliadas para estabelecer sua disponibilidade para diferentes tipos de utilização agrícola, considerando-se distintos níveis do manejo. Para atingir este objetivo, o SAMPA foi indicado para um nível de manejo relativamente elevado, adequado para regiões de fácil acesso à tecnologia e insumos agrícolas, como é o caso da microbacia do Ribeirão do Jacutinga. Este nível baseia-se no uso adequado de máquinas agrícolas, defensivos, fertilizantes e corretivos do solo, sem incluir o uso de irrigação (KOFFLER, 1992). Assim sendo, para estabelecer a disponibilidade para os diferentes tipos de uso agrícola na área de estudo, foi gerado o quadro geral de Aptidão Agrícola (Tabela VI), com as seguintes informações: 1) Classificação do grau de limitação dos solos em termos da disponibilidade de nutrientes e toxidez de alumínio, profundidade efetiva, disponibilidade de água, drenagem interna, susceptibilidade à erosão e mecanização das operações agrícolas; 2) Aptidão para culturas de ciclo curto, ciclo longo, pastagem e silvicultura; 3) Recomendação do uso preferencial; 4) grupo de aptidão e unidade de manejo.

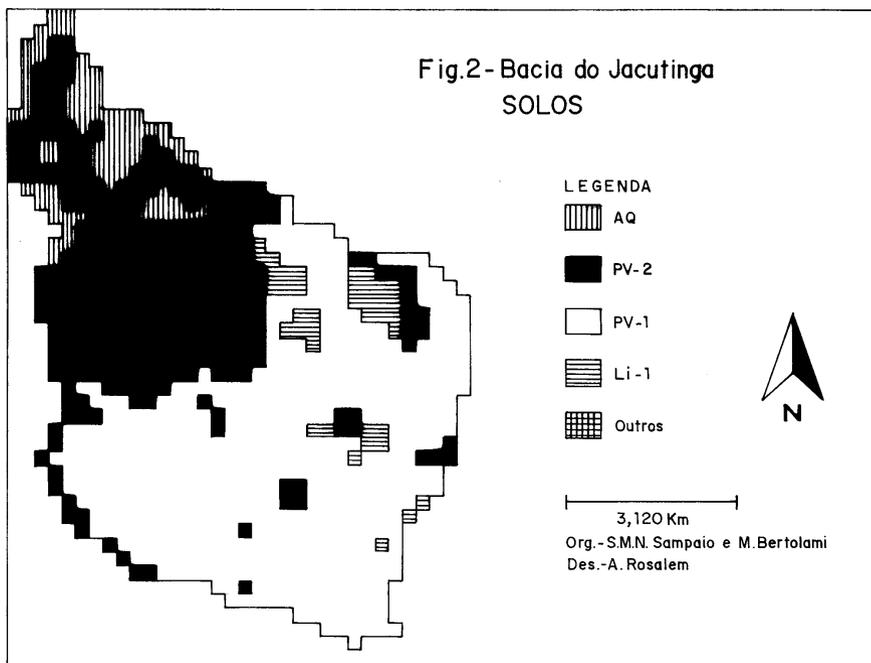
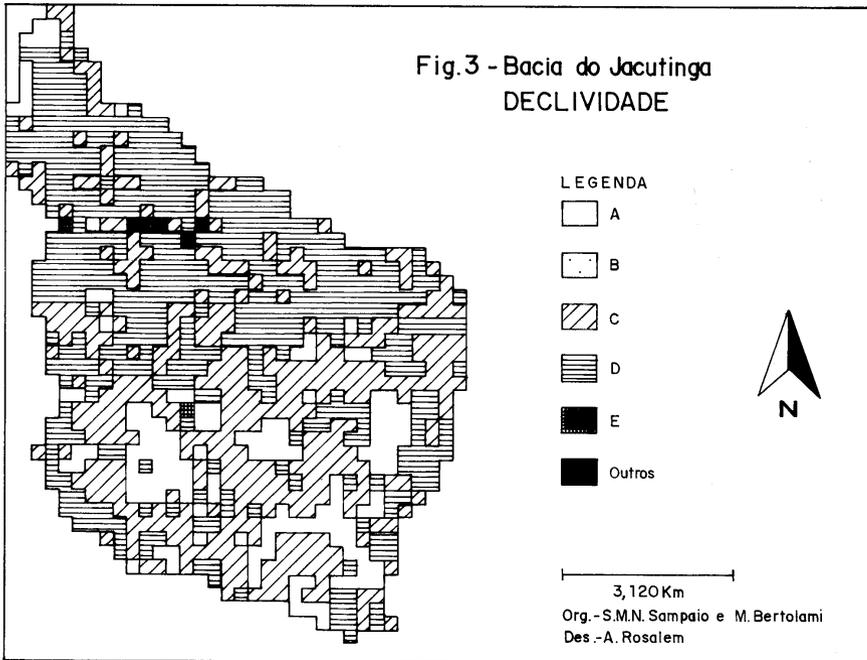


TABELA I
Classes de declividade da Microbacia do Ribeirão Jacutinga (SP)

Classe	Intervalo %	Ocorrência ha	Ocorrência %
A	<2	0	0
B	[2; 5)	825	14,9
C	[5; 10)	2112,5	38,1
D	[10; 20)	2350	42,4
E	[20; 40)	206,25	3,7
F	≥ 45	43,75	0,8
Total		5537,5	100

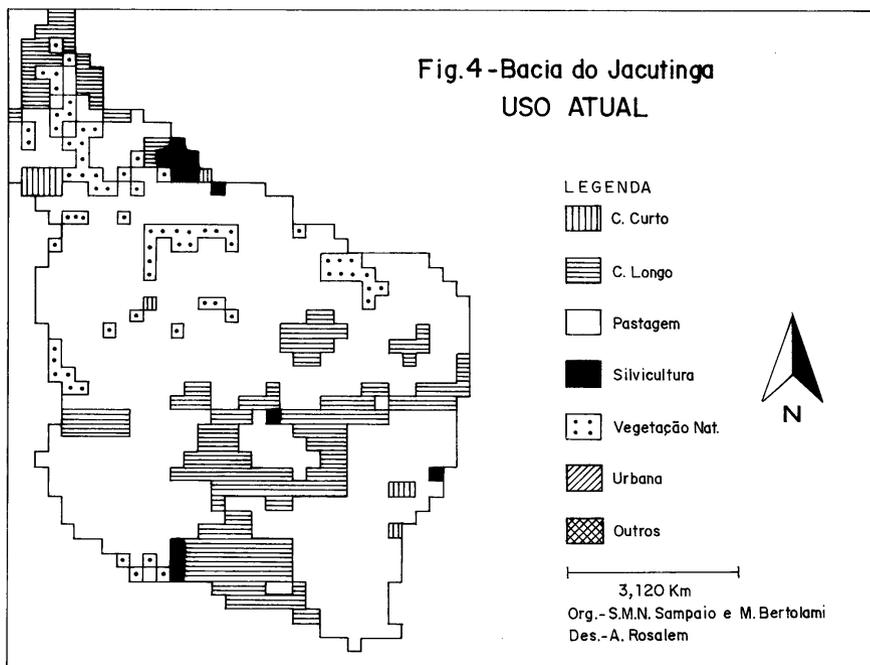
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A utilização do programa na área de estudo baseou-se no critério de que, embora as características climáticas permitam uma grande diversificação do uso agrícola, os diferentes tipos de solos disponíveis para o cultivo possuem caracterís-



ticas que condicionam distintas limitações às atividades agropecuárias, as quais dependem de exigências edáficas dos diferentes tipos de culturas descritas a seguir: **Culturas de ciclo curto:** São incluídas todas as culturas semeadas e colhidas dentro de um intervalo de tempo, não ultrapassando seis meses, as quais são semeadas no período chuvoso e colhidas ao final deste. São plantas herbáceas, com sistema radicular pouco profundo, que necessitam de toda a água e nutrientes para completar o ciclo em um curto espaço de tempo. As áreas onde são cultivadas apresentam-se altamente desprotegidas dos processos erosivos e, portanto, são mais exigentes em termos de propriedade do solo.

Culturas de ciclo longo: São aquelas cujo ciclo vegetativo tem a duração maior que um ano, podendo ser subdivididas em semi-perenes como a cana-de-açúcar e mandioca, e perenes como o café e a fruticultura em geral. Devido a maior duração do ciclo, sofrem o efeito do clima durante todo o ano, apresentando sistema radicular mais profundo do que as culturas anuais, podendo chegar a 4 metros ou mais como os citros. São plantas menos exigentes em termos de fertilidade de solos, sendo a profundidade efetiva mais importante. **Pastagem:** Devido a baixa rentabilidade econômica da produção animal em regime de pasto e a adaptabilidade das espécies forrageiras às condições edáficas bastante diversificadas, as pastagens vem cedendo seu espaço para usos mais lucrativos, sendo condicionadas aos solos mais limitados para a produção agrícola.



Silvicultura: Formações florestais implantadas pelo homem para fornecer matéria prima para indústrias de celulose e/ou serrarias, ou madeira para as atividades agropecuárias das propriedades rurais. Em geral, para o Estado de São Paulo, são empregadas as espécies *Pinus* e *Eucalyptus*. Para o caso da microbacia esta última é a predominante. **Áreas de Proteção:** No presente trabalho, que visa a utilização agrícola, entende-se como áreas de preservação aquelas que possuem limitações extremas às atividades agro-silvo-pastoris. É importante destacar que o presente critério para a definição de áreas de preservação não deve ser o único considerado, quando se trata de políticas ambientais num país.

Aptidão agrícola: A avaliação das terras foi feita tomando-se em consideração as limitações impostas pelos diferentes tipos de solos e os níveis de limitação admitidos pelas quatro categorias de uso agrícola. Para cada caso foram considerados os seguintes níveis: boa (limitações nulas ou ligeiras); regular (limitações moderadas a fortes) e restritas (limitações mais fortes).

Grupos de Aptidão Agrícola: Como grande parte das terras pode apresentar mais de um tipo de aptidão agrícola, foram considerados os nove agrupamentos mais frequentes apresentados na figura 11.

Uso preferencial: Conhecida a aptidão agrícola da bacia, foi realizada a avaliação do uso da terra na área de interesse. O programa empregado, permitiu a elaboração de mapa de uso preferencial (Figura 9), levando em consideração um só

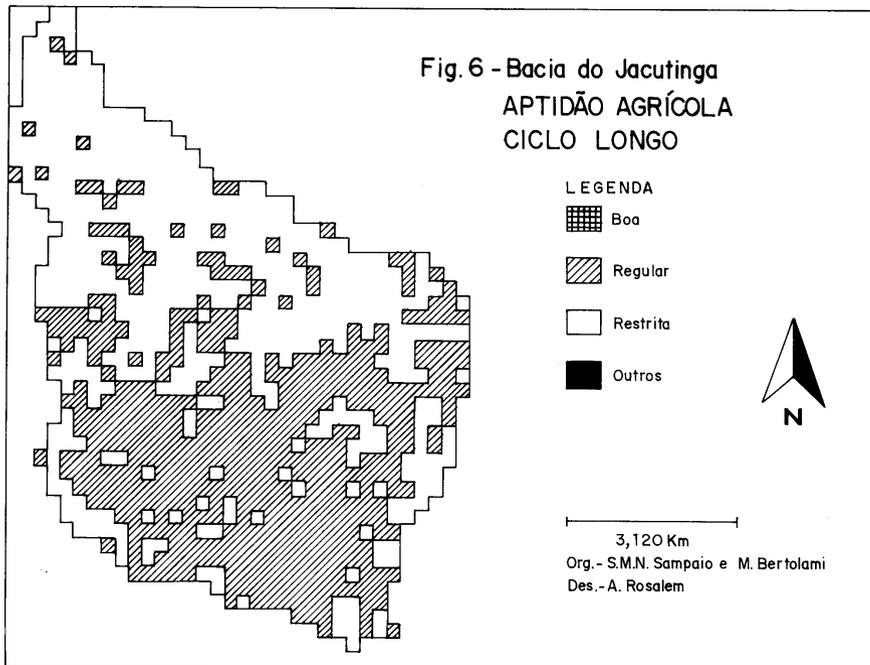
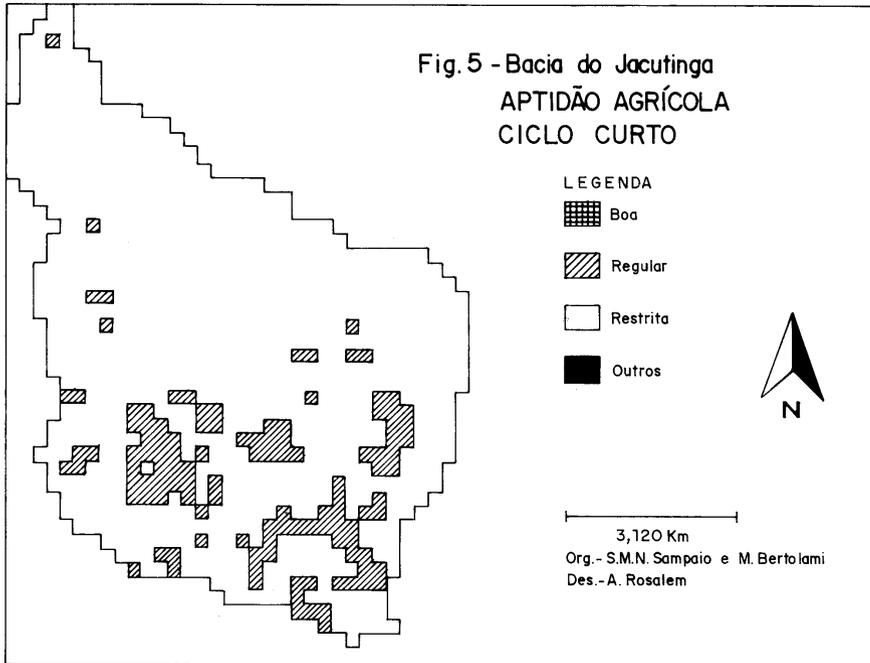


TABELA II
Principais tipos de solos da Microbacia do Ribeirão Jacutinga (SP)

Tipo de Solo	Área ha	Área %
Areia Quartzosa	493,75	8,9
Podzólico Vermelho - Amarelo - 2	1868,75	33,7
Podzólico Vermelho - Amarelo - 1	2931,25	52,9
Litólico - 1	243,75	4,4
Total	5537,5	100

TABELA III
Classes de solos e declividade da Microbacia do Ribeirão Jacutinga (SP)

Solo	Declividade	Área ha	Área %
Areia Quartzosa	B	62,5	1,1
“	C	118,75	2,1
“	D	268,75	4,9
“	E	37,5	0,7
“	F	6,25	0,1
Pod. Verm-Am. - 2	B	62,5	1,1
“	C	550	9,9
“	D	1081,25	19,5
“	E	143,75	2,6
“	F	31,25	0,6
Pod. Verm-Am. - 1	B	681,25	12,3
“	C	1387,5	25,1
“	D	831,25	15
“	E	25	0,5
“	F	6,25	0,1
Litólico - 1	B	18,75	0,3
“	C	56,25	1
“	D	168,75	3

tipo de uso. Ressalta-se que o mapa de aptidão fornecido pelo software SAMPA apresenta uso múltiplo de terras, favorecendo através de uma escala de prioridade, as culturas de ciclo curto em primeiro lugar, as culturas de ciclo longo em segundo lugar, as pastagens em terceiro lugar e por último, a silvicultura.

5.1. Aptidão agrícola das terras:

Para determinar a aptidão agrícola das terras, foram inseridos os tipos de declividade presentes na área (Tabela I acima), onde se observa a predominância das classes D e C com 38,1% e 42,4%, respectivamente. Na tabela II estão indicados os principais tipos de solo da bacia e a tabela III, mostra o cruzamento dos tipos de solo com a declividade.

Na tabela V, aparecem as características físicas e químicas dos mesmos.

A totalidade desta informação, juntamente com o uso da terra atual (tabela IV), é a base para determinação da aptidão agrícola das terras.

Na tabela VIII é mostrada a aptidão agrícola das terras, considerando aptas para cada tipo de cultura, as terras com condições boas ou regulares para tal uso. 13,4% da área da bacia são favoráveis ao desenvolvimento de culturas de ciclo curto; 48,4% para o desenvolvimento de culturas de ciclo longo; 83% para pastagem e 94,8% para silvicultura. Quanto às restrições para cada tipo de cultura, 86,6% das áreas são inadequadas para culturas de ciclo curto, 51,6% para culturas de ciclo longo, 17% para pastagem e 5,2% para silvicultura.

Na tabela VII estão exibidos os grupos de aptidão para os quatro usos encontrados na bacia, dentro de 10 grupos oferecidos pelo SAMPA, de acordo com as diferentes combinações de níveis de aptidão. Conforme os resultados obtidos, encontram-se ausentes os primeiros quatro grupos e o grupo X. O predomínio corresponde aos grupos VI (aptidão regular para culturas de ciclo longo, pastagem e silvicultura e restrita a inapta para ciclo curto) e VII (regular para pastagem e silvicultura e restritas ou inaptas para outros usos agrícolas) com 35% (1937,5 ha) e 34,5% (1912,5 ha), respectivamente.

A seguir, serão caracterizados os grupos V (com aptidão regular para ciclos curto e longo, pastagem e silvicultura) com 13,4% (743,75 ha), VIII (aptidão regular para silvicultura e restrita ou inapta para outros usos) com 11,9% (625,25 ha) e IX (restrita ou inapta para culturas de ciclos curto e longo, pastagem e silvicultura) com 5,2% (287,5 ha).

Grupo V: Correspondem aos solos PV-1, declividade B, com limitações de ligeira a moderada quanto a disponibilidade de nutrientes, ligeira a forte, quanto a toxicidade do alumínio, ligeira no que se refere à disponibilidade de água, drenagem e mecanização, e moderada para erosão. Os PV-2 com declividade B apresentam-se também dentro deste grupo de aptidão, com limitações fortes quanto a nutrientes, ligeira quanto a drenagem, ligeira a moderada quanto à toxicidade do alumínio, moderada quanto a disponibilidade de água, susceptibilidade à erosão e mecanização.

Grupo VI: Correspondem aos solos PV-1 com declividade C, com limitações ligeira para disponibilidade de água e drenagem, moderada para mecanização, forte para susceptibilidade à erosão, ligeira a moderada para nutrientes e ligeira a forte para toxicidade do alumínio. No caso dos solos PV-2 com declividade C, apresentam-se fortes limitações quanto à nutrientes, ligeira para drenagem, moderada para disponibilidade de água, ligeira a moderada para toxicidade do alumínio e forte para susceptibilidade à erosão e mecanização.

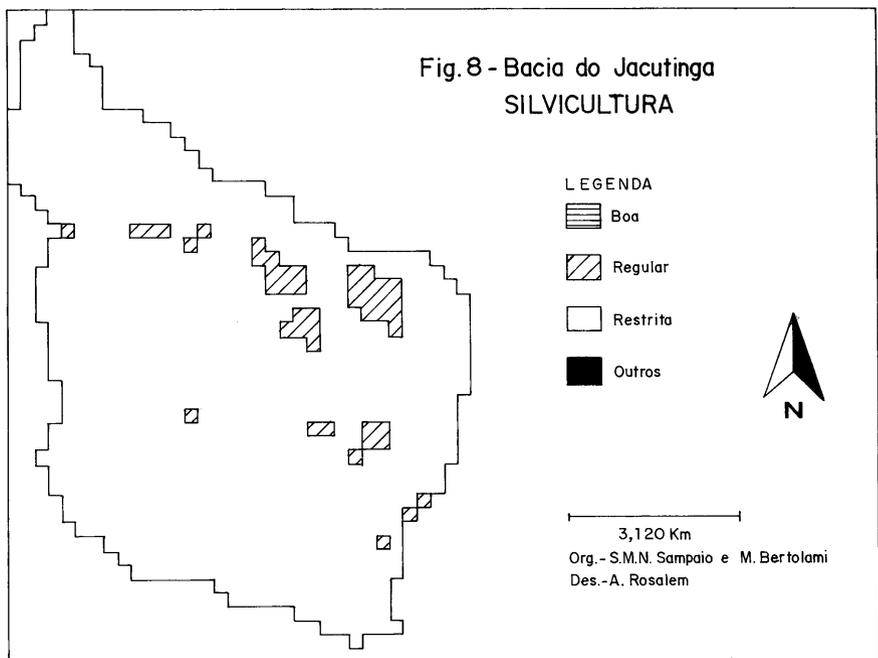
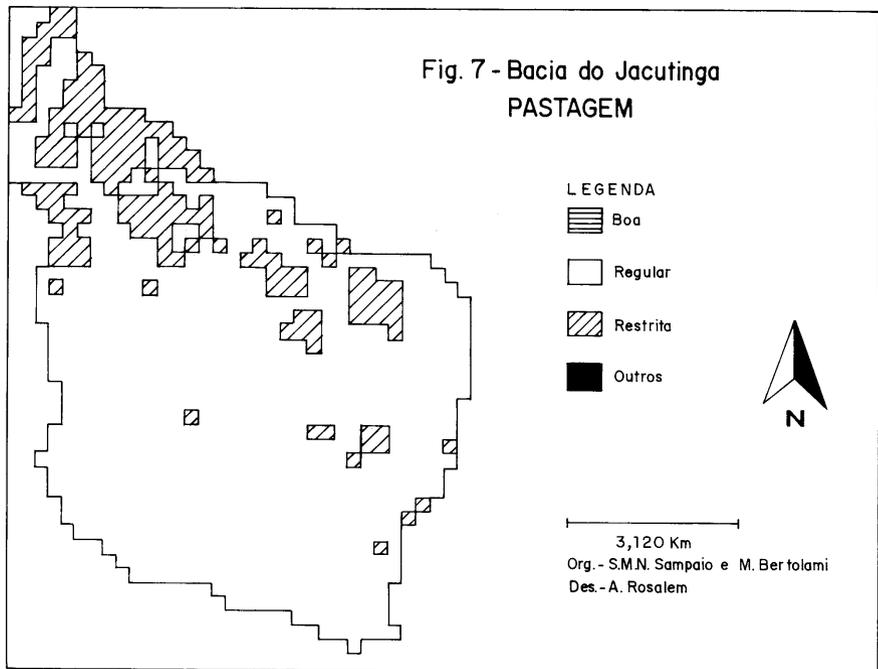


TABELA IV
Uso da terra ano 1995 na Microbacia do Ribeirão Jacutinga (SP)

Tipos de Uso	Área	Área
	ha	%
Cultura ciclo curto	68,75	1,2
Cultura ciclo longo (cana)	1131,25	20,4
Pastagens	3831,25	69,2
Silvicultura	75	1,4
Vegetação natural	431,25	7,8
Total	5537,5	100

TABELA V
Características dos solos da Microbacia do Ribeirão Jacutinga (SP)

Solos	Va	Vb	CTC a	CTC b	SA a	SAb	SS	CE	PE	NI	AR G a	AR G b	RT	NA	PED
AQ	M	B	MB	MB	M	A	MB	MB	MA	SI	MB	MB	B	NE	MB
PV-2	M	M	MB	MB	B	A	MB	MB	MA	SI	MB	M	A	NE	MB
PV-1	M	B	M	M	B	MA	MB	MB	A	RB	M	A	A	NE	MB
Li-1	M		M		M		MB	MB	MB	RD	MB		MA	NE	B

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

Grupo VII: Corresponde aos solos do tipo PV-2, declividade D e os PV-1 declividade D. Os primeiros, possuem fortes limitações em nutrientes e mecanização, ligeira para drenagem, moderada para disponibilidade de água, ligeira a moderada para toxicidade do alumínio e muito forte para susceptibilidade à erosão. Os PV-1, possuem ligeiras limitações para disponibilidade de água e drenagem, ligeira a moderada para nutrientes, ligeira a forte para toxicidade do alumínio, moderada para mecanização e muito forte para erosão. **Grupo VIII:** Ocorre nos solos AQ, com declividade B, C, D e E, PV-2 declividade E e nos PV-1 declividade E. No caso das AQ, apresentam limitações de ligeira a moderada para toxicidade do alumínio, fortes a muito fortes para nutrientes, moderadas a excessivas para susceptibilidade a erosão, moderadas a muito fortes para mecanização e muito fortes para disponibilidade de água, para os quatro tipos de declividade considerados. Os PV-2 apresentam limitações fortes para nutrientes, ligeira para drenagem, ligeira a moderada para toxicidade do alumínio, moderada para disponibilidade de água, muito forte para

TABELA VI
Grupos de aptidão da Microbacia do Ribeirão Jacutinga (SP)

Solo	Classe de Decliv.	Limitações dos solos										Apt. Agrícola				Uso Prefer.	G. Apid. e U. Man.
		na	nb	aa	ab	s	p	h	d	e	m	C	L	P	S		
1	B	3	4	1	2	0	0	4	0	2	2	i	i	i	r	S	VIII
1	C	3	4	1	2	0	0	4	0	3	3	i	i	i	r	S	VIII
1	D	3	4	1	2	0	0	4	0	4	3	i	i	i	r	S	VIII
1	E	3	4	1	2	0	0	4	0	5	4	i	i	i	r	S	VIII
1	F	3	4	1	2	0	0	4	0	5	5	i	i	i	i	R	IX
2	B	3	3	1	2	0	0	2	1	2	2	r	r	r	r	C	V
2	C	3	3	1	2	0	0	2	1	3	3	i	r	r	r	L	VI
2	D	3	3	1	2	0	0	2	1	4	3	i	i	r	r	P	VII
2	E	3	3	1	2	0	0	2	1	5	4	i	i	i	r	S	VIII
2	F	3	3	1	2	0	0	2	1	5	5	i	i	i	i	R	IX
3	B	1	2	1	3	0	0	1	1	2	1	r	r	r	r	C	V
3	C	1	2	1	3	0	0	1	1	3	2	i	r	r	r	L	VI
3	D	1	2	1	3	0	0	1	1	4	2	i	i	r	r	P	VII
3	E	1	2	1	3	0	0	1	1	5	3	i	i	i	r	S	VIII
3	F	1	2	1	3	0	0	1	1	5	5	i	i	i	i	R	IX
4	B	1	*	1	*	0	4	4	3	2	2	i	i	i	i	R	IX
4	C	1	*	1	*	0	4	4	3	3	3	i	i	i	i	R	IX
4	D	1	*	1	*	0	4	4	3	4	3	i	i	i	i	R	IX

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= susceptibilidade à erosão; m= mecanização; C= ciclo curto; L= ciclo longo; P= pastagem; S= silvicultura; R= restrição; b= boa; r= regular; i= restrita; 0= nula; 1= ligeira; 2= moderada; 3= forte; 4= muito forte; 5= excessiva; * = dados no fornecidos.

mecanização e excessiva para susceptibilidade à erosão. Os PV-1 apresentam ligeiras restrições para disponibilidade de água e drenagem, ligeira a moderada para nutrientes, ligeira a forte para toxicidade do alumínio, forte para mecanização e excessiva para mecanização.

Grupo IX: Compreende os solos AQ com declividade F, os PV-2 com declividade F, PV-1 com declividade F e os Li-1 com declividade B, C, D.As AQ, apresentam limitações ligeira a moderada para toxicidade do alumínio, forte a muito forte para nutrientes, muito forte para disponibilidade de água e excessiva para susceptibilidade à erosão e mecanização. Os PV-2, apresentam fortes limitações de nutrientes, ligeira de drenagem, ligeira a moderada de toxicidade do alumínio, moderada de disponibilidade de água e excessiva de susceptibilidade a erosão e mecanização. Os PV-1, apresentam ligeiras limitações de disponibilidade de água e drenagem, ligeira a moderada de nutrientes, ligeira a forte de toxicidade do alumínio e excessiva de susceptibilidade a erosão e mecanização. Por último, a totalidade dos Li-1 que se encontram neste grupo, com limitações ligeira de nutrientes, moderada de toxicidade do alumínio, moderada a forte de mecanização, moderada a forte de erosão, forte de drenagem, e muito forte de profundidade efetiva e disponibilidade de água.

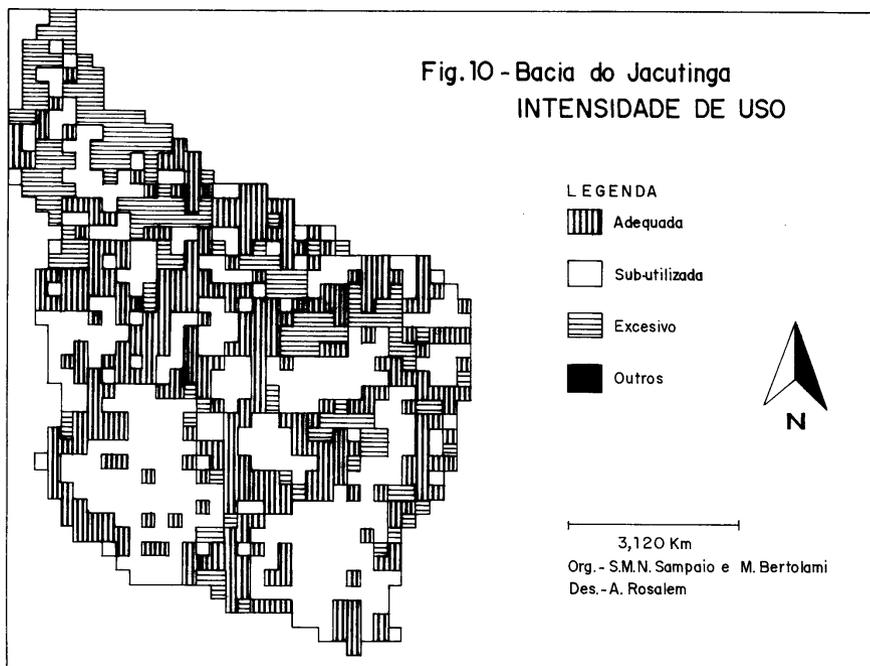
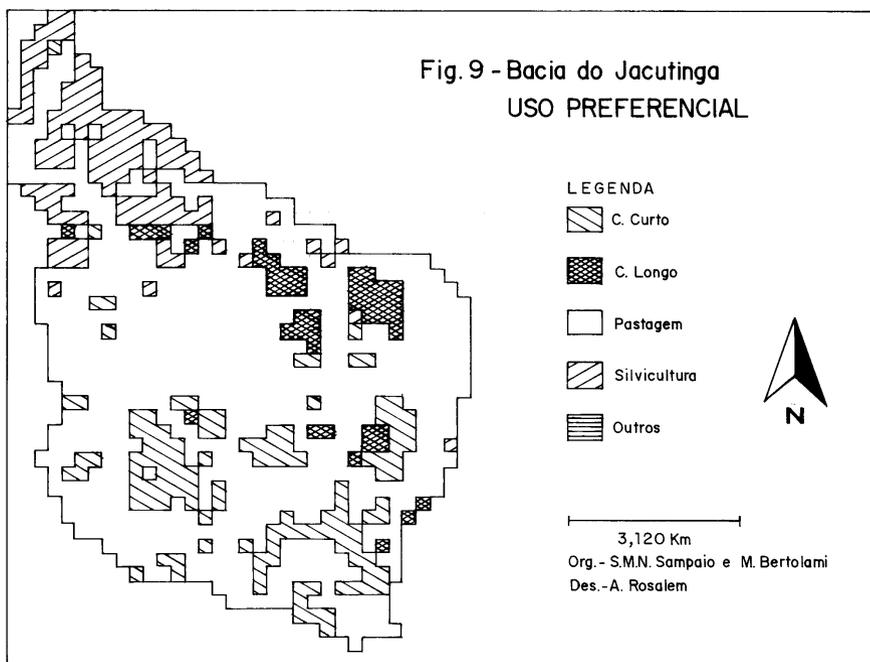
TABELA VII
Grupos de aptidão da Microbacia do Ribeirão Jacutinga (SP)

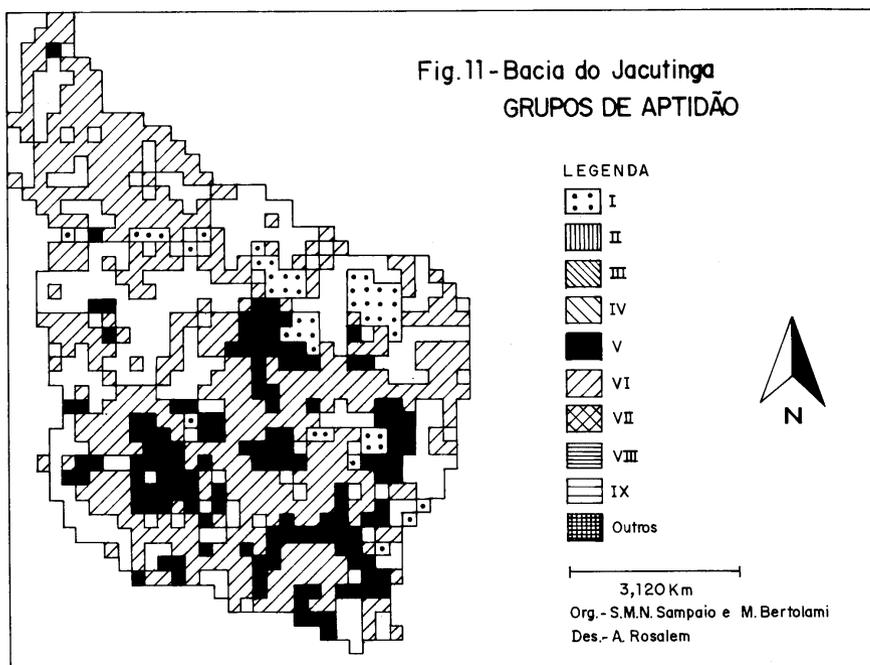
Grupo	Área	Área
	ha	%
I	0	0
II	0	0
III	0	0
IV	0	0
V	743,75	13,40
VI	1937,50	35,00
VII	1912,50	34,50
VIII	656,25	11,90
IX	287,50	5,20
X	0	0

TABELA VIII
Aptidão Agrícola da Microbacia do Ribeirão Jacutinga (SP)

Uso	Classe	Área ha	Área %
C	Bom	0	0
C	Regular	743,75	13,4
C	Restrito	4793,75	86,6
L	Bom	0	0
L	Regular	2681,25	48,4
L	Restrito	2856,25	51,6
P	Bom	0	0
P	Regular	4593,75	83
P	Restrito	943,75	17
S	Bom	0	0
S	Regular	5250	94,8
S	Restrito	287,5	5,2
Total		5537,5	100

Obs: C= ciclo curto; L= ciclo longo; P= pastagens; S= silvicultura.





5.2 *Uso preferencial:*

Na tabela IX, observa-se uma proposta para o máximo aproveitamento da área da bacia, atendendo as qualidades e limitações dos tipos de solo e um aproveitamento sustentável dos recursos naturais envolvidos. Acima, na figura 9, observar-se a sua distribuição na bacia, tomando-se em consideração as prioridades já assinaladas como ciclo curto, ciclo longo, pastagem e reflorestamento.

As áreas restritas ou inaptas seriam mantidas como reserva natural. No presente trabalho foram consideradas para ciclo curto as terras compreendidas no grupo V de aptidão agrícola, que correspondem a 13,4% da área, para culturas de ciclo longo as terras do grupo VI correspondentes a 35% da área, para pastagem as terras do grupo VII com 34,5% da área, para silvicultura as referentes ao grupo VIII com 11,9% da área e, finalmente, para reserva natural as terras do grupo IX com 5,2% da área. A terras da microbacia de Jacutinga tem vocação para culturas de ciclo longo (cana ou citros) e pastagem. Estas áreas correspondem a 69,9% dos 5537,5 ha da bacia. Os demais usos são de menor relevância. Realizando uma análise comparativa de uso preferencial (tabela IX acima) e uso atual (tabela IV), observa-se na tabela X que 37,8% das terras da bacia estão sendo aproveitadas adequadamente, 43,2% estão subutilizadas e só 19% são utilizados com maior moderação, conforme mostra a figura 10.

Considerando que existem grandes áreas subutilizadas, é possível pensar em um melhor aproveitamento destas, já que existe uma margem razoável para isso.

Dessa forma, a incorporação de uma parte do solo para culturas de ciclo curto (acréscimo admitido de quase 700 ha) e ciclo longo (acréscimo admitido de 800 ha), devem reduzir as pastagens (decréscimo de quase 2000 ha) e diminuir a área de silvicultura em quase 500 ha. Não é aconselhável a redução das áreas com vegetação natural, considerando o seu incalculável valor ecológico. A intensidade de uso (tabela X acima) é considerada a partir do uso decrescente na seguinte ordem: ciclo curto, ciclo longo, pastagem, silvicultura e reserva natural.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1. CONCLUSÕES:

A metodologia apresentada neste trabalho atendeu aos objetivos previamente estabelecidos, permitindo destacar alguns aspectos: 1) Do software utilizado verificou-se a potencialidade para identificar, mapear e quantificar as áreas de culturas agrícolas e solo no módulo de estudo, bem como considerar a aptidão agrícola, o uso preferencial e a intensidade do uso. 2) Os resultados obtidos com esta metodologia permitiu que fosse realizada a análise ambiental da área de estudo, considerando, por exemplo, que economicamente a subutilização de áreas de ciclo curto com culturas de ciclo longo ou de pastagens em áreas de ciclo longo é prejudicial, embora do ponto de vista ecológico como área de preservação e/ou conservação do solo, tais prejuízos tornem-se relativos, na medida em que o uso excessivo resulta em degradação. 3) Analisando a situação anterior e considerando que as mudanças ocorridas no ambiente natural são irreversíveis devido a ausência de critérios conservacionistas, a subutilização observada não é grave como poderia ter sido a exploração em grande escala dos recursos naturais, que se renováveis e atingidos em determinados pontos de equilíbrio, teriam seu retorno comprometido. 4) O uso de dados obtidos a partir das fotografias aéreas e das imagens orbitais, mostraram-se imprescindíveis para explicar as variações observadas no comportamento dos alvos de interesse. 5) As formações vegetais e os diversos estágios das culturas de ciclo longo, estão ligadas às tonalidade e textura promovidas pelas diferenças estruturais das mesmas.

6.2. RECOMENDAÇÕES:

Considerando os resultados obtidos neste trabalho, a partir das análises efetuadas, selecionou-se alguns pontos que potencialmente poderão abrir perspectivas de propostas futuras relacionadas ao tipo de abordagem neste estudo. 1) A metodologia ora apresentada poderia ser utilizada em outras áreas, sendo bastante interessante a utilização de áreas adjacentes àquela definida para o presente estudo, porém com formas de uso da terra diferenciadas. Tal aplicação estaria condicio-

TABELA IX**Uso preferencial das terras da Microbacia do Ribeirão Jacutinga (SP)**

Uso	Área ha	Área %
C	743,75	13,4
L	1937,5	35
P	1912,5	34,5
R	287,5	5,2
S	656,25	11,9

Obs: C= ciclo curto; L= ciclo longo; P= pastagem; R= restrito; S= silvicultura.

TABELA X**Intensidade de uso das terras da Microbacia do Ribeirão Jacutinga (SP)**

Intensidade de uso	Área ha	Área %
Adequada	2093,75	37,8
Subutilizada	2382,75	43,2
Excesiva	1050	19
Área urbana	0	0
Total	5537,5	100

nada a avaliação da metodologia e dos resultados alcançados, além de passar provavelmente pelo aperfeiçoamento de técnicas de obtenção de informações. 2) A nível da dinâmica da paisagem DIEGUEZ (1992), recomenda que a ocupação da terra deve ser realizada de forma mais adequada, sem deixar de se satisfazer as necessidades do presente e considerando as necessidades das futuras gerações, o que configura a essência do desenvolvimento sustentável. 3) A partir de levantamentos sociais e econômicos, além da inclusão de variáveis ambientais e do meio físico, poderiam ser montados bancos de dados para as áreas de interesse, que integrados ao SAMPAs subsidiariam o planejamento e o desenvolvimento sócio-econômico. 4) De acordo com KOFFLER (1992), é recomendável a criação de áreas de proteção como melhor alternativa para a preservação dos recursos naturais nos casos de terrenos declivosos, solos muito rasos e as áreas várzea.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AB' SABER, A.N. A Geomorfologia do Estado de São Paulo. In *Aspectos Geográficos da Terra Bandeirante*, Conselho Nacional de Geografia, Rio de Janeiro, pp 1-97. 1954.

- CASTRO, A.G. de *Técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas Geográficos de Informações no Estudo Integrado de Bacias Hidrográficas*. Dissertação de Mestrado. INPE, pp 142. 1992.
- CAMARGO, J.C. Estudo Fitogeográfico da Vegetação Ciliar do Rio Corumbatai. *Biogeografia* 3: 1-14, 1971.
- DIEGUEZ, A.C. Desenvolvimento Sustentável ou Sociedades Sustentáveis da crítica dos modelos aos novos paradigmas. *São Paulo em Perspectiva*, 6 (1-2): 22-29, 1992.
- KOFFLER, N.F.; OLIVETTI, G.S.; ANTONELLO, S.L.; MENEZES, M.G. de; ROSSETI, L.A.F.G.; RODA, L.F.B. SAMPA (Sistema de Análise Ambiental para Planejamento Agrícola) Versão 1.0, Manual do Usuário. Rio Claro, UNESP, pp 40. 1992
- KOFFLER, N.F. Uso das Terras da Bacia do Rio Corumbataí em 1990. *Geografia*, 18 (1): 135-140. 1993.
- KOFFLER, N.F.; OLIVETTI, G.S.; ANTONELLO, S.L. Aplicação de SIG na Previsão de Erosão na Zona Rural. V Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Bauru-SP, 1995
- KOFFLER, N.F. Avaliação do Uso das Terras da Bacia do Rio Corumbataí (SP) através de Técnicas de Geoprocessamento. Inédito. pp 43.
- MONTEIRO, C.A. de F. *A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo: Estudo Geográfico sob a Forma de Atlas*. São Paulo, Instituto de Geografia USP, pp 130. 1973.
- OLIVEIRA, J.B.; Prado, H. *Levantamento Pedológico Semidetalhado do Estado de São Paulo: Quadrícula de São Carlos II*. Memorial Descritivo. Campinas, Instituto Agrônomo, pp 188. Boletim Técnico nº 98, 1984.
- PAIVA, M.P. *Peixes e Pescas Interiores do Brasil*. São Paulo, Editerra Editor. 1983.
- PENTEADO, M.M. Geomorfologia do Setor Centro-Occidental da Depressão Periférica Paulista. Tese de Doutorado, Rio Claro, Faculdade Filosofia Ciências e Letras. pp 159. 1968.
- PENTEADO, M.M. Geomorfologia do Setor Centro-Occidental da Depressão Periférica Paulista. Instituto de Geografia, USP, São Paulo, pp. 86. 1976.
- TROPPIAIR, H. A Cobertura Vegetal Primitiva do Estado de São Paulo. São Paulo, *Biogeografia* 10. 1970.
- TROPPIAIR, H.A. & MACHADO, L.A. Variação da estrutura da mata galeria na bacia do rio Corumbataí (SP) em relação à água do solo, do tipo de margem e do traçado do rio. São Paulo -SP. *Biogeografia* nº 8: 1-28, 1975.
- VIADANA, A.D. *Análise da qualidade hídrica do Alto e Médio Corumbataí (SP) pela aplicação de bioindicadores*. Dissertação de Mestrado, Rio Claro: UNESP. pp 109. 1985.