

CONTROLE GEOAMBIENTAL DA IRRIGAÇÃO COM EFLUENTES DA
INDÚSTRIA CANAVIEIRA

Jairo Roberto Jiménez Rueda *

Juércio Tavares de Mattos **

José Antonio Teixeira *

Walter Malagutti Filho *

Laerte Rigo Jr. ***

Wagner Roberto Elis ***

INTRODUÇÃO

A utilização de vinhoto como fertilizante constitui-se atualmente em uma técnica alternativa economicamente viável, alternativa esta, cada vez mais recomendável, tendo em vista os efeitos positivos que podem advir de sua aplicação aos solos, a saber: economia de fertilizantes e controle da poluição dos recursos hídricos disponíveis.

Como parte dos estudos torna-se necessário o conhecimento do comportamento geológico-estrutural da área para a caracterização de zonas de concentração e dispersão de efluentes, condicionadas por seus pontos de captação e armazenamento. Dessa forma, realizou-se uma análise morfoestrutural por meio de técnicas de sensoriamento remoto, e

* Professores do Departamento de Geologia Aplicada da UNESP

** Professor do Departamento de Geologia Aplicada da UNESP e pesquisador do INPE

*** Alunos de Pós-Graduação

posteriormente aplicaram-se, em locais preestabelecidos, sondagens elétricas verticais com o objetivo de confirmar, em subsuperfície, os resultados dessa análise, além de fornecer a espessura das coberturas de alteração e posicionamento do lençol freático.

CARACTERIZAÇÃO GEOPEDOLÓGICA DA ÁREA

A área estudada localiza-se na Folha Topográfica (1:50.000) de Piracicaba-SP, na bacia do rio Corumbataí, entre as coordenadas UTM 7.506 a 7.490 km Norte e 217 a 234 km Este, com um intervalo altimétrico de 480 a 680 metros acima do nível do mar, ocupando uma área de 272 km², abrangendo a porção Sul/Sudoeste do domo de Pitanga (Souza Filho, 1983; Soares, 1974).

O clima da região apresenta uma precipitação média anual de 1.257 mm, evapotranspiração potencial de 1.190 mm e evapotranspiração real de 1.050 mm. A temperatura média anual é de 21°C no inverno, segundo IBGE (1977). Em aproximadamente 6 meses a evapotranspiração ultrapassa a precipitação, correspondendo ao período compreendido entre abril e setembro (Figura 1 e Tabela 1).

Geologicamente, a área situa-se no domínio nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná (Figura 2), onde foram identificados, por meio de trabalhos de campo, ensaios geofísicos e perfis litológicos de poços tubulares, as seguintes unidades litoestratigráficas: Subgrupo Itararé, Formações Aquidauana e Tatuí (Grupo Tubarão); Formações Irati e Corumbataí (Grupo Passa Dois); Formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral (Grupo São Bento); além dos depósitos cenozóicos tais como Formação Rio Claro e depósitos holocênicos.

A geomorfologia da região está representada por planaltos al-

tos, médios e baixos que podem ou não apresentar-se recobertos por pedimentos cenozóicos, por vales holocênicos de fundo chato localizados nos ribeirões, além de planícies de inundação dos grandes rios.

Os altos encontram-se bastante evoluídos a partir da Formação Pirambóia, constituindo os solos profundamente pedogenizados da região como são os Latossolos Vermelhos Amarelos textura arenosa e situados entre 600 e 650 metros de altitude.

Os planaltos médios estão representados por coberturas de alteração das Formações Corumbataí e Irati, nas quais dominam solos Latossólicos Vermelho Escuros textura média e Podzólicos Vermelho Escuros textura argilosa. Além da Formação Tatui a qual se encontra silicificada na área, configurando um relevo residual entre cotas que variam de 550 e 600 metros, podem apresentar-se basaltos e/ou diabásios alterados que estão ora capeando a Formação Corumbataí ora intercalados entre esta e a Formação Irati, caracterizando na região os Latossolos Roxos e Terras Roxas. Além disso, podem apresentar-se coberturas cenozóicas nesta posição do relevo.

Os planaltos baixos encontram-se representados pelas coberturas de alteração das Formações Aquidauana, Tatui, Irati, Corumbataí e diques de diabásio, profundamente alterados onde dominam os Latossolos Roxos, Terras-Roxa Estruturadas, Podzólicos Vermelho Amarelos e em algumas porções apresentam-se materiais cenozóicos com solos Latossólicos Vermelho Amarelos textura arenosa representando restos da Formação Rio Claro.

Os vales são constituídos por sedimentos recentes que provêm da erosão dos planaltos e da própria alteração das rochas intrusivas básicas (Figura 3).

ANÁLISE MORFOESTRUTURAL

TABELA 1 - Variações hídricas ocorridas na região de Piracicaba (SP), no período de 1943 a 1970 (28 anos). Variáveis: P = precipitação pluviométrica, ETP = evapotranspiração potencial, ARM = armazenamento útil à vegetação, ALT = variação do armazenamento da água no solo, ETr = evapotranspiração real, DEF = deficiência de umidade do solo, EXC = excedente de água.

Variáveis	Unidades	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
P	mm	234	196	137	59	41	40	23	27	46	121	138	195	1.257
ETp	mm	124	107	114	79	68	60	67	87	96	125	132	131	1.190
P-ETp	mm	110	89	23	-20	-27	-20	-44	-60	-50	-4	6	64	67
NEG.ACUM.	mm	-	-	-	20	47	67	111	171	220	224	178	44	
ARM	mm	110	100	100	81	62	50	32	17	10	10	16	80	
ALT	mm	20	0	0	-19	-19	-12	-18	-15	-7	0	6	64	
ETr	mm	124	107	114	78	60	52	41	42	53	121	132	131	1.053
DEF	mm	0	0	0	1	8	8	26	45	43	4	0	0	135
EXC	mm	90	89	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	202

Fonte: Ometto (1974)

A interpretação morfoestrutural é baseada na análise de informações básicas dos elementos de drenagem, relevo e suas relações espaciais, onde as morfoestruturas surgem como feições singulares dentro da tendência regional.

Na análise dos elementos de drenagem e relevo fazem-se associações desses elementos de acordo com o caráter homólogo ou não. Já na interpretação procuram-se significados geológicos para as diferentes formas ou associações, admitindo-se que são mais ou menos condicionados por fatores estruturais ou litológicos, por meio de processos morfo-

néticos atuando sobre o substrato.

A integração dessas feições permite inferir a conformação estrutural da área (mesmo que virtual) a partir do estabelecimento de zonas estruturalmente peculiares, positivas ou altas (estruturas dômicas a antiformes), negativas ou baixas (depressões estruturais) ou ainda descontinuidades estruturais (lineamentos e falhas).

O resultado da análise, mostrado na Figura 4, permitiu a caracterização do comportamento morfoestrutural da região, de modo a auxiliar na definição das áreas propícias à dispersão e captação de vinhoto e, conseqüentemente, na definição das áreas de maior oxidação, que caracterizam as coberturas de maior profundidade, onde dominam os processos de latossolização, alitização e/ou monossialitização, além de áreas de redução que caracterizam coberturas de menor profundidade, onde dominam processos de podzolização e bissialitização. Já com referência às aplicações do vinhoto por meio de irrigofertilização, foi possível o estabelecimento das áreas morfoestruturais nas quais o vinhoto pode ou não ser aplicado em quantidades grandes, pequenas ou fracionadas.

ENSAIOS GEOELÉTRICOS

A técnica geofísica utilizada foi a Sondagem Elétrica Vertical (SEV), aplicada em 48 pontos, com a finalidade de se conhecer o comportamento estrutural, em subsuperfície, de forma a confirmar os resultados da análise morfoestrutural. Para tanto, foram elaboradas seções (Figuras 5 e 6) geoeletricas onde procuraram-se correlacionar os estratos geoeletricos em função da sua faixa de variação de resistividade e dentro do contexto geológico conhecido e/ou esperado nos locais.

Outra contribuição muito importante foi a definição das espessuras das coberturas de alteração e profundidade do nível da água, parâmetros esses utilizados na avaliação de vulnerabilidade dos locais em relação à sua posição morfoestrutural.

Os resultados obtidos para as coberturas de alteração variam da superfície até 17 metros, e as profundidades do nível da água de 3 a 50 metros. Deve ser ressaltado que as informações de subsuperfície obtidas de forma indireta estão sempre sujeitas a erros que eventualmente podem ser ocasionados por fatores sobre os quais não se tem controle, principalmente quando não existe nenhuma outra informação de subsuperfície, como furos de sondagens mecânicas. Assim, as informações colhidas devem sempre ser tomadas como reservas por estarem passíveis de correções, sempre que futuros dados adicionais venham a ser incorporados nos modelos aqui propostos.

ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

As águas procedentes das precipitações pluviométricas, ao atingirem a superfície do solo, fracionam-se em: escoamento superficialmente, evapotranspiração e infiltração.

A fração que se infiltra, indo constituir aquífero, é avaliada pelo método indireto da representação do balanço hídrico. Para a área, o referido balanço mostra que no início do ano (de janeiro a março) há excedente de água e, portanto, infiltração ou recarga nos aquíferos que corresponde a uma altura pluviométrica de 202 mm.

Uma expressiva quantidade de água subterrânea na área define importante aquífero livre, representado pelo manto de materiais inconsolidados de superfície e pela zona de alteração do diabásio e das For-

mações Pirambóia, Corumbataí, Irati, Tatuí, Aquidauana e Itararé.

Os materiais das coberturas superficiais, muito alterados, apresentam-se bastante porosos e permeáveis o que implica numa alta capacidade potencial de infiltração. Estes materiais possuem normalmente espessuras superiores a 10 metros, sendo, do ponto de vista hidrogeológico, o responsável pelo aporte de água aos exutórios naturais, como córregos, ribeirões e rios da área.

A alimentação do aquífero efetua-se pelas águas das precipitações pluviométricas que percolam através das camadas do solo e/ou das coberturas de alteração, e escoam pelos diversos altos estruturais para formarem as reservas subterrâneas.

As características e propriedades físicas (textura, estrutura, porosidade, densidades aparentes e específicas, capacidade de retenção de água e frente de molhamento) das coberturas de alteração permitem definir o avanço das aplicações de vinhoto e vinho mais água-de-lavagem, por meio de testes de infiltração no campo, de cálculos estabelecidos por Lobatto (1984) e Ranzani & Pessotri (1973) e da disponibilidade de água de acordo com Vieira & Vieira (1983).

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Para avaliarem-se os efeitos da irrigofertilização com vinhoto e, vinhoto mais água-de-lavagem de cana-de-açúcar em termos de poluição do lençol freático são importantes as análises integradas de estudos geológicos, pedológicos, hidrogeológicos e geofísicos, por meio dos quais se pode diagnosticar com certa margem de segurança o efeito (positivo ou negativo) da referida poluição.

De acordo com os estudos geofísicos pode-se concluir que os mantos de alteração são muito profundos, o que revela uma grande potencialidade de atenuação dos efeitos poluentes, e conseqüentemente favorece uma margem de segurança maior para que o aquífero não chegue a ser poluído.

Este aspecto é confirmado pelos estudos de hidrogeologia, onde a profundidade do lençol e as propriedades físicas dos solos (profundidade de molhamento, infiltração e capacidade de retenção do vinho e água), mostram que nas partes onde dominam os altos estruturais associados a Latossolos Vermelhos Escuros de textura média e Podzólicos Vermelho Amarelos e Escuros (Fazenda Santa Adélia e Santa Maria) o lençol freático encontra-se para as superfícies latossólicas a uma profundidade de 10 a 15 metros e para as podzolizadas entre 3 e 6 metros.

Quanto às taxas de infiltração para os dois solos, com base na fórmula de Lobato (1984), é de 0,66 mm/min para uma aplicação de 600 m³/ha. Por outro lado, as frentes de molhamento são de 328 centímetros para 400 m³/ha e 48 centímetros para 600 m³/ha em 3 horas.

Quanto às frentes de molhamento, quando calculadas de uma forma mais simples, e levando em consideração a capacidade de retenção da água pelo solo, pode-se ver que para os latossolos deste tipo a capacidade de retenção é de 0,8 mm, e que para uma aplicação de 450 m³/ha a profundidade de molhamento é de 56 centímetros. Entretanto, para os podzólicos com capacidade de 0,9 mm, a profundidade para a aplicação de 450 m³/ha é de centímetros.

Quando calculada a frente de molhamento, em função da constante de infiltração determinada no campo, pode-se afirmar que esta frente atinge 2,20 metros para os Latossolos Vermelho Escuros, evoluídos a partir da Formação Corumbataí e que para os Podzólicos Vermelho

Amarelos originados desta mesma formação a profundidade é quase a mesma do solo anterior. Já para os litossolos desta mesma formação a profundidade de molhamento atinge os 0,30 metros.

Nas paisagens de planaltos altos encontram-se baixos estruturais que se situam em altos topográficos e que apresentam boas características para a instalação de reservatórios ou tanques de distribuição de efluentes, como nas Fazendas Bela Vista, Santo Antonio, Barracão, Santa Fé e Pitanga. Tais localidades apresentam solos desenvolvidos a partir das Formações Pirambóia, Corumbataí e Irati.

Nos Latossolos Vermelho Amarelos da Formação Pirambóia, a capacidade de infiltração define uma frente de molhamento de 3,0 metros; para os Latossolos Vermelho Escuros de Corumbataí e Irati o efluente pode atingir de 1,5 a 2,0 metros; para os Podzólicos e litossolos das mesmas formações apresentam a frente de molhamento em 3 horas de aplicação a mais ou menos 0,14 a 0,60 metros.

Os planaltos médios encontram-se sustentados por litótipos das Formações Tatuí, Aquidauana e Itararé, os quais estão situadas em altos estruturais que não permitem a instalação dos tanques de distribuição do efluente, como é o caso das Fazendas São Roque, São José e Santana. Nestas fazendas ocorrem solos relacionados a cada uma das Formações citadas, os quais apresentam valores da ordem de 3,20 m para a frente de molhamento nos Latossolos Vermelho Amarelo da Formação Itararé.

Para os Podzólicos das Formações Aquidauana e Tatuí a frente de molhamento é de 1,50 metros.

Nos litossolos, a frente de molhamento é de 0,37 metros para a Formação Aquidauana, 0,1 metros para a Tatuí e 1,70 metros para a Itararé, mostrando com isto que esta paisagem é a mais vulnerável à

possível contaminação do lençol freático.

Os baixos estruturais situados nesta mesma paisagem comprometem menos as possibilidades de recarga do aquífero quando comparados com os altos estruturais, constituídos pelo mesmo litótipo e representados na região pelas Fazendas Morro Azul, Pedregulho e Sede.

Os planaltos baixos apresentam-se sustentados por rochas tais como: diabásios e basaltos que originam os Latossolos Roxos e as Terras-Roxa estruturadas que se encontram nos altos estruturais, os quais são altamente dispersivos. Mostram uma frente de molhamento de 1,4 metros e 0,60 metros para os dois solos respectivamente, na Fazenda Bananal. Na mesma área, a Formação Corumbataí origina podzólicos e litossolos com uma frente de molhamento de 1,00 a 0,14 metros na Fazenda Caiapiá.

Nos baixos estruturais os litótipos dominantes são os da Formação Corumbataí e Irati, que se apresentam nas Fazendas Torquato, Santa Lídia e São Luiz, com uma frente de molhamento de aproximadamente 1,0 a 0,2 metros de profundidade.

Os vales e planícies de inundação sempre serão problemáticos para a aplicação deste sistema, tendo em vista que o lençol freático é quase aflorante.

A implantação deste sistema de irrigofertilização com vinhoto e vinhoto mais água-de-lavagem apresenta, como vantagem, um menor comprometimento quanto aos possíveis danos ao solo causados pela distribuição e aplicação dos resíduos industriais da produção de álcool. Assim, pode-se concluir que o solo se comporta como corpo atenuador que influencia na degradação do potencial poluente do resíduo, de acordo com a profundidade do manto de alteração, da capacidade de infiltração

e do tipo de material de origem.

Em função destas considerações, entende-se que a área estudada caracteriza-se pela presença de superfície amplamente latossolizadas onde domina o Latossolo Vermelho Escuro derivado da profunda alteração dos materiais da Formação Corumbataí, evidenciando, de acordo com a marcha anual da água disponível e dos dados edafológicos obtidos por Ranzani & Pessotti (1973) que, para os mesmos solos, sua seção de controle da umidade tem uma espessura de 210 cm e que o seu limite superior situa-se a 90 cm e o inferior a 300 cm, como se pode observar na Figura 7 e na Tabela 2, onde se analisa o comportamento da disponibilidade ou não da água no solo. Esta análise mostra que existe um excesso de água nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março e uma época de deficiência marcada entre os meses de abril, maio, julho, agosto, setembro, outubro e parte de novembro, meses nos quais se faz necessária a aplicação ou reposição da água para o solo e para a planta na forma de irrigação. Estas necessidades de aplicação ou reposição sugerem a adoção de práticas destinadas a incrementar a capacidade de armazenamento da água no solo, para garantir com isto o suplemento necessário para as culturas.

Nestes solos, de acordo com o balanço hídrico e os dados edafológicos de um perfil de Latossolo Vermelho Escuro, a água disponível nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março atinge 3.000 mm de profundidade. Segundo o método de Thornthwaite & Mather (1950) modificado por Ranzani (1971), solos similares nesta mesma região apresentam uma ampla deficiência entre os meses de abril a novembro, época em que se deve aplicar água ao sistema, numa proporção que depende não só da necessidade do solo como também na planta. Segundo Lobato (1984), a frente de molhamento e a infiltração do vinhoto nos solos são respectivamente de 40 centímetros e de 0,68 mm/min.

Quando se deseja aplicar 400 m³/ha de vinhoto em 3 horas, os resultados da frente de molhamento são de 3,28 centímetros para uma infiltração de 0,66 mm/min.

Um outro cálculo pode ser feito de acordo com a capacidade de retenção de água nos solos, sendo que para os Latossolos Vermelhos Escuros esta retenção está por volta de 0,8 mm. Como se quer aplicar um equivalente a 45 mm de vinhoto por hectare, isto nos dá como resultado 65 centímetros de profundidade de frente de molhamento.

Os solos Podzólicos Vermelho Amarelos, variação Piracicaba, desenvolvidos a partir da alteração parcial dos siltitos, apresentam uma marcha de água disponível, segundo Ranzani & Pessotti (1973) em que a seção controle do solo tem uma espessura de 70 centímetros, ou seja, o limite superior está a 25 centímetros e o inferior a 95 centímetros (Figura 8 e Tabela 3).

Entre os meses de dezembro a março existe um excesso de água no solo em torno de 1.720 mm e a partir de abril até novembro ocorrem deficiências que devem ser supridas por irrigações adequadas. O valor calculado de acordo com as fórmulas de Lobato (1984), considerando uma frente de molhamento de 48 centímetros para 600 m³/ha, é de 3,28 centímetros para 400 m³/ha de aplicação de vinhoto. Quando calculado de acordo com a capacidade de retenção do solo Podzólico que é de 0,9mm; varia, pois, com a quantidade de aplicação. Se esta quantidade é de 450 m³/ha/3 horas, temos um equivalente a 50 centímetros de profundidade ou frente de molhamento.

Entretanto, esta mesma aplicação contribui para melhorar as características de acidez, elevando os valores do pH, o que evita a toxicidade pelo alumínio. Contribui também incrementando os conteúdos de potássio e nitrogênio no solo, inclusive com aportes de matéria orgânica,

a qual melhora as propriedades e características físicas e físico-químicas como a estrutura, capacidade de retenção da água e capacidade de troca catiônica colaborando, assim, com benefícios substanciais para o solo e, conseqüentemente, favorecendo os rendimentos das culturas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- IBGE. Geografia do Brasil: Região Sudeste. Rio de Janeiro, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Superintendência de Estudos Geográficos e Sócio-econômicos, Departamento de Geografia, 1977, v. 3, 667p.
- LOBATO, V.J.E. Variacão da condutibilidade hidráulica de um solo tratado com vinhaca. Piracicaba, SP, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1984, 126p. (Dissertação de Mestrado).
- OMETTO, J.C. Uma equação para a estimativa de evapotranspiração potencial. Sua aplicação no cálculo das necessidades hídricas e do rendimento agro-industrial da cana-de-açúcar na região de Piracicaba (SP). Piracicaba, SP, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1974, 129p. (Tese de Livre Docência).
- RANZANI, G.E. Marcha anual da água disponível no solo. Piracicaba, SP, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Centro de Estudos de Solos, 1971, 14p.
- RANZANI, G.E. & PESSOTTI, J. Solos da Usina São Francisco. Piracicaba, SP, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Centro de Estudos de Solos, 1973, 97p.
- THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. The water balance. Publication in Climatology. Centerton, NJ, Drexel Institute of Technology, 8(1): 1-104, 1955.
- VIEIRA, L.S. & VIEIRA, M.N.F. Manual de morfologia e classificação de solos. São Paulo, Ed. Agrônômica Ceres Ltda. 1983, 313p.

TABELA 2 - Balanço hídrico e dados edafológicos do Latossolo Vermelho Escuro

a) balanço hídrico

MESES	P-EP (mm)		Camada de Solo (mm)		A (mm)	E (mm)	U (mm)	D (mm)
	(-)	(+)	com AD*	sem AD				
	JAN	-	105	0-3000				
FEV	-	87	0-3000	-	-	87	-	-
MAR	-	27	0-3000	-	-	27	-	-
ABR	26	-	950-3000	0-950	-	-	26	-
MAI	20	-	1785-3000	0-1785	-	-	20	-
JUN	8	-	-	0-3000	-	-	6,9	1,1
JUL	25	-	-	0-3000	-	-	-	25
AGO	43	-	-	0-3000	-	-	-	43
SET	34	-	-	0-3000	-	-	-	34
OUT	-	17	0-500	500-3000	17	-	-	-
NOV	-	20	0-1335	1335-3000	20	-	-	-
DEZ	-	74	0-3000	-	15,9	58,9	-	-
ANO	156	174			52,9	277,1	152,9	103,1

b) dados edafológicos

HORIZONTE	Eh (mm)	Eh (acum)	AD %	Da (g/cm ³)	h (mm)	h (mm) acum.	h/Eh
	Ap	240	240	2,3	1,5	8,3	8,3
A3/B1	260	500	2,4	1,4	8,7	17,0	0,03
B21	390	890	1,7	1,4	9,3	26,0	0,02
B22	350	1240	2,1	1,2	8,8	35,1	0,02
B3/C	760	3000	1,8	1,3	17,8	52,9	0,02

Fonte: Ranzani & Pessotti (1973)

* AD = Água Disponível

TABELA 3 - Balanço hídrico e dados edafológicos de Podzólico Vermelho Amarelo - variação Piracicaba.

a) balanço hídrico

MESES	P-EP (mm)		Camada de Solo (mm)		A (mm)	E (mm)	U (mm)	D (mm)
	(-)	(+)	com AD*	sem AD				
	JAN	-	105	0-1720				
FEV	-	87	0-1720	-	-	87	-	-
MAR	-	27	0-1720	-	-	27	-	-
ABR	26	-	26-1720	0-26	-	-	26	-
MAI	20	-	518-1720	0-518	-	-	20	-
JUN	8	-	623-1720	0-623	-	-	8	-
JUL	25	-	1018-1720	0-1018	-	-	25	-
AGO	43	-	1644-1720	0-1644	-	-	43	-
SET	34	-	-	0-1720	-	-	6	28
OUT	-	17	0-170	170-1720	17	-	-	-
NOV	-	20	0-384	1487-1720	20	-	-	-
DEZ	-	74	0-1487	-	74	-	-	-
ANO	156	174			128,6		128,6	

b) dados edafológicos

HORIZONTE	Eh	Eh	AD	Da	h (mm)	h (mm)	h/Eh
	(mm)	(acum)	%	(g/cm ³)		acum.	
Ap	260	260	6,8	1,6	28,3	28,3	0,1
A3/B1	260	390	4,5	1,5	8,8	38,1	0,07
B21	150	540	5,7	1,3	11,1	48,2	0,07
B22	240	780	4,9	1,4	16,5	64,7	0,07
B23	380	1160	5,4	1,2	24,6	89,3	0,06
B3	310	1470	5,5	1,2	20,5	109,8	0,07
C	250	1720	5,8	1,3	18,8	128,6	0,07

Fonte: Ranzani & Pessotti (1973)

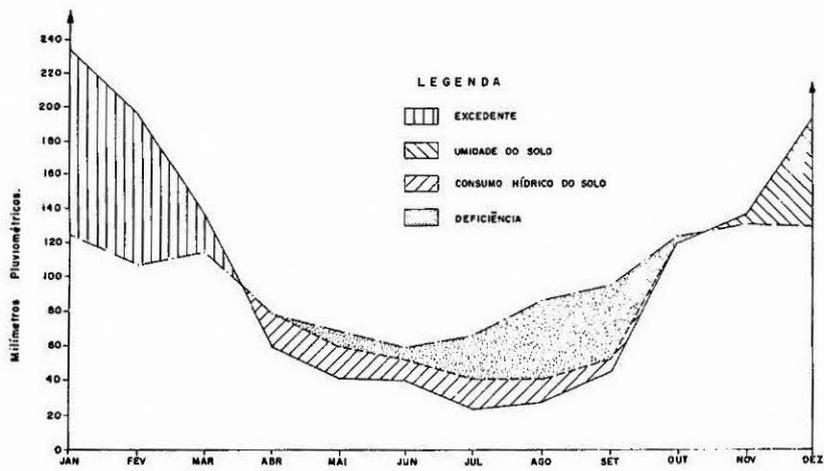
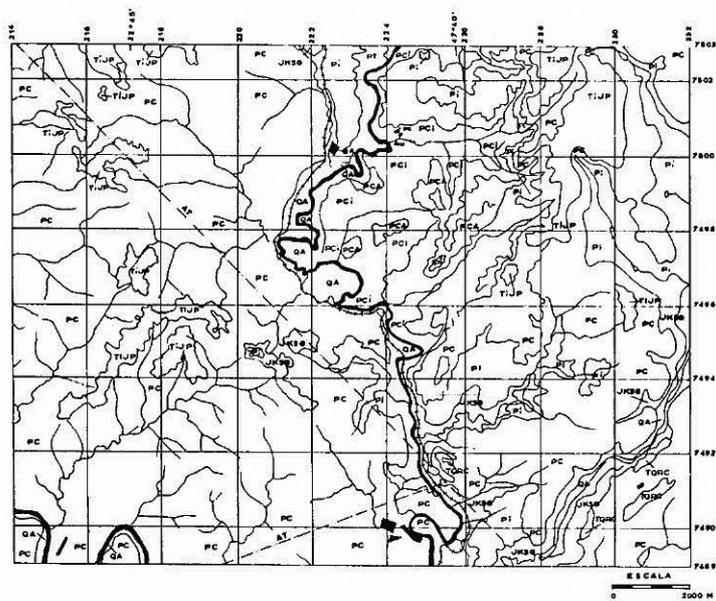


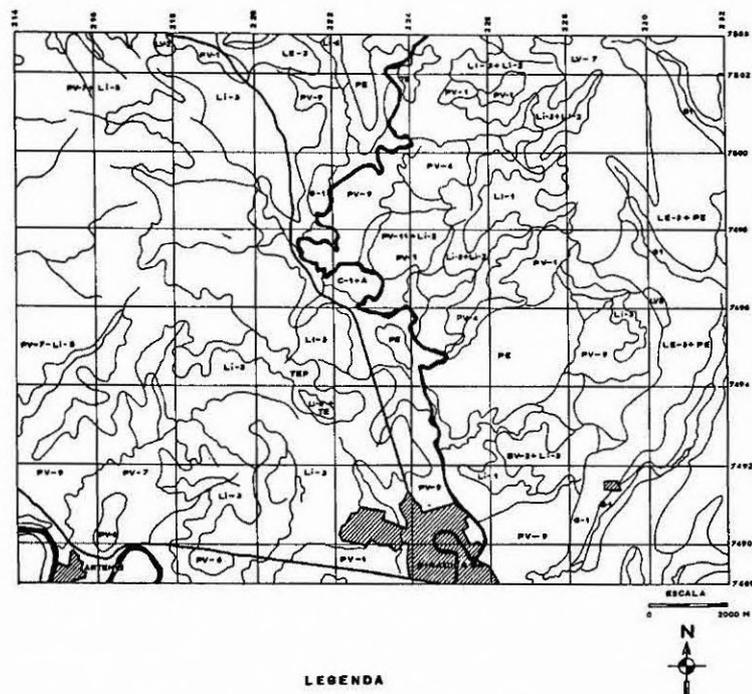
Figura 1 - VARIAÇÕES HÍDRICAS DO PERFIL DO SOLO CULTIVADO COM CANA-DE-AÇÚCAR NO MUNICÍPIO DE PIRACICABA NO PERÍODO DE 1943 a 1970. fonte: OMETTO, 1974.



LEGENDA

- GA DEPÓSITOS ALLUVIAIS, AREIAS E ARGILAS, CONSOLIDADOS NA BASE.
- TQRC FORMAÇÃO RIO CLARO - ARENITOS POUCO CONSOLIDADOS, FINOS A MÉDIOS, SUBSIDIARIAMENTE CONGLOMERADOS NA BASE.
- JK39 FORMAÇÃO BERRA GERAL - BASALTOS TOLEÍTICOS EM DERRAMES TABULARES SUPERPOSTOS E ARENITOS INTERTRAPIANOS.
- TIJP FORMAÇÃO PIRANGÓIA - ARENITOS FINOS A MÉDIOS COM MATRIZ SILTICO ARGILOSA, ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DE MÉDIO A GRANDE PORTE, COM VERMELHA CLARA.
- PC FORMAÇÃO CORUMBATAI - ARENITOS MUITO FINOS, SILTITOS LAMITOS E FOLHINHOS, NÍVEIS DE CALCÁREOS DOLÔMITOS E DOQUINA, CORES PREDOMINANTEMENTE LILAS E CINZA.
- PI FORMAÇÃO IRATI - FOLHINHOS, SILTITOS E CALCÁREOS DOLÔMITOS.
- PT FORMAÇÃO TATUI - SILTITOS ARENÇOSOS E ARGILOSOS, ARENITOS LAMÍTICOS E RARAS LENTES DE CALCÁRIO.
- PCA FORMAÇÃO AQUIDAUANA - ARENITOS E LAMITOS VERMELHOS.
- PCI SUBGRUPO ITARARÉ - ARENITOS FINOS A GROSSEIROS, SILTITOS, LAMITOS, DIAMICTITOS E RITMITOS, COM AMARELA, VERMELHA E CINZA.

Figura 2 - MAPA GEOLÓGICO DA PORÇÃO SUL/SUDESTE DO DOMO DE PITANGA.



LEGENDA

- LE-2 - LAT. VERM. ESC. AL. A MOD. TEXT. ARE. OU MUITO ARE. - UNIDADE STO. ANTONIO. (TYPIC HAPLORTHOX).
- LV-2 - LAT. VERM. - AM. AL. A MOD. TEXT. MED. - UNIDADE LARANJA AZEDA (TYPIC HAPLORTHOX).
- LV-6 - LAT. VERM. - AM. AL. A MOD. TEXT. ARE. - UNIDADE MATO DENTRO (TYPIC HAPLORTHOX).
- LV-7 - LAT. VERM. - AM. AL. A HÚMIDO. TEXT. MED. OU ARE. - UNIDADE CAMARGUINHO (PACHIC UMBRORTHOX).
- PV-1 - POD. VERM. - AM. DISTR. OU AL. TS. A MOD. TEXT. MED. OU ARENOSA / MED. UNID. USINA (TYPIC PALEUDULT).
- PV-4 - BRUP. INDICR. DE POD. VERM. - AM. ABRUPTOS. A MOD. E ESPESRO. TEXT. ARENOSA / MED. - UNID. ALVA (ARENIC ABRUPTIC PALEUDALF E ARENIC ABRUPTIC PALEUDULT).
- PV-6 - BRUP. INDICR. DE POD. VERM. - AM. TS. A MOD. TEXT. AREN. / MÉDIA OU MED. - UNID. BAQUARI. (TYPIC PALEUDALF E TYPIC PALEUDULT).
- PV-7 - BRUP. INDICR. DE POD. VERM. - AM. ABRUPTOS. A MOD. E ESPESURA TEXT. AR. / MED. - UNID. SERRINHA. (ARENIC ABRUPTIC PALEUDALF, ARENIC ABRUPTIC PALEUDULT).
- PV-9 - BRUP. INDICR. DE POD. VERM. - AMAR. ABRUPTO. A MOD. TEXT. AREN. / ARE. OU MED. ARE. - UNID. STA. CRUZ. (ABRUPTIC PALEUDALF, ABRUPTIC ARENOS. PALEUDALF, ABRUPTIC PALEUDULT E ABRUPTIC ARENIC PALEUDULT).
- PV-11 - BRUP. INDICR. DE POD. VERM. - AMAR. C/ CAS. E/OU CASALHENO. (ALPISOL UDALF E UDULT).
- PE - BRUP. INDICR. DE POD. VERM. - ESCURO. TEXT. ARE. / MUITO ARE. C/OU SEM CASALHO - UNIDADE CAMPESTRE (TYPIC PALUDULT, TYPIC PALEUDALF E TYPIC ARBUDDL).
- TE - TERRA ROXA ESTR. POD. EUTR. A CHERN. TEXT. MED. / ARE. - UNID. SANTANA (TYPIC ARBUDDL).
- C-1 - CANA AL. TS. A MOD. TEXT. INDICR. SEM A IMPERFET. DRENADO. UNID. SETE LAGOAS (PLUVADUENTIC DYSTRON - CHERT E TYPIC DISTRONTEPT).
- A - BRUP. INDICR. DE SOLOS ALUVIAIS. (PLUVENT).
- TE - TERRA ROXA ESTR. EUTR. A MOD. TEXT. ARE. OU MUITO ARENOSA UNID. ESTRUTURADA. (RHODIC PALEUDALF).
- BV-2 - BRUNIZEM AVEN. TEXT. ARE. SUBSTRATO SED. PELTICOS (TYPIC ARBUDDL).
- LI-1 - SOLOS LITÓLICOS CASCALHENTOS INDICR.
- LI-3 - SOLO LIT. EUTR. OU DISTR. A MOD. PROENHENTE OU CHERN. SUBST. SED. INDICR. DO GRUPO PASSA DOIS (TYPIC UDORTHENT).
- LI-5 - SOLO LITÓL. EUTR. A MOD. OU CHERN. SUBST. AR. DAS FORM. BOF. OU PIRAMB. (TYPIC UDORTHENT E LITHIC HAPLUDOLL).
- LI-6 - SOLO LIT. EUTR. A MOD. OU CHERN. SUBST. BASALTO OU DIAB. LITHIC UDORTHENT E LITHIC HAPLUDOLL.
- LI-2 - SOLO LIT. EUTR. OU DISTR. A MOD. PROEN. OU CHERN. TEXT. MED. SUBST. SED. INDICR. DO S. YUBARÃO. (TYPIC UDORTHENT).
- B-1 - BRUPAMENTO INDICR. DE ELER POUCO NÚNCOS (AGUON, AGULT, AQUEPT E AGUALF).

Figura 3 - MAPA PEDOLÓGICO DA PORÇÃO SUL / SUDESTE DO DOMO DE PITANGA.

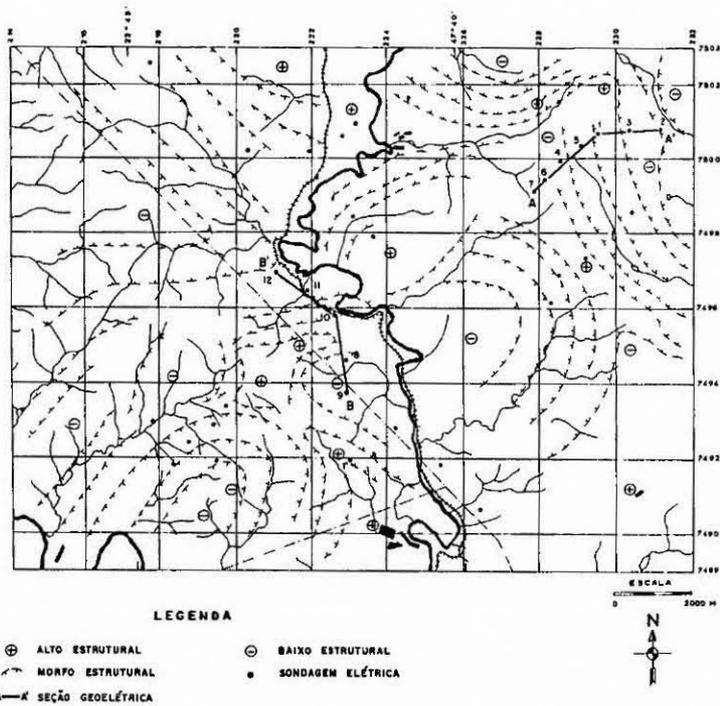


Figura 4 - MAPA MORFOESTRUTURAL E PONTOS DE SONDAGEM ELÉTRICA DA PORÇÃO SUL/SUDOESTE DO DOMO DE PITANGA.

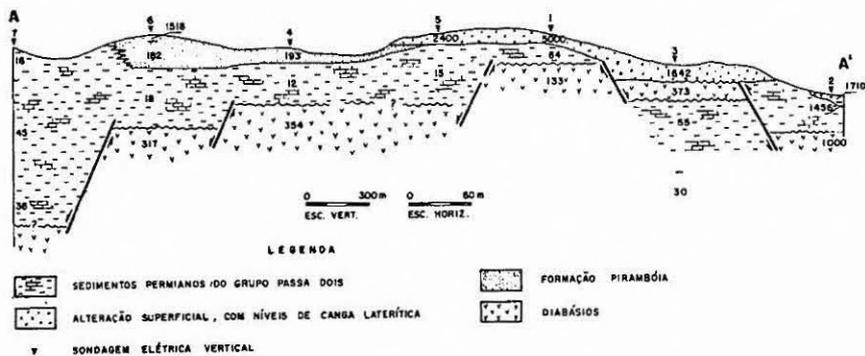


Figura 5 - SEÇÃO GEOELÉTRICA A - A'

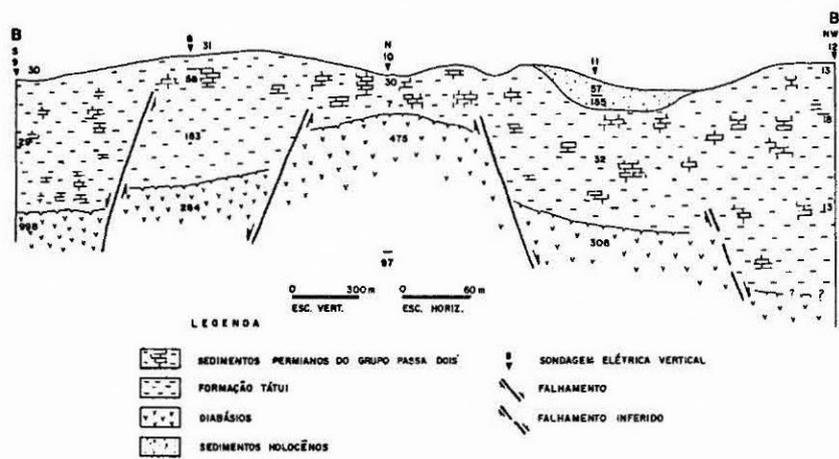


Figura 6 - SEÇÃO GEOELÉTRICA B - B'

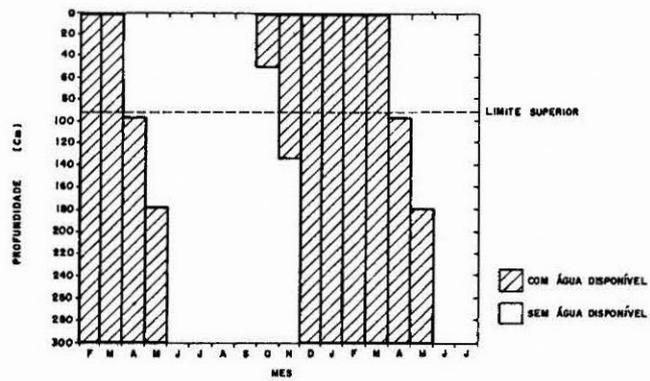


Figura 7 - MARCHA DA ÁGUA DISPONÍVEL NO LATOSSOLO VERMELHO ESCURO
fonte: RANZON & PESSOTTI, 1973.

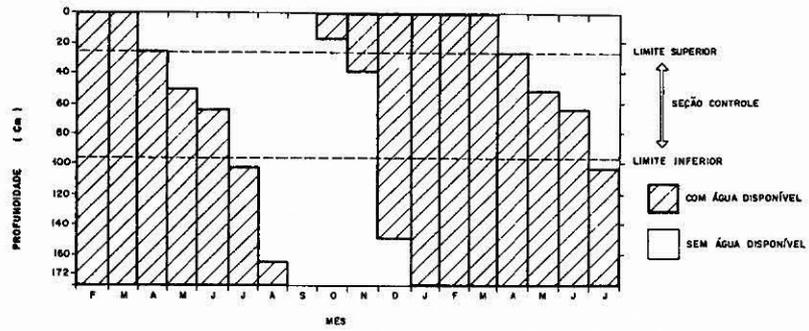


Figura 8 - MARCHA DA ÁGUA DISPONÍVEL NO PODZÓLICO VERMELHO AMARELO, VARIAÇÃO PIRACICABA.
 fonte: RANZON & PESSOTTI, 1973.