

# REVISTA BRASILEIRA DE GEOGRAFIA

Ano XVIII

JULHO - SETEMBRO DE 1956

N.º 3

## A NATUREZA E AS POSSIBILIDADES DO SOLO NO VALE DO RIO PARDO ENTRE OS MUNICÍPIOS DE CACONDE, SP, E POÇOS DE CALDAS, MG.

JOSÉ SETZER

Consultor-técnico do C.N.G.

### I - INTRODUÇÃO

Este estudo cobre uma região de cerca de 200 quilômetros quadrados, visitada pelo autor diversas vezes nos últimos 20 anos. Foi, porém, somente em outubro de 1955, quando o Eng.º FRANCISCO LIMA DE SOUSA DIAS FILHO resolveu patrocinar a execução dos trabalhos de campo e de laboratório aqui relatados, que pudemos colher e analisar material suficiente a fim de apresentar o presente estudo.

Sua significação estende-se a um território muito maior que estes 200 quilômetros quadrados do vale do alto rio Pardo.

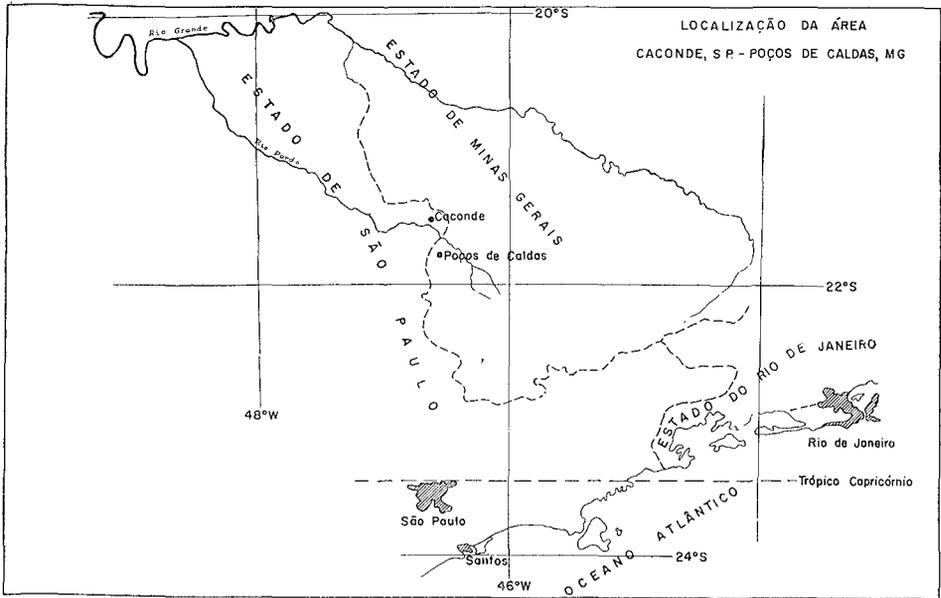
Quanto ao clima, abrange o estado de Minas, com exclusão do médio São Francisco, o estado de Goiás até a latitude de uns 10°N, e a parte leste e Ne do estado de São Paulo com mais de 1.500 mm de chuvas anuais. Quanto à geologia, abrange o Arqueano não só dessa área, mas também da serra do Mar desde o S da Bahia até o N de Santa Catarina. Pela topografia corresponde ao Complexo Cristalino dessa área, acidentado e de clima bem úmido. O fator humano usual é o do S e SE de Minas, do Espírito Santo e do estado do Rio com exclusão da Baixada Fluminense.

### II - OS FATÔRES DA FORMAÇÃO DO SOLO

#### I *Geologia*

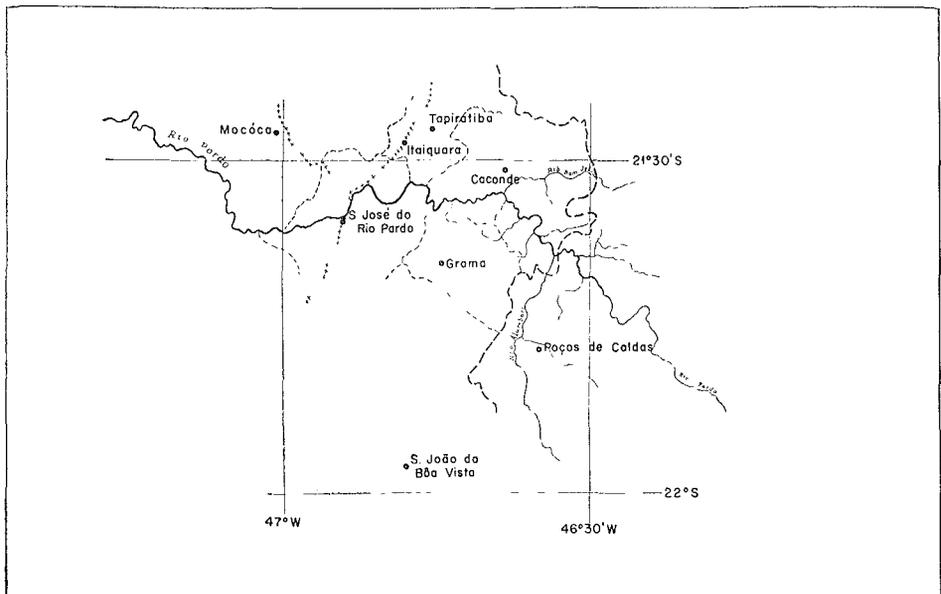
A região fica em pleno Complexo Cristalino. A rocha é gnaisse, provavelmente arqueano, bem lineado, de grã média a grossa, de cores claras, porém com relativamente baixo teor de quartzo, alto teor de feldspato, que é cinzento-claio, levemente róseo, teor normal de biotita e invulgarmente alto teor de anfibólio. Este último eleva-se com certa freqüência ao ponto de se poder classificar a rocha como gnaisse anfibolítico. Em tais casos a rocha é cinzenta e ao lado do anfibólio parecem ocorrer quase sempre plagioclásios bastante cálcicos.

Excepcionalmente encontram-se xenólitos, em forma de lentes, ou cinzentas-escuas que são concentrações de biotita, ou cinzentas-esverdeadas ainda mais escuras, que são concentrações de anfibólios com muito pouco quartzo, podendo por vezes alcançar quase a classificação de hornblenditos



Mapa 1 (Escala 1:6 000 00)

Mais freqüentes e maiores são as lentes ricas em quartzo e, outras, ricas em feldspato. Estas, quando decompostas em caulim impuro e quartzoso, dariam idéia de diques pegmatíticos, se não fôsse a lineação nítida e a disposição predominante do quartzo em leitos, além da existência de estrias biotíticas. Mesmo nas lentes ricas em quartzo a lineação não desaparece, dando aspecto de quartzitos



Mapa 2 (Escala 1:1 250 000)

A concordância das lentes com a lineação e o caráter nítido desta indicam claramente que se trata de paragneisse, isto é, sedimento metamorfizado, não obstante se encontrarem por vezes sinais de alto metamorfismo sem, contudo, fazer desaparecer a lineação.

Como sinal de alto metamorfismo do gnaíse podemos citar a existência, por vezes, de piroxênios ao lado de anfibólios.

Passagem brusca de alto a baixo metamorfismo sugere fraturamento das estruturas em blocos falhados, com elevação diferencial dos mesmos. Assim, de um gnaíse maciço de cristalização graúda, lembrando metamorfismo de catazona, pode-se passar inesperadamente para outro tão xistoso que em alguns pontos se assemelha a micaxisto. Prospeção de campo demasiadamente rápida não permitiu descobrir milonitização nem espelhos de falha. Mesmo nas fotografias aéreas as falhas não se percebem sem primeiramente localizá-las no chão, ao menos em alguns pontos. Basta a umidade do clima atual para explicar a dificuldade de localizar as falhas.

A direção principal da lineação é ENE com mergulho fraco para NNW, geralmente de apenas 25 ou 30°. Mergulho tão fraco dificulta a determinação da direção, torna pouco decidida na modelagem do relevo a direção das cristas e dos vales, e reforça o papel da intensidade do diaclasamento, que é mais ou menos normal à estratificação e portanto quase vertical.

Assim, nas zonas de maior diaclasamento, que parece ser a faixa de 4 ou 5 quilômetros de largura, pela qual passa o rio Pardo, temos decomposição mais profunda das rochas, afloramentos mais altos e matacões menores no subsolo.

No Paradoiro, 7 quilômetros a SSE de Caconde, o rio parece cortar normalmente a direção das estruturas, encostado na extremidade ocidental da faixa de diaclasamento mais denso e de rocha mais ácida. Deste modo as terras da margem esquerda do rio são ali mais altas e acidentadas que as da margem direita.

Apesar do mergulho geralmente fraco do gnaíse, é possível notar, principalmente nas fotografias aéreas verticais, que o rio tem trechos de duas direções preferenciais: WSW, portanto na direção da lineação, e NNW, portanto na direção do mergulho e do diaclasamento.

Estas são, pela mesma razão, as direções preferidas dos afluentes e das cristas entre eles.

As barrancas altas do rio e dos principais afluentes, cujos vales além disto são freqüentemente em V bem fechado, principalmente na margem esquerda, como o ribeirão Santo Antônio, sugerem ser verdadeira a hipótese há muito formulada de que esta parte do continente esteja em contínua elevação.

Tais aspectos litológicos e geomorfológicos repercutem no solo de várias maneiras. Os tipos notáveis de anfibólios e plagioclásios comunicam ao solo



2 *Clima*

A tabela n.º 1 apresenta o quadro climatológico normal calculado para a altitude de 870 metros do estriangulamento do vale existente na fazenda Graminha, em 21º37' de latitude S e 46º34½' de longitude W, ponto êste que parece dos melhores para a localização de barragem de regulação, a qual teria assim quase 60 metros de altura, pois a cota no rio é de 810 ou 811 metros

O quadro climatológico foi baseado nos dados existentes num raio de 100 quilômetros, e principalmente nos pontos especificados na tabela n.º 2

De Graminha para o sul e para o SSE, isto é, na direção do planalto de Poços de Caldas, com seu chão acima de 1 100 metros de altitude e as cristas alcançando 1 500 metros (o ponto culminante é de 1 825 metros: pico da Pedra Bianca, 6 quilômetros a SSE de Parreiras, MG), a pluviosidade aumenta de modo a alcançar provavelmente 1 700 mm anuais na fazenda Lambari, local das amostras de terra ns 23 e 24. Entretanto, em Palmeiral, Botelhos e no próprio curso do rio Pardo até uns 30 quilômetros em reta a montante de Graminha, o total anual de chuvas pode não ultrapassar de muito 1 600 mm (4)

Os dados da tabela n.º 1 indicam transição do clima *Cwa* para o *Cwb*, segundo o sistema internacional de KOEPPEN. Ambos os símbolos significam

TABELA N.º 1

Quadro climatológico normal de Graminha, 10 quilômetros a SSE de Caconde, SP, em 870 metros de altitude, 21º37' de latitude S e 46º34½' de longitude W, um dos pontos prováveis para BARRAGEM DE REGULAÇÃO no rio Pardo

	CHUVAS (1912-54) MÉDIA DE 43 ANOS		MÉDIAS DE 36 ANOS (1903-1938)		COMPARAÇÃO CHUVAS mm		
	Mm	Fias de chuva	Tempe- ratura média °C	Efetividade da precipitação	1912-32	1933-54	Alteração %
					21 anos	22 anos	
Setembro	62	6	19,8	16½	73	51	- 30
Outubro	135	10	20,8	33	140	130	- 7
Novembro	195	14	21,3	46½	200	190	- 5
Primavera	392	30	20,6	96	413	371	10
Dezembro	270	19	21,6	62½	290	260	10½
Janeiro	265	19	21,8	60	255	275	+ 8
Fevereiro	215	16	22,0	48½	210	220	+ 5
Verão	750	54	21,8	171	755	755	0
Maiço	175	14	21,6	40½	175	165	- 5½
Abril	65	6	20,0	17	73	57	- 22
Maió	42	5	17,5	13	44	40	- 9
Outono	282	25	19,7	70½	292	262	10
Junho	23	4	16,3	8	27	19	29½
Julho	13	2	15,1	4	16	10	37½
Agosto	20	3	17,6	6	25	15	40
Inverno	56	9	16,7	18	68	44	35½
<b>ANO</b>	1 480	118	19,7	355½	1 528	1 432	6½
Outubro - Maiço	1 255	92	21,5	291	1 270	1 240	- 2½
Abril - Setembro	225	26	17,9	64½	258	192	- 25½

clima úmido com inverno sêco, mas o primeiro é quente e o segundo temperado. A distinção baseia-se na temperatura média do mês mais quente. O clima é temperado quando esta é inferior a 22°C. Portanto o clima é *Cwb* acima de altitude de 870 metros, e *Cwa* abaixo desta cota (6).

O gradiente térmico na região é de 0,65°C/100 metros no mês mais quente, e de 0,59°C/100 metros no mês mais frio. Assim a média de 23,0°C em janeiro produz-se na cota 715 metros, como em São José do Rio Pardo, e de 21,0°C na cota 1 025 metros, isto é, sobre muitas das serras da região.

O índice anual da efetividade da precipitação de 355½ significa clima úmido equidistante do superúmido (acima de 520) e do subúmido (abaixo de 260) (5). O total 18 dos três meses mais secos indica estiagem muito forte, pois constitui apenas 5% do índice anual. A estiagem seria classificada como "branda" com 15% e como "forte" com 10%. Ao mesmo tempo os 3 meses mais úmidos contribuem com quase 50% do índice anual, indicando existência de estação muito chuvosa (12).

A efetividade da precipitação permite interpretar a pluviosidade no sentido de unidade do clima mediante conveniente consideração matemática das temperaturas médias.

TABELA N.º 2

*Localização dos 6 principais postos meteorológicos levados em conta para o cálculo das normais do desfiladeiro da Graminha de cota 870 metros*

LOCALIDADE	DISTÂNCIA EM RETA	ALTITUDE M	LATITUDE SUL	LONGITUDE OESTE
Caconde, SP	10 km a NNW	820	21°32'	46°38'
Poços de Caldas, MG	18 km ao S	1 200	21°47'	46°36'
Muzambinho, MG	27 km ao N	1 030	21°22'	46°32'
São José do Rio Pardo, SP	31 km a W	725	21°36'	46°54'
Águas da Prata, SP	37 km a SSW	840	21°56'	46°44'
Mococa, SP	46 km a WNW	650	21°27'	47°01'

A diferença de pluviosidade entre as estações chuvosa, de outubro e março, e sêca, de abril a setembro, é das maiores do estado de São Paulo. Isto torna o clima sumamente agradável para o homem e os animais domésticos na estação sêca, pois o inverno é muito branda, com alto número de dias de céu quase limpo. Com tão alto número de horas de sol e ausência de frio prolongado, numerosas culturas poderiam produzir ótimas colheitas mediante irrigação suficiente.

Na estação chuvosa as chuvas são intensas, como mostra o relativamente baixo número de dias de chuva em comparação com a alta pluviosidade. Isto favorece o cultivo, mas agrava a erosão. No entanto, mesmo no verão chuvoso o clima não chega a ser pesado ao homem e aos animais domésticos por serem relativamente passageiras as chuvas e bastante bom o número de horas de sol. Isto também significa que não devem ser particularmente graves as condições de infestação das culturas por pragas.

Dividido o período pluviométrico de 43 anos em duas partes aproximadamente iguais (as últimas colunas da tabela n.º 1), obtêm-se médias que sugerem mudança de clima.

O período mais antigo apresentava 4 meses com menos de 60 mm de chuvas, de maio a agosto. O mais recente alongou a estação seca para 6 meses, de abril a setembro. Os meses de junho a setembro perderam mais de 30% da sua pluviosidade. Tendo havido redução superior a 20% nas chuvas de abril, a estação chuvosa termina hoje de maneira mais abrupta. O mês mais chuvoso deslocou-se de dezembro para janeiro.

A diminuição de chuvas na estação seca apresenta-se tão pronunciada hoje, que alteração do regime pluviométrico desta envejedura não pode ser considerada accidental ou suposta periódica. Recebe, aliás, explicação satisfatória, ao menos do ponto de vista teórico, pois uma vasta região em volta, num raio mínimo de 200 quilômetros e máximo de 500 quilômetros, sofreu sensível devastação e decapitação do solo.

A superfície hoje exposta aos raios solares é menos revestida de vegetação e mais erodida, lixiviada e empobrecida em humo. Deste modo o aquecimento do solo é hoje maior, e maior a irradiação do calor para a atmosfera. Se na estação chuvosa a natureza e o revestimento do solo influem pouco nas causas da pluviosidade, na estação seca tais fatores se fazem sentir com maior frequência e intensidade, de modo a influir sensivelmente no cômputo das médias mensais (6, pp 64-71 e 81-96).

A alteração das temperaturas médias, que foi de aumento superior a 1°C no inverno e apenas de 0,4°C no verão, confirma a hipótese, pois a ascensão das temperaturas foi proporcional ao aumento da insolação. A elevação das temperaturas deve ser considerada grande, pois a amplitude total não atinge 6°C (diferença entre os 22,0°C de fevereiro e os 16,1°C de julho).

### 3 *Topografia e fator homem*

De maneira geral, a topografia é muito acidentada. Isto não resulta tanto da dureza das rochas, pois o gnaiss é dos menos ácidos, como do seu mergulho fraco, do falhamento provavelmente bastante profuso e da existência de numerosos veios de quartzo, praticamente verticais, concentrados em certas áreas. O mergulho fraco dificulta a penetração do intemperismo e a decomposição profunda das rochas, pois os planos de xistosidade são quase horizontais, obrigando as águas ao escoamento lateral e resguardando assim da umidade o resto da rocha.

Em consequência dos falhamentos, blocos de gnaiss duro, de metamorfismo de grande profundidade, subiram ao nível do gnaiss mais xistoso e mole, por vezes quase micaxisto, de modo que o espelho da falha ficou transformado pelo clima úmido em quase uma escarpa, com declives superiores a 30%, de solos muito pedregosos.

Massa de rocha injetada por numerosos veios e diques de quartzo adquire maior resistência pois a média fica muito aumentada, visto que o quartzo é o mineral mais resistente ao intemperismo. Sendo verticais os veios de quartzo, ficam seus fragmentos esparramados pelo terreno, preservando-o da erosão, a qual passa a trabalhar com maior ímpeto nas áreas adjacentes isentas de pedras brancas de quartzo.

A topografia acidentada é empecilho à agricultura da região não apenas por dificultar extremamente o controle da erosão. O clima, e principalmente a situação econômica da população rural, agravam a inconveniência da topografia.

O clima é de abaixamento contínuo do teor de matéria orgânica no solo, quando este não se acha revestido por mata, pois somente formação florestal pode compensar, pela abundante queda de folhas, a intensidade da decomposição de matéria orgânica edáfica pelos microrganismos ativados pelas boas temperaturas e pela alta umidade do verão. Deste modo o solo cultivado necessita de constantes adições de composto orgânico a fim de se manter em boas condições indefinidamente.

Mas a preparação de composto orgânico exige transporte de grandes volumes diários de capim para os estábulos e os currais, e quase outro tanto, em peso, daí para as terras cultivadas.

A topografia acidentada multiplica as dificuldades deste transporte e limita as possibilidades à grande propriedade, pois os pequenos proprietários que não possuem caminho ou trator, e boas estradas, simplesmente estarão impedidos de executar o programa. Portanto, nas suas mãos os solos estarão condenados ao contínuo empobrecimento, tal como se acham agora.

Há quem diga que a capacidade de decompor muita matéria orgânica é defeito dos solos brasileiros. Realmente é defeito nas mãos do homem inepto ou desorganizado, mas é uma grande virtude nas mãos do lavrador devidamente aparelhado e cioso do que está fazendo, pois significa possibilidades de alta produtividade por unidade de área. Pode-se comparar o solo com motor potente que gasta muito combustível e por isso pode produzir muito trabalho. Mas nas mãos de pessoa que pretende produzir apenas o pouco de que precisa para o seu próprio sustento, tal motor efetivamente não representa mais que gastos excessivos. A boa economia não se realiza gastando muito pouco para produzir alguma coisa, e sim gastando muito para produzir muito mais.

Neste ambiente que limita o pequeno lavrador a uma produção muito baixa e com ruína gradativa do solo, a topografia torna produtivo somente um proprietário armado de técnica moderna e de grande capital. Somente este poderá aproveitar a riqueza do solo sem malbaratá-lo, e obter duas colheitas por ano na mesma gleba, irrigando as terras no inverno seco e bem insulado.

É verdade que tais meios poderiam frutificar, em tese, em muitas outras regiões do estado de São Paulo, mas esta região possui certas qualidades valiosas:

- 1) Os solos possuem riqueza mineral duadoua e praticamente inesgotável se houver controle da erosão e abolição total das queimadas;
- 2) O dispêndio em matéria orgânica e adubos seria então dos menores;
- 3) Há abundância de água para irrigação e potencial hidrelétrico a fim de recalcar a água a grandes alturas e vencer boas distâncias;
- 4) Ótimo clima que, além de favorecer o homem e os animais, permite duas colheitas por ano na mesma gleba.

O tipo de homem que hoje ocupa as terras é dos piores: são pequenos sítiantes ou fazendeiros de muito baixo nível de cultura que produzem pouco

e não sabem fazê-lo sem estragar o solo. Parece que só existe uma fazenda com sinais de progresso moderno: a que fica no caminho de Palmeiral a Poços de Caldas, na margem esquerda do rio Pardo e ao longo do córrego que a estrada passa a subir antes de entrar no vale do Lambari. Talvez seja a única que usa adubos e evita as queimadas. Não possui irrigação e só trabalha nos alúvios, deixando os morros para pastagens, nas quais o fogo não é evitado.

### III — AS CARACTERÍSTICAS DO SOLO

#### 1. *O que representam as amostras analisadas*

Nos 4 dias de viagem, de 19 a 22 de outubro de 1955, foram tomadas 22 amostras, numeradas consecutivamente à medida que progredia a viagem. Esta foi bem proveitosa graças à companhia do Dr. GUSTAVO PRATI, bom conhecedor da região. As amostras n.ºs 23 e 24 foram tomadas em maio de 1953 e suas análises químicas, já existentes desde então, foram agora completadas por análises físicas e pelo exame mineralógico.

Damos na tabela n.º 3 a localização das amostras de acordo com a folha topográfica de Caldas, do Instituto Geográfico e Geológico de São Paulo, pois ainda não foi feito o trabalho de restituição do levantamento aerofotogramétrico. As fotografias aéreas provam, no entanto, que o levantamento topográfico, publicado em 1914, foi bem precário.

As 24 amostras de solo analisadas documentam o seguinte:

N.º 1: Alúvio enxuto rico, cinzento-amarelado (coberto por camada coluvial), bastante cultivado, da margem esquerda, alta, do rio Pardo, pouco abaixo do estrangulamento de Graminha. Fig. 1.



Fig. 1 — Local da amostra de solo n.º 1. Vista olhando da margem esquerda do rio Pardo para montante. Alúvio enxuto na parte mais baixa, à esquerda, onde, ao pé do morro, passa o rio. A árvore do primeiro plano já está no colúvio, representado pela amostra de solo.

- N<sup>o</sup> 2: Colúvio da margem direita do rio Pardo, abaixo de Gaminha, cultivado de 3 em 3 anos, em média, com milho e arroz e considerado terra de cultura fraca Declive de 8% Fig 2
- N<sup>o</sup> 3: Pasto velho anualmente queimado, sobrecalegado e muito maltratado pela erosão E' campo limpo com barba-de-bode Gnaiss anfibolítico injetado de veios de quartzo Colúvio com declive médio superior a 12% Representa também as encostas dos espigões dos afluentes do rio Pardo

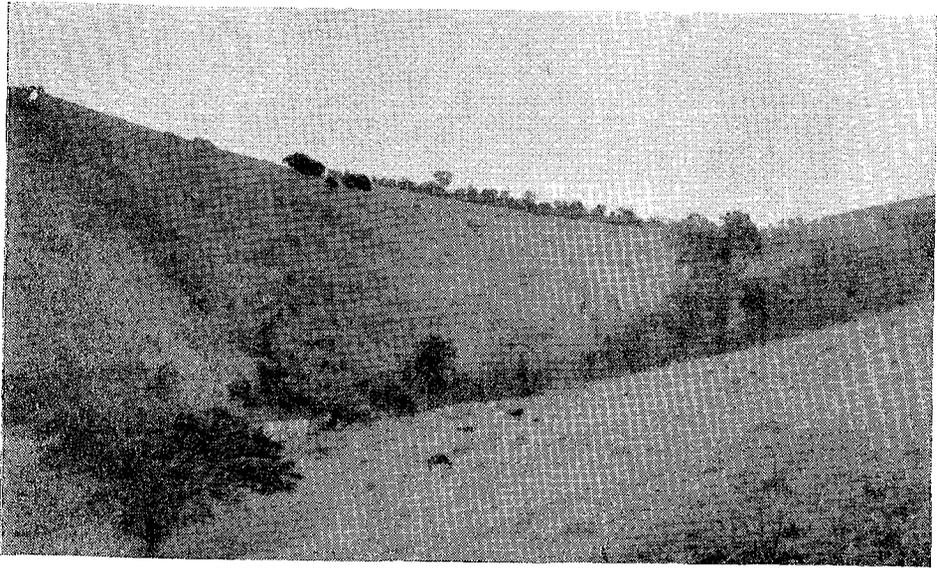


Fig 2 — Vista do local da amostra n<sup>o</sup> 2, isto é, olhando da margem direita do rio Pardo para jusante O rio passa no fundo do vale Ao longe, no alto, percebe-se cafézal em encosta íngreme, com declividade de 20 a 30%, em péssimas condições devido à erosão e decapitação do solo

TABELA N<sup>o</sup> 3

Localização das 24 amostras de terra analisada (Fôlha Topográfica de Caldas)

N.º	DISTÂNCIAS EM RETA	Altitude m	Latitude Sul	Longitude Oeste			
1 {	7 km a WNW de Palmeiral 11 km a SSL de Caconde	} 820	} 21°36,2'	} 46°35,3'			
2 {	5 km ao N da foz do Lambai 6 km a WNW de Palmeiral 11 km a SL de Caconde				} 835	} 21°36,4'	} 46°34,5'
3 {	4 km ao N da foz do Lambai 4 1/4 km a WNW de Palmeiral 13 km a SSE de Caconde	} 840	} 21°37,1'	} 46°33,7'			
4 {	2 1/2 km a NW de Palmeiral 4 1/2 km a NNE da foz do Lambai						
5 {	1/2 km a SSW de Palmeiral 1/2 km da ponte s/rio Pardo 4 1/2 km a ENE da foz do Lambai	} 845	} 21°38,5'	} 46°31,5'			
6 {	2 km a SSE da foz do Lambai 5 1/2 km a SW de Palmeiral				} 890	} 21°40,4'	} 46°33,3'
7 {	3 km a SSW da foz do Lambai 7 1/2 km a SW de Palmeiral	} 860	} 21°41,1'	} 46°34,4'			

TABELA N.º 3 (conclusão)

N.º	DISTÂNCIAS EM RETA	Altitude m	Latitude Sul	Longitude Oeste
8	9½ km a WNW da foz do Lambai 10 km ao S de Caconde 13½ km a W de Palmeiral	910	21°37,3'	46°39,2'
9	3½ km a SW da foz do Quebra-Machado 10 km ao S de Caconde 12 km a W de Palmeiral	820	21°37,2'	46°38,5'
10	3 km a SW da foz do Quebra-Machado	820	21°37,1'	46°38,2'
11	10 km ao S de Caconde 11½ km a WNW de Palmeiral			
12	1½ km a SW da foz do Quebra-Machado 9 km a SSE de Caconde 11 km a WNW de Palmeiral	815	21°36,5'	46°37,5'
13	5½ km a W da foz do Lambai 10½ km a WSW de Palmeiral 14 km a SSE de Caconde	1 100	21°39,3'	46°37,3'
14	3 km a NW da foz do Lambai 6½ km a W de Palmeiral 13½ km a SSE de Caconde	950	21°38,3'	46°35,3'
15	2 km a WNW da foz do Lambai	945	21°38,9'	46°35,2'
16	6½ km a WSW de Palmeiral 14½ km a SSE de Caconde	955	21°39,0'	46°35,1'
17	2½ km a WSW de Palmeiral	855	21°38,8'	46°32,6'
18	2½ km a ENE da foz do Lambai 15½ km a NNE de Poços de Caldas	860	21°38,9'	46°32,7'
19	2 km a SWS de Palmeiral 3½ km a ENE da foz do Lambai 13½ km a W de Botelhos	870	21°39,0'	46°31,8'
20	2½ km a SSE de Palmeiral 5½ km a E da foz do Lambai 12 km a W de Botelhos	845	21°39,3'	46°30,8'
21	5 km a SSE de Palmeiral 7 km a ESE da foz do Lambai 11 a WSW de Botelhos	970	21°40,5'	46°30,2'
22	6 km ao N da foz do Lambai 6½ km a NW de Palmeiral 10½ km a SE de Caconde	813	21°36,2'	46°34,6'
23	5 km a SSW da foz do Lambai 9 km a SSW de Palmeiral 9½ km ao N de Poços de Caldas	950	21°42,1'	46°33,3'
24	5½ km a SSW da foz do Lambai 9 km a SSW de Palmeiral 9½ km ao N de Poços de Caldas	980	21°42,3'	46°33,3'

NOTA: 12 amostras estão no município de Caconde, SP: números, 1 a 4, 9 a 12, 14 a 16 e 22; 2 amostras estão no distrito de Sapucaia do município de São José do Rio Pardo, hoje município de Divinolândia: números, 8 e 13. As outras 10 amostras estão em Minas Gerais: 6 no município de Poços de Caldas; números: 6 e 7; 17 e 18; e 23 e 24; e 1 no distrito de Palmeiral do município de Botelhos; números 5 e 19 a 21.

N.º 4: Colúvio amarelado com 16% de declive, da mesma região que a amostra anterior, porém cultivado esporadicamente. Entre um cultivo e outro abandona-se para deixar crescer capoeira, a qual

muitas vèzes é parcialmente devorada pelo fogo dos campos vizinhos Fig 3

- N<sup>o</sup> 5: Colúvio com declive de 12%, relativamente muito cultivado (milho, arroz, feijão), nas proximidades de Palmeiral Considerada boa terra de cultura

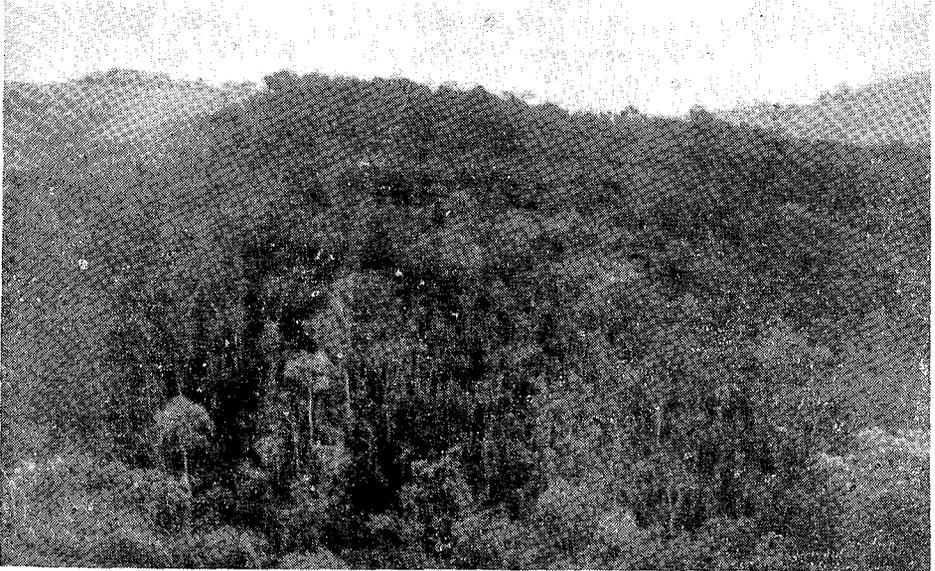


Fig 3 — Capoeira de 15 anos nas vizinhanças do local da amostra n<sup>o</sup> 4, a qual foi tomada à esquerda, no alto O terreno da capoeira é, em média, idêntico à amostra de solo A parte mais alta de toda a paisagem já esteve ocupada por cajézal

- N<sup>o</sup> 6: Idem, dos afluentes da margem esquerda do rio Pardo, alguns quilômetros da desembocadura Considerada terra de cultura regular Cultivo algo esporádico, e já foi pastagem por muitos anos Fig 4
- N<sup>o</sup> 7: Alúvio rico enxuto do rio Lambari, 100 metros a montante da ponte Cultivado com certa assiduidade
- N<sup>o</sup> 8: Espigão na margem esquerda do ribeirão Quebra-Machado, antes de descer para o vale Pastagem muito queimada Gnaisse biotítico claro e de grã grossa, mas relativamente pobre em quartzo. Topografia muito acidentada
- N<sup>o</sup> 9: Alúvio enxuto da margem alta do ribeirão Quebra-Machado, logo que acaba a descida para o seu vale largo e baixo Pequenos trechos de terra quase anualmente cultivada, sempre com queimadas. Considerada das melhores do vale
- N<sup>o</sup> 10: Encosta íngreme, com mais de 20% de declive, que encaixa o vale do Quebra-Machado Raramente cultivada, o resto do tempo permanecendo como pastagem anualmente queimada Gnaisse com alto teor de anfibólio
- N<sup>o</sup> 11: Subsolo argiloso da amostra anterior, coletado a fim de obter idéias sobre o perfil de solo: evolução em profundidade das ca-

racterísticas do solo superficial. A diminuição de quase todos os teores químicos com a profundidade reflete ainda a extraordinária pujança das matas virgens. Tinham elas concentrado no solo tão grande riqueza que as 4 ou 5 dezenas de anos de maus tratos não puderam eliminá-la no caso deste solo.



Fig. 4 — Local da amostra n.º 6, olhando para montante de afluente do rio Pardo. A queimada é a primeira operação do preparo da terra para cultivo. Aqui também já houve café no alto das lombadas. Antigamente o receio das geadas impedia que se formassem cafézais da meia encosta para baixo. Hoje este receio está sendo sobrepujado pela necessidade de aproveitar o humo das terras menos maltratadas.

- N.º 12: Margem direita pouco acidentada do vale do Quebra-Machado nas proximidades da desembocadura. Pasto muito queimado e raramente cultivado. Representa as encostas perto da baixada.
- N.º 13: Encosta íngreme das cabeceiras dos afluentes do ribeirão Santo Antônio, onde ainda existe resto de cafézal. O café desapareceu liquidado pela erosão. Sobrou no local da amostra graças à topografia algo menos acidentada. Representa as possibilidades atuais dos restos de cafézais velhos. Gnaise biotítico sem anfibólitos.
- N.º 14: Espigão estreito entre afluentes da margem esquerda do rio Pardo. Pasto esporadicamente cultivado. As queimadas são anuais. O solo é raso, mas rico, de gnaise anfibolítico.
- N.º 15: Fundo de vale suspenso, de chão plano, impermeável, coberto por espesso alúvio negro, atualmente cultivado e considerado muito rico. Além das culturas costumeiras (milho, arroz e feijão) aqui se cultivam também batata, tomate e hortaliças.
- N.º 16: Cabeceiras, de solo ainda negro, do mesmo vale suspenso. Um pouco menos cultivado, mas não menos queimado que o anterior. É alúvio com certo declive e por isso deve ter menor quantidade de riqueza química lixiviada dos montes adjacentes.

- N<sup>o</sup> 17: Alúvio rico do rio Pardo (margem esquerda) entre a foz do Lambari e a ponte de Palmeiral. Há vários anos que as queimadas foram abolidas e os restos dos cultivos anuais (milho, arroz, feijão) são enterrados com arado puxado a trator. Em consequência, a produtividade do solo melhorou nitidamente. Fig. 5



Fig. 5 — Local da amostra n<sup>o</sup> 17, uma das mais ricas da região. O rio corre ao pé dos morros. Todos eles já estiveram cobertos por cafézais até a meia encosta. A exaustão de matéria orgânica e a erosão eliminaram o café.

- N<sup>o</sup> 18: Na gleba anterior, onde começa a subida dos morros e as terras passam de cinzentas a amarelo-avermelhadas, portanto já um colúvio. Cultivo e tratamento: os mesmos.
- N<sup>o</sup> 19: Verdadeiro sapézal em encosta muito declivosa (30%) da margem direita do rio Pardo a montante da ponte de Palmeiral. É pasto tão queimado e maltratado pelas enxurradas, que o sapé se desenvolveu abafando o capim-gordura. Mas não é pasto sobrecarregado. Antigamente foi terra de cultivo, mas empobrecceu devido à erosão e foi abandonada à pastagem, anualmente queimada a fim de mantê-la “limpa”. Fig. 6. A abundância de sapé reflete abuso de fogo, mas parece ser favorecida pelo teor excessivamente baixo de fósforo disponível (tabela 5).
- N<sup>o</sup> 20: Alagadiço de braço morto de ribeirão divagante. Terra não utilizada por falta de drenagem. A vegetação é de gramíneas com junquilha e o gado não entra porque poderia atolar-se. Verdadeira tufa com subsolo altamente argiloso e poroso. A argila deve passar gradativamente a areia fina na profundidade de 1,5 a 2m; depois deve passar a areia grossa.
- N<sup>o</sup> 21: Pasto velho em espigão pedregoso de gnaiss não anfíbolítico. Representa as pastagens dos espigões de solo raso, muito queimadas e lavadas pelas chuvas. Barba-de-bode abundante favorecida pelo baixo teor de fósforo disponível (tabela n<sup>o</sup> 5).

N.º 22: Alúvio rico, enxuto, da margem direita do rio Pardo, a jusante de Graminha Permaneceu sob capoeira durante ao menos 2 dezenas de anos. Estão sendo derubadas as últimas árvores, as maiores,



Fig. 6 — O local da amostra n.º 19 fica pouco além da estrada que passa na outra margem do rio. A vala no alto é antiga divisa de fazendas. A margem de cá, esquerda, é muito mais rica graças ao teor de anfibólios e piroxênios no gnaíse. A margem direita é de gnaíse ácido, com pouca biotita, mas bom teor de feldspato. Está injetada de veios de quartzo com certa profusão. A diferença litológica das duas margens sugere que o rio esteja correndo sobre falha. E o falhamento deve ser posterior às injeções de quartzo.

que sobriaram do fogaréu ateadado a fim de “limpar” o terreno. Este caso mostra que hoje apareceu interesse desusado em cultivar o solo: provavelmente os preços altos do arroz, do feijão e mesmo do milho. Parece que o sitiante resolveu ganhar algum dinheiro além do estitivamente necessário para o próprio sustento, ou então apareceu um forasteiro ambicioso que alugou a terra disposto a trabalhar um pouco mais que o costume.

N.º 23: Cafézal de 9 anos em meia encosta de 14% de declive na fazenda Lambai, de José AVELINO DE MELO, margem esquerda do ribeirão Lambari. Representa os raios cafézais novos formados na região graças à valorização do produto depois da guerra. Gnaíse biotítico ácido, rico em feldspato. Solo raso e pedregoso.

N.º 24: Idem, declive um pouco menos acentuado, de cerca de 10%. Também aqui o gnaíse

não é anfibolítico. Os terrenos altos de potássio trocável destas duas amostras, de 0,55 e 0,72 miliequivalentes, foram confirmados, pois o teor disponível, que deveria ser bem menor, deu 0,48 e 0,60 ME respectivamente. A produtividade do cafézal não é grande devido à falta de fósforo. Mas o aspecto é bom.

## 2 Os resultados das análises de solos e sua significação

Damo-los nas tabelas 4 a 6. A significação das características é a seguinte:

*Tipo de solo* (tabela n.º 4): O grupo 1 é o dos salmourões, isto é, solos arenosos do Complexo Cristalino com certo teor de argila (9 amostras). O grupo 2 é o dos massapês, solos argilosos das mesmas formações, porém de

10chas menos ácidas (8 amostras) O grupo 20 é o dos solos aluviais argilosos de baixadas úmidas (4 amostras) e o grupo 21 é dos alúvios argilosos enxutos (3 amostras) A numeração dos grupos é da classificação dos solos do estado de São Paulo, subindo à medida que diminui a idade da rocha-mãe do solo (2)

TABELA N.º 4

*Composição granulométrica, retenção de água e cor dos solos*

N.º da amostra	Tipo de solo	ANÁLISE MECÂNICA, %					Módulo de finura	Símbolo de textura	Umidade equivalente % peso	Côr Munsell Chart
		Argila	Silte	Areia fina	Areia grossa	Seixos				
1	2-b	19	20	36	24	1	332	SA	23	7) 5 1/2/2
2	1-d	13	14	33	27	13	287	BS	14	5) 7 1/2/4
3	2-b	18	15	37	25	5	316	SA	19 1/2	4) 5 /6
4	1-d	11	14	26	40	9	278	BA	13 1/2	5) 4 /5
5	2-b	20	17	34	25	4	321	SA	22 1/2	5) 5 1/2/4
6	1-d	15	15	35	30	5	305	SA	16 1/2	5) 5 1/2/5
7	21-c	36	25	34	5	0	392	SAtg	38	6) 6 /3
8	2-a	23	15	33	26	3	329	BS	26	5) 5 /3
9	21-c	29	20	42	9	0	369	SAtg	31	6) 5 /3
10	2-b	19	13	29	23	16	296	BS	24	5) 5 /5
11	2-b-C'	28	10	31	21	10	325	BS	27	5) 5 1/2/6
12	1-d	18	16	24	32	12	298	BA	20	6) 5 /2
13	2-a	13	15	35	30	7	297	SA	15 1/2	6) 5 /3
14	1-d	14	13	32	27	14	286	BS	17 1/2	5) 5 /3
15	20-d	39	19	28	12	2	381	BS	44	6) 3 /1
16	20-e	35	20	31	14	0	376	SAtg	42 1/2	6) 2 /1 1/2
17	21-c	38	20	32	10	0	386	SAtg	43	6) 4 /2
18	2-b	25	16	31	20	8	330	BS	28	5) 5 1/2/4
19	1-d	10	10	29	36	15	264	AS	11	4) 4 /6
20	20-e	49	21	28	2	0	417	BAtg	51	6) 1 1/2/1
21	1-b	14	9	25	37	15	270	AS	15	5) 6 /5
22	20-c	41	22	30	7	0	397	SAtg	45	7) 5 /2
23	1-b	8	7	20	45	20	238	AS	10	5) 6 /4
24	1-b	10	10	20	42	18	252	AS	12 1/2	6) 5 /4

De acordo com essa classificação o tipo de solo é definido pela letra que acompanha o número do grupo Assim 1-b são salmourões rasos, de rochas muito ácidas ou mal decompostas O tipo 1-d é das mesmas rochas de decomposição profunda (10)

Os massapês de gnaiss biotítico são do tipo 2-a, e os do gnaiss anfíbólico do tipo 2-b

Entre as baixadas úmidas, o tipo 20-a, raro na região, é o dos alúvios argilosos empobrecidos em humo, denominados "taguá" na linguagem popular; o tipo 20-b, denominado "tabatinga" é bastante rico em humo; o tipo 20-c é quando além disso existe riqueza mineral graças à presença de micas ou outros minerais úteis; o tipo 20-d é muito rico em matéria orgânica; o tipo 20-e é de solos tufofos, correspondentes a teor de carbono total superior a 10% (mais de 17% de humo)

A subdivisão do grupo 21 em tipos é a mesma que a do grupo 20 O único tipo bastante freqüente na região é o 21-c, pois os alúvios enxutos são ali quase sempre ricos em minerais ainda não decompostos

O tipo de solo da amostra 11 é 2-b-C por se tratar dos horizontes B e C do perfil do solo

*Análise mecânica:* Foi feita com peptização química e dispersão mecânica. A escala é de ATTERBERG: argilas são grânulos menores que 0,002 mm, silte de 0,02 a 0,002 mm, areia fina de 0,2 a 0,02 mm, areia grossa de 2 a 0,2 mm, e seixos de 20 a 2 mm

Nota-se que são raros os teores muito baixos de argila. Teores altos só se verificam nos alúvios que são solos de alta porosidade. Dêste modo quase todas as amostras analisadas apresentaram boa estrutura física na camada superficial. A amostra n.º 11 apresenta horizonte B pouco permeável, mas ele tem início na profundidade de 40 centímetros e portanto não constitui empecilho para culturas de ciclo curto.

Altos teores de seixos obrigam ao desconto nos teores químicos. Assim, com 15% de seixos, como na amostra n.º 21, todos os teores em miliequivalentes (tabela n.º 6), bem como o humo, o azoto e o fósforo (tabela n.º 5), devem ser multiplicados por 0,85.

*Módulo de finura* é a soma das porcentagens acumuladas a partir da fração argila. Quanto mais alto o módulo, mais fina é a granulação real do solo, suposto o desmontamento total dos agregados.

*Símbolo de textura* baseia-se no diagrama triangular simétrico (1, diag. 3) de VAGELER. As três frações para isto necessárias são A<sub>ig</sub> (argila), S (silte + areia fina) e A (areia grossa + seixos). A fração que reúne mais de 50% do solo, aparece em primeiro lugar, seguida da que reúne de 25 a 50% do restante. Se nenhuma das 3 frações atinge 50%, a textura é B (barro), sendo esta letra seguida pela da maior das 3 frações.

Das 24 amostras típicas, 7 são BS (barro siltoso): nenhuma das 3 frações alcança 50% e a fração maior é a de silte + areia fina. Em segundo lugar pela frequência temos SA e SA<sub>ig</sub>, isto é, siltes arenoso e argiloso: a fração silte + areia fina ultrapassa sempre 50%, a fração seguinte, com mais de 25%, sendo areia grossa + seixos (SA) ou argila (SA<sub>ig</sub>) com frequência igual. Vem em seguida o símbolo AS (areia siltosa) com 4 casos em 24, depois BA com 2 casos e finalmente BA<sub>ig</sub> com 1 caso só.

*Umidade equivalente* é o teste de centrifugação do solo com força igual a mil vezes a gravidade, sendo expelido o excesso de água. A água retida com esta força é composta de água não disponível às plantas (geralmente 2/3 do valor da umidade equivalente) e de água disponível que é o terço restante. No campo os solos da região apresentam na estação chuvosa teores muito maiores que a umidade equivalente. Somente em maio ou junho o teor de água no campo desce abaixo do valor obtido pelo teste. Mas são extremamente raros os casos de teor no campo inferior a 2/3 da umidade equivalente, e somente se encontra nos 10 ou 12 centímetros superficiais do solo. Como as plantas se enraizam a profundidades maiores, explica-se porque não se nota murchamento das plantas herbáceas mesmo em consequência de absoluta ausência de chuvas durante 4 meses consecutivos (sempre no inverno).

As plantas cultivadas, porém, não estão selecionadas de acôido com o ambiente em que são plantadas. Podem algumas delas amarelecer no inverno por falta d'água, seja porque não tiveram tempo de se enraizar, como, por exemplo, o feijão da seca, seja, no verão, por serem altamente hidrófilas (anoz plantado em morio)

*Côr:* é determinada por comparação com a tabela "Munsell Color Chart", hoje universalmente adotada em pedologia e geologia. O primeiro algarismo, separado por parêntese, vai desde 1 = vermelho puro ao 8 = amarelo-esverdeado. Os algarismos que aparecem na tabela n.º 4 são: 4 = vermelho bem amarelado, 5 = amarelo-avermelhado, 6 = amarelo pouco avermelhado, e 7 = amarelo.

Da fração que segue, o numerador alto indica palidez da côr porque o pigmento é fraco; vai de 10 (branco) até 0 (preto), de modo que entre as amostras n.º 2 e n.º 5, ambas amarelo-avermelhadas, na primeira esta tonalidade é fraca, enquanto na segunda bastante pronunciada. O denominador alto indica pureza e vivacidade da côr, e também vai desde 10 (côr pura totalmente isenta de tons cinzentos) até 0 (negro). Assim alto teor de humo abaixa simultaneamente o numerador e o denominador.

Vê-se que no geral as terras vermelhas são mais raras que as amarelas. Isto é consequência da umidade do clima e da ausência de altas temperaturas. Não há desidratação forte do ferro coloidal. Predominam as côres acastanhadas e acinzentadas graças aos bons teores de humo. O clima é o anjo da guarda do humo, ao qual defende contra o fogo usado largamente pelo homem para "limpar" o terreno e por considerai a caixa de fósforos o implemento agrícola que deve preceder ao arado.

*pH* = índice de acidez (tabela n.º 5): no estado de São Paulo em geral é considerado muito ácido o solo com pH inferior a 5,2. São considerados "ácidos" os solos de pH entre 5,2 e 5,9; pouco ácidos entre 5,9 e 6,5 e praticamente neutros os de pH superior a 6,5. Valores de pH superiores a 7 não são nocivos porque a alcalinidade não é defeito em climas acidificantes. Resulta que, quanto maior o pH, melhor é o solo.

No Complexo Cristalino desta parte do Brasil valores de pH superiores a 6 já são de solos muito bons. Os de 5½ a 6 são bons, os de 5 a 5½ são fracos e apenas com menos de 5 denotam sérios empecilhos para o cultivo.

Não se contando a tufa (amostra n.º 20), somente um caso entre 24 foi de solo francamente deficiente (amostra n.º 21); sete casos foram de solos fracos, 9 de solos bons e 5 de solos ótimos, 1 deles sendo excelente (amostra n.º 22). Portanto, o conjunto de 24 amostras típicas é bem melhor que a média do Complexo Cristalino.

*Humo:* considera-se para o Complexo Cristalino muito bom o teor superior a 4%, bom entre 3 e 4%, regular entre 2 e 3%, fraco entre 1½ e 2%, e francamente insuficiente entre 1 e 1½%.

Não se contando a amostra de subsolo e os 3 solos do grupo 20, de baixa da úmida, caso em que o humo se acumula (meio anaeróbico, redutor), dos 20 solos restantes apenas dois são francamente deficientes em humo. Isto significa que as aplicações de corretivos e adubos químicos poderiam frutificar

TABELA N.º 5

*Acidez, humo, azoto e fósforo dos 24 solos analisados*

N.º da amostra	Tipo de solo	Profundidade amostra cm	pH	Humo %	Azoto total %	FÓSFORO MILIEQ /100 G		Posição topográfica e uso atual
						disponível	trocável	
1	2-b	0-25	6,0	2,34	0,12	0,15	0,6	Baixada Cultivada
2	1-d	0-40	5,5	2,16	0,13	0,10	0,55	Encosta Cultivada
3	2-b	0-50	5,2	2,08	0,12	0,11	0,7	Encosta Pasto
4	1-d	0-35	5,0	2,32	0,14	0,18	0,75	Encosta Cultivada
5	2-b	0-30	5,8	3,05	0,16	0,21	0,65	Encosta Cultivada
6	1-d	0-30	5,6	2,15	0,115	0,17	0,7	Encosta Cultivada
7	21-c	5-30	5,4	2,70	0,14	0,28	0,85	Baixada Cultivada
8	2-a	0-30	5,7	2,6	0,14	0,18	0,7	Espigão Pasto
9	21-c	0-40	5,8	2,15	0,12	0,19	0,65	Baixada Cultivada
10	2-b	0-40	6,6	2,26	0,13	0,16	0,5	Encosta Pasto
11	2-b-C	40-100	6,4	0,65	0,050	0,10	0,6	Idem Subsolo
12	1-d	0-25	5,7	2,88	0,13	0,14	0,7	Baixada Pasto
13	2-a	0-25	5,3	2,4	0,13	0,15	0,8	Encosta Café
14	1-d	0-30	5,9	2,76	0,14	0,12	0,6	Espigão Pasto
15	20-d	0-30	6,8	14,6	0,45	0,40	1,0	Baixada Cultivada
16	20-e	0-25	5,8	21,6	0,40	0,45	1,1	Baixada Cultivada
17	21-c	0-35	6,0	3,5	0,17	0,13	0,45	Baixada Cultivada
18	2-b	0-35	5,9	1,5	0,085	0,22	0,8	Encosta Cultivada
19	1-d	0-40	5,3	1,36	0,080	0,08	0,7	Encosta Pasto
20	20-e	0-25	4,3	25,2	0,42	0,15	0,40	Baixada Brejo
21	1-b	0-30	4,8	1,2	0,075	0,05	0,75	Espigão Pasto
22	20-c	0-25	7,2	6,2	0,23	0,30	0,9	Baixada Cultivada
23	1-b	0-25	5,1	2,57	0,13	0,07	0,5	Encosta Café
24	1-b	0-25	5,3	2,92	0,14	0,07	0,40	Encosta Café

sem que seja imprescindível tratar os solos previamente com matéria orgânica. Mas muito melhores resultados poderiam ser obtidos, e altamente econômicos, com repercussão benéfica por muitos anos, se a matéria orgânica fosse aplicada, pois os corretivos e adubos químicos intensificam a vida microbiana do solo, resultando em consumo de matéria orgânica com intensidade maior que a atual.

Os teores de humo encontrado no conjunto de 24 amostras típicas indicam que, apesar de se achar a região no regime de depauperamento orgânico contínuo, os teores iniciais de humo foram tão altos, que ainda não tiveram tempo para se reduzir à insuficiência alarmante. Devemos agradecer-lho ao clima úmido e brando. Mas, para acabar com o depauperamento contínuo e começar a regenerar o solo, grandes trabalhos de fabricação de composto e de adubação verde são necessários, tal como mencionamos linhas atrás ao tratar do fator adverso representado neste sentido pela topografia acidentada.

*Azoto total:* guarda proporção com o teor de humo, pois somente nos solos do grupo 20 (alúvios úmidos) a parte carbonosa da decomposição de matéria orgânica pode acumular-se fazendo com que o teor de N seja deprimido.

A alimentação azotada das plantas depende, porém, da solubilização do azoto total, a qual é tanto mais rápida, quanto maiores os valores de pH e de riqueza química geral inclusive o fósforo, e quanto melhores o arejamento (permeabilidade) e o teor de umidade em condições de boa drenagem.

No geral, tais condições são boas na região e podem melhorar facilmente com o uso de calcário para a correção dos solos com pH inferior a 5½

*Fósforo*: consideram-se muito baixos os teores disponíveis inferiores a 0,06 miliequivalentes, baixos os de 0,06 a 0,12 ME, regulares os de 0,13 a 0,20 ME, bons os de 0,21 a 0,40 e muito bons os superiores a 0,40 ME. Deve-se procurar que o solo agrícola não contenha menos que 0,30 ME afim de não impedir colheitas realmente boas e de alto resultado econômico

Vê-se pela tabela n.º 5 que a região é de solos pobres em fósforo. Apenas 6 solos em 24 apresentam teores bons, acima de 0,2 ME. Dêstes, somente 3 alcançam os 0,3 ME almejados. Um possui teor muito bom. Mas nada menos que 8 solos não alcançam a classificação de regulares. A média das 24 amostras é de 0,17 ME, valor este apenas regular em termos do estado de São Paulo que é território acentuadamente pobre em fósforo.

Quanto ao teor trocável, este é regular de 0,6 a 0,9 ME. Portanto 6 solos possuem teores baixos e apenas 3 bons, entre os 24 estudados. Como a conversão do teor trocável em disponível depende no campo de bons teores de humo e pH, e estes são relativamente favoráveis, o teor disponível de fósforo das 24 amostras está à altura do teor trocável.

Mas ambos são fracos devido aos teores geralmente baixos de apatita nos gnaisses, sendo neste particular geralmente melhor o gnaissite biotítico que o anfibolítico. O tipo de clima vigente sem estação fria e com existência de estação seca favorece a imobilização do fósforo no solo ligado às argilas caulínicas e aos sesquióxidos de ferro e de alumínio (3). O fósforo, portanto, não é lixiviado. Ao contrário, é fixado fortemente pelo solo, ficando fora do alcance das plantas (9). Só se perde pela exportação das colheitas, e perde-se pouco porque as plantas e o gado, exportados, crescem com o mínimo necessário de fósforo. Sendo fraca tal exportação, e esporádico o cultivo do solo, temos teores geralmente regulares. Mas a ausência de altos teores trocáveis não deixa dúvidas quanto ao caminho a seguir. No programa de utilização intensa do solo, porém em pequena área, com seu simultâneo melhoramento, os adubos fosfóricos devem figurar em primeiro lugar, pois o potássio não faz falta e o azoto deveria ser produzido com o composto orgânico e com a adubação verde.

*Cálcio* (tabela n.º 6). São considerados muito baixos os teores inferiores a 0,75 ME, baixos os de 0,8 a 1,2 ME, regulares os de 1¼ a 2, bons os de 2 a 4 e ótimos os superiores a 4 ME.

Nada menos que 9 amostras alcançaram esta classificação máxima. Somente 5 amostras apresentaram teores inferiores aos classificados como bons. Isto evidentemente resulta do caráter anfibolítico do gnaissite regional, pois a média dos teores de cálcio dos solos do gnaissite biotítico resultou muito inferior aos teores do outro.

Tais dados indicam que a região não necessita no geral de calcário como nutriente das plantas, e sim como corretivo da acidez e como meio de seleção de bactérias mais úteis na preparação do composto e nas adubações verdes. As quantidades necessárias são porém bem menores que no Complexo Cristalino em geral (8).

**Magnésio** Neste particular os solos da região são ainda melhores que em relação ao cálcio. Nenhuma das amostras acusou teor baixo, que seria não superior a 0,12 ME, pois o mínimo encontrado nas 24 amostras foi de 0,16 ME (amostra n° 21)

TABELA N° 6

*Teor de cátions trocáveis e permuta catiônica dos 24 solos*

N° da amostra	Tipo de solo	EM MILIEQUIVALENTES/100 G DE SOLO SÊCO AO AR									% de saturação V
		Ca	K	Mg	Mn	NH <sub>4</sub>	Bases têis	H	Al	Acidóides	
1	2-b	8,2	0,18	0,54	0,035	0,015	9,1	8	0,13	17½	52½
2	1-d	2,05	0,16	0,28	0,025	0,020	2,6	9	0,56	12¾	21¼
3	2-b	1,55	0,15	0,48	0,045	0,025	2,3	10	0,65	13	17¾
4	1-d	1,15	0,20	0,22	0,018	0,01	1,7	10	0,70	12½	13½
5	2-b	4,85	0,21	0,64	0,035	0,050	5,9	8	0,15	14	42
6	1-d	2,25	0,32	0,50	0,025	0,030	3,3	9	0,77	13	25½
7	21-c	2,10	0,30	0,60	0,030	0,015	3,2	11	0,85	15	21½
8	2-a	2,9	0,25	0,65	0,030	0,015	4,0	8½	0,6	13	30½
9	21-c	5,2	0,19	0,70	0,030	0,020	6,3	10	0,17	16½	38
10	2-b	9,5	0,25	0,86	0,040	0,020	10,8	7¼	0,08	18	60
11	2-b-C	4,8	0,12	0,54	0,025	0,010	5,6	6½	0,01	12	46½
12	1-d	3,2	0,24	0,25	0,030	0,025	3,9	10	0,38	14¼	27¼
13	2-a	2,0	0,20	0,45	0,025	0,020	2,8	9	0,8	12½	22¼
14	1-d	3,3	0,28	0,35	0,025	0,030	4,2	9	0,33	13½	31
15	20-d	11,5	0,24	0,75	0,035	0,035	12,8	12	0,05	25	51½
16	20-c	4,5	0,12	0,40	0,030	0,010	5,2	16	0,35	21½	24
17	21-c	3,2	0,32	0,28	0,040	0,010	4,1	10	0,09	14¼	29
18	2-b	4,1	0,30	0,29	0,035	0,010	4,8	8½	0,08	13½	36
19	1-d	1,35	0,10	0,19	0,020	0,020	1,75	9½	0,95	12¼	14½
20	20-c	0,40	0,15	0,20	0,05	0,13	1,0	40	3,6	44½	2¼
21	1-b	0,65	0,06	0,16	0,015	0,010	0,95	9	2,1	12	8
22	20-c	10,5	0,28	0,84	0,040	0,020	11,9	10	0,00	22	54½
23	1-b	2,0	0,55	0,36	0,035	0,03	3,0	9	1,78	13¾	21¾
24	1-b	2,25	0,72	0,50	0,015	0,05	3,7	10	0,92	14½	25¼

Dado que os anfíbólios são mais ricos em magnésio que em cálcio, enquanto os teores do solo considerados baixos são 10 vezes maiores para o cálcio (1, 2 ME) que para o magnésio (0,12 ME), é fácil ao gnaissé antibolítico provocar no solo teores de magnésio relativamente ainda melhores que os de cálcio. E além disto o magnésio resiste melhor à lixiviação e é consumido em menores quantidades pelas colheitas que o cálcio.

**Potássio** No estado de São Paulo em geral, teores inferiores a 0,10 ME são considerados muito baixos, os de 0,10 a 0,18 baixos, os de 0,19 a 0,25 regulares, os de 0,26 a 0,40 bons e os superiores a 0,4 ME "muito bons". No Complexo Cristalino, porém, em virtude da existência de minerais potássicos no solo em altas proporções, teor muito baixo deve ser considerado o que vai até 0,06 ME, teor baixo até 0,12 ME, teor regular até 0,18 ME, teor bom até 0,3 ME e muito bom acima de 0,3 ME. Esta escala de teores mais modestos só deixa de ser mais indicada para o Complexo Cristalino, quando o solo é muito pobre em humo e possui altos teores de alumínio trocável, condições estas em que aparecem sérias dificuldades de solubilização do potássio dos minerais. Em

tais condições só se enquadrava uma amostra entre as 24: a n<sup>o</sup> 21; e acontece ser justamente a que acusou o teor mais baixo de potássio. Trata-se portanto de um solo excepcionalmente pobre que não representa a região estudada, e sim uma ilha desgarada de região vizinha.

Não sendo típicos para a região baixos teores de humo e altos de alumínio trocável, a escala de valores de potássio mais apropriada deve ser considerada a segunda das duas acima mencionadas. Assim, apenas duas amostras, as de ns 19 e 21, são de teor baixo de potássio. Outras duas, ns 16 e 11, estão no limite entre o teor baixo e o regular, sendo que uma delas do subsolo. Das 20 restantes, nada menos de 17 apresentam bons teores, dos quais 6 alcançam a classificação de "muito bons".

Considerando-se que o adubo potássico é dez vezes mais caro que o cálcico que o potássico deve ser inteiramente importado enquanto o calcário é nacional, que as plantas necessitam de muito maiores quantidades de potássio que de cálcio + magnésio, vê-se que o fato de serem os teores de potássio ainda melhores que os de cálcio e de magnésio é uma verdadeira riqueza de valor inestimável, e ainda reforçada pelos ótimos teores de cálcio e de magnésio.

*Manganês* — A riqueza do solo neste elemento é das maiores. Basta dizer que é considerado bom o teor superior a 0,015 ME, e o teor mínimo achado, na amostra n<sup>o</sup> 21, excepcionalmente pobre, foi justamente 0,015 ME. A explicação é que os anfibólios e biotita são minerais ricos em manganês, e êste se concentra na superfície graças à sua ligação com o humo e afinidade com o ferro. Encontra-se, além disso, no gnaiss regional granada manganésifera — espessartita.

*Amônio*: A interpretação dêste teor não é tão simples como a dos demais. Baixos teores, até 0,010 ME, podem indicar boas condições de nitrificação, se são altos o pH, o humo e o arejamento do solo. Altos teores podem ser defeito do solo quando a acidez é forte com alto teor de humo, pois neste caso se trata quase sempre de deficiência de drenagem e impermeabilidade do solo a pequena profundidade, impedindo o enraizamento das plantas.

Na amostra mais ácida, n<sup>o</sup> 20, temos o teor mais alto de amônio porque se trata de brejo turfosso, no qual a nitrificação é impedida pelo encharcamento com água. O teor alto de azoto total é riqueza não utilizável. O solo só será fértil se for drenado e tratado com altas doses de calcário. Então as plantas receberão altas doses de azoto solúvel, muito maiores que de qualquer adubação química, e o alto teor de amônio, que então poderá surgir, não passará de estágio intermediário da oxidação de azoto protéico a nitrato.

A amostra seguinte pela acidez, a de n<sup>o</sup> 21, com 4,8 de pH é a mais pobre em humo e uma das mais pobres em amônio. Trata-se de solo raso e pedregoso, mas dotado de relativamente alto teor de argila, o qual, com o pisoteio do gado de pasto velho lavado pelas chuvas, estabeleceu condições de impermeabilidade. Os seixos e a areia grossa estão embutidos na argila. A nitrificação é difícil, apesar de ser baixo o teor de amônio a nitrificou. É evidente que a pastagem melhoraria muito com aração, aplicação de bastante

fósforo e cálcio e plantio de adubo verde. Então o barba-de-bode desapareceria por si só.

Pela ordem crescente de acidez temos em seguida a amostra n.º 4, com  $\text{pH} = 5,0$ . Aqui temos bom teor de humo e bom arejamento. Tudo indica que o teor baixo de amônio resultou de boa nitrificação apesar da acidez. A nitrificação neste caso é favorecida também pela declividade forte, pois aumenta a drenagem. Mas, se a amostra fôsse tomada em plena estação chuvosa, cremos que teria sido encontrado teor mais alto de amônio, pois a velocidade de nitrificação não pode ser alta neste solo com  $\text{pH}$  tão baixo como 5,0.

Não vamos passar em revista as condições das demais amostras, pois as três citadas já mostram os tipos de significação do teor de amônio revelado pelas análises.

*Bases úteis* ou valor "S" (soma das bases trocáveis): é tão alto como o teor de cálcio, o qual representa parcela muito grande na soma dos cátions úteis, da ordem de 80%, fato êste comum nos solos de climas úmidos. Esta característica do solo, portanto, é tão boa na região, como o teor de cálcio.

*Hidrogênio trocável* ou "acidez hidrolítica" ou "acidez inócua". Resulta dos altos teores de humo e de argilas. O teor, portanto, é bom, com exceção da amostra n.º 20, de turfa de brejo, na qual é excessivo.

*Alumínio trocável* ou "acidez trocável" ou "acidez nociva". Como o nome indica, trata-se de característica inversamente proporcional à riqueza do solo. Geralmente os solos do Complexo Cristalino apresentam teores altos causados pela hidratação da caulinita. Por isso são considerados solos muito bons os de teor inferior a 0,15 ME de alumínio trocável, bons com teores de 0,16 a 0,5 ME, apenas regulares entre 0,5 e 0,8 ME, maus com 0,8 a 2 ME, e péssimos com teores maiores que 2 ME.

Êste último teor só foi encontrado em 2 amostras, mas 8 amostras deram teores muito bons, 4 bons, 6 regulares e 4 maus. O grupo mais numeroso sendo o dos teores "muito bons", temos a confirmação do que sempre se constatou: o cálcio é o elemento antagônico do alumínio. O teor dêste tem que baixar, quando sobe o daquele. Esta, aliás, é a base do uso de corretivos calcários contra a acidez (7). Assim, quanto ao alumínio trocável, os solos da região estudada são tão bons como quanto ao cálcio trocável.

*Acidóides* =  $\text{H} + \text{Al}$ . Êste nome é usado para indicar os elementos trocáveis catiônicos que contribuem com acidez apesar de serem cátions. Visto que na soma  $\text{H} + \text{Al}$  a contribuição do H é muito maior que a do Al, a significação da característica acidóides trocáveis é quase a mesma que a do hidrogênio trocável.

*Saturação "V"* do complexo catiônico com bases úteis é a relação porcentual entre "S" e "T", sendo "T" = "S" +  $\text{H} + \text{Al}$ . Ê portanto a porcentagem dos nutrientes no total de cátions trocáveis do complexo coloidal do solo. Trata-se de verdadeiro resumo da riqueza química mineral do solo, exceto o azoto e o fósforo.

No estado de São Paulo são considerados muito bons os valores superiores a 50%, bons os de 33 a 50%, regulares os de 22 a 32%, baixos os de 12 a 21%, e muito baixos os inferiores a 12%. Assim, 4 das 24 amostras típicas alcançaram a classificação de solos muito bons e 2 a de muito maus. Outras 5 terras são boas e 3 más, sendo 10 regulares. A predominância é de terras boas. A média das 24 amostras é 29,8%, isto é, de solo regular muito mais próximo do limite superior que do inferior da classe.

Não foram determinados os elementos menores porque a análise neste particular é muito dispendiosa, visto que seria preciso extrair e dosar quantidades por vezes mínimas, verdadeiramente infinitesimais de numerosos elementos. O gnaiss regional deve possuí-los, porém, todos e em boas quantidades. Isto é garantido pelas existências de bons teores de anfibólios e biotita. O gnaiss anfibolítico, sendo rocha ácida (rica em feldspato e quartzo), possui no entanto elementos básicos (anfibólios e algum plagioclásio), enquanto a biotita traz boro, manganês, molibdênio. Temos assim os elementos menores em que são geralmente ricos os solos gerados pelas rochas básicas e os gerados pelas rochas ácidas. Quanto ao cobre e ao zinco, as deficiências devem ser raras. Tampouco devem faltar cobalto, níquel, vanádio e outros elementos particularmente importantes por serem essenciais aos animais e não às plantas, podendo estas crescer pujantes, sendo no entanto deficientes como alimento de animais e de gente.

Dêste último tipo de nutrimento químico essencial, dois elementos podem fazer falta: o flúor, pela mesma razão, pela qual não é suficiente o teor de fósforo (a fonte, que é a apatita, é fluo-fosfato de cálcio), e o iodo, cuja carência é típica no Complexo Cristalino e nos sedimentos glaciais terrígenos. Afim de suprir êstes dois elementos vitais, não é preciso recorrer à adubação, e portanto a falta dêles não é defeito do solo: basta incluí-los em pequenas quantidades no sal, tanto o refinado para o consumo humano, quanto o grosso utilizado para o gado. Por esta via podem ser, aliás, ministrados os demais elementos não essenciais às plantas, quando sua carência é porventura constatada.

#### IV — AS POSSIBILIDADES DO SOLO AGRÍCOLA

Já ficaram esboçadas na parte anterior dêste relatório ao tratarmos da significação dos fatores genéticos e das características do solo.

No estado atual as terras valem pouco porque produzem pouco. E produzem pouco por cinco motivos principais, todos inerentes à natureza do fator homem:

- 1) A população rural é de baixa densidade;
- 2) Habituada a pouco esforço, contenta-se com nível de vida extremamente baixo;
- 3) Desconhece as reais possibilidades do solo e do clima, pois o baixo nível cultural dificulta a penetração das idéias modernas e dos meios que o progresso técnico recente pôs à disposição da agricultura. Tendo visto as antigas matas virgens pujantes e as colheitas extraordinárias de milho que o solo

recém-desbravado produzia, o homem rural avalia bem o grande depauperamento da região, mas ainda não compreendeu que é possível reconstituir a fertilidade do solo que malbaratou

4) A falta de ambição e a desciência na própria capacidade impedem pronta frutificação de exemplos já havidos, aliás, recentemente, de ótimas colheitas e de melhoramento do solo

5) A subdivisão em pequenas propriedades reduz os meios de cada um de tentar algum empreendimento desusado

É muito freqüente o pequeno lavrador da região empregar-se como diarista no sítio do vizinho ou numa fazenda distante diversos quilômetros a fim de ganhar pouco, mas sem risco algum, apesar de ficar obrigado a 2-3 horas diárias de caminhada para atingir o local do trabalho e dêle voltar à tarde. É surpreendente o número de pessoas incapazes de executar trabalho algum que não seja pago por outrem. Geralmente não possuem dinheiro e não dispõem de crédito. Apegam-se ao seu pedaço de terra, mas não o melhoram nem cultivam, pois ninguém lhes pagaria o trabalho. A fim de fazer alguma



Fig. 7 — Aspecto de parte encachoeirada do rio. Nota-se o fraco mergulho do gnaisse. A mata não é cililar, resistiu ao fogo graças à abundância de água nas raízes alojadas nas bancas do rio.

coisa em casa, faltam um dia por semana no emprego, mas não trabalham aos domingos, apesar de poderem nesse dia andar 15 quilômetros, ida e volta, até a cidade mais próxima.

Não é o propósito destas linhas sugerir medidas para modificar a vida do pequeno proprietário rural da região. Em outras regiões velhas, em que não há pioneirismo, as coisas estão mudando lentamente graças aos exemplos de japoneses. Interessa-nos, entretanto, enumerar as medidas necessárias, em tese, no sentido de uso racional do solo, isto é, para obtenção de alta produtividade das terras sem estagá-las e sim, ao contrário, melhorando-as com o uso.

Em primeiro lugar devemos mencionar a abolição da queimada e o controle da erosão. Visto que há grandes declividades, e ainda agravadas por solos rasos ou de subsolo argiloso e impermeável, não convém cultivar as glebas, cujos declives sejam maiores que uns 10%. Entre este limite e uns 15%, são ainda viáveis as pastagens. Formação de capinzais e canaviais forrageiros poderia ir até o máximo de 20% de declive, mas não é conveniente, apesar de se realizar bem o controle da erosão, pois com tais declives o corte de capim teria de ser feito manualmente, à alfange, e não à segadeira, que é o racional, graças à economia de tempo. A cana, demorando em fechar o terço após o corte, devido ao crescimento mais lento, também deveria não passar do declive máximo de 15%.



Fig. 8 — Alúvio, rico, maltratado pelas queimadas e pouco utilizado em ambas as margens do rio. É verdade que existe certa probabilidade de inundação, mas razão mais profunda parece ser aversão inata à água, pois probabilidade maior oferece a falta de chuvas regulares para o arroz plantado na encosta e no alto de morros, e no entanto esta cultura não é feita nas baixadas úmidas, onde produziria colheitas duplas.

Assim as declividades superiores a 15% deveriam ser reflorestadas com eucaliptos, mas somente no caso de solos profundos, e assim mesmo quando os declives não ultrapassarem de 20%.

Acima desta declividade seria preciso deixar que se formasse mata natural, da qual 15 ou 20 anos depois poderiam ser retiradas as árvores maiores sem prejudicar o restante.

Dêste modo a maior parte da região se transformaria em reserva florestal. Seria cultivada relativamente pequena área, a menos acidentada, mas seu cultivo intensivo e contínuo melhoramento do solo resultariam em produção agrícola muito maior do que se toda a região fôsse cultivada com dispersão de meios e de trabalho. Quanto menor a área e maior a produtividade do solo, menos despesa e trabalho custa uma tonelada de produto agrícola, mais lucro obtém o lavrador e mais facilidade êle obtém para melhorar a sua terra.

Graças aos bons teores de argila, boa capacidade de retenção de água e apreciável funcionamento coloidal das terras, em média sua resistência intrínseca à erosão é relativamente alta, de modo que, até a declividade de 10%, o controle da erosão não seria dispendioso, bastando o plantio em curvas de nível, com cordões intercalados a certo intervalo

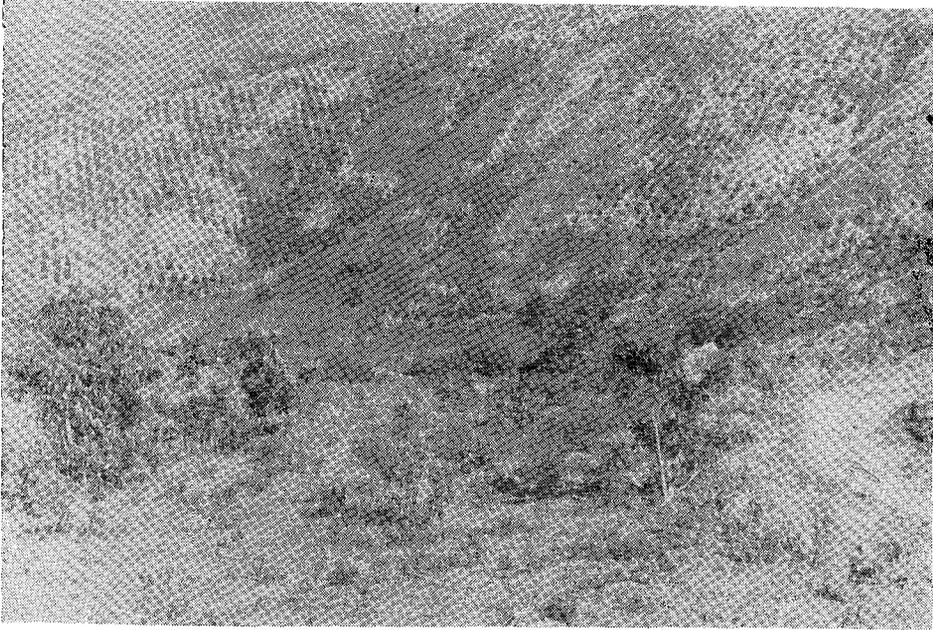


Fig. 9 — Aspecto típico dos caçezais velhos da região. As plantas morrem em consequência da decapitação do solo nas lombadas. Permanecem, e por vezes são vigorosas e produtivas, nas depressões em que a erosão juntou solo superficial rico transportado das partes mais altas. O capim goidura alastrou-se pelas áreas abandonadas do caçezal, geralmente de solo raso e pedregoso.



Fig. 10 — Detalhe de um dos piores trechos do caçezal da figura anterior, mostrando sulcos profundos de enxurradas em solo do tipo 1-b. As duas últimas fotografias são do autor. As demais, do Eng.º ERNESTO PICHLER, geólogo do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo. Todas datam de outubro de 1955.

Em segundo lugar vem a adubação verde e o preparo do composto. Este seria usado nos cafèzais e nos pomares. A cultura cafeeira já foi a ocupação principal das terras da região. Fiacassou devido à falta de controle da erosão e falta de reposição da matéria orgânica consumida pelos microrganismos e carregada pelas enxurradas. Como causa menor, bem secundária, é preciso mencionar os preços baixos do produto entre 1930 e 1940. Tais preços não deixariam de ser compensadores se os solos tivessem sido mantidos em boas condições.

A cultura cafeeira pode e deve ser a principal da região. É preciso plantar café em covas amplas e fundas, em curvas de nível, com 100 quilos de composto orgânico, uns 2 quilos de calcário, 1½ de fosfato natural e pequena adubação química complementar, repetindo esta dose de corretivos e adubos de 3 em 3 anos. Com controle da erosão a produtividade média seria de cerca de 120 arrobas por mil pés, ou 30 sacos de café limpo por mil pés, pois para isto existe base sólida representada pelo clima e pelos altos teores de potássio e cálcio do solo.

O preparo de composto e a adubação verde são duas medidas verdadeiramente revolucionárias na região. A adubação verde obriga ao preparo da terra com aplicação de altas doses de calcário e fósforo para no fim enterrear o resultado do cultivo. No preparo do composto o gado, que tem penas para andar à procura de alimento no pasto, deve ficar parado no curral (de abril a setembro) ou no estábulo (de outubro a março), enquanto enorme trabalho de transporte deve ser realizado para trazer-lhe capim abundante ceifado nas capineiras. Por mais que o gado coma, o capim deve ser tão abundante que uns 80% dêem sobra para servir de massa orgânica que, inoculada com estêrco e ajudada por adições de calcário, regas e revivamentos, possa fermentar para a produção final do que se poderia chamar de composto orgânico. É um dos processos mais rudimentares de preparar composto, mas deve ser o preferido, pois permite produzir grandes quantidades a céu aberto em currais, entre abril e setembro, dispensando a construção de estábulos e aproveitando assim a deficiência climática de inverno muito seco. Em vista da necessidade de grandes quantidades de composto, é racional sacrificar a qualidade dêste em favor da quantidade.

Desde o momento do plantio, a necessidade média de composto para café pode ser avaliada em 33 kg/ano/pé (11). Além dos ingredientes mencionados é preciso usar cerca de ½ kg de sulfato de amônio a fim de misturar com 100 quilos de estêrco com a finalidade de abaixar o quociente demasiadamente alto C/N. O custo da adubação, aos preços de hoje, é de 2 cruzeiros/pé/ano de calcário + adubos químicos, e de 3 a 5 cruzeiros/pé/ano de composto orgânico, conforme a topografia do terreno e a quantidade produzida. A adubação de mil pés seria portanto de 7 contos, enquanto os 30 sacos de café produzido valem cerca de 60 contos. Por mais baixo que possa cair o seu preço, digamos a 1/3 do de hoje, ainda daria lucro notável. Uma consideração ainda mais importante, porém, é que produto agrícola conseguido estragando o solo dá prejuízo ao país, ainda que dê lucro ao atual proprietário da terra. Ao contrário,

se o cultivo resultou em aumento de fertilidade geral do solo, pouco importa se tenha dado lucro ou não em determinada época, pois solo rico é riqueza que não deixará de frutificar.

A adubação verde deveria ser feita ao menos 1 vez em 3 anos consecutivos em tôdas as glebas cultivadas. Necessita de 1½ a 2½ t de calcário e cerca de ½ toneladas de fosfato por hectare, mas faria dispensar êstes adubos durante 2 anos quanto ao fósforo, e durante os 3 anos quanto ao calcário, se o pH não fôr inferior a 5½, portanto na maioria dos casos. A adubação verde deveria preceder mesmo a formação de capineiras e pastagens. Neste particular não seria necessário procurar capins especiais mais ricos como fonagem, pois o próprio capim-gordura, que cresce com tanta facilidade na região, seria sempre capim rico se crescesse somente em solos emriquecidos.

A irrigação seria indispensável a fim de obter duas colheitas por ano na mesma gleba e garantir a alta produtividade do café no caso de forte estiagem hiberna, de 3 meses sem chuva. À vista das análises anexas e considerando os cafézais novos plantados no Complexo Cristalino, julgamos que, devidamente esterçados e defendidos da erosão, os cafézais poderiam na região estudada enfrentar períodos de dois meses sem chuva não deixando de dar a produção citada de 30 sacos de café limpo por mil pés. Mas períodos secos mais longos exigiriam irrigação a fim de manter essa média alta, a qual corresponde aos antigos cafézais plantados após derrubada de matas vivgens.

O arroz deveria ser plantado nas baixadas largas e planas como a do ribeirão Quebra-Machado, mas alta produtividade nos montes também seria possível se houvesse irrigação. E neste caso as instalações poderiam funcionar em plena estação chuvosa, pois basta uma semana sem chuva entre dezembro e fevereiro para reduzir grandemente as colheitas dêste cereal. Esta é a razão, aliás, por que a produtividade média do arroz paulista é inferior a 50 sacos por alqueire, quando deveria ser ao menos 3 vezes maior (a média da Itália é de 50 quintais por hectare = mais de 200 sacos de 60 kg por alqueire).

Como já ficou dito, o alto número de dias de sol no inverno sêco com boas temperaturas permitiria o plantio de numerosas culturas altamente valorizadas, como tomate, batata, hortaliças, melancia, etc., se houvesse irrigação. A riqueza das terras, bem como suas qualidades físicas, permitiriam mesmo o cultivo do melão. A irrigação permitiria transferir a adubação verde para o inverno (dolichos lab-lab e tremoço) a fim de não perder a estação chuvosa, que é a época principal da produção das culturas comuns.

Diversas culturas, viáveis na região, não são hoje praticadas por falta de adubação e de outras práticas racionais, como, por exemplo a uva, o figo, o fumo.

A barragem de regulação cobriria com água os alúvios ricos situados a montante, mas permitiria irrigar os de jusante e das cabeceiras da represa, e levaria a água longe para dentro dos vales dos afluentes do rio Pardo, pondo-a ao alcance de grande extensão de boas terras que poderiam ser irrigadas, e para isso seria oferecida energia elétrica suficiente.

Êste auspicioso panorama das possibilidades do solo da região depende no entanto de dois fatores essenciais: falta de gente para trabalhar na terra e falta planejamento de empreendimentos agrícolas, cuidadoso e baseado em estudos

sólidos Sem preencher estas faltas nenhuma aplicação de capitais teria êxito plenamente garantido

#### V — BIBLIOGRAFIA MENCIONADA

- 1 "Características quantitativas dos principais tipos de solos do estado de São Paulo" *Brugantia* (Bol Técn Inst Agron), 1:255-360, 56 diags, 2 tabs, 6 figs, Campinas, SP, abril de 1941
- 2 *Os Solos do Estado de São Paulo* Livro n° 6 da Bib Geogr Bias (400 pp) Rio de Janeiro, 1949
- 3 *Pequeno Curso de Pedologia* C N G, 130 pp, 62 figs Rio de Janeiro, 1948
- 4 "A distribuição normal de chuvas no estado de São Paulo" *Revista Brasileira de Geografia*, 8:3-70, 41 tabs, 7 mapas e 3 diags Rio, janeiro de 1946
- 5 "A new formula for precipitation effectiveness" *Geographical Review*, 36:247-263, 3 tabs, 3 diags, 8 maps New York, april 1946 Precipitação efetiva pela lei de Van't Hoff *Revista Brasileira de Geografia*, 8:317-350, 6 tabs, 8 figs, 10 mapas Rio de Janeiro, julho 1946
- 6 *Contribuição para o Estudo do Clima do Estado de São Paulo* In 4° c/130 tabs, 87 diags e 23 mapas D E R, São Paulo, 1946
- 7 *Alguns problemas de recuperação do solo no estado de São Paulo com sugestões para a sua solução* Editado por G Lunardelli, 101 pp e 13 tabs São Paulo, 1951
- 8 "O estado atual dos solos do município de Itapeçerica, SP" *Revista Brasileira de Geografia*, 13:515-544, 4 tabs, 11 figs 2 des Rio, 1951
- 9 "O problema da adubação fosfórica nos climas úmidos brasileiros" *Digesto Econômico*, 8(94):23-27 São Paulo, 1952
- 10 "O conhecimento pedológico atual do estado de São Paulo" *In Aspectos da Geografia Bandeirante*; 12 tabs pp 137-179 C N G, Rio, 1954
- 11 "Adubação do café em solo indeterminado" *Boletim de Agricultura* Minas Gerais 3:7-10 Belo Horizonte, janeiro de 1954
- 12 "Isolinhas de umidade do clima" *Revista Brasileira de Geografia* 16:315-327, 3 tabs e 4 mapas Rio de Janeiro, julho de 1954

#### RESUMÉ

Cette ouvrage est basé sur l'analyse de 24 terrains, prospection géologique sommaire, évaluation des normales climatologiques, étude de la topographie et de la conduite de l'homme comme agent de la diagenèse édaphique ayant eu la possibilité d'utiliser des photographies aériennes verticales à l'échelle de 1:12 000 pour la grande partie de la surface

La région est de gneiss biotiques et amphibolitiques très anciens, probablement archéens présentant des degrés variés de métamorphisme, depuis profondément délinées et schisteux jusqu'aux massifs présentant des piroxènes résultant de la transformation catamorphique des amphiboles

Dans les deux cas les gneiss peuvent avoir lieu côte à côte grâce à des failles profondes et l'élévation différentiel des blocs

La topographie est montagneuse, mais l'aluviation récente des vallées en V les a soulevées de couches alluviales sillonnées par des cours d'eau bien encaissés, grâce à l'élévation postérieure des blocs faillés

L'altitude oscille entre 800 et 1 300 m, la latitude entre 21°35' et 21°43' S et la longitude entre 46°30'12" et 46°40' W

Le climat est humide mésotermal avec hiver sec

La température moyenne (normales de 36 ans) du mois le plus froid (juillet) est de 16,1°C, celle du mois le plus chaud est de 22,0 (janvier), de l'annuelle est de 19,7"

Normales pluviométriques de 43 années, présentent 1 480 mm par an c'est à dire 270 mm au mois plus pluvieux (décembre) et 13 mm au mois plus sec (juillet)

La saison pluvieuse (octobre-mars) additionne 1 255 mm (avril-septembre) Toutes ces données se rapportent à l'altitude de 870 mm, 10 km à SSE de Caconde

La confrontation des moyennes de la période 1912-32 avec celles de la période 1933-54 présentent respectivement, 1528 mm de pluies par an, comparées à 1432 mm, dans la saison pluvieuse 1270 mm, en rapport à 1240 mm, dans la saison sèche 258 avec 192 mm (réduction de 25% du total des pluies), 68 à 44 mm (avec une perte de 35%) en hiver (juin-août), en juin

27 comparés a 19 mm, en juillet 16 a 10 mm, en août 25 a 15 mm, en septembre 73 à 51 mm, en avril 73 à 57 mm, en mai 44 à 40 mm, en décembre 290 à 260 mm, en janvier 255 à 275 mm (le plus grand apport mensuel: 8%), en février 210 et 220 mm, tandis que les autres mois présentant de petites diminutions

Parallèlement à l'élévation des températures moyennes de l'hiver de 1°C, tandis que celles de l'été sont montées de 0,4°, tel altération des moyennes est considérée la résultante de la drastique dévastation de la végétation, érosion et perte de matière organique par les terrains non seulement dans la région déjà étudiée, mais dans un rayon de 200 à 500 km, en augmentant ainsi la chaleur du sol et en dificultant les rares et faibles pluies de l'hiver. La population peu dense (5 hab./km<sup>2</sup>) n'est pas habituée à aucun moyen de conservation du sol, fumure, utilisation d'engrais ou irrigation

Il ne reste presque rien de la forêt vierge soustropical qui recouvrait entièrement la région

Plus de 100 ans d'action de brûler, soit pour "nettoyer" les pâturages, soit pour préparer les sols pour les cultures, ou même au moins pour affirmer le droit de propriété, ont donné en résultat la décapitation du profil édaphique, lessivage des bases, minéralisation du phosphore, et sélection d'herbes folles indicatrices de la pauvreté du terrain

Au delà des analyses physiques, chimiques et minéralogiques des sols, ce travail présente description et localisation de tous les échantillons, qui sont typiques pour les espèces de topographie, roche-mère et l'histoire de l'utilisation des terres par l'homme

En dehors des alluvions, les terrains sont latéritiques (latosol) jaunes rouges sans croûtes, ni concrétion de laterite, soit à cause de sa haute moyenne d'humus qui possédaient sous la forêt vierge (4-8%) et a été une défense puissante envers la latérisation, soit parceque dans les derniers siècles le climat devenait moins sec et moins chaud en hiver

Par conséquent les terrains sous la forêt vierge ont l'air d'avoir vécu en stage de délatérisation

La réduction drastique de la moyenne de l'humus dans les dernières dizaines d'années paraît être responsable de la présence de quelques petits agrégés limonitiques jusqu'à 2-3 mm de diamètre, visibles à la cime de l'horizon B-1 et sous-jacents à l'horizon A-2 assez perméable

Les argiles du sol sont caoliniques avec illite, présentant relativement de petites proportions d'oxydes hydratés de Al et Fe

La moyenne d'argile des alluvions varie de 29 à 49%, quant aux autres terrains de 8 à 25%

Ceux-ci peuvent présenter jusqu'à 20% de cailloux (>2 mm) presque toujours morceux de filons de quartz. L'humidité équivalente varie de 31 à 51% aux alluvions et de 10 à 28% dans les terrains non alluvioniques

Les valeurs pH plus communs sont de 5½ à 6, la moyenne de l'humus en dehors des dépressions de 1½ à 2%, phosphore en disponibilité de 0,12 à 0,20 milliequiv, et phosphore échangeable de 0,6 à 0,9 meq

La disponibilité du phosphore a pu être vérifié d'autant plus haute que la proportion du pH, de l'humus et de l'eau (moyenne annuelle) étaient plus haute le sol n'étant pas perméables

La proportion plus commune de base échangeable est de 1½ à 3 ME de Ca, 0,15-0,25 de K, 0,25-0,5 de Mg, 0,02-0,035 de Mn, 0,012-0,02 de NH<sub>4</sub>, 0,2-0,5 de Al et 7-11 de H; le total plus commun de bases échangeables est 12-18 ME, saturant le complexe sorptive jusqu'à 22-40%

En comparaison avec les conditions générales du terrain du Complexe Cristallin des deux états São Paulo e Minas Gerais, les terres de la surface étudiée dans le présent travail, possèdent quelques qualités notables: présence d'une haute teneur de minéraux riches en décomposition (amphiboles, pyroxènes, plagioclases et micas), climat sous-tropical salubre avec un bon soleil en été pluvieux, mais doux, et avec grandes possibilités d'irrigation, en hiver, tempéré, et plein de soleil grâce à l'abondance des cours d'eau et haut potentiel hydro-électrique

Mais, en ce climat, la décomposition de la matière organique dans les sols traités avec du calcaire et bien fumés, étant très rapide, cela oblige le transport quotidien de grandes quantités de fourrages et de foin des champs aux étables (à la saison pluvieuse) et bergeries à ciel ouvert (à la saison sèche); et du composte organique de là aux cafés et autres terres cultivées, la topographie devient facteur limitrophe, de manière que seulement les riches fermiers peuvent réaliser le programme nécessaire pour pouvoir acquérir des camions ou entretenir et maintenir les bonnes voies de communication

Cependant la grandeur moyenne de la propriété est petite, et les rentiers préfèrent demander emploi dans les fermes plus grandes (de 500 à 1.000 ha) à employer son temps dans sa propre terre, dans laquelle ils brûlent la végétation et sèment un peu de maïs

Ayant vu le pouvoir de anciennes forêts et la decadence et l'érosion du sol, le "caboclo" constate bien le degré d'exhaustion du sol, et n'a pas le courage pour se mettre au travail, afin d'utiliser les actuelles possibilités du terrain et du climat, favorisés par l'usage du composé organique, calcaire, moulu, fumiers, insecticides, irrigation, mécanisation et l'électrification rurale. Dans son intime, il ne croit pas à ces possibilités

La recherche agronomique et les divers résultats de l'État de São Paulo, prouvent, cependant, que c'est possible la haute productivité du café et grande variété des autres cultures, puisque par l'irrigation le sol peut être cultivé en n'importe quelle époque de l'année

L'irrigation est obligatoire pour la haute productivité du riz, du café et de toutes les cultures "du temps sec"

Seulement une fois en 20 ans, en moyenne, ont a eu du givre

Des declives supérieures à 15% devraient être abandonnées à la forêt naturelle. Des cafés, des vergers et toutes les autres cultures devraient être pratiqués en déclivités inférieures à 10%, toujours en courbes de niveau

Les pâturages aussi, devraient être cultivées de cette manière

Entre les déclivités de 10 et 15%, seulement la canne à sucré et les herbes fourragères, quand les sols sont peu profonds et des eucalyptus dans les terres plus pauvres et profondes

La plainte de ce que des hautes températures et pluviosité, principalement avec l'irrigation par période de sécheresse, provoquent la décomposition rapide de la matière organique est seulement raisonnable dans le cas le "caboclo", pauvre et indécis, quand il cherche un récolte de maïs sans travail ni frais

Au contraire, la propension pour la grande activité biologique du sol est hautement favorable au fermier, industriel et diligent, capable de fumer abondamment les terres, employer de l'engrais vert et chimiques et mobilizer, enfin, la technique moderne, puisque entreprises avec certitude et les plans méticuleusement exécutés peuvent être retribué par de hautes récoltes, avec simultanée et constante amélioration du sol

## SUMMARY

The nature and agricultural possibilities of the soils of the upper Rio Pardo valley between the towns Caconde, SP, and Poços de Caldas, MG, are described, based on analyses of 24 soils and evaluation of geology, topography, climate, and behavior of man as soil forming factor

The area is of very old amphibolitic or biotitic gneisses of wide range of metamorphism, from strongly lineated and schistose to massive with development of pyroxenes as katamorphic transformation of amphiboles. Both gneisses may occur side by side due to intense faulting and differential uplifting.

The topography is mountainous, but recent alluviation of V shaped valleys endowed them with flood plains followed by deepening of streams due to further uplifting.

Elevations range from 800 to 1300 m, latitudes from 21°35' to 21°43' S, and longitudes from 46°30½' to 46°40' W.

The climate is humid mesothermal with dry winter. Mean temperature (36 years' averages) of coldest month (July) is 16 °C, that of the warmest is 22 °C, the yearly average being 19 °C. Rain normals of 43 years show 1480 mm per year, 270 mm in the rainiest month (December), and 13 mm in the driest (July). The rainy season (October-March) sums up 1255 mm, and the dry season 225 mm (April-September). Comparisons of the first 21 years' average (1912-32) with the last 22 years' (1933-54) shows, respectively, 1528 mm annual rainfall as compared with 1432 mm, rainy season's 1270 and 1240 mm, dry season's 258 and 192 (25% loss), winter's 68 and 44 (35% loss), June 27 and 19 mm, July 16 and 10 mm, August 25 and 15 mm, September 73 and 51, April 73 and 57, May 44 and 40, December 290 and 260, January 255 and 275 (8% gain), February 210 and 220, while the other months show small losses. Parallel with more than 1°C increase in winter mean temperatures, while summer ones increased 0.4°C only, such changes are considered as resulting from drastic devastation of vegetation, erosion and loss of organic matter by the soils in the surrounding area of 200 to 500 km radius, thus increasing insolation of the surface and preventing the scanty and feeble winter rains.

The scattered population (about 5 inhab./sq km) is not accustomed to any soil conservation practice, manuring or irrigation. From the primitive tall and dense subtropical forest almost nothing was left. More than 100 years of burning vegetation, either to "clean" the pastures or to prepare the soil for any cultivation, or just to show the right of property, resulted in decapitation of soil profile, leaching of bases, mineralization of phosphorus, and selection of bad weeds.

Besides complete physical and chemical analyses of soils, detailed field description and location are given for all samples which are typical for the chief features of topography, parent material and history of land utilization.

Out of valley floors the soils are reddish yellow latosols without any lateritic crust or concretionary layer because their former high organic matter content (4-8%) was a powerful defense against laterization. Depletion of organic matter in the last decades seems to be responsible for the presence of small limonitized aggregates up to 2-3 mm in diameter, visible on top of B<sub>1</sub> horizon underlying a pervious A<sub>2</sub>. The clay minerals are caolinite and illite with a relatively small admixture of Al and Fe hydroxides.

Clay content of alluviums ranges from 29 to 49%, that of the latosols from 8 to 25%. The latter present up to 20% pebbles (>2 mm, mostly pieces of quartz veins). Moisture equivalent of alluviums ranges from 31 to 51%, that of the latosols from 10 to 28%. The pH values are mostly from 5½ to 6, humus of latosols from 1½ to 2%, available phosphorus from 0.12 to 0.20 meq., exchangeable phosphorus from 0.6 to 0.9 meq. Relatively to the exchangeable, the available PO<sub>4</sub> is the better, the higher the pH, the humus and the average water contents without impermeability.

The most common content of exch. bases is 1½-3 meq. Ca, 0.15-0.25 meq. K, 0.25-0.5 meq. Mg, 0.02-0.035 meq. Mn, 0.010-0.02 meq. NH<sub>4</sub>, 0.2-0.5 meq. Al, and 8-11 meq. H, 12-18 meq. BEC (base exch. capacity) with 22-40% base saturation.

Comparing with the general soil conditions of the whole Crystalline Complex of the neighbouring states of São Paulo and Minas Gerais, the soils of present report possess marked qualities: presence of high amount of rich minerals in decomposition, healthy subtropical climate with good insolation in the rainy mild summer, and ample possibilities of irrigation in the warm sunny winter because of abundance of streams and high hydroelectric potentiality.

But since in such a climate the decomposition of organic matter is very quick in limed and fertilized soils, and the needs of organic compost are very high, bounding to daily transportation of great amounts of grasses and straws from the fields to the stables and corrals, and thence to the coffee plantations and other cultivated land, the topography becomes a strong limiting factor, so that only rich farmers, owners of big size property, can perform the program because they can possess a truck or tractor and maintain good roads.

Yet the average size of property is small, and the most common land owner prefers to get an occupation in a few big size properties (500 to 1000 ha) instead of doing something on his own, besides burning vegetation and planting some corn. Having seen the ancient forest and the decay and erosion of the soil, this peasant knows well the extent of land exhaustion, but does not realize the new possibilities of the soil and climate brought about by use of organic compost, pulverized limestone, fertilizers, insecticides, irrigation, machines and electricity.

Nevertheless, the agricultural research and many practical results already obtained in similar conditions of other areas (e.g. in Campinas, SP, region) prove that high production of coffee is possible, besides excellent crops of rice, sugar cane, corn, cotton, sweet potato, manioc, tomato and a great variety of other cultures, since with irrigation the planting season covers the whole year. Irrigation is obligatory for high production of rice, coffee and all winter cultures. Mean frequency of frost is about once per 20 years only.

Slopes steeper than 15% should be left for development of natural forest. Coffee, orchards and all cultivation should be made on slopes with less than 10% declivity, always according with level curves, including pastures. Between 10 and 15% only sugar cane and grass for cutting are suitable on rich shallow soils, and reforestation with eucalyptus on deep poor ones.

The complaints that good temperature and high humidity, especially with irrigation in dry season, promote quick decomposition of organic matter are only reasonable for the poor helpless peasant who tries to get some corn without expenses. On the contrary, such quick biological activity of the soil is highly favourable to the industrious farmer, able to use green manuring, organic compost and modern amendments and implements, because conscious planned investments can be retibuted by high crop responses with continuous amelioration of the soil.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Abhandlung begründet sich auf die Untersuchung von 24 Erdproben, summarische Prospektion Bestimmung der klimatischen Mittelwerte, Untersuchung der Oberflächengestaltung und des Einflusses des Menschen als Beitrag zur Entstehung des Bodens Vertikalle Flugaufnahmen im Mastab v 1:12000 konnten im grossten Teil verwendet werden

Das betrachtete Gebiet besteht aus sehr alte Amphibolite, und Biotitgneise moeglicher Weise von Archaer Diese zeigen verschiedene Stadien von Metamorphose: starkgestiffes und bis Massive mit Erscheinungen durch die Umwandlung der Amphibolite entstanden Beide Gneise koennen nebeneinander erscheinen durch starke Brechungen und Erhebungen.

Die Oberflaehegestaltung ist gebirgig, aber die neuzeitliche Ausfuellung der tiefgeschnittenen sich wieder nach Erhebungen eingeschnitten haben Die Hoehc schwanken zwischen 800 und 1300 m, die Breite von 21°35' und 21°43'S und die geographische Laenge von 46°30½' und 46°40' W Das Klima ist feucht mesotermal mit trockenem Winter Der Mittelwert der Temperatur (normale von 36 Jahre) ist 16,1°C im kaeltern Monat (Juli), 22° im waermsten (Januar) und 19,7° im Jahresdurchschnitt Regenfaelle nach Beobachtungen von 43 Jahren erreichen 1480 mm im Jahre und zwar 270 mm im regenreichsten Monat (Dezember) Alle diese angaben beziehen sich auf die Hoehc von 870 m 10 km SSE von Caconde.

Der Vergleich der Mittelwerte der Periode 1912-32 mit denen der Periode 1933-54 zeigt; 1528 mm Jahresregenfall gegen 1432 mm; waehrend der Regensaison 1270 mm gegen 1240, in der Trockenperiode 258 gegen 192 mm (Reduktion von 25% der Niederschlaege), 68 mm und 44 mm (Verlust von 35%) im Winter (Juni-August)

Im Juni 27 vergeicht mit 19 mm, im Juli 16 mit 10 mm, im August 25 mit 15 mm, im September 73 mit 51 mm, im April 73 mit 57 mm, im Mai 44 mit 40 mm, im Dezember 290 mit 260 mm, im Januar 255 mit 275 (die hoechste monatliche Steigung: 8%), im Februar 210 und 220 mm waehrend in den anderen Monaten unbedeutsame Veraenderungen vorkommen Gleichzeitig steigen die Mittelwerte der Temperatur 1°C im Winter und nur 0,4° im Sommer

Diese veraenderungen der Mittelwerte werden als ein Ergebnis der drastischen Veraenderung der Vegetation, Erosion und Verlust an organischen Stoffen des Bodens betrachtet, nicht nur in vorliegendem Gebiet, sondern in einem Umkreis von 200 und 500 km. Dadurch entsteht eine grossere Eihitzung der Bodenflaeche, was die seltenen und schwächeren Winterregen erschwert

Diese duenne Bevoelkerung (5 eiwohr/km<sup>2</sup>) unternimmt auf keine Weise irgenwelche Schutzmassnahmen, Duengung der Bewaesserung des Bodens.

Sehr wenig besteht noch von dem subtropischen Urwald, der das ganze Gebiet bedeckte Ueber ein Jahrhundert von Anwendung von Waldbraennen sei es zur "Pflege" der Weiden, sei es zur Bereitung des Ackerlandes oder auch nur, um das Besitzungsrecht ueber eine Waldhute fest zu legen verursachten die Abstutzung des edaphischen Profils, die Abwaschung der Grundlagen, die Mineralisation des Phosphors und die Auswahl der Unkraeuter, welche die Unfruchtbarkeit des Bodens andeuten.

Ausser der physischen, chemischen und mineralogischen Analysis des Bodens, zeigt die vorliegende Arbeit die Beschreibung und Herkunft aller Muster, die fuer verschiedene topographischen Arten typisch sind, Urgestein und rie Gesichte der Erdegebranch bei den Menschen

Ausser den Alluvien sind die Boeden lateritisch (latosol) rotgelb, ohne Lateritkrusten oder Panzen, sei es weil ihr hoher Humusgehalt unter der Waldeckst (4-8%) ein Schutz gegen die Laterisation war, sei es weil in den letzten Jahreszeiten es weniger trocken und weniger heiss woehrend des Winters wurde Es erscheint also, dass die Boeden unter dem Waldschutz ein Entlaterization stadium durchgemacht hoben. Die drastische Reduktion des Humusgehaltes in den letzten Jahreszeiten scheint die Ursache der Erscheinung von kleinen schlammigen Aggregaten mit 2-3 mm Durchmesser zu sein, die auf der Oberflaeche des B1 Horizontes und unter den A2 horizont erscheinen Der Tongehalt des Bodens ist Kaolinit und Illit und zeigt einem im Verhaeltis kleinen Al- und Fe hydrooxydegehalt

Der Tongehalt der Alluvien schwankt von 29 bis 49%, und des anderer Boeden von 8 bis 25% Diese koennen bis 20% Kiesel (>2 mm) enthalten und zwar meistens verbroeckelte Quartzadern Der Feuchtigkeitsäquivalent der Feinerde schwankt von 31 bis 51% in den Alluvien und von 10 bis 28% in der Nichtalluvien Die meist vorkommenden pH werte sind 5,5 bis 6, der Humusgehalt ausserhalb der Niederungen 1,5 bis 2%, des verfügbare Phosphorgehaltes von 0,12 bis 0,20 me und des versetzbaren Phosphorgehalt von 0,6 bis 0,9 me Es ist festgestellt worden, dass Vorhandensein von Phosphor grosser sei, je hoeher die pH werte liegen, und je grosser der Humus- und Wassergehalt (Jahresmittel) ist, falls der Boden nicht laessig ist

Der gewoehnliche Gehalt der austauschbaren Kationen ist 1,5 bis 3 me von Ca, 15-0,25 von K, 0,25-0,5 von Mg, 0,02-0,035 von Mn, 0,012-0,02 von NH<sub>4</sub>, 0,2-0,5 von Al, und 7-11 von H Der Hauptinhalt der austauschbaren Basen ist 12-18 ME und saettigt des Komplex bis 22-40%

Im Vergleich mit den allgemeinen Bedingungen des Bodens des kristallinen Grundschildes der beiden Bundesstaates São Pa lo und Minas Gerais, zeigte der Boden des in Betracht genommenen Gebietes einige Vorteile: Anwesenheit hohen Gehaltes von verwitterungsfähigen Mineralen (Amphibolite Pyroxen, Plagioclasium und Glimmer) — ge undes subtropisches Klima mit reicher Besonnung im regenreichen Sommer aber mild und mit Bewaesserungsmoeglichkeiten im Winter, mild und besonnt dank dem Vorhandensein von Wasserlaeuften und hohen hydroelektrischen Potenzialen

In gut verduengtem Boden, die mit Kalkstein behandelt werden, geschieht die organische Zeisetzung in solchem Klima sehr rasch. So muss taeglich eine grosse Menge Grass und Heu von den Feldern zu den Staellen (waehrend der Regensaison) und den offenen Viehhoefen (waehrend der Trockenene Jahreszeit), auch von organischem Gemisch zu den Kaffeepflanzungen und anderen Aekern befoerdert werden Die Topographie erschwert diese Arbeit, so koennen nur reiche Landwirte das Vorgesehenen Programm erfuellen, da sie gute Kraftwagen besitzen und die Autostassen gut erhalten koennen

Dennoch ist die Besetzung im Durchschnitt klein Die Landleute ziehen vor auf den wenigen grossen Landhoefen (ungefaehr 500 bis 1 000 ha) zu arbeiten, als auf dem eigenen Gut, wo sie nur die Vegetation abbrennen und Mais pflanzen Der "caboclo" kann gut den Muedigkeitsgrad der Erde schatzen, da er die Krart der alten Waelder, und den Verfallgeschen hatte, und die jetzigen Moeglichkeiten des Bodens und des Klimas auszunutzen, die durch den Gebrauch von chemischem Gemisch, zermahlten Kalk, Duengungsmittel, insektoetende Mittel, Bewaesserung, Mechanik und Elektrizitaet beguenstigt werden.

Nebst des agronomischen Versuches, beweist die praktische Erfahrung in den nachbarliegenden Gebieten des Staates São Paulo, dass es moeglich ist, ine grosse Kaffeeproduktion und andere Kulturen zu erreichen, und dass mit Bewaesserung des Bodens waehrend aller Jahres-

zeiten bepflanzt werden kann. Die Bewässerung ist fuer die Reis und Kaffeekultur obligatorisch und auch fuer alle Kulturen der Trocken Jahreszeit. In 20 Jahren ist nur einmal Frost vorgekommen.

Abhaenge unter 15% mussten dem Uwald gelassen werden. Kaffeepflanzungen, Obstgaerten und alle andere Kulturen mussten auf Abhaengen unter 10% ausgefueht werden. Auch die Weiden muessen so gepflanzt werden. Unter Abhaengen zwischen 10 und 15% koennen nur Zuckerruhr und nicht gepflanzt werden, wenn der Boden Hen ist, und Eukalyptus, wenn die Erde arm und tief ist.

Die Klage, dass die hohe Temperatur und der Regen, vor allem mit Bewässerung waehrend der Trockenzeit eine rasche Zersetzung der organischen Stoffe hervorrufen, ist nur fuer den Aimen und unentschlossenen "caboclo" vertaendlich, der nur eine leichte Maisente ohne Arbeit und Ausgabenerziel.

Die Hineigung fuer eine grosse biologische Aktivitaet des Bodens ist andererseits von grossem Nutzen fuer den fleissigen Grutsbesitzer, dem es moeglich ist, den Boden mit natuerlichen und chemischen Duengmittel zu behandeln und die moderne Technik ausnutzen kann. Die studierten Investimente, und die gewissenhafte Ausfuehrung der Pläne kann so durch eine reiche Ernte mit einer gleichzeitigen Verbesserung des Bodens wiedergewonnen werden.

## RESUMO

Ĉi titu artikolo basiĝas sur la analizo de 24 gruordoj, mallonga geologia prospekcio, taksado de la klimatologiaj normaloj, studo de la topografio kaj de la konduto de la homo kiel faktoro de la edafa diagenozo; por tio estis eble utiligi vertikalajn aerfotografiaĵojn en la skalo de 1:12 000 ilate grandan paŭton de la areo.

La regiono estas el tre malnovaj biotitaj kaj amfibolitaj gnejsoj, probable arkeaj kaj prezentantaj variajn grandojn de metamorfismo, ekde forte liniitaj kaj skistaj ĝis masivaj kun apelo de piroksenioj rezultantaj de la katamorfaj aliformiĝoj de amfibolioj. Ambaŭ gnejsoj povas okazi flanko ĉe flanko dank'al intensaj fendigoj kaj al la diferenciga alteco de la blokoj.

La topografio estas montplena, sed freŝdata aluviado de valoj kun V-formo provizis ilin per aluviaj planoj sulkitaj de akvofluoj bone enujigitaj dank'al la posta altiĝo de fenditaj blokoj. La alteco varias inter 800 kaj 1300 m, la latitudo inter 21°35' kaj 21°43' S kaj la longitudo inter 46°30½' kaj 46°40' W.

La klimato estas mezvarma malseka kun seka vintro. La meza temperaturo (normaloj de 36 jaroj) de la plej malvarma monato (Julio) estas 16,1°C, tiu de la plej varma monato estas 22,0 (Januaro), la jara estas 19,7°. Pluviometriaj normaloj de 43 jaroj prezentas 1480 mm por jaro: 270 mm en la plej pluva monato (Decembro) kaj 13 mm en la plej seka (Julio). La pluva sezono (Oktoebro-Marto) sumas 1255 mm kaj de la seka periodo 225 mm (Aprilo-Septembro). Ĉiuj tiuj donitaĵoj rilatas al la alteco de 870 m, 10 km SSE de Caconde.

Komparo de la meznombroj de la periodo 1912-1932 kun tiuj de la periodo 1933-1954 prezentas respektive 1528 mm da pluvoj por jaro kompare kun 1432 mm, en la pluva sezono 1270 mm kompare kun 1240 mm en la seka sezono 258 mm (redukto de 25% dum la pluvoj), 68 kun 44 mm (perdo de 35%) en vintro (Junio-Aŭgusto), en Junio 27 kompare kun 19 mm, en Julio 16 kun 10 mm, en Aŭgusto 25 kun 15 mm, en Septembro 73 kun 51 mm, en Aprilo 73 kun 57 mm, en Majo 44 kun 40 mm, en Decembro 290 kun 260 mm, en Januaro 255 kun 275 mm (la plej granda monato gajno: 8%), en Februaro 210 kaj 220 mm, dum la ceteraj monatoj prezentas malgrandajn malpligrandigojn. Paralele kun la altiĝo de la mezaj temperaturoj en vintro de 1°C, dum tiuj de somero nur supreniris 0,4°, tiu ŝanĝiĝo de la meznombroj estas konsiderata rezultanta de la drasta ruiniĝo de la vegetaĵaro, eĉioz kaj perdo de organika materio de la grundoj ne nur en la studata regiono sen en radio da 200 ĝis 500 km, kio kreskigas la varmigon de la grundo kaj malfaciligas la maloftajn kaj maloftajn pluvojn de vintro.

La maldensa loĝantaro (5 loĝantoj/km<sup>2</sup>) ne estas kutimiĝinta al iu ajn praktiko de konservado de la grundo, eterkado kaj irigacio. Preskaŭ nenio restas de la subtropika sovaĝa arbaro, kiu tute tegis la regionon. Pli ol cent jaroj da bruladoj, ĉu por purigi la pastejojn, ĉu por prepari la grundojn por iu kulturo, aŭ eĉ nur por konfirmi la posedan rajton rezultigis la senigon de la edafa profilo la lav svignon de la bazoj, mineraligon de la fosforo kaj selekton de malutilaj plantoj indikaj de maliĝo de la grundo.

Krom la fizikaj, ĥemiaj kaj mineralogiaj analizoj de la grundoj, la nuna artikolo prezentas priskribon kaj lokigon de ĉiuj specimenoj, kiuj estas tipaj al la diversaj specoj de topografio, roko-patrino kaj historio de utiligo de la teroj age de la homo.

Foŝoj de la aluvioj la grundoj estas lateciaj (*latosol*), flavaĵ-duberuĝaj, sen krustoj aŭ konkretigoj de laterito, ĉu tial, ke la alta enhavo de humo, kiu ili posedis sub sovaĝa arbaro (4-8%) estis potenca de fobdo kontraŭ la lateriĝo, ĉu tial, ke en la lastaj jarcentoj la klimato estis faŝiganta malpli seka kaj malpli varma en vintro. Ŝajnas do, ke la grundoj sub la sovaĝa arbaro vivis periodon de mallateriĝo. La diasta redukto de la enhavo de humo en la lastaj dekoj da jaroj laŝajne estas respondeca pli la ĉesto de malgrandaj kuniĝoj limonitigitaj ĝis 2-3 mm de diametro, videblaj sur la supro de la horizonto B, kaj subkuŝantaj al la horizonto A; sufiĉe penetrebla. La argiloj de la grundo estas kaolinaj kun ilito kaj prezentas relative malaltajn enhavojn de hidratigitaj oksidoj de Al kaj Fe.

La enhavo de argilo de la aluvioj varias de 29 ĝis 49%, tiu de la ceteraj grundoj de 8 ĝis 25%. Ĉi tiuj povas prezenti ĝis 20% da ŝtonetoj (>2 mm), preskaŭ ĉiam pecoj de vejnoj de kvarco. La ekvalenta malsekeco de la subtala tero varias de 31 ĝis 51% ĉe la aluvioj kaj de 10 ĝis 28% ĉe la nealluviaj grundoj. La plej ordinaraj indicoj pH estas de 5½ ĝis 6, la enhavo de humo foŝoj da la internontaj ebenajoj de 1½ ĝis 2%, disponebla fosforo de 0,12 ĝis 0,20 millekivo kaj interŝanĝbla fosforo de 0,6 ĝis 0,9 mek. Oni konstatis, ke la disponeblecoj de la fosforo estis tiom pli bonaj, kion pli altaj la pH kaj la enhavoj de humo kaj de akvo (jara meznombroj), se la grundo ne estas nepenetrebla.

La plej ordinara enhavo de interŝanĝeblaj bazoj estas de 1½ ĝis 3 Me de Ca, 0,15-0,25 de K, 0,25-0,5 de Mg, 0,02-0,035 de Mn, 0,02-0,012 de NH<sub>4</sub>, 0,2-0,5 de Al, kaj 7-11 de H; la plej ordinara sumo de interŝanĝeblaj bazoj estas 12 18 ME, kiu satuas la sortivan komplekson ĝis 22-40%.

Kompare kun la ĝenerala kondiĉoj de la grundo de la Kistoleca Komplekso de la du ŝtatoj, São Paulo kaj Minas Gerais, la teroj de la areo studita en ĉi tiu artikolo posedas kelkajn imarkindajn kvalitojn: ĉesto de altaj enhavoj de mineraloj riĉaj tiu diseriĝo (amfibolioj, pirok

senioj, plagioklasioj kaj glimoj), subtropika klimato saniga kun bona sunumo en la somero pluveca sed milda, kaj vastaj eblecoj de irigacio en la vintro, dolĉa kaj sunumita, dank'al la abundo de akvofluoj kaj alta hidrelektra potencialo

Sed, ĉar estas tre rapida en tia klimato la diserigo de la organika materio en la grundoj traktataj per kalkaĵoj kaj bone sterkitaj devigante la ĉiutagan transporton de grandaj kvantoj da brutaroherbo kaj fojno el la kampoj al la staloj (en la pluva sezono) kaj al sentegmentaj bovejoj (en la seka sezono), kaj de la organika komponaĵo el tie al la kafarbejoj kaj al la ceteraj kulturataj teroj, la topografio fariĝas limiga faktoro tiamaniere, ke nur la riĉaj farmistoj povas plenumi la necesan programon, ĉar ili povas posedi ŝarveturiilon aŭ flegi kaj teni bonajn vojojn

Tamen la meza amplekso de la propriaĵoj estas malgianta kaj la loĝantoj preferas trovi laboron en la malmultaj grandaj bienoj (de 500 ĝis 1000 ha) ol sin okupi el la propra kompadomo, kie ili nur bruligas la vegetaĵaron kaj plantas iom da maizo. Vidinte la viglecon de la antikvaj arbaroj kaj la dekadencan erozion de la grundo, la enlandulo taksas ĝustan gradon de elĉerpiĝo de la tero kaj ne kuraĝas eklabori por utiliĝi la nunajn eblecojn de la grundo kaj de la klimato, helpataj de la uzo de organika komponaĵo, muelita kalkaĵo sterkoj, insektomortigiloj, irigacio, kamparaj meĥanikigo kaj elektrigo Intime li ne kredas al tiuj eblecoj

La agronomia esploro kaj diversaj praktikaj rezultatoj jam atingitaj en similaj kondiĉoj el najbaraj regionoj de ŝtato São Paulo tamen pruvas, ke estas ebla produktemeco de kafo kaj de granda varieco de aliaj kulturoj tial, ke per la irigacio la grundo povas esti kulturata en iu ajn epoko de la jaro La irigacio estas deviga por alta produktemeco de la rizo, de la kafo kaj de ĉiuj kulturoj "de la sekeco" Okasis frostoj nur unu fojon en ĉirkaŭ 20 jaroj

Deklivoj superaj al 15% devus esti forlasataj al la natura arbaro Kafarbejoj, fruktarbejoj kaj ĉiuj kulturoj devus esti praktikataj sur deklivoj malsuperaj al 10%, ĉiam laŭ nivelaj kuiboj La paŝtejoj ankaŭ devus esti plantataj en tiu maniero Inter la deklivoj kun 10 kaj 15% nur la sukerkano kaj la brutaroherbejoj povas esti kulturataj, kiam la grundoj estas malprofundaj, kaj eŭkaliptoj sur la pli malriĉaj kaj profundaj teroj

La plendo, ke la altaj temperaturo kaj pluvemeco, precipe kun irigacio en la seka periodo okazigas rapidan diserigon de la organika materio, estas akceptebla nur en la okazo de la malriĉa kaj sendecida enlandulo, kiam li celas iun rikolton de maizo sen laboro kaj elspezo Male, la tendenco al granda biologia aktiveco de la grundo estas forte favora al la lerta kaj diligenta farmisto, kapabla sterki abunde la terojn, uzi freŝajn kaj ĥemiajn sterkoj kaj fine mobilizi la modernan teknikon, ĉar trafe planitaj investoj kaj zoige plenumitaj planoj povas esti repagataj per riĉaj rikoltoj kun samtempa kaj konstanta plibonigo de la grundo