

IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE MAIOR EFICIÊNCIA FÓTOSSINTÉTICA PARA A CANA-DE-AÇÚCAR

Garcia, G.J.; Teixeira, A.L.A. e Gerardi, L.H.O.
Instituto de Geociências e Ciências Exatas - UNESP
Campus de Rio Claro - SP. - Brasil

RESUMO

O presente trabalho objetivou estudar áreas potencialmente mais aptas para o plantio da cana-de-açúcar, com a utilização de outras variáveis além das edafoclimáticas. Para tanto foram consideradas as classes de declives e exposições de encostas. Tais informações foram cruzadas com o auxílio de um Sistema de Informação Geográfica em microcomputador de 8 bits, permitindo a produção de mapas para a face Norte, a mais fotossinteticamente eficiente, em diferentes classes de declives. Tais mapas, combinados com mapas tradicionais sobre o assunto, podem se constituir num material de extrema utilidade para o planejador. Ficou evidente ainda que, a utilização de microcomputadores de maior porte, melhorará a qualidade das informações e, conseqüentemente, dos mapas.

ABSTRACT

The objective of the present work was the study of better areas for the sugar cane exploitation, using variables related to the classes and exposition of slopes, additionally to the edaphic and climatic variables. The data were analysed with the aid of a Geographic Information System support by a 8 bits microcomputer, and maps of North exposition, photosynthetically the most efficient were produced for different gradients of slope. These maps combined with traditional maps can be a very helpful tool to the planners. The study showed that the use of bigger microcomputers will improve the data quality as well the final maps.

INTRODUÇÃO

Com a expansão das áreas dedicadas ao plantio da cana-de-açúcar, houve uma conseqüente redução das áreas utilizadas para outras culturas. Tal fenômeno, decorrente dos incentivos oferecidos pela PNA-Plano Nacional do Alcool, introduziu graves distorções no meio rural principalmente no Estado de São Paulo, onde a expansão da cultura da cana-de-açúcar foi mais sensível.

Como se verá mais à frente, alguns trabalhos foram realizados na tentativa de justificar a região Oeste do Estado de São Paulo, como prioritária ao PRO-ALCOOL, cada um com vantagens e desvantagens.

O presente trabalho procura levar em conta variáveis não consideradas anteriormente, qual seja a declividade das encostas e a orientação das vertentes.

No caso do balanço energético, é sabido que a exposição da encosta em relação à radiação luminosa é fator que infere significativamente na produtividade de uma área. Assim, para um mesmo solo, a área com declividade e exposi-

ção mais adequadas produziria mais que uma área vizinha.

A partir de mapas que indiquem as áreas mais promissoras quanto à produção energética, será possível finalmente, um planejamento sobre a destinação das áreas, já que nem todas se mostrarão aptas para a produção de álcool, sendo então mantidas como pastagens, ou então destinadas à produção de alimentos.

REVISÃO DA LITERATURA

No campo da pesquisa agrônômica, vários trabalhos já foram realizados, visando conhecer o balanço energético em culturas, influência da luz no desenvolvimento, adaptação de espécies etc. A cultura do café foi estudada por SANTOS et alii (1959), CERVELLINI (1966) e ROBLEDO (1979). SANTOS et alii (1974) e OMETTO (1976), estudaram a cultura do feijoeiro, enquanto que WENDT (1978), a cultura da soja. A cultura do milho recebeu as atenções de DOMENACK (1980), MENDEZ (1980) e SANTOS et alii (1976), da mesma

maneira que a cultura do sorgo (SANTOS et alii, 1975) e, da cultura da cana-de-açúcar (SANTOS et alii, 1979).

Outra linha de pesquisa ligada à Agroclimatologia estuda os efeitos da exposição das encostas e suas declividades, face a radiação incidente.

Especificamente quanto ao balanço de energia de áreas expostas à radiação ALVES et alii (1981), comentam que a quantidade de energia recebida varia quanto ao ângulo de inclinação da encosta e também à sua orientação.

Diferenças entre exposições N, S, E e O foram avaliadas por LAMBERT e ROBERTS (1978) quanto à ação sobre fatores edáficos e bióticos em declividades médias de 28,7%. A produção de pastagens variou ao longo do ano, sendo superior na exposição sul (Hemisfério Norte).

Estudos realizados com sorgo, por LOPES (1973) e com feijão, por LATANZE (1973), em rampas com declividades em torno de 8,7% e exposições N e S, mostraram que, para as duas culturas, maior quantidade de radiação na exposição norte favoreceu o crescimento e desenvolvimento, conferindo-lhes produções significativamente diferentes comparativamente à exposição sul.

BENINCASA (1976), trabalhando com rampas de 10, 20, 30, 40 e 50% de declividade, nas direções N e S, evidenciou as alterações ocorridas em virtude da disponibilidade de radiação solar entre as exposições N e S. Utilizando o mesmo conjunto de rampas, DAMIÃO FILHO (1985) estudou o crescimento e desenvolvimento da cebola, tendo verificado que a parte aérea foi mais sensível que os bulbos às variações de radiação solar entre as exposições N e S, com atraso no desenvolvimento dos bulbos, para a exposição Sul.

Recentemente, LOPES (1986) mostrou que o efeito da exposição e declividade da encosta influenciou significativamente a produção de fitomassa em gramíneas com evidente superioridade para a exposição N.

Quanto à estratégia governamental, os números indicam que a tendência é de expansão contínua da área de plantio, estimando-se que de 1982 a 1986, já foram incorporados aproximadamente 500.000 ha de terras à cultura da cana-de-açúcar (MIC, 1986, SUMA, 1986), sendo a maior parte nas regiões de Araçatuba e Presidente Prudente. Para a safra 88/89 a produção brasileira estimada, gira em torno de 6.900.000 ton. (3.300 para São Paulo) para produção de açúcar e 15.300.000 ton. (10.100 para São Pau-

lo) para produção de álcool.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Localização da região estudada

A área correspondente ao projeto compreende praticamente todo o oeste do Estado de São Paulo, tendo como referência as cidades de Araçatuba e Presidente Prudente, entre os limites de 50°00' a 52°00' W e 20°30' a 22°30' S.

2. Descrição do meio físico

Sob o ponto de vista geológico, a área é constituída por três formações: A Formação Serra Geral, representada por rochas basálticas; a Formação Caiuã sobrejacente àquela e a Formação Baurú, que jaz em parte sobre o basalto e em parte sobre o arenito caiuã. Todas estão parcialmente cobertas por sedimentos Cenozóicos. O relevo apresenta - se ondulado, de vertentes convexas na sua generalidade, com declives de 1 a 40 e, desníveis de 10 a 70 metros. O relevo apresenta-se mais suave nas áreas ocupadas pela Formação Caiuã, tendo como principal característica na área, a baixa densidade de drenagem (SUAREZ, 1973).

Na área ocorrem de maneira extensiva o Latossolo Vermelho Escuro - fase arenosa e o Podzolizado de Lins e Marília-variação Lins e variação Marília. Aparecem ainda ocorrências esparsas do Latossolo Roxo e do Hidromórfico, a partir da COMISSÃO DE SOLOS (1960).

A vegetação primitiva da área era constituída pela floresta tropical, acompanhando as zonas de solos mais férteis e constituída de árvores de grande porte, existindo como testemunha a reserva florestal do Pontal do Paranapanema. Apareciam ainda extensas áreas de campos naturais. Atualmente a região apresenta extensas pastagens destinadas à pecuária de corte e culturas anuais, principalmente algodão, amendoim, mamona, café, feijão e milho.

De acordo com MONTEIRO (1963), e segundo a classificação de Koppen, o clima é do tipo Cwa, mesotérmico com verão quente, com a temperatura oscilando entre 18 e 22° C.

3. Cartas, mapas e imagens

Foram utilizadas cartas topográficas nas escalas 1:250.000 e 1:50.000, mapas temáticos de diferentes origens e imagens de satélite nas bandas TM3 e TM4. Imagens de radar na escala 1:250.000 foram úteis para definir limites entre solos.

4. Equipamentos

Na interpretação das imagens utilizou-se de lupa iluminada, Interpretoscópio e microprojektor Plastival.

O cruzamento das informações foi feito através de um microcomputador de 8 bits, com periféricos.

5. Elaboração das cartas de declividade e de exposição de encostas

A partir das cartas topográficas disponíveis, e em função das faixas de declividade selecionadas, elaborou-se uma cunha em material transparente, que facilitava a delimitação das faixas de declividade, estabelecidas como: A = 0 - 5%; B = 5 - 10%; C = 10 - 15% e D = 15% e a técnica é descrita em MALAGUTTI e GARCIA (1983).

Também a partir das cartas topográficas procedeu-se a delimitação das diferentes exposições de encostas, tendo sido inicialmente demarcada a rede de drenagem. Assim, pela drenagem e pelas curvas de nível, foi possível identificar as diferentes exposições de encostas, segundo um gabarito apropriado. A técnica pode ser encontrada em RIGONATO e GARCIA (1988).

6. Cruzamento das informações de Declividade e de Exposição de Encostas

Considerando o volume de dados a serem correlacionados optou-se pela utilização de um SIG - Sistema de Informação Geográfica, a partir de um microcomputador de 8 bits.

De acordo com LINDGREN (1985), os dois sistemas mais utilizados para codificar e armazenar dados da superfície do terreno, são o vetor e a grade ("raster"). Para sistemas de pequeno porte utiliza-se da grade, onde as informações são codificadas pelo que apresentam dentro de cada quadrícula, cujo tamanho influenciará a maior ou menor precisão do trabalho. Os dados assim armazenados, podem ser manipulados de modo a ter uma análise multivariada e, os dados, não precisam ser armazenados na mesma fita ou disco. Apenas é necessário que os vários conjuntos de dados sejam referenciados à mesma grade de modo que se apresentem como camadas sucessivas de informações. Programas apropriados fazem o cruzamento das informações, sempre entre quadrículas correspondentes e, no caso, o sistema utilizado foi desenvolvido por TEIXEIRA (1987).

No presente estudo, o tamanho da quadrícula foi de 5 x 5 mm, o que corresponde às dimensões de 1.250 x 1.250

m, na escala 1:250.000.

Cada quadrícula, tanto para declividade como para exposição de encostas, foi codificada, de acordo com o que continham em seu interior, criando dessa maneira, uma matriz intermediária. Pelo tamanho da área, optou-se pela escala 1:250.000 para preparação das cartas básicas. Assim mesmo, cada carta continha 43.500 quadrículas, cujos códigos tiveram que ser digitados no microcomputador.

Devido ao grande volume de dados e aos cruzamentos possíveis, efetuou-se apenas o cruzamento da exposição norte com as declividades A, B, C. e D.

Da mesma maneira que as classes de declive e as exposições de encostas, poder-se-ia também digitalizar temperaturas, precipitação, disponibilidade de água para as plantas, tipos de solos, etc.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sendo de cunho metodológico, a pesquisa revelou-se bastante trabalhosa, exigindo bastante tempo dos pesquisadores. De fato, o ideal teria sido realizar tal projeto numa área teste, e não em toda região oeste do Estado de São Paulo. Ao focar uma área tão vasta, deixou-se de levar em conta detalhes que poderiam merecer uma maior atenção.

Na sequência de trabalho, elaborou-se os mapas de exposição de encostas e de classes de declive, dentro de um processo completamente manual.

Na fase de processamento de dados ficou evidente que embora o "software" fosse bem eficiente, o microcomputador de 8 bits se revelou deficiente, diante do volume de dados a serem trabalhados. Dessa maneira, era possível o cruzamento das informações contidas numa área de 52 x 56 quadrículas, totalizando 2.912 quadrículas. Assim, os mapas finais consistem da união de várias quadrículas, processadas individualmente.

Devido ao tempo necessário para o cruzamento, optou-se por considerar apenas a face norte, para as quatro classes de declive, levando em conta que esta é a mais indicada, no que se refere à eficiência fotossintética. As Figuras 1, 2, 3 e 4, referem-se a partes dos mapas finais, dos cruzamentos acima citados.

Como o próprio programa calcula a área para cada caso analisado, tem-se na Tabela 1, a área de ocorrência para cada faixa de declividade, com ampla predominância da faixa de declividade entre 0 e 5%. Tal informação vem de en-

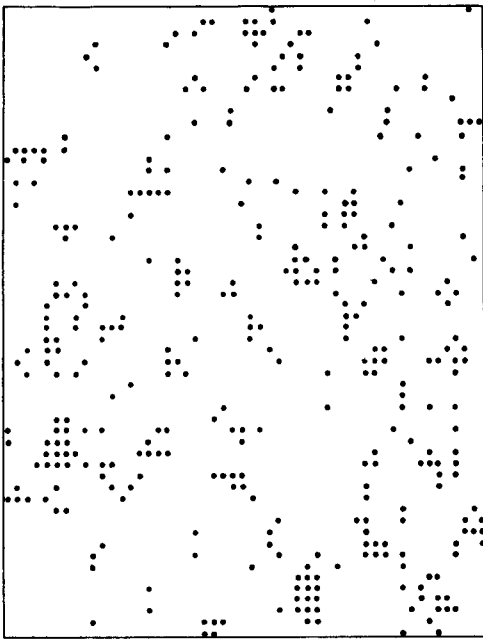


Figura 1 - Amostra representativa do cruzamento da face Norte com classe de declive de 0 - 5%.

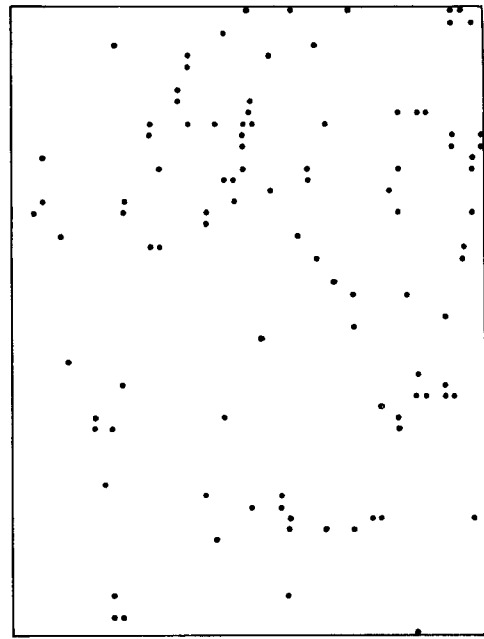


Figura 2 - Amostra representativa do cruzamento da face Norte com classe de declive de 5 - 10%.

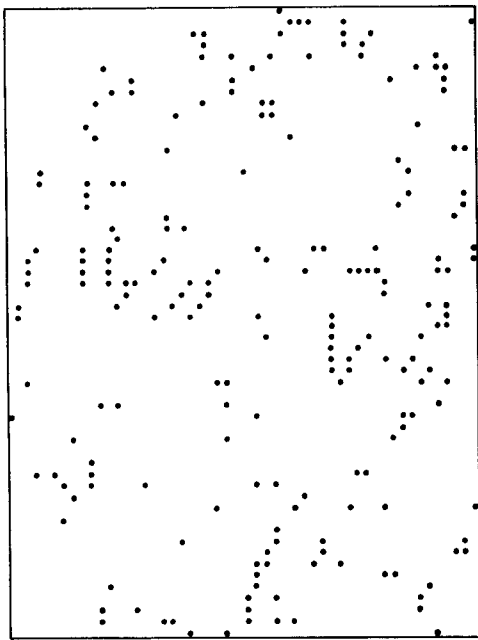


Figura 3 - Amostra representativa do cruzamento da face Norte com classe de declive de 10 - 15%.

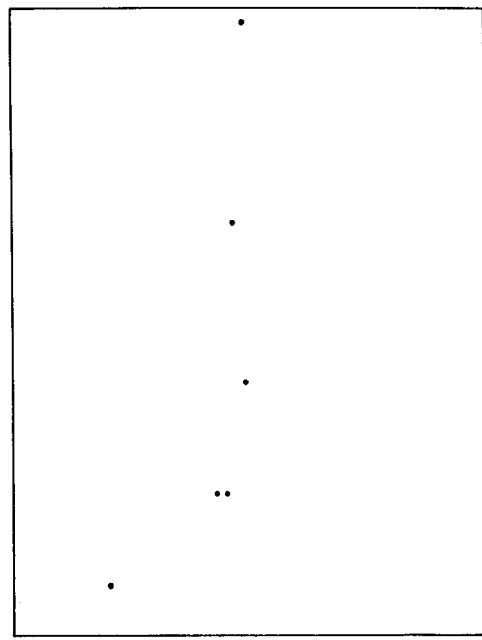


Figura 4 - Amostra representativa do cruzamento da face Norte com classe de declive $> 15\%$.

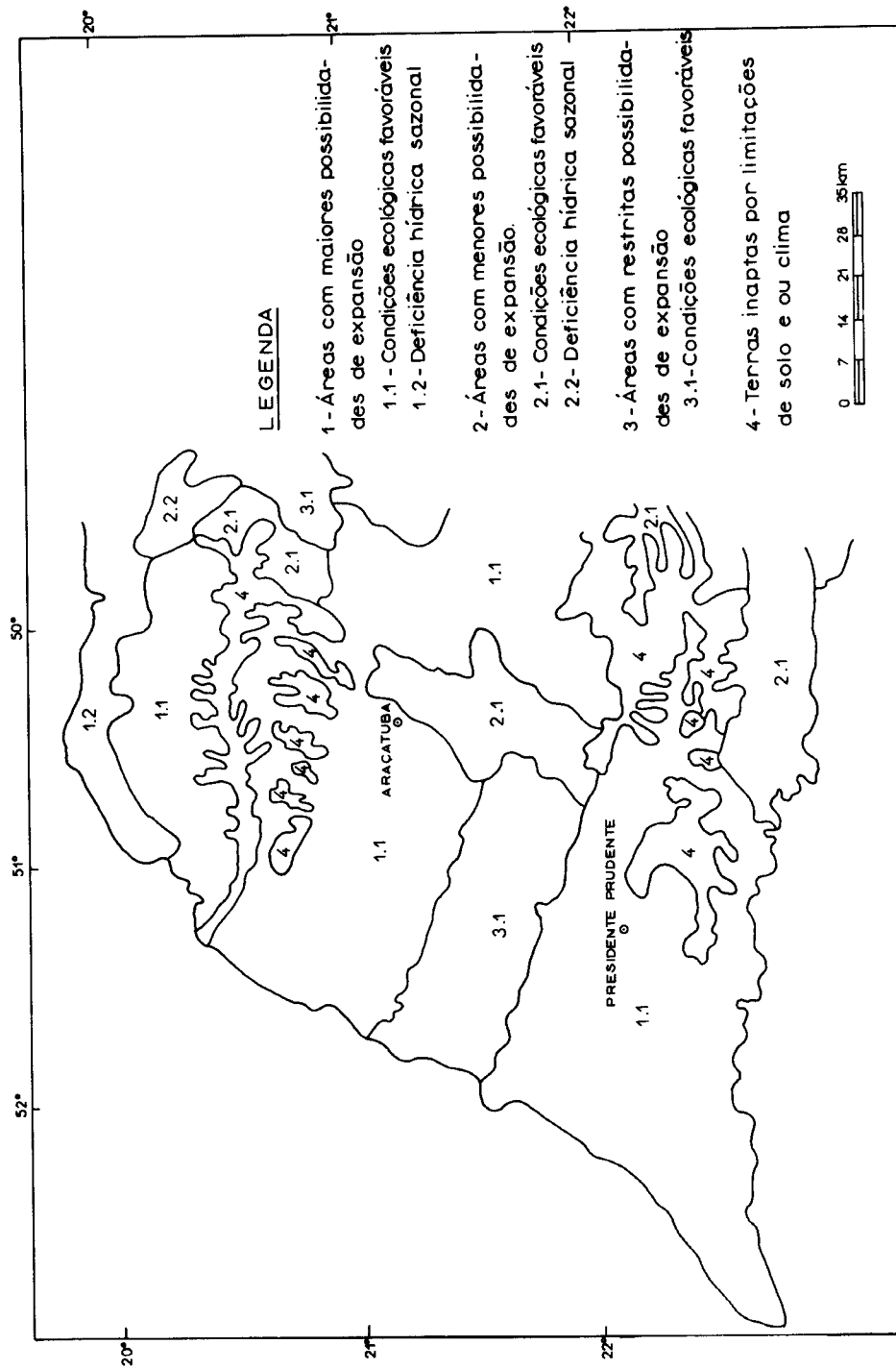


Figura 5 - Áreas com possibilidades de expansão da cultura da cana-de-açúcar para produção de álcool com - busstive!

contro com a realidade do relevo da região, predominantemente suavemente ondulado.

De acordo com a SECRETARIA DE INDÚSTRIA E COMÉRCIO (1980), a cultura da cana-de-açúcar apresenta melhores condições de desenvolvimento em áreas cuja temperatura média anual seja de, no mínimo, 21°C, deficiência hídrica anual de 0 mm e excedente hídrico máximo de 80 mm. A Figura 5, mostra o zoneamento climático da região, levando em conta temperatura e precipitação.

Fica mais do que evidente que, as informações existentes nos mapas das Figuras 1 a 4, juntamente com aquelas contidas na Figura 5, mais o mapa de solos poderia se constituir num produto inedito para o planejamento rural.

Quanto a metodologia, esta se revelou bastante eficiente na indicação das áreas com maiores possibilidades para o processo fotossintético, mesmo que uma boa parte do serviço tenha sido manual. A possibilidade de se utilizar equipamentos de maior porte, com mesa digitalizadora e plotadoras, certamente aumentaria a precisão do trabalho, diminuindo ainda o tempo necessário.

Fica claro ainda que, para áreas menores, poder-se-ia utilizar escalas maiores e portanto, quadrículas menores aumentando a precisão. Outras variáveis, além das já comentadas, poderiam também fazer parte do estudo.

TABELA 1 - ÁREA OCUPADA POR CADA CLASSE SELECIONADA, CONSIDERANDO APENAS A FACE NORTE.

CLASSE DE DECLIVE %	ÁREA (ha)
0 - 5	98.250
5 - 10	29.125
10 - 15	37.700
> 15	8.000

CONCLUSÕES

1. A abordagem metodológica revelou-se bastante eficiente na cartografia das áreas mais promissoras para o plantio da cana-de-açúcar.
2. Os estudos sugerem que mais variáveis devem ser consideradas, em especial as edafo-climáticas.
3. A utilização de microcomputadores de maior porte é fundamental no tratamento de tais tipos de informações.

4. Os estudos devem prosseguir, visando não só a utilização de novas variáveis, mas também considerando-se outras culturas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, R.D.; VIANELLO, R.L.; SEDIYAMA, C.C. Irradiância solar global sobre superfícies inclinadas em Viçosa - MG. Experimentae. 9: 195-210, 1981.
- BENINCASA, M. Efeitos de rampas com diferentes declividades e exposições norte e sul de uma bacia hidrográfica sobre o microclima e produtividade biológica do Sorghum bicolor. Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1976 (Tese de Livre Docência).
- CERVELLINI, A. Estudo da radiação solar em cafezal sombreado. Boletim Técnico nº 2. Serv. Met. Min. Agricultura, 1966.
- COMISSÃO DE SOLOS Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Ensino e Pesquisa Agrônômica, 1960 (Boletim nº 12).
- DAMIÃO FILHO, C.F. Comportamento da cultura da cebola sob diferentes níveis de radiação solar. Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1982 (Dissertação de Mestrado).
- DOMENACK, C.M.R. Balanco de radiação solar de ondas curtas em três densidades de plantio do milho. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1980 (Dissertação de Mestrado).
- LATANZE, R.J. Estudos ecológicos do feijoeiro - efeitos das exposições norte-sul. Jaboticabal, Esc. Ciências Agrárias e Veterinárias, 1973 (Tese de Doutorado).
- LAMBERT, M.G. e ROBERTS, E. Aspects differences in an unimproved hill country pasture. New Zealand J. of Agr. Research, 21: 255-260, 1978.
- LINDGREN, D.T. Land use planning and Remote Sensing. Dordrecht, Martinus Pub., 1985.
- LOPES, L.R. Efeitos da exposição sobre o microclima da cultura do sorgo. Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1973 (Tese de Doutorado).
- LOPES, L.R. Efeitos da topografia sobre a variação da radiação solar incidente, temperatura do solo e produção de Cynodon dactylon. Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrárias e Ve-

- terinárias, 1986 (Tese de Livre Docência).
- MALAGUTTI, M. e GARCIA, G.J. Técnicas cartográficas para elaboração de mapas de classes de declive para fins agrícolas. Boletim de Geografia Teorética, 1988 (Encaminhado para publicação).
- MENDEZ, M.M.G. Balanco de radiação solar de ondas curtas de milho. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", 1980 (Dissertação de Mestrado).
- MIC - MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO. Informativo Estatístico Semestral nº 8, 1986.
- MONTEIRO, C.A.F. Clima. In: Geografia do Brasil (Grande Região Sul, vol. IV Tomo 1). Rio de Janeiro, IBGE, 1963.
- OMETTO, J.C. Resposta de folhas de Phaseolus vulgaris. In: Simp. Int. sobre Bioconversão de Energia, Campinas, 1976. Anais. Campinas, vol. 1, p. 164-168.
- RIGONATO, A. e GARCIA, G.J. Técnicas cartográficas na elaboração de mapas de exposição de encostas e orientação de vertentes. Boletim de Geografia Teorética, 1988 (Encaminhado para publicação).
- ROBLEDO, A.J. Balanco de radiação solar em Coffea Arabica. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", 1979 (Dissertação de Mestrado).
- SANTOS, J.M.; BENINCASA, M.; BENINCASA, M.M.P. Algumas relações da radiação solar em cultura de Phaseolus vulgaris. In: Reunião Anual da SBPC, XXVI, Recife, 1974. Anais. Recife, Sociedade Brasileira de Progresso à Ciência, vol. 1: 556.
- SANTOS, J.M.; BENINCASA, M.; LOPES, L. R. Efectos de la radiación solar sobre las condiciones térmicas del suelo en campo cultivado com Sorghum bicolor. In: Congresso Latino-Americano de Energia Solar, 1º, San Miguel, Arg., 1975. Anais, San Miguel, v.2: 120-132.
- SANTOS, J.M.; DECICO, A.; OLIVEIRA, A. S. Balanco de energia em campos cultivados com milho Piranão. In: Reunião Bras. de Milho e Sorgo, XI, Piracicaba - SP, 1976. Anais, Piracicaba, vol. 1: 100-110.
- SANTOS, J.M.; GOMES, J.; IDE, B.Y. O balanço de radiação de onda curta em campos cultivados com cana-de-açúcar. Coleção Mossoroense, XCIX: 24, 1979.
- SANTOS, J.M.; SALATI, E. e ACCORSI, W. R. Temperatura da folha do Cafeeiro. In: Reunião Anual da Sociedade Botânica do Brasil, 24ª, Rio de Janeiro, 1959. Anais, Rio de Janeiro, vol. 1: 80-86.
- SECRETARIA DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO Rezoneamento das áreas para implantação de destilarias de álcool. São Paulo, Secr. Ind. Com., 1980.
- SUAREZ, J.M. Contribuição à Geologia do Extremo Oeste do Estado de São Paulo. Presidente Prudente, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Presidente Prudente, 1973 (Tese de Doutorado).
- SUMA AGRÍCOLA/PECUÁRIA Previsão de produção de Açúcar e Alcool para a safra 86/87m 1986 (Boletim nº 180).
- TEIXEIRA, A.L.A. Sistema de Informação Geográfica - Uma solução para microcomputadores de 8 bits. Rio Claro, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 1987 (Tese de Doutorado).
- WENDT, W. Estudos de radiação solar sobre soja. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", 1978 (Dissertação de Mestrado).