**AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS DA PRODUÇÃO
AGRÍCOLA VISANDO A SUSTENTABILIDADE
DO USO DAS TERRAS DE PIRACICABA (SP)**

MARIA DO CARMO T. C. LEVY
Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. GERD SPAROVEK

**Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz", da
Universidade de São Paulo, para obtenção
do título de Mestre em Agronomia; Área de
Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.**

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Agosto - 1995

CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS "LUIZ DE QUEIROZ"/USP

Levy, Maria do Carmo T. C.

Avaliação de cenários da produção agrícola visando a sustentabilidade do uso das terras de Piracicaba (SP). Piracicaba, 1995.
104p. ilus.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Agricultura sustentável 2. Cana-de-açúcar - Produção 3. Uso da terra - Avaliação - Piracicaba I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 630.2745

**AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS DA PRODUÇÃO
AGRÍCOLA VISANDO A SUSTENTABILIDADE
DO USO DAS TERRAS DE PIRACICABA (SP)**

MARIA DO CARMO T. C. LEVY

Aprovada em 5 de outubro de 1995

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Gerd Sparovek

Prof. Dr. Jairo Antonio Mazza

Prof. Dr. Ricardo Shirota

ESALQ/USP

ESALQ/USP

ESALQ/USP

Prof. Dr. Gerd Sparovek
Orientador

Aos meus pais

Carminha e Ian,

Ofereço...

*À todos aqueles
que de alguma forma contribuem
para a liberdade e igualdade dos povos e
para a melhoria das condições de vida
em nosso planeta Terra
Dedico...*

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP pela oportunidade.

Ao Prof. Dr. Gerd Sparovek pelo total apoio, incentivo, amizade e principalmente pela dedicação em todos esses anos de orientação.

Ao Prof. Dr. Jairo Mazza e Prof. Dr. Ricardo Shirota, membros da comissão julgadora, pelas sugestões, de fundamental importância para a elaboração deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Pablo Vidal Torrado, sempre dando bons conselhos.

Ao Prof. Dr. Igo Fernando Lepsch, pelas sugestões e por todos esses anos de dedicação à pesquisa.

Aos funcionários do Depto de Ciência do Solo da ESALQ, sempre prontos a colaborar no que for necessário.

À Companhia Suzano de Papel e Celulose, em especial ao Eng. Agr. Paulo Groke, pelo apoio neste trabalho.

Aos amigos Tanaka, Miguel Cooper, Claudio, B.A., por toda a colaboração e paciência.

À BETA, amiga e irmã sempre me apoiando e incentivando.

Ao meu mestre Zequinha, por todos os ensinamentos, principalmente me levando a acreditar mais em meu potencial.

Aos meus irmãozinhos TIN-TIN, DAISY, e toda nossa comunidade por todos os bons momentos juntos.

À todos aqueles que estão sempre prontos a colaborar...

Finalmente, à Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

E à Fundação de Amparo a Pesquisa no Estado de São Paulo (FAPESP) pelo Auxílio a Pesquisa concedido, sem o qual não seria possível a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	x
SUMMARY	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1 Planejamento do uso da terra e planejamento ambiental.....	8
3.2 Planejamento e sistemas informatizados	11
3.3 Exemplos brasileiros.....	13
3.4 Exemplos internacionais.....	16
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4.1 Avaliação do potencial de utilização das terras	21
4.1.1 Erodibilidade	22
4.1.2 Espessura do solo.....	26
4.2.3 classe de declive.....	27
4.2 Sistemas de manejo	29
4.2.1 Detalhamento das operações.....	31
4.2.2 Produtividade.....	32
4.2.3 Cálculo da produtividade.....	33
4.2.4. Cálculo do custo das operações	36
4.2.5 Cálculo da produção e custo total para cada sistema de manejo....	37

4.3 Modelagem dos cenários:	38
4.3.1 Avaliação dos Cenários	40
5.RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1 Avaliação econômica.....	41
5.1.1. Cálculo da área em produção.....	42
5.2 Sistemas de manejo	44
5.2.1 Área total e área em produção	44
5.2.2 Margem bruta.....	45
5.3 Cenários	48
5.3.1 Comparação	48
5.3.2 Produção atual	51
5.3.3 Cenário hipotético e quadro atual	52
5.4 Quadro ideal	54
5.5 Considerações finais	56
6. CONCLUSÕES.....	58
6.1 Conclusões gerais	58
6.2 Conclusões específicas.....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Mapa pedológico simplificado das terras de Piracicaba (SP)	20
Figura 2: Erodibilidade estimada das terras de Piracicaba.	25
Figura 3: Potencial de uso das terras de Piracicaba para a cultura da cana-de- açúcar	29
Figura 4: Cenários de ocupação crescente com cana-de-açúcar nas terras de Piracicaba.....	39
Figura 5: Comparação entre as áreas de produção de cana-de-açúcar em 1991 e o cenário hipotético.	52

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1: Diâmetro médio de cada classe textural pela escala <i>Phi</i>	24
Tabela 2: Classificação do índice de erodibilidade (K).....	24
Tabela 3: Critérios para avaliação do potencial de uso das terras de Piracicaba para a lavoura de cana-da-açúcar	28
Tabela 4: Ocorrência das principais classes de solos agrupadas e o sistema de manejo correspondente para a cultura da cana de açúcar	30
Tabela 5: Atributos do solo relacionados a sua fertilidade em função do grau de limitação à produtividade da cana-de-açúcar	34
Tabela 6: Valor atribuído ao grau de limitação do componente fertilidade	35
Tabela 7: Valor atribuído à avaliação da espessura do solo	35
Tabela 8: Valor atribuído à avaliação da disponibilidade hídrica.....	35
Tabela 9: Índices econômicos relativos aos cenários:.....	49
Tabela 10: Comparação entre as áreas de produção de cana-de-açúcar em 1991 e o cenário hipotético.....	53

AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA VISANDO A SUSTENTABILIDADE DO USO DAS TERRAS DE PIRACICABA (SP)

Autor: Maria do Carmo T.C. Levy
Orientador Pof. Dr. Gerd Sparovek

RESUMO

O planejamento da ocupação espacial é de fundamental importância para a prática de uma agricultura sustentável. Assim, a avaliação de terras é uma importante etapa deste processo pois permite estimar o potencial das terras e o nível tecnológico para o desenvolvimento das atividades agrícolas, bem como o nível de tecnologia necessário. A ocupação racional das terras deve considerar a utilização de tecnologias que garantam uma produção rentável com um mínimo de degradação ambiental. Nesta avaliação é desejável reduzir ao máximo a subjetividade na tomada de decisões.

Dentro deste contexto e a partir de informações do meio físico do município de Piracicaba foi desenvolvido um método analítico para a avaliação do potencial de uso das terras utilizando informações temáticas usuais, como solos (Levantamento pedológico da quadrícula de Piracicaba e dados analíticos correspondentes), declividade (mapas IBGE), e uso das terras e um sistema de análise de mapas temáticos (GMAP).

Como cultura prioritária considerou-se a cana-de-açúcar, por ocupar grande parte das terras do município e por sua importância econômica para a região. Foram selecionados então os parâmetros mais relevantes para o manejo desta cultura.

Inicialmente considerou-se a erodibilidade das terras, utilizando a equação de estimativa de erodibilidade (K) desenvolvida por DENARDIN (1990), classificando-a em

alta ($>0,0318$ t. ha h/ ha Mj mm), média ($0,0318-0,0247$ t. ha h/ ha Mj mm) e baixa $< 0,0247$ t. ha h/ ha Mj mm).

Posteriormente foram sobrepostos os mapas de erodibilidade, de profundidade dos solos, (solos rasos: $< 0,5$ m, médios: $0,5$ a $1,0$ m e profundos $>1,0$ m) e de declividade, gerando o mapa de potencial das terras de Piracicaba para a cultura da cana-de-açúcar.

Foram estabelecidas as classes Muito alto, Alto, Médio, Baixo e Muito baixo de potencial de uso das terras para o cultivo da cana de açúcar. A partir daí foram listadas e quantificadas as unidades de mapeamento ocorrentes em cada classe de potencial e posteriormente essas foram agrupadas de acordo com semelhanças entre si quanto a características que determinam o seu manejo. Assim, para cada grupo de solos foram listadas as principais operações desde o preparo do solo até a colheita da cultura da cana-de-açúcar. À esse conjunto de operações foi dado o nome de Sistema de manejo. Cada operação teve o seu custo determinado, calculando-se então o custo de implantação, manutenção e colheita para os Sistemas de manejo. Estimou-se a produção total em t/ano, a margem bruta total em US\$/ano, a receita total em US\$/ano e a margem bruta total em US\$/ha ano.

Tendo como base as classes de potencial de uso das terras para a cana-de-açúcar, foram montados cinco cenários com ocupação crescente das terras: partindo do cenário 1 com ocupação apenas das áreas com potencial Muito alto, até o cenário 5, com ocupação até potencial Muito baixo, ou seja, todas as áreas. Para a avaliação econômica e comparação dos cenários foram considerados os índices econômicos relativos aos sistemas de manejo que estariam sendo praticados nas áreas ocupadas.

Com a análise dos cenários concluiu-se que conforme a ocupação com a cana-de-açúcar se estende a áreas de potencial mais baixo, apesar da produção total estar aumentando, a margem bruta média por ha ano diminui. Se for considerado cada Sistema

de manejo individualmente esta situação se acentua. Assim conforme o potencial das terras se torna menor os rendimentos diminuem, indicados pela redução da margem bruta total por hectare ano.

Como a agricultura praticada normalmente tem o objetivo de lucros imediatos, a curto prazo, é de se pressupor que nos casos em que a ocupação está sendo feita nas áreas de potencial menor nas quais deveriam estar sendo tomadas medidas conservacionistas mais intensas e mais caras, essas não estão sendo praticadas devidamente. Nessa agricultura visando a maximização dos lucros e a minimização dos custos por hectare ano, muitas vezes o aspecto conservacionista não é devidamente considerado.

Esta situação que a curto prazo gera maiores rendimentos, a longo prazo pode estar causando sérios prejuízos ambientais, tanto a nível da terra em questão, refletindo por uma diminuição na produtividade, quanto ao ambiente, aumentando a quantidade de sedimentos transportados para rios e reservatórios d'água, diminuindo a quantidade de água e piorando sua qualidade para o consumo, aumentando os custos do seu tratamento, bem como outros prejuízos ambientais difíceis de serem quantificados monetariamente.

A comparação entre a estimativa de produção atual do município (safra 1995/6), e a produção relativa aos cenários de ocupação, indicou que poderiam estar sendo utilizadas para o cultivo da cana-de-açúcar apenas as áreas com potencial elevado, (cenário 2 + Sistemas de manejo 5a e 5b) para atingir produção total. Nestas áreas o risco de degradação é menor e a margem bruta por ha ano é maior. Deste modo, as áreas que tem um potencial menor, poderiam estar sendo utilizadas com outras culturas que eventualmente poderiam possibilitar rendimentos maiores e ao mesmo tempo com menores riscos de degradação ambiental.

Portanto, se a ocupação das terras com cana-de-açúcar no município de Piracicaba fosse feita de maneira planejada, isto é, a escolha do uso das terras de acordo com o seu

potencial, poderia ter-se níveis mais elevados de rendimentos por área com um menor risco de degradação ambiental. Ao mesmo tempo esta ocupação respeitando-se o potencial das terras não implica necessariamente em diminuição de produção total, pois como foi indicado é possível manter os atuais níveis de produção de cana-de-açúcar utilizando apenas as áreas de potencial mais elevado para esta cultura.

Evaluation of agricultural production scenarios aiming the sustainable land use of Piracicaba (SP)

Author: Maria do Carmo T. C. Levy
Adviser: Dr. Gerd Sparovek

SUMMARY

The space occupation planning is of fundamental importance for the practice of sustainable agriculture. Thus, land evaluation is an important phase of this process as it allows us to estimate the potential and the technological level for the development of agricultural activities. The rational occupation of land must consider the use of technologies that guarantee a profitable production with a minimum environmental degradation. In this evaluation it is desirable to reduce to a minimum the degree of subjectiveness in decision making.

In this context and based on information of the physical environment of the Piracicaba district, an analytical method was developed for the potential land use evaluation. Using common thematic information, as soils (Piracicaba district soil survey and corresponding analytical data), slope declivity (IBGE maps), land use and a thematic map analysis system (GMAP).

Sugar cane was considered as a priority crop, as it occupies large areas of the district and because of its economical importance in the region. Thus, the most relevant parameters of this crop were chosen.

Initially, land erodibility was considered. To estimate land erodibility an equation developed by DENARDIN (1990) was used. It was, classified in three categories: high ($> 0,0318 \text{ t ha h/ ha Mj mm}$), medium ($0,0318 - 0,0247 \text{ t ha h/ ha Mj mm}$) and low ($< 0,0247 \text{ t ha h/ ha Mj mm}$).

Later, the erodibility maps, soil depth and slope declivities were superposed originating a land potential map for Piracicaba for the sugar-cane crop.

The classes very high, high, medium, low and very low were established for the potential land use of sugar-cane. Based on these classes, the mapping units that occur in each potential class were listed and quantified. Later these were grouped according to similarities between the classes and characteristics that determine their management. Thus, for each group of soils the main operations from sowing to the harvest of the sugar-cane were listed. To this group of operations the name management system was given. Each operation had its costs determined. The cost of implantation, maintenance and harvest was then calculated for each management systems. The total production in t/year, the total gross margin in U\$/year, the total income in U\$/year and the total gross margin in U\$/ha year were estimated.

Based on the land use potential for sugar-cane, five scenarios were defined in accordance to the growing land occupation: beginning with scenario 1 with occupation of the lands with very high potential, up to scenario 5, with occupation even of the low potential areas, that means all the areas. For an economic evaluation and scenarios comparison economic indexes related to the management systems that were considered.

With the scenarios analysis it is concluded that as the occupation with sugar-cane extends to the areas of lower potential, the mean gross margin per ha year declines.

If each management systems is considered individually, this situation worsens.

So, as the land potential reduces the yields are lower. This is shown by the reduction of the total gross margin per hectare per year. As the agriculture that is practised normally has the objective of immediate profits, it is expected that in the areas in which the occupation is done in areas with low potential were intense and more expensive conservation measures should be taken. These are not put into practice so as to reduce the costs per hectare year with the objective of preserving profitability. This situation that in the short run generates highest profits, in the long run could be causing environmental degradation, increasing the amount of sediments transported to the rivers and water reservoirs, diminishing the quantity of water and worsening its quality for consumption, increasing the treatment costs, as well as other environmental damages difficult to be quantified monetarily

The comparison between the estimate of the districts actual production (1995/6), and the relative production of the occupation scenarios, showed that the only areas that can be used with sugar-cane are the areas with high potential (scenario 2+ management systems 5a and 5b) to reach total production. In these areas the risk of degradation is lower and the gross margin per ha year is higher. In this way, the areas with a lower potential could be used with other crop that eventually could give higher yields with lower risks of environmental degradation.

If the occupation of the lands of the district of Piracicaba with sugar-cane were done in a planned way, this means the land use considering its potential, there would be a much lower risk of environmental degradation, generating higher profit per area. At the same time, this occupation respecting the land potential doesn't necessarily imply in the decrease of production, because as it was shown it is possible to maintain the actual levels of sugar-cane production using only the areas with the highest potential for this crop.

1. INTRODUÇÃO

A manutenção da capacidade produtiva do ecossistema agrícola e a preservação ambiental dependem em grande parte do uso racional dos recursos naturais. Neste sentido, o conhecimento dos solos, do clima, da vegetação, da água, do relevo e dos condicionantes socio-econômicos como a produção, a população, a evolução da fronteira agrícola e do uso das terras, constituem embasamento indispensável. Essas informações possibilitam avaliar o potencial de uso das terras, para a diferenciação das áreas passíveis de utilização com atividades agrícolas sustentáveis daquelas que não o são.

Atualmente define-se agricultura sustentável, como sendo aquela que permite a manutenção dos níveis de produtividade a curto e longo prazos, sem levar ao esgotamento dos recursos naturais. GOLLEY et al. (1993) referem-se a sustentabilidade como o manejo dos recursos naturais pelas populações humanas de maneira a permitir que a vida possa continuar a evoluir no planeta, sem o esgotamento desses recursos.

A intervenção humana em um ecossistema natural pode provocar desequilíbrios de intensidade variável, de acordo com o tipo de interferência. Assim, a ocupação racional das terras deve considerar a utilização de tecnologias que garantam a máxima produção compatível com um mínimo de degradação ambiental, possibilitando a manutenção da produtividade ao longo do tempo.

No entanto, a agricultura praticada atualmente, muitas vezes não se enquadra no conceito de sustentabilidade, por visar lucros momentâneos e não considerar o possível declínio da produção devido a depauperação dos recursos naturais.

Neste contexto, o presente trabalho pretende demonstrar as vantagens do planejamento ambiental. Na agricultura planejada são respeitadas as potencialidades das terras e os condicionantes socio-econômicos o que deve proporcionar aumento nos rendimentos e a não degradação dos recursos naturais

Pretende-se por comparação de cenários, nos quais serão testados crescentes níveis de ocupação das terras do município de Piracicaba para a produção de cana-de-açúcar, avaliar e estimar os efeitos ambientais e econômicos destas ocupações.

2. OBJETIVOS

Desenvolver um método analítico para avaliação do potencial do uso das terras de Piracicaba, tendo como enfoque central a cultura da cana-de-açúcar. Esta avaliação deverá ser feita automaticamente, utilizando sistemas informatizados procurando reduzir ao máximo a subjetividade nas avaliações.

Avaliar, por simulação de cenários com ocupação crescente das terras com cana-de-açúcar a ocupação em diferentes condições de potencial para esta cultura no município.

Comparar o atual uso das terras no município de Piracicaba com o potencial de uso destas para a cana-de-açúcar avaliar a tendência da atual ocupação das terras.

Demonstrar que muitas vezes apenas o remanejamento de áreas destinadas às culturas ou um manejo conservacionista adequado pode permitir a manutenção ou o aumento na produção total de forma sustentável.

Finalmente, demonstrar que o uso das terras respeitando-se seu potencial natural é mais favorável ambientalmente e economicamente.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Segundo DIEGUES (1989), o conceito de desenvolvimento sustentável parte do princípio de que o uso dos recursos ambientais deve respeitar a manutenção dos processos vitais dos ecossistemas, em benefício das gerações atuais e futuras. Ao mesmo tempo em que se baseia nas potencialidades e vocações naturais dos ecossistemas, pressupõe uma distribuição equitativa dos benefícios do crescimento econômico. A própria estratégia mundial para a conservação da IUCN (União Internacional para Conservação da Natureza), define desenvolvimento sustentável como o processo de mudança no qual a exploração dos recursos, o direcionamento dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e as mudanças institucionais se dirigem à satisfação das necessidades das gerações presentes, sem comprometer a possibilidade das gerações futuras satisfazerem as suas.

Em trabalho recente, RYFF (1995) define o desenvolvimento sustentável como aquele capaz de (a) alimentar uma população mundial crescente, (b) sustentar o nível de renda das famílias que deverão permanecer na atividade agropecuária, (c) preservar a capacidade da terra de produzir alimentos e matérias-primas agrícolas em benefício das futuras gerações e (d) garantir que a atividade agropecuária reduza seus efeitos externos negativos no que diz respeito à preservação e a recuperação do ambiente.

A exploração inadequada das terras e a destruição de vegetação natural expõe a superfície aos agentes erosivos. Em civilizações antigas como a Mesopotâmia, entre os rios Eufrates e Tigre, o assoreamento dos canais de irrigação causado pelo manejo

inadequado das terras e desmatamento, contribuiu sensivelmente para o declínio destas civilizações, transformando suas terras em desertos (BENNETT, 1939 e HOLÝ, 1984).

Existem outros relatos de civilizações antigas que tiveram seu declínio associado a degradação dos recursos naturais como solo e água. São exemplos a Síria e a Arábia Saudita, que antigamente possuíam terras férteis e produtivas e hoje são áridas. O próprio império Maia sofreu sérias consequências pela perda do potencial produtivo de suas terras ocasionando a migração da população em direção ao norte da América do Sul (BENNETT, 1939).

✱ O Brasil por estar em condições de clima tropical e subtropical, com muitas áreas com condições edáficas desfavoráveis à agricultura ou alta declividade, está fortemente sujeito à ação dos agentes causadores do processo erosivo. Condições estas muitas vezes agravadas pela ação do homem, acelerando a erosão hídrica com suas práticas inadequadas de agricultura (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990).

Segundo RESENDE et al. (1988), o Brasil apresenta a maior parte de seu território composto por latossolos, porém estes nem sempre se encontram em áreas com agricultura intensiva, possuindo muitas vezes baixíssima fertilidade natural, ou limitações físicas de uso. Solos com horizonte B textural, ou solos rasos, apesar de não serem os mais representativos em termos de área total encontram-se juntamente com alguns latossolos justamente nas regiões tradicionalmente agrícolas. Esses solos são os mais problemáticos em termos de erosão e, nestes casos são necessários maiores cuidados quanto ao manejo e conservação.

✱ Para RYFF (1995), as duas maiores ameaças à preservação da capacidade produtiva das terras são a erosão e adoção de técnicas excessivamente intensas de cultivo, podendo estes dois fatores virem associados. Isto é a erosão pode estar associada ao intenso uso agrícola sem as técnicas conservacionistas adequadas.

Em 1939, BENNETT já alertava para o problema da degradação das terras nos EUA devido ao manejo inadequado. Segundo ele, este era um dos problemas mais urgentes da agricultura a ser solucionado naquela época. O autor faz menção a uma agricultura permanente, sendo esta possível somente se a sociedade pagar o preço de conservar a terra. Compara também exemplos onde o preço não foi pago, e como resultado deu-se o desaparecimento de civilizações.

Nessa época BENNETT (1939) falava em pagar o preço da conservação, devendo este estar implícito no preço dos produtos. Atualmente isso tem sido muito questionado, colocando-se em discussão a questão da cobrança dos recursos naturais consumidos no processo produtivo. Muitas vezes se fosse incluído no preço de alguns produtos o custo dos recursos consumidos no seu processo produtivo, estes teriam um rendimento negativo.

Além disso, RYFF (1995) aponta que a não utilização de técnicas de preservação e recuperação do solo não constitui somente uma perda ecológica externa a propriedade, mas a degradação de um capital produtivo que pode afetar o valor presente de mercado da terra e que na melhor das hipóteses reduzirá significativamente o valor econômico da propriedade a ser legado a herdeiros. Porém, para disseminação entre os agricultores das técnicas de conservação e recuperação dos solos é necessário estar presente dois elementos de política agrícola: o fornecimento de informações adequadas e a disponibilidade de crédito para a adoção destas técnicas, cujo retorno pode ser relativamente lento por parte dos agricultores.

⑥* Na própria região de Piracicaba, RANZANI, (1964) observava que a introdução e difusão da cultura canavieira precedeu à eleição das áreas mais adequadas a esta gramínea, avaliando que os prejuízos desta antecipação poderiam levar a sérias

consequências sociais e ambientais. Por fim ressalta a necessidade de um planejamento agro industrial na região. †

Diante do exposto, tentando evitar que fatos ocorridos no passado se repitam, é clara a necessidade de se fazer uma ocupação pensada, estudada e planejada das terras. Embora aparentemente uma preocupação que já vem desde o passado, pouco se tem feito neste sentido, em termos de pesquisa e extensão no Brasil.

Informações espaciais são um requisito necessário para o controle e ordenação da ocupação das terras. Essas muitas vezes sofrem pressões de ocupações incompatíveis com suas aptidões naturais. Somente com o conhecimento do potencial de utilização e a localização destas áreas pode-se propor alternativas de uso compatíveis com o meio físico.

Métodos de levantamento dos recursos naturais tem sido muito estudados nas Universidades e Instituições de Pesquisa tendo a necessidade de preservação destes recursos sido comprovada por muitos estudos econômicos e ambientais. Entretanto, poucos são os esforços no sentido de levar estes conhecimentos aos órgãos de planejamento governamental e aos setores produtivos. Ao mesmo tempo, muitas vezes esses órgãos ou setores produtivos não se mostram interessados em aplicar esses conhecimentos no seu efetivo planejamento.

O planejamento municipal é de extrema importância, sendo peça fundamental para os Planos Diretores de Desenvolvimento. Geralmente, porém dá-se maior importância para o aspecto urbano, talvez por um caráter mais urgente, havendo poucos trabalhos a nível municipal que abordem a área total destes. Na região de Piracicaba (SP) foi elaborado um Plano Diretor de Desenvolvimento em 1991 contendo basicamente os fatores mais pertinentes ao desenvolvimento urbano. Porém neste Plano Diretor é

apontada a necessidade de se avançar no processo de planejamento rural, sem contudo definir uma estratégia específica para isto (PIRACICABA, 1992).

Com Sistemas de Informações Geográficas pode-se armazenar e manipular diferentes modalidades de informações temáticas de uma região, relacionando-as a aspectos socio-econômicos, climáticos e outros, possibilitando uma agilidade e facilidade na manipulação e cruzamento de informações, o que fornece maior precisão nos dados.

Deste modo, é clara a necessidade de se efetuar um estudo enfocando o município como um todo, com dados atualizados e de fácil acesso. Este estudo poderá servir de referência a vários setores como à extensão, definindo as áreas mais aptas a serem instaladas ou mantidas determinadas culturas e à pesquisa, permitindo o seu direcionamento para áreas com características que se adaptem melhor aos objetivos propostos pela pesquisa ou apontando problemas específicos que podem ser estudados.

3.1 Planejamento do uso da terra e planejamento ambiental

BRANDT & OLIVEIRA (1973) definem o planejamento como a maneira de prever o mais detalhadamente possível o que vai acontecer, de modo que todas as ações e tomadas de decisões sejam feitas no tempo e lugar certo.

De acordo com DIEPEN et al.(1991), a avaliação de terras é o estudo da aptidão do uso desta. Para manter a avaliação de terras no seu sentido mais amplo é necessário a integração de várias disciplinas.

LORANDI (1985), em trabalho feito na região de São Carlos, enfatiza a importância do levantamento pedológico para o aproveitamento racional dos recursos naturais, bem como o aspecto de cada tipo de levantamento ser feito em função de uma necessidade e objetivo específico.

Existem trabalhos como o de ARAÚJO (1988), que tem como objetivo servir de marco de referência a órgãos públicos e/ou privados. Realizou-se na região da baixada ocidental maranhense um estudo do uso da terra, força de trabalho e população, equipamentos públicos e privados existentes, produção agropecuária e tipo de tecnologia utilizada, para diagnóstico da região. Este serviu para orientar programas de investimentos, fazendo parte de um programa de apoio ao pequeno produtor rural

OLIVEIRA (1988) relacionou o ambiente agrícola (fertilidade de solos, química e mineralogia, água no sistema, etc) com a evolução das relações de produção, caracterizando o que chamou de etnopedologia. O autor sugere o termo para o estudo da relação entre o tipo de ocupação das terras e o sistema agrícola adotado pela comunidade, com os recursos naturais disponíveis, sendo estes os principais condicionantes da ocupação.

FAETH (1993) define agricultura sustentável, como aquela que garante manutenção da produtividade e lucratividade associada a uma minimização de impactos ambientais.

Sustentabilidade significa que a atividade econômica deve satisfazer as necessidades presentes sem comprometer as futuras. Deste modo o consumo de recursos naturais deve respeitar este preceito (DIEGUES, 1989). O desenvolvimento agrícola sustentável conserva os recursos genéticos, não degrada o meio ambiente, é apropriado tecnicamente, viável economicamente e aceitável socialmente (FAO, 1990).

Porém a prática da agricultura atual nem sempre se enquadra nestas definições pois os sistemas de produção muitas vezes ignoram o que podem estar causando aos recursos naturais como solo e água. Por outro lado tanto a agricultura como outros setores econômicos dependem da saúde destes recursos. Fazendeiros calculam a depreciação de suas máquinas, mas ignoram as perdas de produtividades devido ao

esgotamento de recursos. O solo pode ser erodido, lençóis freáticos contaminados, fauna desaparecer e reservatórios serem assoreados, mas normalmente nenhuma depreciação é aplicada sobre a degradação destes recursos (FAETH, 1993).

Segundo RUBIO et al. (1989), a adaptação do uso das terras às suas limitações é um dos mais baratos e efetivos meios de conservação dos recursos naturais.

No estado do Paraná, cuja ocupação desde o início da colonização sempre se caracterizou por um modelo imediatista, decorrente quase sempre da ação de estímulos econômicos e políticos, observa-se uma situação de alta degradação das terras, refletida em alguns casos por uma acentuada redução na produtividades das culturas. A área ocupada por culturas anuais no Paraná em 1984 era estimada em 6.000.000 ha. Considerando-se uma perda média de solo de 20 t/ha/ano, e considerando apenas o nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio perdidos, os custos anuais das perdas destes nutrientes chegam a 193 milhões de dólares anuais aproximadamente. Em função disto, minerais do solo e defensivos agrícolas que chegam aos rios do Paraná devido às enxurradas e à erosão excessiva são os principais causadores da poluição das águas. Esta poluição vem afetando a qualidade da água para consumo humano e animal, encarecendo o custo de tratamento desta (PARANÁ, 1987). Porém, atualmente este quadro está sendo revertido graças ao manejo conservacionista de algumas áreas por parte de iniciativas públicas e privadas.

Quanto a aspectos econômicos, existem trabalhos como o de CORTINA (1992), que tem como enfoque principal a necessidade de planejamento econômico da empresa agrícola moderna, principalmente a partir de 1990 quando a maioria dos subsídios para a agricultura foi cortada. No planejamento deve ser levado em conta a situação conjuntural do meio e isto implica em estrutura e recursos disponíveis. Neste contexto o conhecimento dos recursos naturais é de importância fundamental.

Segundo FAETH (1993) métodos de contabilização de recursos naturais são um excelente meio de se medir a sustentabilidade de um sistema. Com índices econômicos o autor compara sistemas de produção convencional com sistemas alternativos, contabilizando os recursos naturais envolvidos. Com a criação de um método analítico que quantifica os custos e benefícios econômicos e ambientais dos sistemas agrícolas, é possível se comparar as consequências de intervenções políticas, transferências de custo ambiental nas fazendas em termos físicos e monetários bem como quais os custos e benefícios de políticas ambientais comparadas.

SILVA et al. (1993) ressalta a importância do processamento georeferenciado quando integrado a dados extraídos de sensoriamento remoto, podendo ser extremamente útil na avaliação e planejamento da exploração sustentável e duradoura dos recursos naturais.

3.2 Planejamento e sistemas informatizados

É clara a necessidade de um planejamento para a ocupação agrícola e urbanização com um mínimo impacto. Sistemas de Informações Geográficas (SIG) podem ser considerados um auxílio no planejamento, como demonstrado em exemplos na Florida e em Massachusetts, citados por DAVIDSON (1992). É fundamental a importância dos SIGs para o armazenamento e manipulação de dados sobre a evolução do uso das terras, monitoramento de mudanças que eventualmente ocorram, alterações no modelo de ocupação agrícola e possibilidade de expansão de determinadas culturas.

Segundo FORMAGGIO et al.(1992), a disponibilidade de um método semi automático e não subjetivo para a obtenção da aptidão agrícola associado à verificação periódica do uso da terra e a comparação com uso ideal (adequação de uso), seria um

importante instrumento para as entidades conservacionistas e de planejamento poderem monitorar e propor opções para o uso das terras.

Para LOPES ASSAD (1995) uma das grandes dificuldades na avaliação das terras para fins de manejo consiste em definir um método que a partir da dinâmica ambiental, permita estimar o comportamento do meio quando submetido a um dado manejo. Essa dificuldade se torna bastante evidente em áreas onde a ocupação acelerada exige rapidez na caracterização da aptidão da terra e da sua capacidade de suportar os impactos provocados pelo uso. Neste sentido a utilização de SIGs, vem permitindo o zoneamento de áreas de forma mais eficiente, substituindo os métodos tradicionais de análise quase sempre mais onerosos e de manipulação mais difícil.

VENTURA et al. (1993) citam que nos Estados Unidos da América os órgãos oficiais estão procurando a tecnologia da informática, em especial dos SIGs, para facilitar o armazenamento de informações e prover qualidade e eficiência aos programas conservacionistas implementados pelo governo.

Os SIGs fornecem informações que auxiliam na tomada de decisões quanto ao tipo de investimentos, e onde investir em sistemas conservacionistas (DAVIDSON, 1992 e VENTURA et al., 1993).

Muitas são as vantagens de utilização de SIGs, como localização específica dos fenômenos, possibilidade de estudos em áreas extensas envolvendo muitas variáveis, fácil acesso e rapidez na manipulação de dados (DAVIDSON, 1992 e TEIXEIRA et al., 1992).

Os Sistemas de Informação Geográfica provém cientistas, planejadores e políticos de um eficiente meio de combinações e análises georeferenciadas e descritivas dos recursos naturais, para um melhor entendimento e manejo das terras (FERNANDEZ et al., 1993). Dados geograficamente referenciados podem ser manipulados, analisados

estatisticamente, avaliados arquivados, recuperados e instantaneamente reproduzidos em mapas e tabelas (SILVA et al., 1993).

DAVIDSON (1992) cita que em meados da década de 80 envolveu-se com planejamento regional para demonstrar o potencial de utilização dos SIGs em planejamento estratégico e, apesar de um grande número de informações terem sido geradas, grande parte foi ignorada, sendo a causa principal a não adaptabilidade das informações geradas a necessidade dos planejadores locais.

Um problema colocado por VENTURA et al. (1993), é que apesar da utilização dos Sistemas de Informação Geográfica terem potencial para agilizar muitos tipos de informação, sua implementação exige substancial esforço, principalmente no que se refere a tempo para automatização dos dados, treinamento de pessoal, organização, etc. Sob o aspecto dos equipamentos necessários, geralmente são sofisticados, caros e de difícil operação, exigindo técnicos especializados.

3.3 Exemplos brasileiros

KOFFLER & MORETTI (1991), em trabalho no município de Rio Claro (SP) procuraram estabelecer um quadro idealizado do uso agrícola das terras, de acordo com sua aptidão natural, em função das exigências ambientais de culturas agrícolas tradicionalmente cultivadas na região. Como base de dados foram utilizadas cartas geológicas da região (IPT), mapa de solos na escala 1:100.000 (OLIVEIRA & PRADO, 1989), e uso das terras com base em fotografias aéreas. Através destes dados foram gerados mapas de classe de declive e aptidão agrícola, e estas informações confrontadas com a situação de uso atual. Estas informações foram cruzadas e analisadas por um Sistema de Informações Geográficas "GEO-INF & MAP" desenvolvido por TEIXEIRA (1989) compatível com microcomputadores do tipo IBM-PC. Como resultado foram

obtidos mapas de terras aptas para determinadas culturas, reflorestamentos e pastagens, suas áreas e a representatividade no município. Posteriormente as áreas foram divididas em grupos de manejo com semelhantes características edáficas e semelhante grau de investimento necessário para a otimização agrícola da área.

Anterior a esse trabalho, já existia na área urbana de Rio Claro um zoneamento feito por COTTAS (1983), em sua tese de doutoramento. Agrupando diversas informações de meio físico, elaborou-se uma carta de orientação para a sua ocupação, definindo as áreas mais apropriadas para diferentes usos da terra.

ASSAD & SANO (1993) descrevem um planejamento realizado no município de Silvânia, GO, no qual dados de solos, declividade e uso das terras foram manipulados em um SIG, analisando-se a ocupação e expansão da fronteira agrícola na região. Com esses dados básicos e dos cruzamentos obtidos com o SIG, efetuou-se a caracterização do município e de 12 comunidades pertencentes a este. A área estudada foi de 362.000 ha e o município apresentou uma produção econômica diversificada, heterogeneidade no tamanho das propriedades e variação no uso da força de trabalho. O objetivo principal do trabalho seria auxiliar os produtores rurais através de uma maior integração entre pesquisa e extensão rural. Como resultado, identificou-se e qualificou-se o aumento das áreas cultivadas entre 1978, 1981 e 1986, concluindo ter a ocupação de novas áreas para plantio sido feita de forma desordenada, sem respeito à aptidão das terras.

SILVA et al. (1993), com o objetivo de detectar as áreas e o risco à integridade do meio ambiente e de dar suporte à prevenção do uso inadequado dos solos, desenvolveram uma análise temporal do uso da terra na região de Ubajara (CE) em um período de 27 anos. Para tanto, utilizaram-se de dados extraídos de fotografias aéreas, imagens TM/Landsat 5, e mapas de levantamentos de solos, todos processados e

sobrepostos em um Sistema de Análise Georeferenciada. Este sistema se mostrou muito útil na visualização das variações espaciais e temporais de uso da terra e aperfeiçoou o armazenamento e a manipulação de dados para decisões que conduzam à conservação do solo e da água.

LOPES ASSAD (1995), realizou um estudo na Fazenda Experimental da Universidade de Brasília com o objetivo de definir um método para determinação da aptidão agrícola das terras para três níveis de manejo, a partir das informações obtidas por levantamento de solos e utilizando o Sistema de Informações Geográficas desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (SGI/INPE). Com este trabalho pretendeu-se contribuir para a automatização da determinação da aptidão agrícola de terras, utilizando apenas dados disponíveis provenientes de levantamento de solos e de cartas planialtimétricas.

No Plano Diretor de Desenvolvimento de Piracicaba elaborado em 1991, foi apontada a necessidade de se avançar no processo de planejamento, sem contudo definir uma estratégia específica para isto (PIRACICABA, 1992). Neste documento é apresentado um estudo da tendência geral de desenvolvimento dos municípios pertencentes a bacia do Rio Piracicaba nos últimos anos, não havendo maiores especificações quanto ao tipo de ocupação das terras, nível de tecnologia utilizada, produtividade, potencialidades e limitações dos recursos naturais disponíveis.

Muito tem sido investido em estudos na Bacia do Rio Piracicaba porém estes referem-se mais a fornecer subsídios que orientem as ações necessárias à proteção, recuperação, conservação e utilização dos recursos hídricos da bacia. Apesar ser um dos objetivos do trabalho fornecer subsídios para o uso e ocupação do solo, este porém é apresentado em escala regional, não sendo abordada especificamente a área do município de Piracicaba, e sim a área da sub-bacia do rio Piracicaba, englobando os

municípios de Americana, Analândia, Charqueada, Cordeirópolis, Corumbataí, Ipeúna, Iracemópolis, Limeira, Nova Odessa, Piracicaba, Rio Claro, Rio das Pedras, Santa Gertrudes, Santa Bárbara do Oeste, Santa Maria da Serra, São Pedro, Sumaré (SÃO PAULO, 1994).

Neste contexto há uma evidente carência de trabalhos que abordem o município de Piracicaba considerando a sua extensão total, enfatizando aspectos da adequação do uso das terras e o potencial para desenvolvimento agrícola no município.

3.4 Exemplos internacionais

Na Flórida foi realizado um planejamento na costa de St Lucie County utilizando para um estudo preliminar do uso das terras, a análise de fotografias aéreas comparando-as com o uso atual obtido por imagem TM/ LANDSAT 5. As informações obtidas foram processadas e integradas em um SIG, obtendo-se desta maneira as mudanças ocorridas no uso das terra. O conhecimento da dinâmica destas mudanças ocorridas no passado permite planejar a ocupação futura (DAVIDSON, 1992).

FAETH (1993) cita que em 1982 no estado de Wisconsin nos EUA, a assembleia legislativa preocupada com a constante degradação dos solos e recursos hídricos revisou a legislação para a conservação destes. A intenção da nova legislação era estabelecer normas e modelos de conservação de solos para a orientação da assistência técnica e coordenação dos esforços conservacionistas locais, estaduais e federais. Foram criados comitês municipais de conservação (LCCs) e um programa de controle da erosão bem como o encorajamento de outros municípios a executarem programas deste tipo. Para tanto, desenvolveu-se uma metodologia para a contabilidade dos recursos utilizados nos sistemas agrícolas, permitindo uma comparação econômica em diferentes condições de uso da terra.

No município de Dane, no centro sul de Wisconsin, o LCC contou com a Pesquisa Universitária (Land Information and Computer Graphics Facility, School of Natural Resources, University of Wisconsin, Madison) para análise de dados e produção de um planejamento conservacionista. Este trabalho contou com uma estimativa de perda de terras por erosão, pela Equação Universal de Perda de Solo (USLE). Com a divisão das propriedades no município, uso da terra (imagem de LANDSAT/TM) e estimativa de perda de terras por erosão, foram feitos cálculos e mapeadas as áreas de maiores riscos de erosão do município (VENTURA et al., 1988).

Neste mesmo estado posteriormente, foi executada com os conservacionistas locais uma pesquisa sobre a visão destes sobre a implantação de SIGs, fatores que facilitavam e fatores que dificultavam a utilização destes no campo governamental. A resposta de todos foi unânime: que os órgãos oficiais são os mais indicados para agrupar as informações do meio físico e processá-las em SIGs, e gerar informações para ajudá-los a tomar decisões sobre o melhor uso e manejo conservacionista adequado às terras.

Pode-se esperar portanto que programas conservacionistas facilitem a ampla utilização dos SIGs no campo oficial, na medida em que criam demanda para suas capacidades. Os SIGs podem auxiliar nestes programas na medida em que combinam análises espaciais com habilidade de integrar dados rapidamente (VENTURA et al., 1993).

4.MATERIAL E MÉTODOS

Considerando como escala de trabalho a microbacia hidrográfica SPAROVEK & LEPSCH (1994) realizaram uma caracterização geral do município utilizando dados de solos (OLIVEIRA & PRADO, 1989) e relevo (Cartas IBGE escala 1:50.000, folhas SF-23-M-III-1, SF-23-M-III-2, SF-23-M-III-3, SF-23-M-III-4 SF-23-M-IV-1, SF-23-Y-A-V-3), gerando mapas de classe de capacidade de uso (LEPSCH et al., 1991) por microbacias e em área total do município. Estes foram comparados com o uso das terras (imagens TM /LANDSAT 5, composição colorida bandas 3,4,5, 2/set de 1991, escala 1:100.000), obtendo-se um quadro da situação de ocupação em 1991.

Essas informações foram digitalizadas em forma de quadricula sobre a área, utilizando-se uma malha amostral de 250 metros x 250 metros, correspondendo a uma área de 6,25 ha.

Posteriormente estes dados foram analisados pelo o programa GMAP (SPAROVEK et al., 1993). Este é um programa de computador de análise de mapas geográficos que possibilita a digitalização de mapas temáticos (mapa de solos, declividade, uso da terra, divisões administrativas, etc.), fotografias aéreas ou imagens de satélite. Uma vez digitalizadas, essas informações podem ser quantificadas e cruzadas, possibilitando a obtenção de outros níveis de informação, como a classe de capacidade de uso, ou a adequação de uso da terra, em forma de tabelas ou localizadas em mapas.

A área de estudos localiza-se entre as coordenadas 47°30" e 48°00" W e 22°30" e 23°00" S, estando contida na bacia do rio Piracicaba que corresponde a 12.400 km², englobando parcialmente ou integralmente 50 municípios paulistas e 5 mineiros (PIRACICABA, 1991).

A área total de estudos (176.000 ha ou 1760 km²), é um pouco maior que a área legal do município (137.000 ha ou 1372 km²) pois as microbacias que possuíam apenas parte de sua área dentro dos limites deste, foram consideradas na sua totalidade, constituindo-se de 78 microbacias hidrográficas.

Segundo SPAROVEK & LEPSCH (1994), na área predominam solos podzólicos e suas associações, num total de 81.950 ha (47%). Os latossolos (LE+LR+LV) ocupam 36.425 ha (21%) situados predominantemente na parte oriental do município conforme Figura 1.

Mapa pedológico simplificado das terras de Piracicaba (SP)

Fonte: Adaptado e complementado de Oliveira e Prado, 1989

Figura 1: Mapa pedológico simplificado das terras de Piracicaba (SP)

Quanto a classe de declive a predominante é C, com 68.831 ha (39%), os declives maiores (D+E) somam 64.293 ha (37%) e os menores (A+B) somam 41.244 ha (23%). A classe de capacidade de uso (LEPSCH et al., 1992) predominante é a IV, com 63.168 (36%). As classes I, II, e III ocorrem em 71.938 ha (41%) e as classes V, VI, VII, e VIII ocupam 34.032 ha (19%).

Quanto ao uso das terras em 1991, as áreas ocupadas por cana-de-açúcar (86.819 ha) representam 49% do total, sendo que as áreas de pastagem (45.662 ha) representam 26%. A área destinada a outras culturas situam-se ao redor de 5%, e a área de vegetação natural ocupa aproximadamente 15%.

A comparação do uso em 1991 com a capacidade de uso indicou a adequação de uso, estando as áreas com uso adequado ao redor de 60%, enquanto as áreas subutilizadas somaram ao redor de 7%, e as áreas superutilizadas e utilizadas com risco ao redor de 27%.

4.1 Avaliação do potencial de utilização das terras

A definição da utilização ideal das terras deve ser fundamentada nas características dos solos e do ambiente, bem como em aspectos estruturais e sociais.

A escolha dos parâmetros mais adequados que servirão para o agrupamento dos solos deve ser feita com base naqueles que exercem maior influência na utilização dos mesmos, principalmente os de natureza física, pois são de correção mais difícil que os de natureza química (FRANÇA, 1980).

Existem diversas condições que vão influenciar o uso da terra: tanto a nível local, como as restrições físicas e a fertilidade do solo, quanto a nível regional, como a cultura predominante na região, o traçado de estradas para escoamento de produção e outros. Para o presente estudo foram consideradas apenas as características do meio físico e a fertilidade do solo. Não foi possível ampliar o trabalho para condicionantes sociais pois neste contexto existem variáveis muito complexas que necessitam de um estudo aprofundado a parte para serem analisadas devidamente.

Partindo da base de dados existente (SPAROVEK & LEPSCH, 1994) com uma visão geral sobre o uso das terras em Piracicaba e de dados analíticos inéditos, da carta pedológica semi detalhada do Estado de São Paulo folha de Piracicaba (OLIVEIRA & PRADO, 1989), fornecidos pela seção de pedologia do IAC, (Anexo 1) procedeu-se a determinação dos critérios para a adequação do uso das terras.

4.1.1 Erodibilidade

O primeiro parâmetro analisado foi a erodibilidade do solo, ou seja, a sua suscetibilidade à erosão. Esta, segundo WISCHMEIER & MANNERING (1969), é uma propriedade inerente ao solo, sendo um importante fator na previsão das perdas de terra por erosão. Porém, trata-se de uma propriedade complexa que depende da combinação de parâmetros individuais de cada solo, especialmente aqueles que determinam a velocidade de infiltração da água no perfil e aqueles que determinam a resistência à dispersão e ao arraste de partículas durante a chuva e o escoamento superficial.

Para o cálculo da erodibilidade foi utilizado uma equação apresentada por DENARDIN (1990), que se baseia no nomograma de WISCHMEIER et al. (1971), como segue:

$$K = 0,00000748 (M) + 0,00448059 (P) - 0,06311750 (DMP) + 0,01039567 (R)$$

onde:

K = valor estimado para o fator erodibilidade do solo, em (t. ha h/ ha Mj mm),

M = variável adimensional calculada a partir de parâmetros granulométricos, ou seja: % novo silte x (% novo silte + % nova areia),

P = permeabilidade do solo conforme Wischmeier et al. (1971), no qual foram estabelecidas as seguintes classes de permeabilidade: 1= rápida; 2= moderada a rápida; 3= moderada; 4= lenta a moderada; 5=lenta; 6=muito lenta,

DMP = diâmetro médio ponderado das partícula menores que 2 mm (mm),

R = relação entre teor de matéria orgânica e o teor da nova areia (MO x % nova areia)/100

Este modelo foi testado em solos do Brasil e dos EUA, com valores de erodibilidades conhecidos através de determinação direta no campo. A exatidão da equação representada segundo DENARDIN (1990) pelo coeficiente de determinação de 0,9767 e erro padrão estimado de 0,006 t.ha.h/ha.Mj.mm (teste F), permite que ela substitua as determinações de campo na grande maioria dos casos.

Esta equação utiliza na sua maioria variáveis resultantes de análises de rotina, com exceção do parâmetro "M". Para o seu cálculo é necessária subdivisão da fração areia em areia muito fina, areia fina, areia média, areia grossa e areia muito grossa. Como na base de dados disponível estavam determinadas apenas as frações areia grossa e areia fina, a equação foi adaptada, substituindo-se novo silte (0,002 a 0,1 mm) por silte (0,002 a 0,05 mm) + areia fina (0,05 a 0,2 mm) e a nova areia (0,1 a 2 mm) por areia grossa (>0,2 mm).

Segundo WISCHMEIER et al.(1971), a erodibilidade tende a aumentar com o conteúdo de silte + areia muito fina e diminuir com os conteúdos de areia >0,1mm, argila e Matéria orgânica. Desta maneira, ao se substituir na equação silte + areia muito fina (novo silte) por silte + areia fina, esta fração terá um pequeno acréscimo, fato que pode ser interessante para as presentes condições, pois a maioria dos solos tropicais apresentarem baixa porcentagem de silte e areia muito fina.

O diâmetro médio das partículas foi calculado por uma equação, descrita por BAVEL (1949), para diâmetro médio de agregados e aplicada neste caso para frações granulométricas.

$$DMP = \sum (C_i \times Pm_i)$$

Pm = peso médio de cada fração granulométrica em relação ao total.

C = Centro de cada classe textural expresso em mm pela escala ϕ (*phi*)

KRUNBEIN (1934) conforme Tabela 1.

Tabela 1: Diâmetro médio de cada classe textural pela escala *Phi*

Classe Textural	Diâmetro em mm (escala <i>Phi</i>)
Areia grossa <i>AB</i>	0,65
Areia fina <i>AK</i>	0,150
Silte <i>Z</i>	0,0117
Argila <i>Y</i>	0,00024

A partir desta equação chegou-se a valores de K, que foram classificados segundo a Tabela 2, apresentados por classes de solos no Anexo 2.

Tabela 2: Classificação do índice de erodibilidade (K).

Classes de Erodibilidade	K (t.ha.h/ha Mj.mm)
alto	>0,0318
médio	0,0318-0,0247
baixo	<0,0247

As classes foram definidas pela média mais ou menos vinte vezes a variância, obtendo-se valores próximos dos apresentados por BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), para algumas classes de mapeamento do Estado de São Paulo (PV 0,055 a 0,018 e LR 0,012 t. ha. h / ha Mj mm) e por CARVALHO et al. (1989) (PV 0,0232 t.ha h / ha Mj mm), e estão representadas na Figura 2.

Erodibilidade estimada das terras de Piracicaba (SP)

Figura 2: Erodibilidade estimada das terras de Piracicaba.

FOSTER et al. (1981) em trabalho sobre os solos dos EUA apresentaram valores para os EUA, classificando como baixa erodibilidade 0,01; moderada erodibilidade 0,03 e alta erodibilidade 0,06 t ha h/ha Mj mm. Estes valores diferem daqueles encontrados para solos brasileiros por SILVA et al. (1993), classificando como baixa erodibilidade (K) de 0,010 a 0,019 t ha h/ ha Mj mm e alta > 0,020 t ha h/ha Mj mm.

Outros autores como WISCHMEIER et al. (1969); FREIRE & PESSOTI (1976); HENKLAN (1980); ANGULO (1983); BERTONI & LOMBARDI NETO (1990); DENARDIN (1990); SILVA et al. (1993), observaram que a erodibilidade

apresenta grande variação de valores, atribuindo à enorme quantidade de variáveis condicionantes.

YOUNG et al. (1990) e JACOBS et al. (1995), descrevem a erodibilidade como uma propriedade dinâmica, apresentando variações durante as estações do ano. Estas variações estão correlacionadas a três fatores: temperatura, textura e quantidade de água anteriormente encontrada no solo. Como o valor de erodibilidade considerado normalmente é o valor médio anual, o efeito destes três fatores é mascarado.

Os valores estimados de erodibilidade através da equação de DENARDIN (1990) têm o objetivo de fornecer uma estimativa da erodibilidade média anual das unidades de mapeamento ocorrentes no município, não sendo consideradas portanto as possíveis variações sazonais.

4.1.2 Espessura do solo

A espessura do solo foi o outro parâmetro escolhido para ser relacionado com a erodibilidade dos solos para a avaliação do potencial de uso das terras.

Os solos foram classificados em delgados (<0,5 m), médios (0,5 a 1,00 m), espessos (>1,00 m), identificados a partir da descrição das unidades de mapeamento.

A espessura do solo é uma variável importante na identificação do uso adequado das terras, pois se relaciona com a capacidade da cultura se estabelecer, com as práticas conservacionistas necessárias e com a reversibilidade dos efeitos da erosão.

LEPSCH et al. (1991) enfatizam que as propriedades do solo a serem julgadas para fins de determinação de suas limitações, são a profundidade efetiva, a capacidade de retenção de água, a permeabilidade e drenagem interna, a fertilidade e a possibilidade de motomecanização. Na sua maioria estas propriedades estão direta ou indiretamente relacionadas a espessura do solo.

Segundo BERTONI & LOMBARDI NETO (1990) o conhecimento da espessura da camada mais favorável ao desenvolvimento radicular e ao armazenamento da umidade disponível tem grande importância para o conhecimento da capacidade de uso do solo, determinando a cultura a ser instalada e a seleção das práticas conservacionistas.

4.2.3 classe de declive

A declividade foi classificada em A (0 a 2 %); B (2 a 5 %); C (5 a 10 %); D (10 a 15 %) e E (> 15 %), e o mapa elaborado com base nas cartas planialtimétricas do IBGE, escala 1:50.000 em que o município estava contido.

A declividade, o comprimento e tipo de vertente são fatores que determinam a velocidade da enxurrada, relacionando-se diretamente com a intensidade do processo erosivo (SMITH & WISCHMEIER, 1962 e WISCHMEIER & SMITH, 1978), constituindo-se assim uma informação muito importante para o planejamento conservacionista.

A sobreposição do mapa de erodibilidade, espessura do solo e classe de declive, gerou o mapa de potencial de uso das terras de Piracicaba para cultura da cana-de-açúcar, levando em consideração o meio físico.

Foi definido como sendo de uso prioritário a lavoura de cana-de-açúcar na área pela abrangência em área cultivada e importância econômica. Com base nesta cultura o potencial foi dividido em cinco classes: Muito alto, Alto, Médio, Baixo e Muito baixo conforme critérios apresentados na Tabela 3. O mapa de potencial das terras de Piracicaba para a cultura da cana-de-açúcar está representado na Figura 3.

Tabela 3: Critérios para avaliação do potencial de uso das terras de Piracicaba para a lavoura de cana-da-açúcar

Erodibilidade	Espessura (m).	Classe declive	Potencial uso para cana-de-açúcar
Alta	> 1,0	0-2 %	Alto
		2-5 %	Alto
		5-10 %	Médio
		10-15 %	Baixo
		>15 %	Muito Baixo
	0,5-1	0-2 %	Alto
		2-5 %	Médio
		5-10 %	Baixo
		10-15 %	Muito Baixo
		>15 %	Muito Baixo
	<0,5	0-2 %	Médio
		2-5 %	Baixo
		5-10 %	Muito Baixo
		10-15 %	Muito Baixo
		>15 %	Muito Baixo
Média	> 1,0	0-2 %	Muito Alto
		2-5 %	Alto
		5-10 %	Alto
		10-15 %	Médio
		>15 %	Baixo
	0,5-1	0-2 %	Alto
		2-5 %	Alto
		5-10 %	Médio
		10-15 %	Baixo
		>15 %	Muito Baixo
Baixa	> 1,0	0-2 %	Muito Alto
		2-5 %	Muito Alto
		5-10 %	Alto
		10-15 %	Médio
		>15 %	Baixo
	0,5-1	0-2 %	Muito Alto
		2-5 %	Alto
		5-10 %	Médio
		10-15 %	Baixo
		>15 %	Muito Baixo

Potencial de uso das terras de Piracicaba para a cultura de cana-de-açúcar

Figura 3: Potencial de uso das terras de Piracicaba para a cultura da cana-de-açúcar

4.2 Sistemas de manejo

Dentro de cada classe de potencial de uso para a lavoura de cana-de-açúcar encontram-se várias classes de solos em distintas declividades. Estas foram listadas, quantificadas e agrupadas de acordo com o comportamento semelhante no que diz

respeito às operações de manejo recomendado para implantação e manutenção da cultura da cana-de-açúcar.

À cada grupo deste foi atribuído um número e uma letra, correspondendo a um sistema de manejo próprio conforme representado na Tabela 4. Cada sistema de manejo foi caracterizado pelas principais operações envolvidas no processo produtivo para aquele determinado grupo de solos e classes de declive desde o plantio à colheita.

Tabela 4: Ocorrência das principais classes de solos agrupadas e o sistema de manejo correspondente para a cultura da cana de açúcar

Potencial de utilização	Classe de solo	% de ocorrência	Sistema de manejo
Muito alto	Latossolos eutróficos e TE eutrófica	5,8	1 a
	Latossolos álicos, distróficos	3,2	1 b
	Cambissolo álico	0,3	1 b
Alto	Latossolos distrófico e álicos	6,1	2 a
	Areia quartz. álica	1	2 a
	Latossolos e TE eutróficos	2,6	2 b
	PVs álicos e distróficos	7,5	3 a
	Cambissolo distrófico	0,6	3 a
	Gleys distróficos	1,8	4 a
Médio	Latossolos álicos distróficos	3,2	5 a
	LE e TR eutróficos	2,2	5 b
	PV álico abrupto	5,4	6 a
	Areia quartz. álica	3,7	7 a
Baixo	Latossolos distrófico	1,3	8 a
	PVs álicos abruptos	17,8	8 a
	Areia quartz. álica	2,4	9 a
	Litólico distrófico	0,9	10 a
	PE +Li eutrófico	0,3	10 b
Muito Baixo	Latossolo e Areia quartz. álica	0,8	11 a
	PVs eutrófico abrupto	1,5	12 a
	PVs distróficos e álicos abruptos	15,3	12 b
	Litólicos eutróficos	5,9	13 a
	Litólicos distróficos	9	13 b

Baseado nos trabalhos de ZAMBELLO Jr et al. (1983), COLETI (1987), FREITAS (1987), PERTICARRIARI & IDE (1988), MARGARIDO et al. (1988) e JOAQUIM et al. (1994 a e b), entrevista com técnicos das Usinas Costa Pinto SA, Usina Santa Helena e Usina Quatá, planilhas do Depto. Agrônômico da Associação dos Fornecedores de cana de Piracicaba e da ORPLANA (Organização dos plantadores de Cana-de-açúcar) as operações correspondentes a cada sistema de manejo foram detalhadas de forma a representarem todo o processo produtivo de cada Sistema de manejo , desde o preparo do solo até a colheita (Anexo 3).

4.2.1 Detalhamento das operações

Em cada sistema de manejo foram detalhadas, de acordo como as características do grupo de solos correspondente, as operações, como a construção de carregadores, erradicação da soqueira, preparo e correção do solo, tratos culturais, e colheita.

O manejo adotado em cada sistema tem o objetivo de maximizar o potencial produtivo da cana-de-açúcar naquelas condições sem contudo promover o esgotamento dos solos ou favorecer o processo erosivo.

Desta forma, as operações escolhidas buscaram representar um sistema de produção ideal, procurando representar uma forma de condução da cana-de-açúcar com minimização dos impactos ambientais.

Apesar do detalhamento das operações em cada sistema de produção foram necessárias algumas simplificações, porém como os sistemas foram comparados entre si

estas simplificações não representaram perda de compreensão do processo como um todo.

A prática de adubação orgânica como aplicação de vinhaça ou torta de filtro embora sendo reconhecidamente uma prática de ampla difusão na região com resultados comprovadamente positivos no que diz respeito ao aumento de produtividade (JOAQUIM et al., 1994 a e b) podendo substituir em parte a adubação mineral (PENATI et al., 1988) não foi incluída. Esta operação envolve um manejo mais específico relacionado a dose a ser aplicada, fertilidade do solo, proximidade das Usinas e equipamentos para aplicação, o que restringe a área de aplicação, não podendo ser considerada uma prática possível de ser adotada em área total.

4.2.2 Produtividade

A produtividade da cana-de-açúcar está diretamente relacionada ao clima, sendo este o seu fator determinante (OMETO, 1981; IDE & BLANCHI, 1984; BARBIERI, 1993 e BEAUCLAIR, 1994).

NUNES (1992), associando médias de produtividade de cana-de-açúcar na região de Piracicaba em quatro cortes às variedades plantadas em solos fracos, solos médios e solos bons, encontrou variações de 69 a 98 t/ha. COOPERSUCAR (1982) relacionando médias de produtividade às classes de solos na região de Piracicaba para a safra 80/81 apresenta valores como 92 t/ha para Terra Roxa Estruturada, 67 t/ha para Latossolo Vermelho Amarelo e 87 t/ha para Latossolo Vermelho Escuro, sem contudo especificar o corte a que se referem tais valores.

Dentro deste contexto foi elaborado um método para estimativa da produtividade da cana-de-açúcar para as unidades de mapeamento dos solos do município. Foi considerada na estimativa o componente climático da produtividade, o

componente fertilidade do solo e o componente ambiente físico para o desenvolvimento radicular (espessura e disponibilidade da água no solo).

Como a área de estudos encontra-se em uma única região climática (BARBIERI, 1993) a participação do clima na produtividade foi considerada constante.

Para representar a produtividade média em cinco cortes, foi considerado o valor máximo de 90 t/ha ano. Existem trabalhos com resultados de produtividade média na região associados a variedades e classes de solos (JOAQUIM et al., 1994 a) com médias superiores a este valor, porém considerando apenas quatro cortes. Assim, como o número de cortes tem valor depressivo sobre a produtividade (BEAUCLAIR, 1994), adotou-se o valor de 90 t/ha ano como média ideal em cinco cortes.

4.2.3 Cálculo da produtividade

Atribuiu-se ao clima uma participação em produtividade constante de 60 t/ha, correspondendo a 67 % do valor máximo. O restante 30 t/ha (33 % do valor máximo), variou de acordo com a avaliação dos outros parâmetros (fertilidade, espessura do solo e disponibilidade de água no solo)

Para a fertilidade considerou-se os níveis de Potássio (K meq/100g), a Capacidade de Troca de Cátions (T), e a Saturação por Bases (V %), que segundo BITTENCOURT et al. (1989) e BITTENCOURT et al. (1990), estão associados a produtividade da cana-de-açúcar.

Dentro do componente que envolve atributos para o bom desenvolvimento das plantas, incluiu-se a espessura do solo e a disponibilidade de água do solo.

A avaliação dos atributos relacionados à fertilidade foi feita sobre os dados analíticos das unidades de mapeamento do município seguindo os critérios relacionados

na Tabela 5, em função do grau de limitação, baseado em trabalhos de PENNATI et al. (1988) e BITTENCOURT et al. (1990).

Tabela 5: Atributos do solo relacionados a sua fertilidade em função do grau de limitação à produtividade da cana-de-açúcar

Atributo	Grau de limitação
K (meq/100g) <0,35	limitante
K (meq/100g) >0,35	não limitante
T (meq/100g) <7,5	limitante
T (meq/100g) >7,5	não limitante
V % <50	limitante
V % >50	não limitante

Estes limites dos valores adotados para o componente fertilidade são valores médios encontrados em trabalhos que relacionam níveis de produtividade à alguns destes atributos (PENNATI et al., 1988 e BITTENCOURT et al., 1990). Acima desses valores, o que foi chamado de não limitante, espera-se uma produtividade ideal, desde que satisfeitas todas as outras necessidades da cultura da cana-de-açúcar e dentro dos limites esperados para a variedade utilizada.

Para o cálculo final do componente fertilidade do solo foi atribuído um valor a este grau de limitação, variando de zero a dois. Caso não ocorresse nenhum fator limitante foi atribuído valor dois, caso ocorresse um ou dois fatores limitantes foi atribuído valor um, e caso todos os fatores fossem limitantes considerou-se valor zero, de acordo com a Tabela 6:

Tabela 6: Valor atribuído ao grau de limitação do componente fertilidade

Ocorrência de fator limitante	valor
nenhuma	2
uma ou duas	1
três	0

Na avaliação da espessura do solo foi atribuído valor zero para solos delgados (0 a 50 cm), valor um para solos médios (50 a 100 cm) e valor dois para solos espessos (>100 cm), conforme Tabela 7.

Tabela 7: Valor atribuído à avaliação da espessura do solo

Espessura do solo	Valor atribuído
>100 cm	2
50 a 100 cm	1
<50 cm	0

Na avaliação da disponibilidade hídrica considerou-se valor zero para solos com baixa disponibilidade hídrica como AQ, Aluviais e Litólicos, valor um para solos com média disponibilidade hídrica como Latossolos e PVs de textura média e valor dois para solos com alta disponibilidade hídrica como Latossolos argilosos ou PVs abruptos, conforme Tabela 8:

Tabela 8: Valor atribuído à avaliação da disponibilidade hídrica

Disponibilidade hídrica	Valor
Alta	2
Média	1
Baixa	0

Somando-se estes três valores (componente fertilidade, espessura do solo e disponibilidade hídrica) e multiplicando-se por 5 chegou-se ao valor do incremento de produtividade média relativo a estes fatores, podendo variar de 0 a 30 t/ha, conforme observa-se no Anexo 4.

Para cada sistema de manejo a estimativa da produtividade média foi feita ponderando-se a produtividade estimada da unidade de mapeamento presente no sistema por sua porcentagem de ocorrência dentro deste.

Utilizou-se uma produtividade média por ano igual para os cinco cortes. Considerando que a variação da produtividade a cada corte é extremamente dependente da relação entre variedades e fertilidade do solo (NUNES, 1992) e considerando uma única variedade é função de sua constituição genética (efeito genotípico), do conjunto de condições externas que afetam o seu crescimento e desenvolvimento (efeito ambiente), e da interação entre esses dois efeitos (BRAGA 1994) não seria possível estimar a produtividade esperada de cada corte para todas as unidades de mapeamento do município pois tem-se um número muito grande de interações impossível de serem relacionadas e o banco de dados disponível é limitado.

4.2.4. Cálculo do custo das operações

O custo das operações foi calculado baseado no rendimento operacional médio de cada conjunto trator-implemento segundo MARGARIDO et al. (1988). Considerou-se os valores de hora máquina publicados pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA, 1995). Foi necessário um detalhamento dos sistemas de manejo especificando as operações e o custo dessas para diferenciação do custo total de cada sistema de manejo de modo a ser possível uma comparação entre eles.

Para alguns casos foram considerados custos médios fornecidos pela Associação dos Fornecedores de cana de Piracicaba e pela ORPLANA (Organização dos plantadores de cana), e/ou trabalhos publicados contendo avaliações econômicas de sistemas de produção de cana-de-açúcar. Esses valores encontram-se detalhados no Anexo 5.

4.2.5 Cálculo da produção e custo total para cada sistema de manejo

Para o cálculo da produção total de cada sistema de manejo para a cana-de-açúcar considerou-se cinco cortes da cana-de-açúcar: 1 corte de cana-planta e 4 cortes de cana-soca. Existem trabalhos que indicam a possibilidade de até oito cortes na região de Piracicaba, porém em condições específicas extremamente favoráveis. Para o presente estudo, adotou-se para o cálculo do ciclo produtivo total 5 cortes, baseado em uma média de estágio de reforma de 24 usinas cooperadas da Copersucar de 5,3 cortes (JOAQUIM et al., 1994 b).

Para os tratos culturais foi adotada uma sequência de operações única para todos os sistemas de manejo. Para o sistema de colheita também foi adotada uma só sequência de operações porém uma etapa do sistema que é o corte é função da produtividade do sistema, variando entre os sistemas de manejo (Anexo 5). Deste modo, para o cálculo das despesas totais de cada sistema de manejo, foram somados os custos do plantio da cana-de-açúcar mais cinco vezes os custos dos tratos culturais (1 cana planta + 4 canas socas) e cinco vezes os custos da colheita. Posteriormente dividiu-se o total por cinco (cinco safras) e obteve-se o total de despesas por ha ano para as áreas em produção.

Para o cálculo de produção total multiplicou-se a produtividade média de cada sistema de manejo por cinco safras. Multiplicando-se a produção total pelo valor da tonelada de cana-de-açúcar recebida pelo produtor em junho de 1995 (US\$ 11,5), obteve-se a receita total e subtraindo-se desta as despesas totais obteve-se a margem bruta nas cinco safras, e posteriormente dividindo-se por cinco obteve-se o margem bruta total em US\$/ha.ano para as áreas em produção em cada sistema de manejo.

4.3 Modelagem dos cenários:

Com base nas classes de potencial para a cultura da cana-de-açúcar foram simulados cinco cenários. Em cada cenário foi testado um nível crescente de ocupação das terras como segue:

Cenário 1: cana-de-açúcar até potencial Muito Alto.

Cenário 2: cana-de-açúcar até potencial Alto

Cenário 3: cana-de-açúcar até potencial Médio

Cenário 4: cana-de-açúcar até potencial Baixo

Cenário 5: cana-de-açúcar até potencial Muito Baixo

Cada Cenário é representado pelos Sistemas de manejo descritos na Tabela 4, que estão contidos nas classes de potencial a serem ocupadas no cenário correspondente.

Estes cenários estão representados na figura 4:

Figura 4: Cenários de ocupação crescente com cana-de-açúcar nas terras de Piracicaba.

4.3.1 Avaliação dos Cenários

Cada cenário é composto de um conjunto de Sistemas de manejo de acordo com a Tabela 4.

A avaliação de cada cenário foi baseada na **produção total em t/ano, na margem bruta total em US/ano, na receita total em US/ano e na margem bruta total em US/ha ano**. Através destes índices os cenários foram comparados e avaliados.

5.RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliação econômica

Em cada cenário foi calculada a área total, a área em produção, a produtividade total em 1000 t, a margem bruta total em U\$ por área em produção e a margem bruta em U\$ por ha total por ano (Anexo 7).

Considerando os sistemas descritos no Anexo 3, e um sistema de produção efetivamente instalado, a área em produção real é variável entre os sistemas de manejo de acordo com o ciclo da cana-de-açúcar recomendada para a área em questão.

Para cada área foi adotado um sistema de produção de modo a aproveitar ao máximo o potencial produtivo da referida área considerando um sistema sustentável. Dentro destes sistemas adotou-se para as áreas com potencial elevado para a cana-de-açúcar o plantio de cana de ano, o que permite uma produção contínua na área. Porém a época de plantio é de alto risco de erosão devido a ocorrência de chuvas intensas (setembro a dezembro). Como essas áreas de elevado potencial para cana-de-açúcar provavelmente estão menos sujeitas ao processo erosivo, a produção contínua nessas terras não deve implicar em elevado risco de degradação, desde que feito o manejo conservacionista adequado. Apesar da cana de ano apresentar uma produtividade média em todo o ciclo produtivo mais baixa, esta é compensada pela produção contínua na área, permitindo todo ano uma safra, mesmo nos períodos de reforma.

Para as áreas com potencial um pouco menor foi recomendado o plantio de cana de ano e meio, em alguns caso com rotação com adubação verde no verão utilizando a crotalária (*Crotalaria juncea*). Nesse caso, a época de plantio coincide com épocas de menor ocorrência de chuvas intensas (março a maio), diminuindo os riscos de erosão no período antes e depois do plantio, quando o solo fica mais exposto. Apesar de a cana de ano e meio ser mais produtiva em termos de média total do ciclo produtivo, no sistema de produção adotado existe um ano em que não há colheita. Deste modo, a produtividade média de cinco safras é dividida por seis anos, igualando-se portanto à produtividade média da cana de ano.

Nas áreas com potencial muito baixo foi recomendado o plantio de cana de ano no inverno (adotou-se a denominação de cana de inverno), para fugir totalmente do plantio no período chuvoso. Nas áreas onde propõe-se este sistema ocorrem solos rasos ou muito sujeitos à erosão, sendo desejável o plantio em época sem chuvas, utilizando irrigação. Inclui-se para esses sistemas um ano no ciclo produtivo. Neste ano, a área estaria com adubação verde com crotalária (*Crotalaria juncea*) no verão deixando-se os restos culturais sobre a superfície. Por serem solos rasos não se recomenda uma produção contínua, admitindo-se que neste período de pousio a leguminosa estará contribuindo para a incorporação de certa quantidade de Nitrogênio devido a fixação desse pelas bactérias associadas às raízes da leguminosa.

5.1.1. Cálculo da área em produção

Para os sistemas onde está sendo recomendada a cana de ano, em um sistema planejado, tem-se na área total ao mesmo tempo cinco diferentes estágios do processo produtivo: áreas em quinto corte, reformas e plantio; áreas em primeiro corte; áreas em

segundo corte; áreas em terceiro corte e áreas em quarto corte. Para estes casos a área total é igual a área em produção efetiva.

Para as áreas onde está sendo recomendada a cana de ano e meio, de maneira análoga, tem-se neste caso ao mesmo tempo na área total em um sistema de produção planejado seis etapas do processo produtivo: áreas em reforma com plantio de adubação verde (crotalaria - *Crotalaria juncea*) ou não durante o verão e plantio; áreas em primeiro corte; áreas em segundo corte; áreas em terceiro corte; áreas em quarto corte e áreas em quinto corte. Nestes casos foi considerada como área de produção efetiva 5/6 da área total e a produção total por ano foi calculada baseada nesta área de produção efetiva.

Para os sistemas onde estará sendo proposta a cana de inverno (cana de ano a ser plantada no inverno), o sistema de produção prevê também 6 estágios: áreas em quinto corte e rotação com adubação verde (*Crotalaria juncea*) durante o verão; áreas em reforma e plantio; áreas em primeiro corte; áreas em segundo corte; áreas em terceiro corte e áreas em quarto corte. Da mesma forma como para as áreas com cana de ano e meio foi considerada como área de produção efetiva 5/6 da área total e a produção total por ano foi calculada baseada nesta área de produção efetiva.

Para os três casos a margem bruta total foi calculada sobre a produção total e a margem bruta em US\$/ha ano foi calculada sobre a área total, dividindo a margem bruta total pela área total. Inclui-se portanto no cálculo da margem bruta por ha ano as áreas que não estão efetivamente produzindo.

5.2 Sistemas de manejo

Inicialmente foram observadas as tendências gerais dos sistemas de manejo.

5.2.1 Área total e área em produção

Conforme o sistema de manejo adequa-se às situações de maior risco, a área efetiva de produção diminui. Nos sistemas onde está proposto o plantio da cana de ano continuamente a área em produção é igual a área total. Porém nos sistemas onde está proposto o plantio de cana de ano e meio e cana no inverno a área sob produção efetiva é proporcionalmente menor que as áreas de plantio de cana de ano como pode ser observado no gráfico 1:

Gráfico 1: Área total e área em produção efetiva

Conseqüentemente nestas áreas com cana de ano e meio e cana de inverno (sistemas 3a a 13b) a margem bruta por ha total por ano é proporcionalmente menor, pois a margem bruta total das áreas em produção efetiva (5/6 do total da área), estará sendo dividida pela área total.

5.2.2 Margem bruta

Cada sistema de manejo possui uma margem bruta por ha total por ano. Observou-se que a tendência desta é diminuir conforme propõe-se a ocupação de áreas com menor potencial para a cultura da cana-de-açúcar, conforme pode ser observado no gráfico 2:

Gráfico 2: Margem bruta relativa aos sistemas de manejo por ha total/ano

Esta tendência é explicada pelo fato de conforme o potencial das terras para o cultivo da cana-de-açúcar diminui, as despesas referentes a cada sistema de manejo aumentam. Esse aumento deve-se principalmente às operações para a implantação da

cultura, pois para controlar o processo erosivo que pode vir a ocorrer no plantio e estabelecimento da cultura, são adotadas práticas conservacionistas mais intensas aumentando as despesas do sistema, conforme observa-se no gráfico 3.

Subentende-se que nestas áreas com potencial menor para o plantio da cana-de-açúcar o risco de erosão é maior e por isso são necessárias essas práticas.

Gráfico 3: Despesas relativas aos sistemas de manejo em U\$ por ha por ano

Observa-se também que a margem bruta por ha total diminui, pois conforme ocupam-se áreas com menor potencial e aumentam as despesas, a receita mantém-se constante ou até diminui, pois esta é função da produtividade média por ha.

A produtividade estimada conforme metodologia descrita anteriormente, é uma média das unidades de mapeamento ocorrentes em cada sistema de manejo ponderada pela área de ocorrência destas no referido sistema. Para as classes de menor potencial de utilização para a cana-de-açúcar, a produtividade média apresentou-se geralmente menor, por atributos das próprias unidades de mapeamento ocorrentes nestas classes, refletindo ainda mais em diminuição da receita por ha ano dos sistemas de manejo.

Existem alguns sistemas de manejo como por exemplo o **5b** que apesar de ter um potencial de utilização para a cana-de-açúcar classificado como médio, possui uma alta margem bruta em relação aos outros sistemas conforme observa-se no gráfico 2. Isto se deve ao fato dos solos ocorrentes neste sistema especificamente serem solos com características que segundo a metodologia proposta apresentam uma alta produtividade estimada.

Observou-se também que a tendência de decréscimo da margem bruta em relação aos sistemas de manejo não é linear, conforme indicado no gráfico 2. Isso é explicado pelo fato de cada sistema de manejo apresentar diferentes custos de implantação e manutenção da cultura da cana-de-açúcar bem como diferenças, não necessariamente decrescentes por sistemas de manejo, na receita e consequentemente margem bruta por ha ano, conforme observa-se no Gráfico 4.

Gráfico 4: Despesa, receita, margem bruta e produção total por sistema de manejo

Neste gráfico nota-se que a produção total varia muito entre um sistema de manejo e outro, pois as áreas dos sistemas são desiguais, existindo sistemas como o **8 a** e **12 b**, com área em produção bem superior aos outros sistemas.

5.3 Cenários

Considerando os sistemas de manejo como parte integrante de cada classes de potencial de utilização procedeu-se uma análise dos cenários de ocupação.

Para comparar a ocupação crescente do município nos cenários propostos após calculados os índices econômicos referentes a cada sistema de manejo, estes foram agrupados por cenário de modo a ser possível a avaliação e comparação do índices econômicos por cenário.

No cálculo da margem bruta média por ha total por ano para cada cenário, as margens brutas de cada sistema de manejo foram ponderadas por sua área de ocorrência, de modo a ter-se um média onde está representada a participação de cada sistema de manejo em termos de área correspondente.

5.3.1 Comparação

A ocupação crescente das terras do município com cana-de-açúcar nos cenários propostos está representada na Figura 4, e os índices relativos aos cenários apresentados no gráfico 5 e na tabela 9:

Gráfico 5: Índices relativos aos cenários

Tabela 9: Índices econômicos relativos aos cenários:

Cenários	Área total	Produção total	Margem bruta	M bruta total
	10 ⁵ ha	10 ⁵ t	U\$/ha ano	10 ⁵ U\$
1	16,38	13,13	314,52	51,52
2	48	38,13	283,41	142,51
3	69,28	54,06	256,96	192,90
4	102,6	79,13	234,5	267,99
5	137,16	101,87	211,56	299,22

Como pode ser observado no gráfico 5 e na tabela 9 conforme estende-se a ocupação da área com cana-de-açúcar, apesar da margem bruta total acumulada em 1000U\$ ser sempre crescente, a margem bruta média dos cenários por ha total por ano (U\$/ha ano) diminui. Isto significa que a ocupação de áreas com um potencial menor, que apresentam uma menor margem bruta por sistema de manejo causa uma diminuição

da margem bruta média total do cenário. Esta tendência deve-se ao fato de conforme estarem sendo cultivadas áreas de potencial menor, os sistemas de manejo tornam-se mais caros pela utilização de técnicas conservacionistas mais intensas.

Considerando que a produção deve ter um mínimo de margem bruta total para ser compensatória em termos de investimento e gasto de energia, alguns sistemas dentro dos cenários de ocupação aparentemente não devem ser interessantes, por apresentarem uma margem bruta muito baixa.

Considerando a moda da quantidade em t/ha de cana-de-açúcar paga ao arrendamento de terras para cultivo desta na região de Campinas (dados coletados de 103 municípios), publicada pelo IEA (1995), de 16,53 t/ha, a um custo de US\$ 11,5 (junho de 1995) a tonelada de cana paga ao produtor, tem-se um rendimento de US\$ 190 /ha com o arrendamento. A partir deste parâmetro foram analisados os cenários.

Comparando-se o valor de margem bruta média para cada cenário com esse valor pago pelo arrendamento na região, a margem bruta aproxima-se a cada cenário deste valor, porém esta apresenta-se sempre superior. Considerando a margem bruta referente a cada sistema de manejo individualmente, a partir do sistema 6a essa apresenta-se inferior a esse valor pago pelo arrendamento, conforme observado no gráfico 2. Nestas áreas onde a margem bruta é baixa, tem-se um indício que a atividade agrícola praticada pode não ser a mais adequada, podendo haver outras atividades que por estarem melhor adaptadas ao meio físico, proporcionariam maiores rendimentos.

Comparando esse quadro com a atual ocupação das terras pode-se concluir que provavelmente em muitos casos onde está ocorrendo o cultivo da cana-de-açúcar em áreas com potencial baixo ou muito baixo esta margem bruta baixa está sendo compensada pela não utilização das devidas práticas conservacionistas, barateando assim o sistema e tornando-o viável economicamente.

Esta situação porém, que a curto prazo gera maiores recursos, estará causando provavelmente ao longo das safras um declínio ou esgotamento do potencial produtivo das terras. Isso sem considerar os prejuízos que não são só para as terras em questão, a longo prazo, mas também para o ambiente pois os sedimentos arrastados contribuem para o assoreamento de rios e reservatórios, diminuindo a quantidade de água e piorando a qualidade desta para o consumo aumentando os gastos com tratamento desta.

Estes gastos atualmente não são considerados no processo produtivo, porém são de fundamental importância quando considerara-se a agricultura como parte de um ecossistema total e principalmente quando objetiva-se a manutenção da produtividade das culturas ao longo do tempo e a preservação dos recursos naturais.

5.3.2 Produção atual

Comparando a estimativa de produção para a atual (1995/96) safra do município de Piracicaba, elaborada pela Casa da Agricultura em fevereiro de 1995, na qual tem-se uma área estimada de 46.000 ha de cana em produção a uma produtividade de 74 t/ha (média do município), têm-se uma produção total estimada de 3.404.000 t. Somando-se a este valor a produção relativa às áreas de cana planta (13.000 ha), tem-se um total previsto a ser colhido nesta safra de 4.366.000 toneladas de cana-de-açúcar.

Comparando esta produção à produção total prevista nos sistemas de manejo propostos, conclue-se que com a utilização apenas das classes de portencial Muito alto e Alto, e mais os sistemas de manejo 5a e 5b, poderia estar sendo atingida essa produção com alguma margem de sobra (4.460.000 t previstas).

Nesta ocupação hipotética, para alcançar os níveis de produtividade propostos, subentende-se que estarão sendo seguidas as práticas de manejo referidas nos respectivos sistemas.

5.3.3 Cenário hipotético e quadro atual

A comparação entre este cenário hipotético de ocupação onde estaria sendo atingida a atual produção total do município e as áreas de ocupação real (uso em 1991), podem ser observadas na Figura 5 e na Tabela 10.

Comparação entre as atuais áreas de produção de cana-de-açúcar e o cenário hipotético

Figura 5: Comparação entre as áreas de produção de cana-de-açúcar em 1991 e o cenário hipotético.

Tabela 10: Comparação entre as áreas de produção de cana-de-açúcar em 1991 e o cenário hipotético

Situação	Área correspondente
Cultura da cana-de-açúcar em áreas com potencial elevado (Ma, A, 5a, 5b)	40.818,75 (23,2 %)
Cultura da cana-de-açúcar em áreas com potencial baixo (M, B, Mb)	45.668,75 ha (25,9 %)
Áreas com potencial baixo sem cana-de-açúcar	74.125,00 ha (42,15 %)
Áreas com potencial elevado para cana-de-açúcar e se cana	15.525,00 ha (8,8 %)

Pela tabela 10, observa-se que apenas 23,2% da cultura da cana-de-açúcar está realmente em áreas com potencial elevado para esta utilização e praticamente 26 % das áreas que estão plantadas com cana-de-açúcar tem baixo potencial para tal uso.

Este quadro indica que existe praticamente 26 % da área com alta chance de estar em intenso processo de degradação pois são áreas ocupadas com cana-de-açúcar e possuem potencial baixo para o cultivo desta, com maiores riscos de erosão. Provavelmente nessas áreas o manejo está sendo feito de forma a garantir a máxima produção dentro de um custo o mais reduzido possível, não levando em consideração as limitações naturais da referida área. Mesmo nas áreas com potencial Alto ou Muito alto pode estar ocorrendo uma não utilização das técnicas conservacionistas adequadas, porém por apresentarem condições adápticas mais favoráveis para o cultivo da cana-de-açúcar este manejo inadequado não deve estar causando tão sérios prejuízos ambientais.

Ao mesmo tempo existe quase 9% da área que poderia estar sendo utilizada com cana-de-açúcar e não está.

5.4 Quadro ideal

Considerando uma utilização hipotética apenas das áreas suficientes para representar a produção atual de cana-de-açúcar do município, sobrariam áreas que poderiam estar destinadas a outros usos. Estes usos poderiam trazer rendimentos até superiores à cana-de-açúcar pois estariam melhor adaptados às condições não tão favoráveis a cana-de-açúcar.

Dentro deste contexto, uma opção viável é o plantio de florestas comerciais. Segundo CASTANHO FILHO (1994) o setor florestal como fornecedor de matéria prima gera inúmeros empregos e funções. Por ter ciclos longos de produção gera postos de trabalho permanente, contribuindo para minimizar a crise estrutural de emprego, que se agravou nestes anos 90, ao fixar contingente populacional no meio rural. Ao mesmo tempo é uma opção econômica para pequenos, médios e grandes empresários rurais que podem ser envolvidos diretamente no processo agroflorestal.

A floresta comercial, especificamente para esse caso o Eucalipto é uma alternativa interessante, pois o mercado fornece indicações de que existe demanda potencial para uma maior produção de madeira para papel e celulose (VEIGA FILHO & RODRIGUES VEIGA, 1993) na região.

O município de Piracicaba encontra-se perto de grandes fábricas de papel e celulose, tendo teoricamente potencial para o desenvolvimento da atividade florestal.

Nesse contexto, fazendo-se uma estimativa aproximada do que poderia representar o plantio de florestas, especificamente o Eucalipto, em termos de margem bruta por ha/ano, tem-se o seguinte quadro: Com base em uma estimativa de custo de um sistema de produção da Cia. Suzano de Papel e Celulose, detalhado no anexo 8, no qual tem-se um custo final de 1,97 U\$ por estereo (st), considerando um sistema para utilização da madeira para celulose com um ciclo total da cultura de 14 anos,

possibilitando dois cortes, tem-se uma produção total está em torno de 630 st/ha no total, representando 45 st ha/ano.

Sendo comercializado a 5,05 U\$ o estereo (FLORESTAR ESTATÍSTICO, 1994/5) em pé, poderia gerar uma receita de 227,25 U\$/ano. A despesa correspondente estaria em torno de 88,65 U\$/ano, o que representaria uma margem bruta de 138,65 U\$/ano.

Pode-se assim ter uma idéia de que para algumas áreas onde a margem bruta por ha/ano para a cana-de-açúcar apresenta-se inferior ao valor desta para o Eucalipto, talvez este fosse uma opção de atividade mais vantajosa economicamente.

Outra atividade que pode estar sendo estimulada é a pecuária de corte. Atualmente as pastagens ocupam praticamente 26 % do município, sendo em sua maioria praticada a pecuária extensiva. As pastagens podem estar sendo melhor manejadas de modo a ter-se mesmo no sistema de pastejo extensivo, bons índices de produtividade.

Estimando-se a receita que poderia proporcionar a pecuária de corte, com base em um sistema de produção de pastejo contínuo comumente adotada na região detalhado no anexo 8, tem-se a seguinte expectativa: Considerando um boi gordo com 15 arrobas sendo vendido a 20 U\$ a arroba (Informativo Rural, julho de 1995), esse boi estaria rendendo U\$ 300. Considerando uma lotação de 1 cab/ha tem-se uma receita de U\$ 300 por ha. Em um sistema de produção extensivo, com baixo nível de manejo, cuja despesa total por hectare para engorda é de U\$ 225,00 (período de 2,5 anos incluindo o preço do boi magro), tem-se uma margem bruta por ciclo de engorda de U\$ 75,00. Deste modo a margem bruta por ha ano é da ordem de U\$ 30,00 por ha.

Porém esse sistema por apresentar baixíssimo nível de investimento e manejo promove uma margem bruta por ha muito baixa. A fim de se ter maiores rendimentos

com a atividade pecuária a ponto desta ser competitiva em termos econômicos com a cana-de-açúcar, deveriam ser incentivados nas áreas com pouca aptidão para esta cultura, sistemas de produção com um nível tecnológico mais elevado, com maiores retornos econômicos.

Porém para se tomar a decisão sobre o melhor uso a que se destinarão as terras é necessário levar em consideração primeiramente os aspectos relacionados ao meio físico, pois estes interferem diretamente na estimativa de rendimento que a cultura pode oferecer.

Em um segundo momento é necessário se fazer um estudo aprofundado da conjuntura econômica a que determinada cultura está inserida e desta maneira avaliar-se o seu potencial econômico para a tomada de decisão sobre o que seria o melhor investimento.

5.5 Considerações finais

Este estudo baseou-se no potencial das terras de Piracicaba para o cultivo da cana-de-açúcar pela sua abrangência em área cultivada e pela importância econômica no município de Piracicaba. Porém, sugere-se para estudos posteriores, a avaliação do potencial das terras para outras culturas, por exemplo culturas anuais como milho, feijão, soja e arroz.

Os sistemas propostos para a cana-de-açúcar não são os únicos possíveis, havendo outras combinações de operações que poderiam estar chegando à resultados semelhantes sob o aspecto conservacionista. Entende-se que os sistemas adotados no presente estudo são algumas opções de manejo adequados às situações específicas destas áreas.

Dentro do sistema de produção de cana-de-açúcar pode-se, para um estudo futuro considerar também a rotação com culturas como soja ou amendoim, prática comum em outras regiões mas não tradicionais na região de Piracicaba. A rotação com essas culturas traz inúmeras vantagens, não só pelos benefícios referentes à incorporação do nitrogênio ao solo, como também a possibilidade de custear a implantação da cultura da cana-de-açúcar instalada a seguir pela comercialização da colheita anterior.

A prática de plantio direto também não foi considerada no presente estudo, embora admite-se ser uma prática gradativamente difundida em outras regiões com resultados positivos, e com potencial para o estabelecimento nessa região.

O potencial para o cultivo de pastagem e eucalipto bem como o rendimento destas culturas foi apenas indicado. Sugere-se para um estudo futuro o aprofundamento nestas culturas, avaliando-se mais detalhadamente o potencial destas culturas.

Por fim sugere-se que estudos desse tipo sejam feitos em maior número, e que as idéias e as questões levantadas e indicadas nestes sejam levadas em consideração pelos órgãos planejadores para tomada de decisões, principalmente e em áreas que estejam em processo de ocupação ou alterações no uso das terras

6. CONCLUSÕES

6.1 Conclusões gerais

*Em trabalho anterior (SPAROVEK & LEPSCH, 1994) observou-se que a expansão da lavoura canavieira de 1962 a 1991 havia se dado principalmente nas áreas anteriormente ocupadas com pastagens. Estas áreas, em sua maioria, foram classificadas no presente estudo como tendo um potencial para a cana-de-açúcar de médio a muito baixo. Conforme o indicado neste estudo, estas áreas apresentam um risco de degradação alto, proporcionando, se adotadas as medidas conservacionistas adequadas, uma margem bruta baixa ao sistema de produção. Porém, de maneira geral, esta margem bruta baixa é superior àquela proporcionada pela pecuária extensiva, com o baixo nível de manejo normalmente praticado nestas áreas, o que pode explicar a ocupação dessas com a cana-de-açúcar.

No contexto da necessidade de produção para suprir a demanda por parte das usinas, considerando que atualmente esta esteja sendo satisfeita, seria possível estar a produção de cana-de-açúcar concentrada apenas nas áreas com potencial elevado para esta cultura e o total de produção atual estaria sendo atingido. Nestas áreas com potencial mais elevado, a margem bruta é maior e o risco de degradação é menor.

Para as áreas onde o potencial para a cana-de-açúcar é baixo, poderiam estar sendo cultivadas florestas comerciais como Eucalipto, por exemplo, proporcionando em

parte destas áreas rendimentos mais altos que a cana-de-açúcar, nos sistemas propostos. Já a pecuária extensiva, para ser competitiva com a cana-de-açúcar em termos econômicos seria necessário um nível de manejo mais elevado para proporcionar uma maior margem bruta.

Existem outras culturas que poderiam proporcionar rendimentos ainda maiores, porém seriam necessários estudos mais aprofundados para a definição de opções de culturas viáveis técnica e economicamente.

Talvez para reverter o processo de degradação a que muitas áreas estão sujeitas, fosse mais eficiente investir em estudos e esforços para aumentar os níveis de produtividade das áreas com cana-de-açúcar que tem elevado potencial. Nas áreas onde o potencial é baixo seria desejável estimular outras atividades agrícolas que pudessem proporcionar iguais ou maiores rendimentos que a cana-de-açúcar e que seriam mais adequados sob o aspecto conservacionista.

6.2 Conclusões específicas

A metodologia proposta para avaliação do potencial das terras de Piracicaba para o cultivo da cana-de-açúcar apresentou rapidez e eficiência na obtenção dos resultados.

* O crescente uso das terras do município de Piracicaba com a cana-de-açúcar, nos sistemas propostos, conforme estende-se a áreas com potenciais de utilização decrescentes traz considerável diminuição na margem bruta por ha total por ano, tanto na média geral dos cenários de ocupação como nos sistemas de manejo.*

Considerando as práticas conservacionistas necessárias para controlar os processos erosivos e manter os níveis de produtividade ao longo do tempo, a utilização

de terras com potencial baixo a muito baixo, implicaria em rendimentos econômicos muito baixos. ↵

Provavelmente nas áreas com potencial para o cultivo da cana-de-açúcar de médio a baixo, onde aumentam-se os custos de implantação diminuindo a margem bruta, técnicas conservacionistas são utilizadas em menor intensidade para diminuir a despesa total, devendo este fato estar contribuindo para a degradação das terras à longo prazo.

↵ A utilização das terras dentro de seu potencial traz maior retorno econômico ao sistema produtivo, conforme foi indicado neste estudo. ↵

↵ Utilizando apenas as áreas com potencial para a produção de cana-de-açúcar muito alto, alto e parte do médio, seria possível chegar a produção total esperada para a safra 1995/6 no município de Piracicaba. Desta maneira a cultura estaria estabelecida em áreas de menor risco de degradação possibilitando a diminuição nos custos de implantação e mantendo uma margem bruta média alta. Ao mesmo tempo, as áreas de potencial baixo e muito baixo que atualmente são utilizadas para o cultivo da cana-de-açúcar, poderiam estar sendo utilizadas com outras culturas, possibilitando rendimentos maiores e diminuição no risco de degradação das terras bem como outros prejuízos ambientais difíceis de serem quantificados monetariamente. ↵

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGULO, R.J. Relações entre a erodibilidade e algumas propriedades de solos brasileiros. Curitiba, 1983. 129 p. (Mestrado - Universidade Federal do Paraná).
- ARAÚJO, P.C.I. **Estrutura agrária dos municípios de Pinheiro, São Bento e Palmerândia, na baixada ocidental maranhense (diagnóstico preliminar).** São Luis, EMAPA, 1988.
- ASSAD, E.D. & SANO, E.E. **Sistema de Informação Geográficas; aplicações na agricultura.** Planaltina, EMBRAPA/ CPAC, 1993. 247p.
- BARBIERI, V. Condicionamento climático da produtividade de caca-de-açúcar (*Saccharum spp.*): Um modelo matemático fisiológico de estimativa. Piracicaba, 1993, 142 p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ USP).
- BAVEL, C.H.M. Men weight diameter of soil aggregates as a statistical index of agregation. **Soil Science of Society of America Procedings**, Madison, 14: 20-3, 1949.
- BEAUCLAIR, E. G. F. Produtividade da cana-de-açúcar em função de alguns macronutrientes presentes no caldo e no solo. Piracicaba, 1994. 97p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- BENNETT, H. H. **Soil conservation.** New York, Mac Graw-Hill, 1939. 993p.

- BERTONI, J.& LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo, Icone, 1990. 335p.
- BITTENCOURT, V.C.; CARMELLO, Q.A. de C.; BEAUCLAIR, E.G.F.; JOÃO, J.; CLEMENTE, J.L. Produtividade da cana-de-açúcar e suas relações com fertilidade dos solos e manejo da cultura. **STAB. açúcar Alcool e Subprodutos**, Piracicaba, **8** (5/6): 10-4, maio/agos. 1990.
- BITTENCOURT, V.C.; CLARET, A.C.; CARMELLO, Q. A. de C.; CARVALHO, A. J. L. Produtividade da cana-de-açúcar e fertilidade do solo. **STAB. Açúcar Alcool e Subprodutos**, Piracicaba, **8** (20): 41-5. nov/dez 1989.
- BRAGA Jr., R.L.C. Interação genótipo ambiente em novos clones de cana-de-açúcar. In: Seminário Copersucar de Tecnologia Agronômica, 6. Piracicaba, 1994. Anais. Copersucar. p. 119-29.
- BRANDT, S. A. & OLIVEIRA, I. G. **O planejamento da nova empresa rural brasileira**. Rio de Janeiro, APEC, 1973. 260p.
- CARVALHO, M.P.; LOMBARDI NETO, F.; VASQUES FILHO, J.; CATANEO, A. Índices de erosividade da chuva correlacionados com as perdas de um Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico, textura argilosa/muito argilosa de Mococa (SP): primeira aproximação do fator erodibilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, **13**: 237-42, 1989.
- CASTANHO FILHO, E.P. Florestas, novas opções de investimento. In Florestar Estatístico, São Paulo, **2** (5): 1994.
- COLLETI, J.T. Técnica cultural de plantio. In: Paranhos S. B., coord. **Cana de açúcar**; cultivo e utilização. Campinas, Fundação Cargill, 1987. p.284-328.

- CONDE, A.J.; DONZELLI, J.L.; PIVETTA, Á.R.; LOPES, C.R. Conservação de solos em um Podzólico Vermelho Amarelo. In: Seminário Copersucar de tecnologia agrônômica, 6,. Piracicaba, 1994. **Anais**, São Paulo, Copersucar abril/maio de.1994. 22-7.
- COPERSUCAR. Resultados obtidos pelo "Controle Técnico Agrônômico"na safra 80/81. In Seminário de Tecnologia Agrônômica, 1, **Anais**. Piracicaba, Copersucar, 1982. 241-52.
- CORTINA, N. Planejamento de empresas rurais em Santa Catarina. Piracicaba, 1992. 112 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ USP).
- COTTAS, L.R. Estudos geológicos-geotécnicos aplicados, ao planejamento urbano de Rio Claro. 1983. sn. (Doutorado - Instituto de Geociências/ USP).
- DAVIDSON, D.A. Application of Geographical Information Systems to land evaluation. Course on land evaluation, held at UIMP, Valencia, Palau de Pineda, 1992. 29 p.
- ⌘ DENARDIN, J.E. Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos. Piracicaba, 1990. 114 p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ USP).
- DIEGUES, A.C. Desenvolvimento sustentado, gerenciamento geoambiental e o de recursos naturais. **Cadernos FUNDAP**, São Paulo, 9 (16) : 33-45, jun.1989.
- DIEPEN, C. A.; KEULEN, H.; WOLF, J.; BERKHOUT, A. A. Land Evaluation: from intuition to quantification. **Advances in Soil Science**, New York, 15: 140-204, 1991.

- FAETH, P. Evaluating agricultural policy and the sustainability of production systems: An economic framework. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, **48** (2): 94-9, 1993.
- FAO. **Water and sustainable development**. Rome, 1990. 48p.
- FERNANDEZ, R.N.; RUSINKIEWICZ, M.; SILVA, L.M.; JOAHANNSEN, C. Design and implementation of soil geographic database for rural planning and management. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, **48** (2): 140-5, 1993.
- FLORESTA ESTATÍSTICA, SÃO PAULO, (2), 6- 1994/5. p.51.
- FORMAGGIO, A.R.; ALVES, D.S.; EPIPHANIO J.C.N. Sistemas de Informações geográficas na obtenção de mapas de aptidão agrícola e de taxa de adequação de uso das terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, **16**: 249-56, 1992.
- FOSTER, G. R.; McCOOL D.K.; RENARD K.G.; MOLDENHAUER W.C.; Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, nov-dez : 355-59, 1981.
- FRANÇA, G.V. **Interpretação de levantamento de solos para fins conservacionistas**. Piracicaba, ESALQ 1980.
- FREITAS, G. R. Preparo do solo. In: PARANHOS S. B., coord. **Cana-de-açúcar; cultivo e utilização**. Campinas, Fundação Cargill; 1987. p. 271-83.
- GOLLEY, F; BAUDRY, J.; BERRY, R.J.; BORNKAMM, R.; DAHLBERG, K.; JANSSON, A.M.; KING, J.; LEE, J.; LENZ, R.; SHARITZ, R.; SVEDIN, V.; **Bulletin of International Society of Soil Science**, Vienna, **(84)** : 17-21 1993/2.

- HENKLAN, J.C. Erodibilidade de latossolos do Estado do Paraná. Aplicabilidade do método nomográfico. Piracicaba, 1980. 75 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ USP).
- HOLÝ, M. **Erosion and environment**. Oxford, Pergamon Press, 1984. 225p. (Environmental Science and Application, 9).
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Informações econômicas**, 25, (2): 110, 130-3. 1995.
- INFORMATIVO RURAL . Publicação semanal da Sociedade Rural Brasileira. São Paulo, ano 1 n, 28.1995.
- JACOBS, G.; ROLOFF, G.; BISCAIA, R.M.;MERTEN, G. Variações sazonais da erodibilidade do solo sob condições de chuva natural. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Viçosa, 1995. (VI), p. 1994-5.
- JOAQUIM, A.C.; BELINASSO, I.F.; DONZELLI, J.L.;QUADROS, A.C.; BARATA, M.Q. Potencial e manejo de solos cultivados com cana-de-açúcar. In: Seminário de Tecnologia Agronômica, 6. Piracicaba, 1994. **Anais**. São Paulo, Copersucar, 1994, a. p. 1-9.
- JOAQUIM, A.C.; KÖLLER, H.W.; HIRAI, J.M. JUNIOR, C.D.; PAES, L.A.D.; SANTARELLA, M.; JUNIOR, A. R.; PENATTI, C. P. Controle mútuo agrícola. In: Seminário de Tecnologia Agronômica, 6. Piracicaba, 1994. **Anais**. São Paulo, Copersucar, 1994 b. p. 19-30.
- KOFFLER, N.F. & DONZELLI, P.L. Avaliação dos solos brasileiros para a cultura da cana-de-açúcar. In: PARANHOS S. B., coord. Cana de açúcar: cultivo e utilização, Campinas, Fundação Cargill, 1987. p.19-39.

- KOFFLER, N.P. & MORETTI, E. Diagnostico do uso agrícola das terras do município de Rio Claro. **Geografia**, Rio Claro. **16** (2): 1-76, 1991.
- KRUMBEIN, W.C. Size frequency distribution of sediments. **Journal Sed. Petrol.**, **4**: 65-77, 1934.
- LOPES ASSAD, M.L. Uso de um sistema de informações geográficas na determinação da aptidão agrícola das terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, **19**:133-9, 1995.
- LEPSCH, I.F.; BELINAZZI Jr, R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C.R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso; 4ª. aproximação**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175 p.
- LORANDI, R. Caracterização dos solos das áreas urbana e suburbana de São Carlos(SP) e suas aplicações. Piracicaba, 1985. 181p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- MARGARIDO, L.A.C.; BORSARI FILHO, S.; GEMENTE, A.C. Avaliação técnica e econômica de sistemas de produção de cana de açúcar para agricultores da região de Guariba-SP: um teste comparativo para alguns casos. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, **106** (3): 42-7, 1988.
- MATIOLI, C.S. & BARCELOS, J. Irrigação suplementar de cana de açúcar. Estudo comparativo: Pivo central x auto propelido. **Alcool & Açúcar**, São Paulo, **73**: 22-7, abril maio 1994.
- NUNES, N.D. Variedades de cana-de-açúcar: Perspectivas de substituição e expectativas de ganho e produtividade. **STAB**, Açúcar, Alcool e Subprodutos, Piracicaba, **10** (3): 9-13, 1992.

- OLIVEIRA, J.B., & PRADO, H. **Carta pedológica semi-detalhada do Estado de São Paulo; folha de Piracicaba.** Campinas, Instituto Agrônomo; Instituto Geográfico e Cartográfico. 1989. (Escala 1:100.000).
- OLIVEIRA, M. Os solos e o ambiente agrícola no sistema Piranhas Açú, R.N. Viçosa, 1988. p.312. (Doutorado - Universidade Federal de Viçosa)
- OMETO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**, São Paulo, Ceres, 1981. 440 p.
- PARANÁ (Estado). **Programa de manejo integrado dos solos e da água em microbacias.** Curitiba, 1987. 34 p.
- PENNATI, C. P.; ZOTARELLI, E.M.M.; BENEDITINI, M.S.; CHALITA, R.; FERREIRA, E.S.; KORNDONFER, G.H. CACERES, N.T.; CAMBRIA, S. Recomendação de adubação para a cultura da cana-de-açúcar. In: Seminário de Tecnologia agrônoma, 4. Piracicaba, 1988. **Anais.** São Paulo, Copersucar 1988. p 103-13.
- PERTICARRIARI, J.G. & IDE, B.Y. Cultivo mínimo. In: Seminário de tecnologia Agônômica , 4. Piracicaba, 1988. **Anais.** São Paulo, Copersucar 1988. p. 241-52.
- PIRACICABA Prefeitura municipal. **Plano Diretor de desenvolvimento de Piracicaba.** Piracicaba, 1992. 214 p.
- RANZANI, G. Solos para agricultura. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA. **Cultura e adubação da cana de açúcar.** São Paulo, 1964. cap 4, p 99-111.
- RESCK D.V.S. **Manejo e conservação do solo em microbacias hidrográficas na região dos cerrados.** Planaltina, EMBRAPA/CPAC, 1992.

- RESENDE, M; CURTI, N; SANTANA, D.P. **Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações**. Brasília, Ministério da Educação, Lavras ESAL, Piracicaba: POTAFÓS, 1988. 81 p.
- RUBIO,J.L.; MOLINA, M.J.; SANCHEZ, J. Land use recommendations for soil conservation planning in mediterranean environments. In: SCHWERTMANN, V., RICKSON, R.j., AUERSWALD, K., ed. **Soil erosion protection measures in Europe**. Cremlinger, CATENA, 1989: 207-16. (Soil Technology series 1)
- RYFF, T.B.B. Agricultura e meio ambiente: uma abordagem econômica. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, 15 (4) : 7-13, 1995.
- SÃO PAULO (Estado)- Secretaria do Meio Ambiente. **Estabelecimento de metas e reenquadramento dos corpos d'água; Bacia do Rio Piracicaba**. São Paulo, 1994. 81 p.
- SILVA, I. F.; ANDRADE A.P. ; CAMPOS FILHO, O.R. Erodibilidade de seis solos do semi árido paraibano obtido com chuva simulada e método nomográfico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 10: 283-7, 1985.
- SILVA. J.R.C.; DEGLORIA, S.D. PHILIPSON, W.R. Mc NEIL, R.J. Estudo da mudança de uso da terra através de um sistema de análise georreferenciada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 17: 451-7, 1993.
- SMITH,D.D. & WISCHMEIER, W. H. Rainfall erosion. **Advance Agronomy**, 14: 109-45. 1962.
- SPAROVEK, G; JONG VAN LIER, Q; LEPSCH, I.F. GMAP: Um programa de manipulação de mapas temáticos adaptado a computadores de pequeno porte. O exemplo do município de Piracicaba. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 18 (1):15-9, 1993.

- ~~S~~PAROVEK, G. & LEPSCH, I.F. **Diagnóstico de uso e aptidão das terras agrícolas de Piracicaba**. Piracicaba, ESALQ/ Depto de Solos, 1994.
- TEIXEIRA, A.L.A. Notas sobre otimização de um SIG para microcomputadores da linha IBM-PC. **Boletim de Geografia Teorética**, Rio Claro, **18** (35/36): 105-10. 1989.
- TEIXEIRA, A. L. A. MORETI, E., CHRISTOFOLETTI, A. **Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica**. Rio Claro, 1992. 80p.
- VENTURA, S.J.; CHRISMAN, N.R.; CONNORS, K.; GURDA, R.F.; MARTIN, R.W. A land information system for soil erosion control planning. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, **43** (3): 230-3, 1988.
- VENTURA, S.J. & GIAMPETRONI A.D. Wisconsin conservationists respond to field office overload. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, US, **48** (2): 83-9, 1993.
- VEIGA FILHO, A.A. & RODRIGUES VEIGA, J.E.R. In: **Informações Econômicas**, São Paulo, **23** (5): 19-24, 1993.
- WISCHMEIER, W.H. & MANNERING J.V. Relation of soil properties to its erodibility. **Soil Science Society of America Proceedings**. Madison: 33, 1969.
- WISCHEMEIER, W. H.; JOHNSON C.B. e CROSS B.V. A erodibility nomograph for farmland and construction sites. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, **26** (6): 189-93, 1971.
- WISCHEMEIER, W.H. & SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses - a guide conservation planning. Washington, USDA. 1978. 58 p. (Agricultural Handbook, 537).

- YOUNG, R.A.; RÖMKENS, M.J.M.; Mc COOL, D.K. Temporal variations in soil erodibility. In BRYAN, R.B., ed. **Soil erosion; experiments and models.** Cremlinger, **CATENA**, **17**, 41-53, 1990.
- ZAMBELLO J.R.; ORLANDO FILHO, J.O.; MACEDO, N. Conservação dos solos em cana-de-açúcar. **Boletim técnico PLANALSUCAR**, Piracicaba, **5** (2): 7-24, fev. 1983.

ANEXO 1

**Dados analíticos do Levantamento Pedológico
Semi - detalhado de Piracicaba**

Levantamento Pedológico Semi-Detalhado do Estado de São Paulo: Piracicaba (Fonte: IAC)																	
Valores estatísticos das Unidades de Mapeamento (U/M)																	
Camada	UM	pH H2O	pH KCl	DpH	MO	K	Ca	Mg	Al	H	T	V	m	Argila	Silt	A. fina	A. grossa
LV álico, A. prom. text média (Três Barras)								LV-3				Número de pontos					
60-80		5,2	0,0	-5,2	0,5	0,0	0,7	0,1	0,1	1,8	2,7	30	11	22	2	55	21
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LV Podzólico, A. moderado, distro ou álico text média (São Pedro)								LV-9				Número de pontos					
0-25		5,1	4,0	-1,1	0,9	0,1	0,6	0,3	0,6	1,5	3,0	32	36	9	1	60	30
		7,6	0,0	0,0	38,6	63,3	61,9	60,9	64,7	48,7	36,3	55,4	67,8	23,4	130,3	23,5	47,9
LV Podzólico, A. moderado, distro ou álico text média (São Pedro)								LV-9				Número de pontos					
60-80		4,8	3,9	-0,9	0,4	0,0	0,3	0,1	1,7	1,1	3,3	15	77	17	1	57	24
		6,4	0,0	0,0	29,0	103,4	85,3	83,3	66,9	37,9	32,9	67,5	24,3	9,2	111,7	23,2	51,6
LV húmico álico, text média ou argilosa (Camargulho)								LV-7				Número de pontos					
0-25		5,3	4,4	-0,8	1,8	0,2	1,8	0,6	0,6	5,0	8,2	32	20	33	2	43	22
		7,9	6,6	25,5	25,5	90,5	72,0	70,9	88,8	18,2	19,7	577,9	104,0	20,0	78,4	95	35,5
LVA húmico álico text média ou argilosa (Camargulho)								LV-7				Número de pontos					
60-80		4,8	4,2	-0,6	1,3	0,1	1,0	0,2	1,4	5,1	7,7	16	52	41	1	39	19
		7,4	6,6	27,5	15,6	135,0	138,2	64,7	43,3	20,3	17,1	94,2	39,7	25,4	98,2	17,2	43,1
LE álico A. moderado text argilosa (Limeira)								LE-2				Número de pontos					
0-25		5,3	4,4	-0,9	1,8	0,3	2,5	0,9	0,5	3,7	7,8	47	11	51	9	28	12
		7,4	9,6	15,4	38,8	90,3	46,5	49,3	105,9	39,7	24,1	32,6	109,1	28,5	56,3	40,5	54,9
LE álico A. moderado text argilosa (Limeira)								LE-2				Número de pontos					
60-80		5,0	4,5	-0,6	1,0	0,1	1,2	0,3	0,8	3,4	5,7	26	35	63	7	22	8
		8,6	11,3	47,9	35,0	168,9	52,6	56,5	78,1	48,7	35,8	51,1	67,0	18,3	73,6	38,5	60,9
LE álico, A. moderado text argilosa (Santo Antonio)								LE-3				Número de pontos					
0-25		6,5	5,4	-1,1	1,8	1,0	6,9	1,8	0,0	2,0	11,7	83	0	40	20	32	8
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LE álico, A. moderado text argilosa (Santo Antonio)								LE-3				Número de pontos					
60-80		6,9	5,9	-1,0	0,4	0,5	6,8	2,2	0,0	1,4	10,9	87	0	56	14	25	5
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LE álico A. moderado text média (Hortolândia)								LE-1				Número de pontos					
0-25		5,1	4,4	-0,7	1,6	0,1	1,1	0,3	0,7	4,1	6,2	23	32	24	3	53	21
		16,0	16,1	20,2	50,9	10,9	74,1	47,1	141,4	37,9	25,1	83,7	141,4	9,0	28,3	2,7	0,0
LE álico A. moderado text média (Hortolândia)								LE-1				Número de pontos					
60-80		4,9	4,3	-0,6	0,7	0,1	0,6	0,1	0,9	3,1	4,8	18	50	33	1	47	19
		11,5	12,5	37,3	44,6	177,0	73,8	81,4	60,9	37,6	26,2	79,8	65,6	15,0	81,4	13,5	20,0
Litossolo								LI-1				Número de pontos					
0-25		5,3	4,6	-0,7	1,5	0,5	33,6	0,9	0,1	4,0	39,0	90	0	26	15	44	16
		6,7	9,2	10,9	23,6	96,5	69,7	94,3	141,4	9,0	37,0	46,7	141,4	2,8	9,4	14,6	44,2
Litossolo substrato arenito Botucatu-Pirambóia								LI-5				Número de pontos					
0-25		5,2	4,0	-1,2	1,2	0,2	3,8	1,3	0,7	2,3	8,4	64	12	12	3	68	18
		6,1	2,8	25,1	38,5	78,2	60,2	60,3	95,4	45,7	42,1	0,0	109,5	31,0	120,5	21,4	85,7
Litossolo substrato arenito Botucatu-Pirambóia								LI-5				Número de pontos					
60-80		4,9	3,8	-1,1	0,6	0,1	5,0	1,2	3,5	1,2	10,9	57	36	10	6	72	13
		2,9	0,0	0,0	110,0	60,6	127,1	117,9	20,2	70,7	69,7	97,1	73,2	7,4	141,4	10,9	119,7
Planossolo Ta, A. moderado (Diamante)								PI				Número de pontos					
0-25		5,5	4,2	-1,3	1,9	0,4	4,8	2,0	0,9	3,7	11,8	61	11	29	21	42	8
		5,9	8,3	25,2	48,9	70,0	58,0	48,9	173,9	40,8	33,0	25,1	122,3	28,6	45,0	35,9	81,7
Planossolo Ta, A. moderado (Diamante)								PI				Número de pontos					
60-80		5,3	3,6	-1,7	0,7	0,4	5,1	5,0	3,6	3,0	17,0	62	25	56	13	28	3
		9,0	6,5	34,8	43,9	81,8	55,1	71,2	87,4	25,0	22,5	26,4	75,1	25,9	43,9	43,7	128,5
PE Ta ou Tb, distro ou álico, argilosa, (Campestre)								PE				Número de pontos					
0-25		5,7	4,8	-0,9	1,9	0,4	4,5	1,4	0,3	3,8	10,4	61	4	42	14	34	10
		9,1	12,1	16,8	26,8	119,0	68,9	59,2	167,5	24,3	32,4	31,4	186,1	20,6	58,4	23,1	54,6
PE Ta ou Tb, distro ou álico, argilosa (Campestre)								PE				Número de pontos					
60-80		5,6	4,7	-0,9	0,8	0,2	4,4	1,4	0,6	2,8	9,4	63	9	63	8	23	6
		12,8	15,9	29,2	2,88	135,3	79,6	115,0	124,1	3,22	45,7	46,0	136,0	15,9	61,1	37,6	63,6
PV abrupto, álico, Amod, text arenosa/média (Serrinha)								PV-7				Número de pontos					
0-25		5,3	4,3	-1,0	0,9	0,1	1,1	0,4	0,5	1,8	3,9	41	23	10	1	67	21
		8,7	8,8	14,8	41,6	93,1	81,0	85,1	97,6	41,5	38,3	44,3	82,8	31,2	129,3	19,0	60,4
PV abrupto, álico, Amod, text arenosa/média (Serrinha)								PV-7				Número de pontos					
60-80		5,1	4,3	-0,8	0,3	0,1	1,3	0,4	1,8	1,4	5,0	37	50	23	1	60	16
		8,7	9,5	24,7	38,4	117,7	134,3	124,6	88,9	54,7	50,7	65,1	59,4	22,4	129,6	14,6	53,5
PV, distrofico ou álico, A. mod, argilosa (Olaria)								PV-2				Número de pontos					
0-25		5,3	4,3	-1,0	1,5	0,4	2,7	1,2	1,0	4,0	9,4	46	19	51	17	25	
		8,2	9,2	11,9	23,6	33,4	60,9	58,2	111,0	28,5	28,3	36,3	113,7	23,5	58,6	54,6	43,7

Levantamento Pedológico Semi-Detalhado do Estado de São Paulo: Piracicaba (Fonte: IAC)																	
Valores estatísticos das Unidades de Mapeamento (UM)																	
Camada	UM	pH H ₂ O	pH KCl	DpH	MO	K	Ca	Mg	Al	H	T	V	m	Argila	Silt	A. fina	A. grossa
	PV, distrófico ou álico, A mod, argilosa (Olarin)							PV-2				Número de pontos		6			
60-80		4,9	4,1	-0,8	0,9	0,1	1,0	0,6	2,5	3,3	7,5	22	60	67	16	15	3
		4,4	3,4	27,4	29,8	45,8	80,0	42,6	17,2	23,0	19,4	40,7	24,1	25,8	72,5	73,8	30,6
	PV Ta, eutro A mod, média/muito argilosa pp (Manduca)							PV-10				Número de pontos		17			
0-25		5,4	4,4	-1,0	1,3	0,3	3,0	1,3	0,4	2,8	7,8	59	9	25	13	52	10
		7,6	9,6	12,2	32,1	107,9	42,8	36,7	150,4	32,5	22,1	21,5	142,2	23,8	60,1	26,6	87,3
	PV Ta, eutro A mod, média/muito argilosa pp (Manduca)							PV-10				Número de pontos		17			
60-80		5,2	4,0	-1,2	0,7	0,2	3,4	2,2	2,8	2,5	11,2	52	33	49	12	32	6
		9,1	10,4	11,8	28,9	104,3	97,4	52,6	78,1	30,0	28,0	4,5	79,2	21,3	57,1	36,6	131,4
	PV Tb, A mod, textura arenosa/média ou média (Baguari)							PV-6				Número de pontos		13			
0-25		5,2	4,2	-1,0	1,1	0,2	1,4	0,4	0,4	2,2	4,6	43	16	17	4	56	22
		7,5	6,7	19,5	45,6	94,7	56,9	81,6	93,1	36,3	30,2	40,1	87,9	34,5	69,4	20,2	35,9
	PV Tb, A mod, textura arenosa/média ou média (Baguari)							PV-6				Número de pontos		14			
60-80		5,0	4,1	-0,9	0,7	0,2	2,0	0,5	1,1	2,4	6,2	44	28	34	4	46	16
		11,7	6,5	27,7	28,1	140,9	58,5	69,4	73,3	40,5	20,5	53,2	75,1	13,7	75,3	13,0	41,5
	PV Tb, abrupto, distró ou álico, A mod, média/muito argilosa (Santa Cruz)							PV-9				Número de pontos		34			
0-25		5,6	4,8	-0,8	1,2	0,2	2,6	0,9	0,4	2,4	6,6	57	9	22	10	53	15
		10,4	13,1	16,3	35,3	109,0	71,4	71,9	194,7	42,8	40,8	33,8	151,2	43,9	62,4	27,6	69,5
	PV Tb, abrupto, distró ou álico, A mod, média/muito argilosa (Santa Cruz)							PV-9				Número de pontos		32			
60-80		5,3	4,3	-1,0	0,7	0,2	3,1	1,2	1,5	3,0	9,0	50	25	50	7	35	9
		10,7	13,3	14,7	26,6	114,8	74,4	65,3	100,7	43,1	30,2	46,1	87,3	23,1	47,9	35,0	76,9
	PV A mod ou proem, arenosa/média (Usina)							PV-1				Número de pontos		4			
0-25		5,7	4,6	-1,1	0,9	0,2	1,7	0,4	0,1	2,1	4,6	51	5	14	7	60	20
		3,1	7,0	14,8	57,8	120,1	56,5	54,0	51,4	23,2	23,2	28,5	134,3	40,4	76,9	20,3	28,5
	PV A mod ou proem, arenosa/média (Usina)							PV-1				Número de pontos		4			
60-80		5,5	4,3	-1,1	0,5	0,1	1,6	0,3	1,1	1,6	4,6	43	35	25	11	51	13
		12,0	8,1	43,3	48,5	54,0	81,2	81,7	187,5	37,2	34,7	69,9	135,9	28,0	135,5	25,2	69,9
	grupamento indiscriminado de Solos Aluviais (Alívio)							A				Número de pontos		10			
0-25		5,1	4,2	-0,8	0,9	0,1	1,0	0,3	0,8	2,3	4,5	30,0	37,0	12,0	4,0	54,0	30
		9,8	9,3	22,7	43,8	68,5	53,3	83,7	70,9	39,5	27,6	58,1	65,9	23,5	61,3	19,0	37,4
	grupamento indiscriminado de Solos Aluviais (Alívio)							A				Número de pontos		10			
60-80		5,0	4,2	-0,9	0,3	0,0	0,8	0,2	0,6	1,3	2,9	35	37	12	3	57	28
		6,2	3,8	27,5	51,6	87,4	66,6	73,6	57,6	36,8	19,6	52,8	64,0	36,0	67,1	27,4	46,4
	Litológico, substr. sedim. indiscriminado Grupo Passadoís (Iratí)							L4-3				Número de pontos		23			
0-25		5,7	4,7	-1,0	1,8	0,4	6,1	2,0	0,5	3,2	12,2	70	6	31	19	41	10
		10,5	13,7	19,8	39,6	88,5	86,5	73,7	183,3	50,2	53,3	37,5	172,1	38,4	39,9	38,2	68,5
	Litológico, substr. sedim. indiscriminado Grupo Passadoís (Iratí)							L4-3				Número de pontos		7			
60-80		5,2	4,2	-1,0	0,9	0,5	5,0	2,8	2,7	2,9	13,9	60	24	42	14	37	7
		8,2	10,5	21,5	65,5	103,5	50,0	94,1	166,1	37,4	66,5	16,5	95,5	41,5	34,6	46,3	71,0
	TE eutro ou distró, text argilosa ou muito arg. (Estruturada)							TE				Número de pontos		4			
0-25		6,1	5,2	-0,9	1,9	0,5	7,1	1,3	0,1	3,1	12,0	74	1	47	15	27	11
		2,7	7,4	37,8	50,9	127,9	55,5	52,6	200,0	19,3	37,4	11,0	200,0	26,2	49,0	24,4	59,5
	TE eutro ou distró, text argilosa ou muito arg. (Estruturada)							TE				Número de pontos		12			
60-80		6,2	5,4	-0,8	1,0	0,1	6,7	1,1	0,0	2,3	10,1	77	0	63	11	21	5
		10,1	7,0	29,9	48,1	129,0	115,3	209,5	97,3	44,1	81,3	58,6	81,8	51,6	127,2	39,9	74,6

ANEXO 2

**Erodibilidade (K) Estimada das Unidades de
Mapeamento de Piracicaba (SP)**

Valor de Erodibilidade (K) estimado						
	K (t ha h/ha Mj mm)	Classificação	K médio	Classificação	% ocorrência	
Camada	Unidade de mapeamento					
0-25	0,037698136	Alto	0,0345	Alto	7,8	
	Areia Quartzosa Podzólica Pouco Profunda					
60-80	0,031361432	Médio				
	Areia Quartzosa Podzólica Pouco Profunda					
0-25	0,032733173	Alto	0,0327	Alto		
	Areia Quartzosa Profunda Álica A moderado					
0-25	0,029439012	Médio	0,0271	Médio	0,1	
	Brunizem avermelhado, textura argilosa (Engenho)					
60-80	0,024823835	Médio				
	Brunizem avermelhado, textura argilosa (Engenho)					
0-25	0,040088291	Alto	0,0413	Alto	0,3	
	grupamento indiscriminado de Cambissolo Tb, A moderado, (Taquarexim)					
60-80	0,042560665	Alto				
	grupamento indiscriminado de Cambissolo Tb, A moderado, (Taquarexim)					
0-25	0,036184463	Alto	0,0308	Médio	0,2	
	grupamento indiscriminado de Gleis Húmicos					
60-80	0,02549813	Médio				
	grupamento indiscriminado de Gleis Húmicos					
0-25	0,044626819	Alto	0,0402	Alto	1,6	
	grupamento indiscriminado de Gleis pouco Húmicos					
60-80	0,035777627	Alto				
	grupamento indiscriminado de Gleis pouco Húmicos					
60-80	0,011217366	Baixo	0,0112	Baixo	1	
	LR distro ou álico, A húmico, muito argilosa (Nogueira)					
0-25	0,016147885	Baixo	0,0147	Baixo	3,3	
	LR distro ou álico A moderado, argilosa (Barão Geraldo)					
60-80	0,01318896	Baixo				
	LR distro ou álico A moderado, argilosa (Barão Geraldo)					
0-25	0,012591996	Baixo	0,0122	Baixo	0,5	
	LR eutro, A mod, argilosa (Ribeirão Preto)					

		Valor de Erodibilidade (K) estimado				
		K (t ha h/ha MJ mm)	Classificação	K médio	Classificação	% ocorrência
Camada	Unidade de mapeamento					
60-80		0,011738921	Baixo			
	LR eutro, A mod, argilosa (Ribeirão Preto)					
0-25		0,033680854	Alto	0,0328	Alto	2
	LV álico, Amoderado, text média (Coqueiro)					
60-80		0,031845994	Alto			
	LV álico, Amoderado, text média (Coqueiro)					
0-25		0,031682681	Médio	0,0295	Médio	1,1
	LV álico A moderado, text média (Laranja Azeda)					
60-80		0,027219465	Médio			
	LV álico A moderado, text média (Laranja Azeda)					
0-25		0,033209176	Alto	0,0321	Alto	0,1
	LV álico. A proem, text média (Três Barras)					
60-80		0,031030129	Médio			
	LV álico. A proem, text média (Três Barras)					
0-25		0,04134656	Alto	0,0392	Alto	1
	LV Podzólico, A moderado, distro ou álico text média (São Pedro)					
60-80		0,037031293	Alto			
	LV Podzólico, A moderado, distro ou álico text média (São Pedro)					
0-25		0,027773075	Médio	0,0256	Médio	1
	LV húmico álico, text média ou argilosa (Camarguinho)					
60-80		0,02334433	Baixo			
	LVA húmico álico text média ou argilosa (Camarguinho)					
0-25		0,022317794	Baixo	0,0199	Baixo	10
	LE álico A moderado text argilosa (Limeira)					
60-80		0,017466337	Baixo			
	LE álico A moderado text argilosa (Limeira)					
0-25		0,028197562	Médio	0,0254	Médio	0,2
	LE álico, A moderado text argilosa (Santo Antonio)					
60-80		0,022652346	Baixo			
	LE álico, A moderado text argilosa (Santo Antonio)					

		Valor de Erodibilidade (K) estimado				
		K (t ha h/ha MJ mm)	Classificação	K médio	Classificação	% ocorrência
Camada	Unidade de mapeamento					
0-25		0,03198042	Alto	0,0278	Médio	0,5
	LE álico A moderado text média (Hortolândia)					
60-80		0,023698973	Baixo			
	LE álico A moderado text média (Hortolândia)					
0-25		0,047935875	Alto	0,0479	Alto	1,1
	Litossolo					
0-25		0,055349633	Alto	0,0582	Alto	3,1
	Litossolo substrato arenito Botucatu-Pirambóia					
60-80		0,061027671	Alto			
	Litossolo substrato arenito Botucatu-Pirambóia					
0-25		0,050916472	Alto	0,0419	Alto	2,2
	Planossolo Ta, A moderado (Diamante)					
60-80		0,032825063	Alto			
	Planossolo Ta, A moderado (Diamante)					
0-25		0,033930059	Alto	0,0284	Médio	3,1
	PE Ta ou Tb, distro ou álico, argilosa, (Campestre)					
60-80		0,02293183	Baixo			
	PE Ta ou Tb, distro ou álico, argilosa, (Campestre)					
0-25		0,052951822	Alto	0,0482	Alto	23,4
	PV abrupto, álico, Amod, text arenosa/média (Serrinha)					
60-80		0,043532657	Alto			
	PV abrupto, álico, Amod, text arenosa/média (Serrinha)					
0-25		0,029762141	Médio	0,0267	Médio	0,8
	PV, distrófico ou álico, A mod, argilosa (Olaria)					
60-80		0,023544913	Baixo			
	PV, distrófico ou álico, A mod, argilosa (Olaria)					
0-25		0,052580266	Alto	0,0438	Alto	1,5
	PV Ta, eutro A mod, média/muito argilosa pp (Manduca)					
60-80		0,035095103	Alto			
	PV Ta, eutro A mod, média/muito argilosa pp (Manduca)					
0-25		0,045076631	Alto	0,0396	Alto	2,3
	PV Tb, A mod, textura arenosa/média ou média (Baguari)					

Camada	Valor de Erodibilidade (K) estimado		Classificação	K médio	Classificação	% ocorrência
	Unidade de mapeamento	K (t ha h/ha Mj mm)				
60-80		0,03420989	Alto			
	PV Tb, A mod, textura arenosa/média ou média (Baguari)					
0-25		0,046806675	Alto	0,0377	Alto	11,1
	PV Tb, abrupto, distro ou álico, A mod, média/muito argilosa (Santa Cruz)					
60-80		0,028528238	Médio			
	PV Tb, abrupto, distro ou álico, A mod, média/muito argilosa (Santa Cruz)					
0-25		0,046088544	Alto	0,0258	Médio	0,9
	PV A mod ou proem, arenosa/média (Usina)					
60-80		0,005524754	Baixo			
	PV A mod ou proem, arenosa/média (Usina)					
0-25		0,00033398	Baixo	0,0196	Baixo	0,3
	grupamento indiscriminado de Solos Aluviais (Alúvio)					
60-80		0,038947509	Alto			
	grupamento indiscriminado de Solos Aluviais (Alúvio)					
0-25		0,04371009	Alto	0,0395	Alto	8,8
	Litólico, sbstr. sedim. indiscriminado Grupo Passadoís (Irati)					
60-80		0,035267451	Alto			
	Litólico, sbstr. sedim. indiscriminado Grupo Passadoís (Irati)					
0-25		0,025900064	Médio	0,0224	Baixo	0,8
	TE eutro ou distro, text argilosa ou muito arg. (Estruturada)					
60-80		0,018881342	Baixo			
	TE eutro ou distro, text argilosa ou muito arg. (Estruturada)					
Média		0,031361432			Total	90,1
Variância (*20)		0,000949585				

ANEXO 3

Detalhamento dos Sistemas de Manejo

Anexo 3

Sistemas de Manejo

Sistema 1 a (cana de ano)

Construção de carreadores
Terraço em nível
Erradicador
Aração
Grade niveladora (2 x)
Plantio

Sistema 1 b (cana de ano)

Construção de carreadores
Terraço em nível
Erradicador
Calagem
Aração
Grade niveladora (2 x)
Plantio

Sistema 2 a (cana de ano)

Construção de carreadores
Terraço em nível
Calagem
Erradicador
Aração
Grade niveladora (2 x)
Plantio

Sistema 2 b (cana de ano)

Construção de carreadores
Terraço em nível
Erradicador
Aração
Grade niveladora (2x)
Plantio

Sistema 3 a (cana de ano e meio)

Construção de carreadores
Terraço com gradiente
Herbicida (glif)
Calagem
Aração

Grade niveladora (2x)

Herbicida (trifl.)

Adubação verde

Rolo faca

Plantio

Sistema 4 a (cana de ano e meio)

Construção de carregadores

Terraço em nível

Herbicida (glif)

Calagem

Aração

Grade niveladora (2 x)

Plantio

Sistema 5 a (cana de ano e meio)

Carreador

Terraço em nível

Herbicida (glif)

Calagem

Aração

Grade niveladora (2 x)

Plantio

Sistema 5 b (cana de ano e meio)

Carreador

Terraço em nível

Herbicida (glif)

Aração

Grade niveladora (2x)

Plantio

Sistema 6 a (cana de ano e meio)

Carreador

Terraço com gradiente

Herbicida (glif)

Calagem

Aração

Grade niveladora (2 x)

Herbicida (trifl.)

Adubação verde

Plantio

Sistema 7 a (cana de ano e meio)

Carreador
Terraço em nível
Herbicida (glif)
Calagem
Aração
Grade niveladora (2 x)
Herbicida (trifl.)
Adubação verde
Rolo faca
Plantio

Sistema 8 a (cana de ano e meio)

Terraço com gradiente
Herbicida (glif)
Calagem
Aração
Grade niveladora (2x)
Herbicida (triflu)
Adubação verde
Rolo faca
Plantio

Sistema 9 a (cana de inverno)

Terraço em nível
Herbicida (glif)
Calagem
Aração
Grade niveladora (2 x)
Adubação verde
Rolo faca
Plantio
Irrigação

Sistema 10 a (cana de inverno)

Carreador
Terraço com gradiente
Calagem
Grade pesada
Grade niveladora (2 x)
Herbicida (trifl.)
Adubação verde
Rolo faca

Plantio
Irrigação

Sistema 10 b (cana inverno)

Carreador
Terraço com gradiente
Grade pesada
Grade niveladora (2x)
Herbicida (trifl.)
Adubação verde
Rolo faca
Plantio
Irrigação

Sistema 11 a (cana de inverno)

Terraço em nível
Aração
Calagem
Grade niveladora (2 x)
Herbicida (trifl.)
Adubação verde
Rolo faca
Plantio
Irrigação

Sistema 12 a (cana de inverno)

Carreador
Terraço com gradiente
Aração
Grade niveladora (2x)
Herbicida (trifl.)
Adubação verde
Rolo faca
Plantio
Irrigação

Sistema 12 b (cana de inverno)

Terraço com gradiente
Calagem
Aração
Grade niveladora (2x)
Herbicida (triflu)
Adubação verde

Rolo faca

Plantio

Irrigação

Sistema 13 a (cana de inverno)

Carreador

Terraço com gradiente

Aração

Grade niveladora (2 x)

Herbicida (trifl.)

Adubação verde e incorporação

Irrigação

Plantio

Sistema 13 b (cana de inverno)

Carreador

Terraço com gradiente

Calagem

Aração

Grade niveladora (2 x)

Grade niveladora

Herbicida (trifl.)

Adubação verde e incorporação

Irrigação

Plantio

ANEXO 4

**Cálculo do Potencial produtivo (t/ha) das
Unidades de Mapeamento**

Cálculo do potencial produtivo (t/ha)

Aval. K	Aval. T	Aval. V%	Aval. quim.	Aval. Prof.	Aval. hidri.	total	Pot. Produtivo (t/ha)
)=limitante							
I=não limitante							
Valor atribuído: (0 a 2)							
Areia Quartzosa Podzólica Pouco Profunda							
0	0	0	0	2	0	2	70
Areia Quartzosa Podzólica Pouco Profunda							
0	0	0	0	2	0	2	70
Areia Quartzosa Profunda Álica A moderado							
0	0	0	0	2	0	2	70
Brunizem avermelhado, textura argilosa (Engenho)							
1	1	1	2	2	2	6	90
Brunizem avermelhado, textura argilosa (Engenho)							
1	1	1	2	2	2	6	90
grupamento indiscriminado de Cambissolo Tb, A moderado, (Taquarexlm)							
0	1	0	1	1	1	3	75
grupamento indiscriminado de Cambissolo Tb, A moderado, (Taquarexim)							
0	0	0	0	1	1	2	70
grupamento indiscriminado de Gleis Húmicos							
1	1	0	1	1	2	4	80
grupamento indiscriminado de Gleis Húmicos							
0	1	1	1	1	2	4	80
grupamento indiscriminado de Gleis pouco Húmicos							
0	1	0	1	1	2	4	80
grupamento indiscriminado de Gleis pouco Húmicos							
0	1	1	1	1	2	4	80
LR distro ou álico, A húmico, muito argilosa (Nogueira)							
0	1	0	1	2	2	5	85
LR distro ou álico A moderado, argilosa (Barão Geraldo)							
0	1	1	1	2	2	5	85
LR distro ou álico A moderado, argilosa (Barão Geraldo)							
0	0	0	0	2	2	4	80
LR eutro, A mod, argilosa (Ribeirão Preto)							
0	1	1	1	2	2	5	85
LR eutro, A mod, argilosa (Ribeirão Preto)							
0	0	1	1	2	2	5	85
LV álico, Amoderado, text média (Coqueiro)							
0	0	0	0	2	1	3	75

Cálculo do potencial produtivo (t/ha)

Aval. K	Aval. T	Aval. V%	Aval. quim.	Aval. Prof.	Aval. hidri.	total	Pot. Produtivo (t/ha)
0=limitante							
1=não limitante							
Valor atribuído: (0 a 2)							
LV álico, Amoderado, text média (Coqueiro)							
0	0	0	0	2	1	3	75
LV álico A moderado, text média (Laranja Azeda)							
0	0	0	0	2	1	3	75
LV álico A moderado, text média (Laranja Azeda)							
0	0	0	0	2	1	3	75
LV álico. A proem, text média (Três Barras)							
0	0	0	0	2	1	3	75
LV álico. A proem, text média (Três Barras)							
0	0	0	0	2	1	3	75
LV Podzólico, A moderado, distro ou álico text média (São Pedro)							
0	0	0	0	2	1	3	75
LV Podzólico, A moderado, distro ou álico text média (São Pedro)							
0	0	0	0	2	1	3	75
LV húmico álico, text média ou argilosa (Camarguinho)							
0	1	0	1	2	2	5	85
LVA húmico álico text media ou argilosa (Camarguinho)							
0	1	0	1	2	2	5	85
LE álico A moderado text argilosa (Limeira)							
0	1	0	1	2	1	4	80
LE álico A moderado text argilosa (Limeira)							
0	0	0	0	2	1	3	75
LE álico, A moderado text argilosa (Santo Antonio)							
1	1	1	2	2	1	5	85
LE álico, A moderado text argilosa (Santo Antonio)							
1	1	1	2	2	1	5	85
LE álico A moderado text média (Hortolândia)							
0	0	0	0	2	1	3	75
LE álico A moderado text média (Hortolândia)							
0	0	0	0	2	1	3	75
Litossolo							
1	1	1	2	0	0	2	70
Litossolo substrato arenito Botucatu-Pirambóia							
0	1	1	1	0	0	1	65

Cálculo do potencial produtivo (t/ha)							
Aval. K	Aval. T	Aval. V%	Aval. quim.	Aval. Prof.	Aval. hidri.	total	Pot. Produtivo (t/ha)
0=limitante							
1=não limitante							
Valor atribuído: (0 a 2)							
Litossolo substrato arenito Botucatu-Pirambóla							
0	1	1	1	0	0	1	65
Planossolo Ta, A moderado (Diamante)							
1	1	1	2	1	1	4	80
Planossolo Ta, A moderado (Diamante)							
1	1	1	2	1	1	3	75
PE Ta ou Tb, distro ou ácrico, argilosa, (Campestre)							
1	1	1	2	2	1	5	85
PE Ta ou Tb, distro ou ácrico, argilosa, (Campestre)							
0	1	1	2	2	1	5	85
PV abrupto, álico, Amod, text arenosa/média (Serrinha)							
0	0	0	0	2	0	2	70
PVA abrupto, álico, Amod, text arenosa/média (Serrinha)							
0	0	0	0	2	0	2	70
PV, distrófico ou álico, A mod, argilosa (Olaria)							
1	1	0	1	1	1	3	75
PV, distrófico ou álico, A mod, argilosa (Olaria)							
0	1	0	1	1	1	3	75
PV Ta, eutro A mod, média/muito argilosa pp (Manduca)							
0	1	1	1	1	1	3	75
PV Ta, eutro A mod, média/muito argilosa pp (Manduca)							
0	1	1	1	1	1	3	75
PV Tb, A mod, textura arenosa/média ou média (Baguari)							
0	0	0	0	2	0	2	70
PV Tb, A mod, textura arenosa/média ou média (Baguari)							
0	0	0	0	2	0	2	70
PV Tb, abrupto, distro ou álico, A mod, média/muito argilosa (Santa Cruz)							
0	0	1	1	1	1	3	75
PV Tb, abrupto, distro ou álico, A mod, média/muito argilosa (Santa Cruz)							
0	1	0	1	1	1	3	75
PV A mod ou proem, arenosa/média (Usina)							
0	0	1	1	2	0	3	75
PV A mod ou proem, arenosa/média (Usina)							
0	0	0	0	2	0	2	70

Cálculo do potencial produtivo (t/ha)							
Aval. K	Aval. T	Aval. V%	Aval. quim.	Aval. Prof.	Aval. hídr.	total	Pot. Produtivo (t/ha)
0=limitante							
1=não limitante			Valor atribuído: (0 a 2)				
grupamento indiscriminado de Solos Aluviais (Alúvio)							
0	0	0	0	1	0	1	65
grupamento indiscriminado de Solos Aluviais (Alúvio)							
0	0	0	0	1	0	1	65
Litólico, sbstr. sedim. indiscriminado Grupo Passadoís (Iratí)							
1	1	1	2	0	1	3	75
Litólico, sbstr. sedim. indiscriminado Grupo Passadoís (Iratí)							
1	1	1	2	0	1	3	75
TE eutro ou distro, text argilosa ou muito arg. (Estruturada)							
1	1	1	2	2	2	6	90
TE eutro ou distro, text argilosa ou muito arg. (Estruturada)							
0	1	1	2	2	2	6	90

ANEXO 5

Cálculo do valor das operações

Valor das operações

Critérios adotados:

Custo em dólares (U\$ = 0,9 R\$)

1. Construção e reparo de carregadores:

custo por ha: U\$ 8,44

Trator MF 292, V 128, com lâmina

* ORPLANA maio, 1995

2. Terraço em nível:

custo por ha: U\$ 27,48

(Associação dos fornecedores de cana de Piracicaba, abril 1995)

3. Terraço com gradiente e canal escoadouro:

Terraço embutido (Cat D6D/ acoplado) - custo por ha: U\$32,94

canaleta de escoamento (Cat D6D/ acoplado) - custo por ha: U\$4,12

plantio de grama e capim - custo por ha: U\$6,06

total: custo por ha: U\$43,12

*fonte: CONDE et al. 1994

4. Irrigação

Sistema de irrigação "Auto-propelido"

Irrigação suplementar com dotação de água de até 50 mm por mês, totalizando 150 mm por ano.

custo por ha: U\$236,00

*fonte: MATIOLI & BARCELOS, 1994

5. Aplicação de herbicida

Trator 61 cv rendimento 1 h/ha (MARGARIDO et al. 1988)

Pulverizador 1 barra simples

custo por ha: U\$5,11 (IEA, fev 1995)

6. Herbicida:

5 litros Glifosate - custo por ha: U\$53,75 (IEA, fev 1995)

7. Grade Pesada

Trator 110 cv

grade (20 x 26") - rendimento 3 h/ha (MARGARIDO et al. 1988)

custo por ha: U\$27,48 (IEA, fev 1995)

8. Erradicador

grade erradicadora (MF- 292/ v128)
custo por ha: U\$ 26,08 (ORPLANA maio 1995)

9. Subsolagem

Trator 110 cv - rendimento 3 h/ha (MARGARIDO et al. 1988)
custo por ha: U\$ 25,10 (IEA, fev 1995)

10. Aração

Trator 110 cv
Arado 4 x 28" - rendimento 3h/ha (MARGARIDO et al. 1988)
custo por ha: U\$ 26,38 (IEA, fev 1995)

11. Grade niveladora

Trator 110 cv
grade 28 x 18" - rendimento: 0,9 h/ha (MARGARIDO et al. 1988)
custo por ha: U\$8,25 (IEA fev 1995)

12. Calagem

a.aplicação:
Trator 61 cv + carreta - rendimento:0,83 h/ha (MARGARIDO et al. 1988)
custo por ha: U\$4,26 (IEA fev 1995)

b.insumo:

4 toneladas de calcário dolomítico
custo por ha: U\$ 54,29 (IEA fev 1995)

13. Grade niveladora

Trator 110 cv
grade 28 x 18" - rendimento: 0,9 h/ha (MARGARIDO et al. 1988)
custo por ha: U\$8,25 (IEA fev 1995)

14 herbicida

a. aplicação
custo por ha: U\$ 5,11 (Idem item 6)

b. herbicida

2 litros de trifluralin: custo por ha: U\$ 12,32 (IEA, fev 1995)

15.Adubação verde

Plantio

Trator 61 cv
plantadeira adubadeira de quatro linhas - rendimento1,52 h/ha (MARGARIDO et al. 1988)

custo por ha: U\$ 7,78 (IEA, fev 1995)

Semente: 20 kg de crotalaria (*Crotalaria juncea*) por ha
custo por ha: U\$ 36,00 (Pirahy sementes)

16. Rolo faca

Trator 110 cv

(= grade 28 x 18") rendimento 0,9 h/ha (MARGARIDO et al. 1988)

custo por ha: U\$ 8,15 (IEA, fev 1995)

17 Plantio

* igual para todos os sistemas de manejo

sulcação e adubação

- distribuição de mudas (carreta)
- cobertura mecânica de mudas

custo por ha: U\$ 103,63 (Centro de pesquisas Agrícolas-CEPEA- FEALQ)

Mão de obra

distribuição de mudas

- picação de mudas
- repasse e cobertura de mudas

custo por ha: U\$ 32,04 (Centro de pesquisas Agrícolas-CEPEA- FEALQ)

18. Fertilizante plantio

* igual para todos os sistemas de manejo

450 kg/ ha 4-20-20 (MARGARIDO et al. 1988)

custo por ha: U\$ 94,81 (IEA, fev 1995)

19. Mudas

* igual para todos os sistemas de manejo

10 t/ha (MARGARIDO et al. 1988) + frete (Centro de pesquisas Agrícolas-CEPEA- FEALQ)

custo por ha: U\$ 153,11

20. Tratos culturais

* igual para todos os sistemas de manejo

Aplicação de herbicida

custo por ha: U\$ 5,11 (IEA, fev 1995)

herbicida: Gesapax 500 (2 l/ha - U\$11,93) + Combini (2 l/ha - U\$46,59)

(Associação dos fornecedores de cana de Piracicaba, abril 1995)

custo por ha: U\$63,63

21. cultivo e adubação de cobertura

* igual para todos os sistemas de manejo

Trator 110 cv -

supercultivador triplice - rendimento 1,5 h/ha (MARGARIDO et al. 1988)

custo por ha: U\$ 14,74 (IEA, fev 1995)

21.Fertilizante: opções

500 kg 14-7-28 custo por ha: U\$ 112,18 (IEA, fev 1995)

- 500 kg 20-5-20 custo por ha: U\$ 113,72 (IEA, fev 1995)
- 200 kg de sulfato de amônia + 100 kg cloreto de potássio.

Custo por ha: U\$60,6 (IEA, fev 1995)

22.Colheita e transporte

* igual para todos os sistemas de manejo

Queima 4 h/ha . Custo por hora 0,89(mão de obra) custo por ha: U\$ 3.55

- corte 1,15 h/t Custo por hora 0,89(mão de obra)
custo por ha: U\$ (1,15 x Produção (t) x 0,89)

Carregamento: custo por ha: U\$80,97

- Transporte: custo por ha: U\$ 121,21

* fonte: (Centro de pesquisas Agrícolas-CEPEA- FEALQ)

ANEXO 6

**Cálculo das despesas relativas aos
Sistemas de Manejo**

Operações referentes a cada Sistema de Manejo										
Sistemas de manejo		1	1	2	2	3	4	5	5	6
cana planta		A	B	A	B	A	A	A	B	A
Operações	%	5,8	3,5	7,1	2,6	8,1	1,8	3,2	2,2	5,4
	Área total (ha)	10215,98	6164,81	12505,76	4579,58	14267,14	3170,48	5636,40	3875,03	9511,43
constr reparo	de carregadores	(US\$8,44/ ha)	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44
plan. conser.	terraço nível	(US\$27,48/ ha)	27,48	27,48	27,48	27,48		27,48	27,48	
	l.grad.+c.esc.	(US\$43,12/ ha)				43,12				43,12
	irrigação	(US\$236/ ha)								
herbicida	aplicação	(US\$ 5,11/ha)				5,11	5,11	5,11	5,11	5,11
	herb. (5 l glifo.)	(US\$53,75/ ha)				53,75	53,75	53,75	53,75	53,75
preparo solo:	grade pesada	(US\$27,48/ ha)								
	erradicador	US\$26,08/ ha)	26,08	26,08	26,08	26,08				
	subsolagem	(US\$25,10/ ha)								
	aração	(US\$26,38/ha)	26,38	26,38	26,38	26,38	26,38	26,38	26,38	26,38
	grade nivel.	(US\$8,25/ ha)	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25
calagem	aplicação	(US\$4,26/ ha)		4,26	4,26	4,26	4,26	4,26		4,26
	Insumo (4 t)	(US\$4,29/ ha)		54,29	54,29	54,29	54,29	54,29		54,29
	grade nivel.	US\$8,25/ ha)	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25
herbicida	aplicação	(US\$6,11/ha)				5,11				5,11
	herb.(2 l triflu.)	(US\$12,32/ ha)				12,32				12,32
adub. verde	plantio	(US\$7,78/ha)				7,78				7,78
	semente (20 kg)	(US\$36/ha)				36				36
	rolo faca	(US\$8,15/ ha)				8,15				8,15
plantio	mecanização	(US\$103,63/ ha)	103,63	103,63	103,63	103,63	103,63	103,63	103,63	103,63
	mão de obra	(US\$2,04/ ha)	32,04	32,04	32,04	32,04	32,04	32,04	32,04	32,04
	adubo	(US\$94,81/ ha)	94,81	94,81	94,81	94,81	94,81	94,81	94,81	94,81
	mudas	(US\$153,11/ ha)	153,11	153,11	153,11	153,11	153,11	153,11	153,11	153,11
tratos culturais	tríplice oper.	(US\$14,74/ ha)	14,74	14,74	14,74	14,74	14,74	14,74	14,74	14,74
	adubo	(US\$113,72/ ha)	113,72	113,72	113,72	113,72	113,72	113,72	113,72	113,72
	herbicida	(US\$63,63/ ha)	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63
	capinas	(US\$25,65)	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65
	total das operação	(US\$/área)	706,21	764,76	764,76	706,21	882,54	797,54	738,99	882,54
	Prod. média	(t/ha)	80	80,5	79	81,5	78	80	86	71,5
Sistemas de manejo		1	1	2	2	3	4	5	5	6
		A	B	A	B	A	A	A	B	A
cana soca										
tratos cultural	tríplice oper.	(US\$14,74/ ha)	14,74	14,74	14,74	14,74	14,74	14,74	14,74	14,74
	adubo	(US\$113,72/ ha)	113,72	113,72	113,72	113,72	113,72	113,72	113,72	113,72
	herbicida	(US\$63,63/ ha)	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63
	capinas	(US\$25,65)	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65
	Total	(US\$/área)	217,74	217,74	217,74	217,74	217,74	217,74	217,74	217,74
Sistemas de manejo		1	1	2	2	3	4	5	5	6
Colheita		A	B	A	B	A	A	A	B	A
.	(total por corte)									
	queima	(US\$ 3,55/ha)	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55
	corde	(US\$81,88/ ha)	81,88	82,39	80,86	83,42	79,83	81,88	88,02	73,18
	carregamento	(US\$80,97/ ha)	80,97	80,97	80,97	80,97	80,97	80,97	80,97	80,97
	Transporte	(US\$ 121,21/km)	121,21	121,21	121,21	121,21	121,21	121,21	121,21	121,21
	Total	(US\$/ha)	287,61	288,12	286,59	289,15	285,56	287,61	286,07	293,75

Operações referentes a cada Sistema de Manejo												
Sistemas de manejo		7	8	9	10	10	11	12	12	13	13	
cana planta		A	A	A	A	B	A	A	B	A	B	
Operações	%	3,7	19,1	2,4	0,9	0,3	0,8	1,5	15,3	5,9	9	
	área total (ha)	6517,09	33642,26	4227,30	1585,24	528,41	1409,10	2642,06	26949,04	10392,11	15852,38	
constr repa	de carreadores	(US\$8,44/ ha)	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44	
plan. conse	terraço nível	(US\$27,48/ ha)	27,48		27,48			27,48				
	t.grad.+c.esc.	(US\$43,12/ ha)		43,12		43,12	43,12		43,12	43,12	43,12	
	irrigação	(US\$236/ ha)			236	236	236	236	236	236	236	
herbicida	aplicação	(US\$ 5,11/ha)	5,11	5,11	5,11							
	herb. (5 l glifo.)	(US\$53,75/ ha)	53,75	53,75	53,75							
prepero sol	grade pesada	(US\$27,48/ ha)				27,48	27,48					
	erradicador	(US\$26,08/ ha)										
	subsolação	(US\$25,10/ ha)										
	aração	(US\$26,38/ha)	26,38	26,38	26,38			26,38	26,38	26,38	26,38	
	grade nível.	(US\$8,25/ ha)	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	
calagem	aplicação	(US\$4,26/ ha)	4,26	4,26	4,26	4,26		4,26				
	insumo (4 t)	(US\$54,29/ ha)	54,29	54,29	54,29	54,29		54,29		54,29		
	grade nível.	(US\$8,25/ ha)	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	
herbicida	aplicação	(US\$5,11/ha)	5,11	5,11	5,11	5,11	5,11	5,11	5,11	5,11	5,11	
	herb.(2 l triflu.)	(US\$12,32/ ha)	12,32	12,32	12,32	12,32	12,32	12,32	12,32	12,32	12,32	
adub. verde	plântio	(US\$7,78/ha)	7,78	7,78	7,78	7,78	7,78	7,78	7,78	7,78	7,78	
	semente (20 kg)	(US\$36/ha)	36	36	36	36	36	36	36	36	36	
	rolo faca	(US\$8,15/ ha)	8,15	8,15	8,15	8,15	8,15	8,15	8,15	8,15	8,15	
plântio	mecanização	(US\$103,63/ ha)	103,63	103,63	103,63	103,63	103,63	103,63	103,63	103,63	103,63	
	mão de obra	(US\$32,04/ ha)	32,04	32,04	32,04	32,04	32,04	32,04	32,04	32,04	32,04	
	adubo	(US\$94,81/ ha)	94,81	94,81	94,81	94,81	94,81	94,81	94,81	94,81	94,81	
	mudas	(US\$153,11/ ha)	153,11	153,11	153,11	153,11	153,11	153,11	153,11	153,11	153,11	
tratos	tríplice oper.	(US\$14,74/ ha)	14,74	14,74	14,74	14,74	14,74	14,74	14,74	14,74	14,74	
culturais	adubo	(US\$113,72/ ha)	113,72	113,72	113,72	113,72	113,72	113,72	113,72	113,72	113,72	
	herbicida	(US\$63,63/ ha)	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	
	capinas	(US\$25,65)	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	
	total das operação	(US\$/área)	866,9	882,54	1102,9	1060,78	1002,23	1044,04	1001,13	1059,68	1001,13	1059,68
	Prod. média	(t/ha)	70	76	70	73	75	71	75	66	72,5	67,5
Sistemas de manejo		7	8	9	10	10	11	12	12	13	13	
		A	A	A	A	B	A	A	B	A	B	
cana soca												
tratos cultu	tríplice oper.	(US\$14,74/ ha)	14,74	14,74	14,74	14,74	14,74	14,74	14,74	14,74	14,74	
	adubo	(US\$113,72/ ha)	113,72	113,72	113,72	113,72	113,72	113,72	113,72	113,72	113,72	
	herbicida	(US\$63,63/ ha)	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	
	capinas	(US\$25,65)	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	
	Total	(US\$/área)	217,74	217,74	217,74	217,74	217,74	217,74	217,74	217,74	217,74	
Sistemas de manejo		7	8	9	10	10	11	12	12	13	13	
Colheita		A	A	A	A	B	A	A	B	A	B	
	(total por corte)											
	queima	(US\$ 3,55/ha)	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	
	corte	(US\$81,88/ ha)	71,65	77,79	71,65	74,72	76,76	72,67	76,76	67,55	74,20	69,09
	carregamento	(US\$80,97/ ha)	80,97	80,97	80,97	80,97	80,97	80,97	80,97	80,97	80,97	
	Transporte	(US\$ 121,21/km)	121,21	121,21	121,21	121,21	121,21	121,21	121,21	121,21	121,21	
	Total	(US\$/ha)	277,38	283,52	277,38	280,45	282,49	278,40	282,49	273,28	279,93	274,82

ANEXO 7

Índices relativos aos Sistemas de Manejo

Descrição dos índices relativos ao sistemas de manejo

coluna 1: Produtividade média esperada referente ao sistema de manejo (t/ha).

coluna 2: Despesas em U\$/ha ano: todas as operações incluídas: plantio + 5 tratos culturais + 5 colheitas dividido por 5.

coluna 3: Receita total em U\$/ha ano: Produtividade (col 1) multiplicada por U\$ 11,5 (preço considerado por tonelada de cana).

coluna 4: Margem bruta em U\$/ha ano: margem bruta dos ha em produção por ano (receita (col 3) - despesas (col 2)).

coluna 5: Área em ha : área referente ao sistema de manejo em ha.

coluna 6: Área total: área acumulada referente ao sistema de manejo (área do sistema em questão + somatória das áreas anteriores).

coluna 7: Idem a coluna 6 em 1000 ha.

coluna 8: Área em produção efetiva em 1000 ha: Área total para sistemas 1a a 2b (cana de ano). 5/6 da área total para sistemas 3a a 13b (cana de ano e meio e cana de ano com plantio no inverno) **coluna 9:** Área em produção efetiva acumulada em 1000 ha: área em produção efetiva do sistema (coluna 8) + somatória das áreas dos sistemas anteriores.

coluna 10: Produção total em 1000 t por ano: área sob produção (coluna 8) multiplicada pela produtividade média esperada dos sistema (coluna 1).

coluna 11: Produção total acumulada em 1000 t: produção total referente ao sistema de manejo (coluna 10) + somatória das produções dos sistemas anteriores.

coluna 12: Margem bruta referente ao sistema de manejo (1000 U\$): margem bruta por ha (col 4) multiplicada pela área em produção correspondente ao sistema de manejo (col 8).

coluna 13: Margem bruta total acumulada em 1000 U\$: margem bruta referente ao sistema de manejo (col 12) + somatória das margens brutas dos sistemas anteriores.

coluna 14: Margem bruta em U\$ por ha total por ano: Margem bruta total referente ao sistema de manejo (col 12) dividida pela área total (col 7).

coluna 15: Área total de produção em 1000 ha referente ao cenário 1: somatória das áreas em 1000 ha (col 9) referentes aos sistemas de manejo incluídos no cenário.

coluna 16: Produção total em 1000 t referente ao cenário. somatória das produções em 1000 t (col 10) dos sistemas de manejo incluídos no cenário.

coluna 17: Margem bruta média referente ao cenário em U\$ por ha por ano: média ponderada das margens brutas (col 14) de cada cenário pela sua área de ocorrência (coluna 7).

coluna 18: Margem bruta total em 1000 U\$ referente ao cenário: somatória das margens brutas totais (col 12) dos sistemas de manejo incluídos nos cenários.

Valores relativos aos sistemas de manejo											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Potencial	S. Manejo	Prod.	Despesa	Receita	M.bruta	Área	Área total	Área total	Área prod.	Área p.acu	Prod. total
		(t/ha ano)	(US\$/ha p.an)	(US\$/ha p.an)	(US\$/ha p.an)	(ha)	(ha)	(1000 ha)	(1000 ha)	(1000 ha)	(1000 t/ano)
Malto	1a	80,00	603,04	920	316,96	10215,98	10215,98	10,22	10,22	10,22	817,28
	1b	80,50	615,27	925,75	310,48	6164,81	16380,79	16,38	6,16	16,38	496,27
Alto	2a	79,00	613,73	908,5	294,77	12505,76	28886,55	28,89	12,51	28,89	987,96
	2b	81,50	604,58	937,25	332,67	4579,58	33466,13	33,47	4,58	33,47	373,24
	3a	78,00	636,26	897	260,74	14267,14	47733,26	47,73	11,89	45,36	927,36
	4b	80,00	621,31	920	298,69	3170,48	50903,74	50,90	2,64	48,00	211,37
Médio	6a	78,50	619,77	902,75	282,98	5636,40	56540,14	56,54	4,70	52,69	368,71
	6b	82,00	611,65	943	331,35	3875,03	60415,16	60,42	3,23	55,92	277,71
	6a	71,50	629,61	822,25	192,64	9511,43	69926,59	69,93	7,93	63,85	566,72
	7a	70,00	624,95	805	180,05	6517,09	76443,68	76,44	5,43	69,28	380,16
Baixo	8a	76,00	634,22	874	239,78	33642,26	110085,94	110,09	28,04	97,32	2130,68
	9a	70,00	672,15	805	132,85	4227,30	114313,24	114,31	3,52	100,84	246,59
	10a	73,00	666,79	839,5	172,71	1585,24	115898,48	115,90	1,32	102,16	96,44
	10b	75,00	657,13	862,5	205,37	528,41	116426,89	116,43	0,44	102,60	33,03
M. baixo	11a	71,00	661,40	816,5	155,10	1409,10	117835,99	117,84	1,17	103,77	83,37
	12a	75,00	656,91	862,5	205,59	2642,06	120478,05	120,48	2,20	105,98	165,13
	12b	66,00	659,41	759	99,59	26949,04	147427,09	147,43	22,46	128,43	1482,20
	13a	72,50	654,35	833,75	179,40	10392,11	157819,20	157,82	8,66	137,09	627,86
	13b	67,50	660,94	776,25	115,31	15852,38	173671,58	173,67	13,21	150,30	891,70

11	12	13	14				16	16	17	18
P. total acu	M. bruta	M. b. t. ac.	M. bruta	Potencial	S. Manejo	Cenário	Área total p	Pod total	M bruta	M bruta total
(1000 t)	(1000 US\$)	(1000 US\$)	US\$/ha t. x ano				(1000 ha)	(1000t/ano)	(US\$/ha x an)	(1000 US\$)
817,28	3238,01	3238,01	316,956	Malto	1a					
1313,55	1914,08	5152,09	310,48		1b	1	16,38	1313,55	314,52	5152,09
2301,50	3686,32	8838,41	294,77	Alto	2a					
2674,74	1523,49	10361,90	332,67		2b					
3602,10	3099,98	13461,88	217,28		3a					
3813,46	789,16	14251,03	248,91		4b	2	48,00	3813,46	283,41	14251,03
4182,18	1329,13	15580,17	235,81	Médio	6a					
4459,89	1205,32	16785,49	311,05		6b					
5026,61	1526,90	18312,39	160,53		6a					
5406,78	977,85	19290,24	150,04		7a	3	69,28	5406,78	256,96	19290,24
7537,45	6722,40	26012,64	199,82	Baixo	8a					
7784,04	468,01	26480,65	110,71		9a					
7880,48	228,15	26708,80	143,92		10a					
7913,51	90,43	26799,23	171,14		10b	4	102,60	7913,51	234,50	26799,23
7996,88	182,13	26981,36	129,25	M. baixo	11a					
8162,01	452,65	27434,01	171,32		12a					
9644,20	2236,57	29670,58	82,99		12b					
10272,06	1553,61	31224,18	149,50		13a					
11163,76	1523,22	32747,41	96,09		13b	5	137,16	10187,01	211,56	29922,99

ANEXO 8

Sistema Produção de Eucalipto e Pastagem

Anexo 8

A. Custo médio de reforma de Eucalipto

Operações	Áreas acidentadas	Áreas planas
	U\$/ha	U\$/ha
preparo do solo (1)	308,63	199,27
produção de mudas (2)	88,4	88,4
plantio (3)	52,35	59,96
manutenção (4)	142,89	124,96
transporte (5)	57,91	77,37
administração (6)	69,56	40,38
total	719,74	590,34

1- Limpeza química, sulcamento, subsolagem, roçada e rebaixamento de touças e adubação (180 kg de superfosfato triplo e 130 kg de 20:00:20 por ha).

2-Mudas por semente.

3-Plantio de 1850 mudas/ha, e replantio (4%) e irrigação.

4- Combate a pragas, roçadas e capinas químicas, mecânicas e manuais até aproximadamente 9 meses.

5- Pessoal, mudas, material e insumos.

6- Administração de campo

B. Custo de manutenção (7):

Áreas planas: U\$ 35,00/ha ano

Áreas acidentadas U\$ 45,00/ha ano

7- Desbrota, roçadas, capinas, adubação, proteção (pragas, doenças e incêndios), infraestrutura, transporte e administração.

Volume médio de madeira total: 630 st/ha em 2 cortes (14 anos)

		Plana	Acidentada
Reforma (plantio)	U\$/ha	590,34	719,74
Manutenção (13 anos)	U\$/ha	455,00	520,00
Subtotal	U\$/ha	1045,34	1239,74
Produção	st/ha	630,00	630,00
Custo final	U\$/st	1,66	1,97

RENDIMENTO MÉDIO DE UM SISTEMA DE PECUÁRIA EXTENSIVA COM BAIXO NÍVEL DE MANEJO:

PASTEJO CONTÍNUO

PERÍODO DE ENGORDA: 2,5 ANOS

Item	Custo unitário
	U\$
Bezerro	120,00
2,5 anos de engorda	75,00
Sal mineral + vaqueiro + prod. vet	30,00
Custo total produção	225,00
Receita total (boi c/ 15 arrobas)	300,00
Margem bruta líquida (2,5 anos)	75,00
Margem bruta ano	30,00

Mapa pedológico simplificado das terras de Piracicaba (SP)

Adaptado e complementado de Oliveira e Prado, 1989

Erodibilidade estimada

Potencial de uso das terras de Piracicaba para a cultura de cana-de-açúcar

Comparação entre as atuais áreas de produção de cana-de-açúcar e o cenário hipotético