

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomo do Estado de S. Paulo

Vol. 27

Campinas, outubro de 1968

N.º 31

ESTUDO DA CULTURA CANAVIEIRA NA REGIÃO DE PIRACICABA POR FOTOINTERPRETAÇÃO — PARTE II (1)

RAUL AUDI, *engenheiro-agrônomo, Serviço de Fotointerpretação, Instituto Agrônomo*

SINOPSE

Dando prosseguimento ao Estudo da Cultura Canavieira na região de Piracicaba, são apresentadas, com base no estudo de fotografias aéreas, as principais características dessa cultura no ano de 1962. Considerando-se os municípios de Rio das Pedras, Mombuca, Capivari e Rafard, foram determinados os dados de áreas cultivadas, localização das culturas e usinas, aspectos das culturas e dos terrenos empregados.

1 — INTRODUÇÃO

A região de Piracicaba constitui hoje a principal região açucareira do Estado de São Paulo (2). Por falta de um critério adequado para a delimitação dessa região, estão sendo incluídos nela os municípios cujos canaviais se estendem de maneira contínua, atravessando os limites do grande centro canavieiro de Piracicaba.

Neste trabalho, desenvolvido nos moldes da Parte I, anteriormente publicada (2), estudou-se através da fotointerpretação a distribuição das culturas de cana e a localização das usinas de açúcar, procurando correlacionar as culturas com os tipos de solo e clima local. Fêz-se ainda observações quanto ao aspecto dessas culturas, relêvo do terreno e ocorrência de erosão. A partir das fotografias interpretadas, com os canaviais nelas delimitados, organizou-se um mapa que mostra a localização das culturas e das usinas nos municípios de Rio das Pedras, Mombuca, Capivari e Rafard, no ano de 1962.

(1) Recebido para publicação em 18 de junho de 1968.

2 — MATERIAIS E MÉTODOS (2)

O trabalho foi executado com o auxílio de fotografias aéreas, na escala 1:25.000, com recobrimento longitudinal médio de 60% e lateral de 30%; mosaicos na mesma escala e fotoíndices na escala 1:100.000.

Separadas as fotografias que recobrem a área, fêz-se a delimitação dos municípios por estereoscopia, segundo a Divisão Territorial de 1964 (9), empregando-se para isso mapas do Instituto Geográfico e Geológico (10).

Antes do trabalho de interpretação das fotografias, fêz-se a delimitação da "área útil" em cada par, isto é, a delimitação da área de estudo em cada fotografia, segundo o método descrito por Rabben e outros (7).

O critério para identificação das áreas canavieiras é descrito na Parte I, anteriormente publicada (2).

Foram delimitadas e computadas não só as áreas que se apresentavam ocupadas pela cultura, como também aquelas áreas cujas culturas já haviam sido colhidas.

Ao lado da identificação e delimitação dos canaviais, fêz-se também observações quanto ao aspecto das culturas e do terreno.

As observações quanto ao aspecto das culturas se referem mais à organização geral das culturas e não ao seu desenvolvimento vegetativo. De acôrdo com êsse critério, o estado das culturas foi classificado em bom, regular e mau.

As observações quanto ao aspecto do terreno se referem ao relêvo local e ocorrência de erosão. Quanto ao relêvo, chamou-se *levemente ondulados* àqueles com declives de zero a 5%; *ondulados*, com declives entre 5 e 12%; *fortemente ondulados*, com declives acima de 12% (2).

Quanto à erosão, só se considerou a erosão em sulcos, não só devido à dificuldade de constatar a erosão laminar nas fotografias, como também pela impossibilidade de constatá-la nos canaviais em estado vegetativo avançado. O critério adotado na observação dêsse aspecto distingue três casos: *ausência de erosão*, *erosão leve* e *erosão acentuada*.

(2) Ver detalhes dêsse capítulo na Parte I (2).

Os dados de área e porcentagens de área sôbre as observações quanto ao aspecto das culturas, relêvo e ocorrência de erosão, são simples estimativas, pois a separação das áreas para medida não foi feita individualmente em função de cada uma dessas características.

A avaliação das áreas cultivadas foi executada com planímetro, fazendo porém correr o aparelho sôbre uma fôlha de papel acetato de celulose transparente, ou Ultra-phan, em cujo verso se decalcou das fotografias o contôrno das áreas de cultura. O emprêgo do papel acetato de celulose ou Ultra-phan, para êsse fim, oferece algumas vantagens, como: evitar erros de leitura devido a movimentos da fotografia durante a planimetragem; possibilitar que o planímetro deslize sempre sôbre uma única superfície, ficando também o pólo do planímetro fixo sôbre a mesma fôlha; a mesma fôlha pode ser utilizada muitas vêzes, se fôr usado "lâpis cêra" para decalcar das fotografias (na face lisa do papel Ultra-phan) os contornos a serem planimetrados — os traços são eliminados com algodão embebido em álcool.

Para o cálculo das áreas planimetradas calculou-se o fator f para o planímetro, fazendo a leitura total encontrada pela planimetragem do contôrno dos quatro municípios corresponder à área oficial dos municípios fornecida pelo Instituto Geográfico e Geológico (13).

Dessa forma, a precisão dos dados de área e as porcentagens de área ficam sujeitas à precisão das áreas dos municípios fornecidas pelo Instituto Geográfico e Geológico do Estado (13).

3 — ASPECTOS FÍSICOS DA ÁREA ESTUDADA

A área estudada é parte da chamada depressão periférica, definida por Moraes Rego (3), situando-se, porém, na Divisão Geomorfológica do Estado proposta por Almeida (1), numa subdivisão dessa mesma área, e denominada zona do médio Tietê.

Geolôgicamente é constituída na sua maior parte de sedimentos predominantemente arenosos, com algumas ocorrências de rochas basálticas responsáveis pela presença do Latossolo

(3) MORAES REGO, L.F., citado por Almeida, F. F. M. de, in Geologia do Estado de São Paulo, Bol. 41, Instituto Geográfico e Geológico do Estado de São Paulo.

Roxo. De acôrdo com o Mapa Geológico do Estado (12), a área em questão é quase totalmente recoberta pelos sedimentos do Grupo Tubarão (Carbonífero Superior), com pequena área recoberta por sedimentos do Grupo Estrada Nova, representados pelas formações Corumbataí e Irati (Permiano) e pequenas intrusões de diabásio (Rético ?) (11).

No divisor Piracicaba-Capivari, êsses sedimentos são representados principalmente por materiais arenosos das formações Itapetininga, Tietê, Gramadinho Capivari e Itu, do Grupo Tubarão (1). Também êsse predomínio de materiais arenosos se fez sentir nos solos da área, através de um equilíbrio entre os solos de textura leve, que cobrem cêrca de 55% da área, e solos de textura média, recobrando cêrca de 45%.

De acôrdo com a Carta de Solos do Estado de São Paulo (15), os solos que ocorrem na área são os seguintes, em ordem decrescente de extensão de área: Podzólico Vermelho Amarelo, variação Laras, Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho Escuro Orto, Podzólico Vermelho Amarelo var. Piracicaba, Regossolo "intergrade" para Podzólico Vermelho Amarelo e para Latossolo Vermelho Amarelo, e em pequenas extensões o Litossolo — fase Substrato Folhelho Argilito (ver quadro 2 e figura 2).

Quanto ao clima, observa-se pela Carta Climática do Estado de São Paulo (6) que, na área estudada, é do tipo Cwa (Sistema Köppen), com precipitações, no mês mais sêco, menores que 30 mm e temperatura média maior que 22°C no mês mais quente e menor que 18°C no mês mais frio. Essas condições climáticas asseguram à planta a quantidade de calor e umidade necessária ao seu desenvolvimento, bem como condições de queda de temperatura e teor de umidade favoráveis à maturação na época adequada.

A precipitação pluvial média anual na área, segundo Schröder (14), vai de 1.100 a 1.300 mm. Cartas mais recentes (3) distinguem nessa área três zonas de precipitação, cujas médias e variabilidades calculadas com uma probabilidade de 68,3% indicam: uma pequena área com média 1.115 ± 221 , uma área com média 1.159 ± 212 , e uma com média 1.192 ± 220 mm anuais.

O balanço hídrico da região de Piracicaba, área pouco ao norte da área em questão, revelou segundo Camargo e Orto-

lani (5) uma deficiência anual de 68 mm, pelo método de Thornthwaite & Mather (1955) para limite de 125 mm de retenção hídrica na zona das raízes. O balanço hídrico realizado por Camargo (4), segundo o mesmo método, considerando, porém, a capacidade de retenção 300 mm, revelou para a mesma área, conforme já citado na Parte I do presente trabalho (2), uma deficiência anual de 80-110 mm, e deficiências pouco maiores, 110-150 mm, para a área junto ao Vale do Tietê. Na área ora em estudos, porém, apenas uma faixa muito estreita pertence a essa zona de maior deficiência.

4 — APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram estudados 81.600 ha, correspondentes à área dos municípios de Rio das Pedras, Mombuca, Capivari e Rafard, encontrando-se uma área de 50.940 ha ocupados pela cultura (62,4% da área total estudada). Dêsse total, observou-se que 98,6% dos canaviais apresentavam-se com “bom aspecto”, e o restante (1,4%) “regular”. Quanto ao relêvo ocupado, observou-se que 79,4% das culturas se encontram em relêvo “levemente ondulado”, e os restantes 20,6% em relêvo “ondulado”. A presença de erosão em sulco, suscetível de ser constatada na fotografia pela técnica empregada, manifestou-se em apenas 1,7% dos canaviais, em modalidade que classificamos de “erosão leve”. Esses dados todos estão resumidos no quadro I.

A cultura de cana que se distribui por tôda a área, de maneira homogênea, se destina principalmente à industrialização do açúcar, com muito pequena parte destinada à fabricação de aguardente. Existem na área oito usinas (8), cujas localizações são mostradas no mapa de distribuição da cultura (fig. 1). Das oito usinas dessa área, quatro se localizam no município de Rio das Pedras, três no município de Capivari e uma no município de Rafard (8).

4.1 — MUNICÍPIO DE RIO DAS PEDRAS

Dentre os municípios estudados, é o que mais se destaca como canavieiro, não só pela maior porcentagem de terras utilizadas com a cultura, 77,4%, como também pelo maior número de usinas instaladas. É ainda o incremento dos canaviais, no município, favorecido pela ocorrência de bons solos, como o Latossolo Roxo, 29,1%, e o Latossolo Vermelho Escuro Orto, 28,5%. A cultura se espalha pelo município, de maneira uniforme, pare-

cendo não levar em conta as diferenças de solos (ver fig. 2). Apenas as partes mais baixas mostram-se menos utilizadas. O aspecto das culturas no município é dado, pelo quadro I, como 98,8% "bom", 1,2% "regular". Quanto à topografia, 87,1% das culturas acham-se em solo "levemente ondulado", e 12,9% em solo "ondulado", encontrando-se os canaviais praticamente livres de erosão.

4.2 — MUNICÍPIO DE MOMBUCA

É o município de menor extensão e com menor índice de aproveitamento com a cultura, fato que talvez possa justificar-se pela ausência de usinas no município e também pelo predomínio de solos pouco férteis, como os Podzólicos Vermelho Amarelo var. Laras e var. Piracicaba (ver quadro 2). A quase totalidade das culturas se apresenta com aspecto "bom", sendo que 61,3% delas localizadas em relêvo "levemente ondulado", e 38,7% em relêvo "ondulado". Quanto à erosão constatou-se que apenas 2,5% apresentam-se com "erosão leve". A distribuição das culturas mostra-se também de maneira uniforme sobre os quatro Grandes Grupos de Solo, sem exibir nenhuma preferência nesse sentido. As extensões dos canaviais são sempre pequenas, devido à intensa dissecação do terreno pela drenagem (figuras 1 e 2).

4.3 — MUNICÍPIO DE CAPIVARI

Depois de Rio das Pedras é o município canavieiro mais importante da área, não só pela proporção da área cultivada, 58,6%, como também pelo número de usinas aí instaladas. Com relação ao aspecto das culturas, observou-se ser 98,1% "bom" e 1,9% "regular". Quanto ao relêvo, 88,7% das culturas estão sobre relêvo "levemente ondulado", e 11,3% em relêvo "ondulado". Quanto à erosão verificou-se que 97,3% das culturas estão livres de erosão, visível nas fotografias através da técnica empregada, e 2,7% com "erosão leve".

As culturas se distribuem por todo o município, de maneira uniforme, mesmo nos solos bastante pobres, como o Regossolo "intergrade" para Podzólico Vermelho Amarelo e para Latossolo Vermelho Amarelo. O que se pôde observar é que nas extremidades Norte e Sul do município, onde ocorrem os Latossolos Roxo e Vermelho Escuro Orto, as culturas apresentam-se com melhor aspecto que as da parte central do município, onde a forte dissecação do terreno pela drenagem impossibilita o aproveitamento intenso dos solos baixos, junto aos ribeirões (ver figuras 1 e 2).

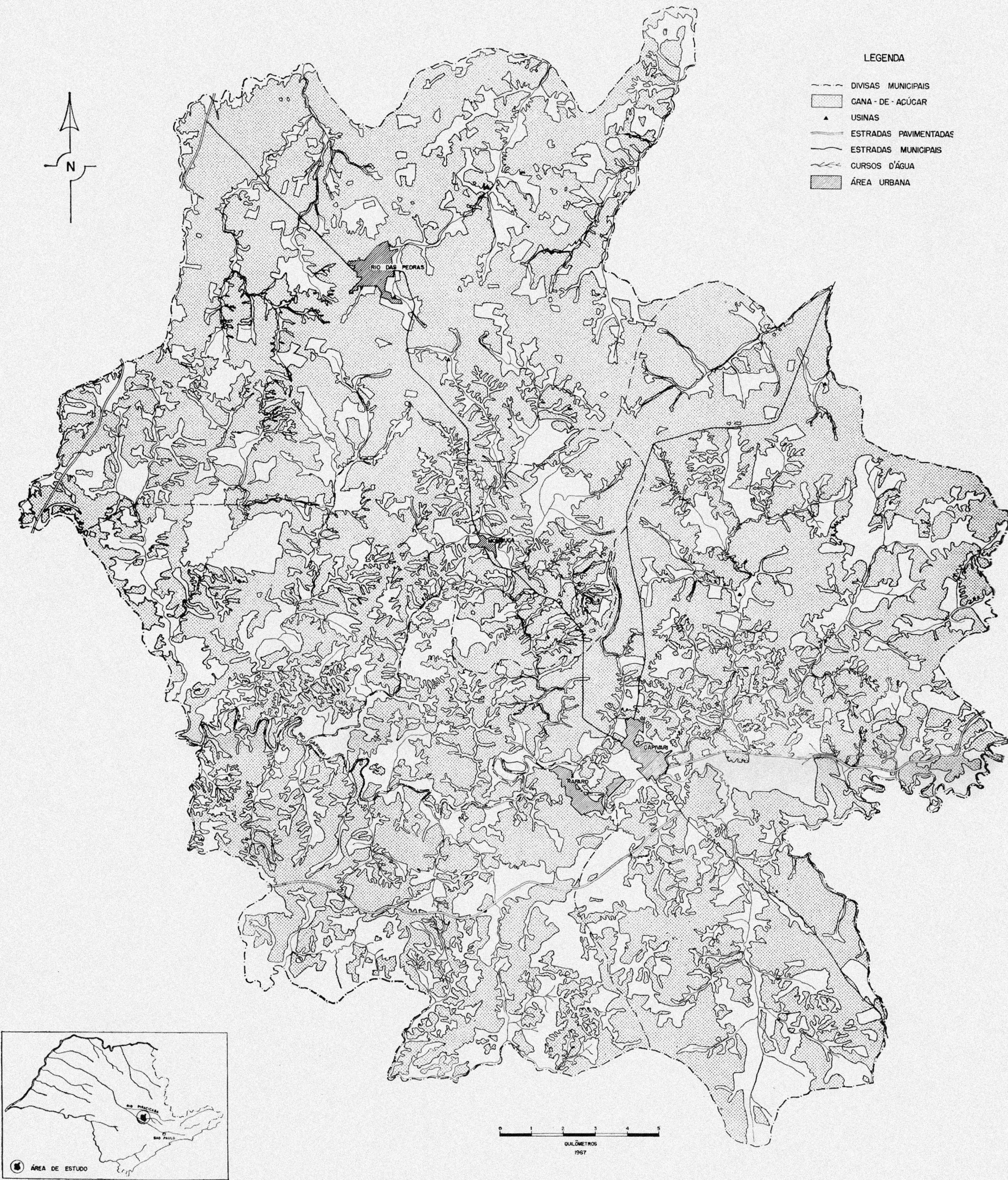


Figura 1. — Distribuição geográfica da cultura de cana-de-açúcar e localização das usinas nos municípios de Rio das Pedras, Mombuca, Rafard e Capivarã.

(Extraído da cobertura aerofotogramétrica de 1962)

4.4 — MUNICÍPIO DE RAFARD ⁽⁵⁾

A situação dêste município se assemelha muito à da já descrita para o município de Mombuca, isto é, as culturas de cana cobrem 56,0% da área. Os solos, com exceção de pequenas manchas, são na maioria representados por solos pobres, como o Podzólico Vermelho Amarelo var. Laras, que cobrem 80% da área do município (ver quadro 2). As culturas ocupam também em geral pequenas extensões, apresentando distribuição bastante retalhada, por motivo da dissecação do terreno pela drenagem, distribuindo-se porém de maneira uniforme sôbre os diferentes solos que aí ocorrem (figuras 1 e 2). Com relação ao município de Mombuca, êste apresenta a vantagem de possuir uma usina. Quanto ao aspecto das culturas, observou-se que 98,2% delas apresentam aspecto “bom”, e 1,8% “regular”, sendo que 57,5% delas instaladas em relêvo “levemente ondulado”, e 42,5% em relêvo “ondulado”. Quanto à ocorrência de erosão nos canaviais, constatamos que 97,7% dêles estão livres de erosão, e os restantes 2,2% com erosão “leve”.

5 — CONCLUSÕES

a) No ano de 1962 a área cultivada com cana-de-açúcar, nos municípios estudados, era de 50.940 ha, representando 62,4% da área total estudada.

b) A quase totalidade das culturas se apresentavam em bom estado e praticamente livres de erosão em sulcos.

c) Quanto aos solos utilizados, observou-se que as culturas ocupavam indistintamente todos os solos que ocorrem na área.

d) As culturas que apresentaram melhor aspecto, foram as localizadas sôbre Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho Amarelo Orto.

e) Quanto à topografia, observou-se que cêrca de 79% das culturas se localizavam em relêvo “levemente ondulado”, e os restantes 21% em relêvo “ondulado”.

⁽⁵⁾ A área de Rafard é aqui apresentada como município, a despeito das dúvidas existentes no momento com relação ao seu desmembramento de Capivari pela lei dos municípios de 28 de fevereiro de 1964.

A STUDY ON SUGARCANE CULTURES IN THE PIRACICABA REGION
BY MEANS OF PHOTOINTERPRETATION — PART II

SUMMARY

Pursuing research work about sugarcane cultures in the region of Piracicaba, their main characteristics were studied in this paper, for the year 1962, based on aerial photographs. Taking into consideration such districts as Rio das Pedras, Mombuca, Capivari and Rafard, a large number of data was determined, of areas under cultivation, localization of cultures and factories, aspects of cultures and of lands used for this crop.

LITERATURA CITADA

1. ALMEIDA, F. F. M. DE. Fundamentos geológicos do relêvo paulista. **In:** Geologia do Estado de São Paulo. São Paulo, Instituto Geográfico e Geológico, 1964. Boletim 41. p.167-263.
2. AUDI, R. Estudo da cultura canavieira na região de Piracicaba, por fotointerpretação: I. *Bragantia* 24:203-218, 1965.
3. BLANCO, H. G. & GODOY, H. Cartas das chuvas do Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agrônômico, 1967. 5fls. + 4 mapas.
4. CAMARGO, A. P. DE. Balanço hídrico do Estado de São Paulo. 2.ª ed. Campinas, Instituto Agrônômico, 1964. 20p. (Boletim 116)
5. ————— & ORTOLANI, A. A. Clima das zonas canavieiras do Brasil. **In:** Cultura e adubação da cana-de-açúcar. São Paulo, Instituto Brasileiro de Potassa, 1964. p.121-138.
6. GODOY, H. & ORTOLANI, A. A. Carta climática do Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agrônômico, 1963. 1fl.
7. RABBEN, E. L. et alii. Fundamentals of photo-interpretation. **In:** Manual of photographic interpretation. Washington, American Society of Photogrammetry, 1960. p.99-163.
8. RIO DE JANEIRO. INSTITUTO DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL. Usinas em funcionamento — GB, 1964.
9. SÃO PAULO. GOVERNO. Divisão territorial administrativa e judiciária do Estado de São Paulo. Diário Oficial do Estado de São Paulo, 29/2/1964. 104p.
10. SÃO PAULO. INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO DO ESTADO. Fôlhas topográficas de Campinas e São Paulo. São Paulo, Gráfica Ipiranga, 1954. Esc. 1:250.000.

11. ————. Geologia do Estado de São Paulo. São Paulo, 1964. 263p. (Boletim 41)
12. ————. Mapa geológico do Estado de São Paulo. São Paulo, 1963. Esc. 1:1 000.000.
13. ————. Relação das áreas dos Distritos e Municípios do Estado de São Paulo, de acôrdo com a Lei n.º 8092, de 28/2/1964; organizada pela Seção de Estudos Geográficos. (Não publicado)
14. SCHRÖDER, R. Carta das isoietas anuais do Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agronômico, 1956. 1fl.
15. SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. COMISSÃO DE SOLOS. Carta dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1960. 1fl.

QUADRO 1. — Características da cultura canaveira na região de Piracicaba em 1962 determinadas através de fotointerpretação

Município e área respectiva	Área ocupada pela cultura ⁽¹⁾	Aspecto da cultura ⁽²⁾			Aspecto do terreno ⁽²⁾				Erosão				
		Bom	Regular	Mau	Relêvo			Ausente	Leve	Acentuada			
					Levemente ondulado	Ondulado	Fortemente ondulado						
Rio das Pedras ... (22.100 ha)	17.100 (77,4%)	16.900 (98,8%)	200 (1,2%)	0	ha	ha	ha	0	17.100 (100%)	0	0	ha	ha
Mombuca (13.600 ha)	7.300 (53,7%)	7.270 (99,5%)	30 (0,5%)	0	ha	ha	ha	0	7.120 (97,5%)	180 (2,5%)	0	ha	ha
Rafard (14.000 ha)	7.840 (56%)	7.700 (98,2%)	140 (1,8%)	0	ha	ha	ha	0	7.660 (97,7%)	180 (2,3%)	0	ha	ha
Capivari (31.900 ha)	18.700 (58,6%)	18.360 (98,1%)	340 (1,9%)	0	ha	ha	ha	0	18.200 (97,3%)	500 (2,7%)	0	ha	ha

⁽¹⁾ Porcentagens em relação à área total do Município.

⁽²⁾ Porcentagens em relação à área canaveira do Município.

QUADRO 2. — Grandes Grupos de Solos que ocorrem nos municípios utilizados para estudo das características da cultura canaveira por fotointerpretação (1)

Município	Grande Grupo de Solo	Símbolo	Porcentagem da área em relação à municipal
Rio das Pedras ...	Latossolo Roxo	LR	29,1
	Podzólico Vermelho Amarelo — variação Laras	PVls	28,8
	Latossolo Vermelho Escuro-Orto ..	LE	28,5
	Podzólico Vermelho Amarelo — variação Piracicaba	PVp	9,9
	Regossolo "intergrade" para Podzólico Vermelho Amarelo e para Latossolo Vermelho Amarelo	RPV-RLV	3,5
Mombuca	Podzólico Vermelho Amarelo — variação Laras	PVls	61,7
	Podzólico Vermelho Amarelo — variação Piracicaba	PVp	17,7
	Latossolo Roxo	LR	12,0
	Latossolo Vermelho Escuro-Orto ..	LE	5,7
	Regossolo "intergrade" para Podzólico Vermelho Amarelo e para Latossolo Vermelho Amarelo	RPV-RLV	2,6
Rafard	Podzólico Vermelho Amarelo — variação Laras	PVls	78,0
	Litossolo fase Substrato Folhelho Argilito	Li-ag	6,5
	Latossolo Vermelho Escuro-Orto ..	LE	5,6
	Latossolo Roxo	LR	6,0
	Regossolo "intergrade" para Podzólico Vermelho Amarelo e para Latossolo Vermelho Amarelo	RPV-RLV	4,0
Capivari	Podzólico Vermelho Amarelo — variação Laras	PVls	51,1
	Latossolo Vermelho Escuro-Orto ..	LE	21,6
	Latossolo Roxo	LR	14,3
	Regossolo "intergrade" para Podzólico Vermelho Amarelo e para Latossolo Vermelho Amarelo	RPV-RLV	12,3
	Litossolo fase Substrato Folhelho Argilito	Li-ag	0,7

(1) Extraídos da Carta de Solos do Estado de São Paulo (CENEPA) (15) e Fôlhas Topográficas 1:250.000 do I. G. G. (10).

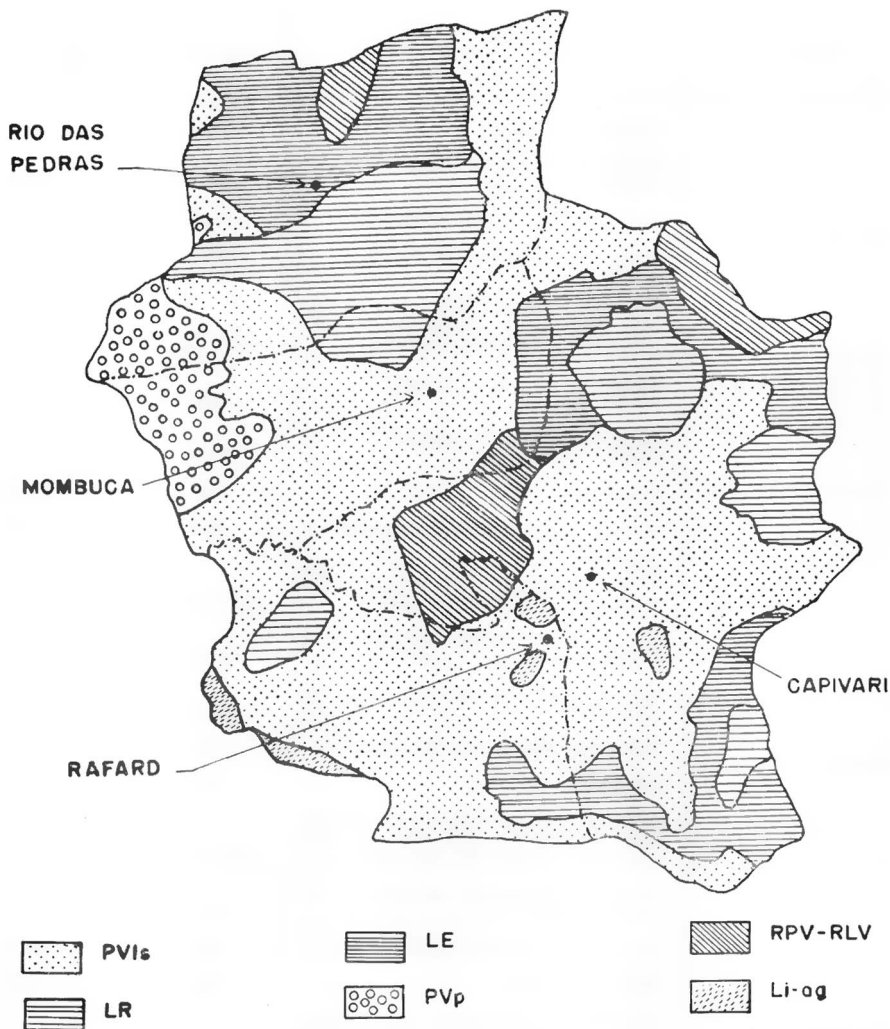


Figura 2. — Solos dos municípios de Rio das Pedras, Mombuca, Rafard e Capivari: **PVI_s** — Podzólico Vermelho-Amarelo, variação Laras; **LR** — Latossolo Roxo; **LE** — Latossolo Vermelho-Escuro Orto; **PV_p** — Podzólico Vermelho-Amarelo, Variação Piracicaba; **RPV-RLV** — Regossolo “intergrade” para Podzólico Vermelho Amarelo e “intergrade” para Latossolo Vermelho Amarelo; **Li-ag** — Litossolo, fase Substrato Fólhelho Argilito (Mapa extraído da Carta de Solos do Estado de São Paulo (CENEPA) (15) e Fôlhas Topográficas 1:250.000 I. G. G. (10).