

# BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo

Vol. 32

Campinas, janeiro de 1973

N.º 2

## APRECIações GENERALIZADAS SOBRE A VARIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DAS UNIDADES DE SOLOS DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE LIMEIRA (1)

JOÃO BERTOLDO DE OLIVEIRA e CARLOS LAERTE ROTTA, *Seção de Pedologia, Instituto Agronômico*

### SINOPSE

Retomando os resultados analíticos referentes às análises químicas de 122 amostras resultantes de 61 pontos de amostragem, coletadas para o levantamento de solos da Estação Experimental de Limeira, os autores apresentam, para as unidades Goiabeira, Limeira, Transição, Boneca e Represa, as frequências relativas de distribuição das várias características analisadas:  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Al^{3+}$ , S (soma de bases), T (capacidade de troca de cátions), V% (saturação em bases) e pH em água, na camada superficial e a 50 cm de profundidade.

Para melhor visualização e síntese dos dados, foram organizados vários quadros, nos quais são apresentadas as distribuições percentuais dos pontos analisados, bem como os teores máximos e mínimos encontrados, para cada uma das características químicas. Tais porcentagens são referidas a níveis arbitrários.

O estudo mostra que a delimitação de uma população de indivíduos-solo, baseada exclusivamente em características morfológicas, mesmo ao nível de série, produz separações de unidades com variações mais ou menos amplas das características químicas, não obstante as unidades apresentarem certa homogeneidade.

Os dados apresentados permitem, ainda, acreditar que o estabelecimento de uma pesquisa agronômica, na qual se procure tirar inferências do comportamento de plantas, com respeito a variados tratamentos intimamente dependentes de características intrínsecas do solo, não pode chegar a bom termo, a menos que uma metodologia estatística bem aplicada, aliada a um levantamento criterioso e detalhado de solo, absorva os possíveis resultados estranhos, resultantes da variação, por vezes acentuada, de características apresentadas pelo solo.

(1) Trabalho apresentado no XIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizado em Vitória, Espírito Santo, em julho de 1971. Recebido para publicação em 8 de setembro de 1971.

## 1 — INTRODUÇÃO

Durante o trabalho de mapeamento de solo da Estação Experimental de Limeira foram coletadas amostras em 61 pontos, para caracterização química necessária à melhor definição das unidades de mapeamento, estabelecidas mediante parâmetros exclusivamente morfológicos (5).

No citado trabalho, os autores acharam desnecessário relacionar toda a soma de dados obtidos para satisfazer as exigências mencionadas, fornecendo tão somente os valores extremos de cada característica relativa às unidades de solo estabelecidas.

A manipulação adequada desses dados analíticos pode, contudo, fornecer informações bem mais amplas que aquelas normalmente mencionadas nos relatórios finais de levantamento de solo.

Assim, os autores julgaram interessante publicar o presente trabalho, o qual, para eles, constitui a primeira tentativa de apreciação mais detalhada de variações de características químicas encontradas em unidades de solos correspondentes às classes taxonômicas relacionadas ao nível de série.

Os autores acham que esse tipo de estudo, quando aprimorado mediante tratamento estatístico adequado, poderá ser de grande utilidade na aferição mais precisa do comportamento da população solo e, conseqüentemente, no seu levantamento e na sua classificação.

As unidades Boneca e Represa foram consideradas em conjunto neste trabalho, devido às similaridades químicas apresentadas, não obstante morfológicamente apresentarem algumas diferenças.

As unidades referentes aos complexos indiscriminados, naturalmente não constam do presente trabalho.

Com exceção das unidades Boneca e Represa, que apresentam resultados apenas do material coletado a 50 cm de profundidade, as outras unidades apresentam, além desse material, aquele correspondente à camada superficial.

Quadro 1. — Características químicas e respectivos níveis, considerados no estudo de freqüências relativas de distribuição, em unidades de solos da Estação Experimental de Limeira, SP

Característica	Nível			
	muito baixo	médio	alto	
Ca <sup>2+</sup> (e.mg/100 g) .....	< 3	3-5	> 5	
K <sup>+</sup> (e.mg/100 g) .....	< 0,12	0,12-0,40	> 0,40	
Al <sup>3+</sup> (e.mg/100 g) .....	não tóxico	ligeiramente tóxico	tóxico	muito tóxico
	< 0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	> 2,0
Soma de bases (S) (e.mg/100 g)	muito baixo	baixo	razoável	
	< 1	1-6	6-10	
Capacidade de troca de cátions (T) (e.mg/100 g) .....	< 10	10-15	15-20	
	extremamente baixo	muito baixo	baixo	regular
Saturação em bases (V%) .....	< 10	10-25	25-50	50-70
	acidez elevada	acidez média	acidez fraca	
pH em água .....	< 5	5-6	6-7	

QUADRO 2. — Distribuição porcentual dos níveis de  $(Ca^{2+} + Mg^{2+})$  na camada superficial e a 50 cm de profundidade, e respectivos teores extremos, encontrados em solos de unidades da Estação Experimental de Limeira, SP

Unidade	$(Ca^{2+} + Mg^{2+})$		Teores extremos (c. mg/100 g)	
	Baixo %	Médio %		Alto %
Limeira .....	Sup. ....	84	8	0,25 — 6,60
	Prof. ....	100	—	0,05 — 1,60
Moábeira .....	Sup. ....	75	12,5	0,65 — 7,15
	Prof. ....	78	22	0,15 — 0,60
Transição .....	Sup. ....	40	40	1,70 — 7,65
	Prof. ....	100	—	1,25 — 2,90
Onca e Represa .....	Sup. ....	—	—	2,45 — 5,70
	Prof. ....	28	41	—
				28

Os métodos analíticos utilizados foram aqueles descritos no levantamento de solos da Estação Experimental de Limeira (5).

Os itens relacionados para cada uma das amostras são:  $\text{Ca}^{2+}$  +  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ , S, T, V% e pH em água.

Os níveis estabelecidos para cada um desses itens acham-se relacionados no quadro 1. Os critérios utilizados para estabelecê-los são arbitrários e, na maioria dos casos, inteiramente pessoais e possivelmente sujeitos a revisões.

Para cada item considerado foi determinada a respectiva distribuição de frequência referente aos diversos intervalos estabelecidos, relacionando-os à camada superficial e a 50 cm de profundidade.

Para melhor visualização e síntese dos dados, foi efetuado para cada um dos itens um quadro com a distribuição porcentual dos pontos em cada intervalo considerado, e também com os valores máximos e mínimos.

O número de amostras varia de acordo com a área ocupada por unidade, como se pode observar na relação da página 66, porém a densidade é praticamente a mesma. Desta forma, é possível utilizar um critério (número de pontos/área) semelhante para a comparação da variação das características das diferentes unidades.

A quantidade de pontos correspondente à coleta de material para análise de laboratório não foi estipulada *a priori*, mas, sim, definiu-se durante os trabalhos de campo, quando era feita a coleta cada vez que a trincheira em estudo representasse uma nova unidade, quando havia suposta variação de uma mesma unidade e, dentro de uma mesma unidade, quando se estendia por mais de dois pontos consecutivos. Assim, esses números podem não corresponder a dados estatisticamente adequados.

## 2 — MATERIAL E MÉTODO

O material utilizado foi aquele constante da coleta efetuada durante a execução do levantamento de solos da Estação Experimental assim relacionado:

<i>Unidade</i>	<i>Grande Grupo</i>	<i>Área ha</i>	<i>Pontos amostrados n.º</i>	<i>Densidade área/n.º de pontos</i>
Limeira	Latossolo Vermelho Escuro orto	146,22	40	3,5
Goiabeira	Latossolo Vermelho Escuro orto	18,68	9	2
Transição	«Intergrade» Terra roxa es- truturada para Latossolo Vermelho Escuro orto e «Intergrade» Latossolo Vermelho Escuro orto pa- ra Terra roxa estruturada	11,05	5	2
Boneca + Represa	Terra roxa estruturada	13,36	7	1,9

A unidade Limeira inclui as fases muito ácida e ligeiramente ácida.

A unidade Transição inclui as variações Latossolo Vermelho Escuro orto, "Intergrade" para Terra roxa estruturada "Intergrade" para Latossolo Vermelho Escuro orto.

### 3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos são apresentados em seqüência de figuras e quadros, sendo cada item representado inicialmente pelo gráfico correspondente da distribuição porcentual do número de amostras nos diferentes teores, seguido do quadro de distribuição porcentual dos níveis relativos a cada item para a camada superficial e a 50 cm de profundidade e valores máximos e mínimos, e respectivo comentário.

#### 3.1 — (Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>)

A figura 1 mostra que para a camada superficial a unidade Limeira é a única que apresenta pontos (cerca de 5%) nos quais

os teores de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  descem a níveis inferiores a 0,5 e.mg/100 g, sendo que é a unidade Transição aquela que apresenta a maior porcentagem de pontos (20%) com teores de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  superiores a 5 e.mg/100 g, além de não apresentar nenhum ponto com teores inferiores a 1 e.mg/100 g.

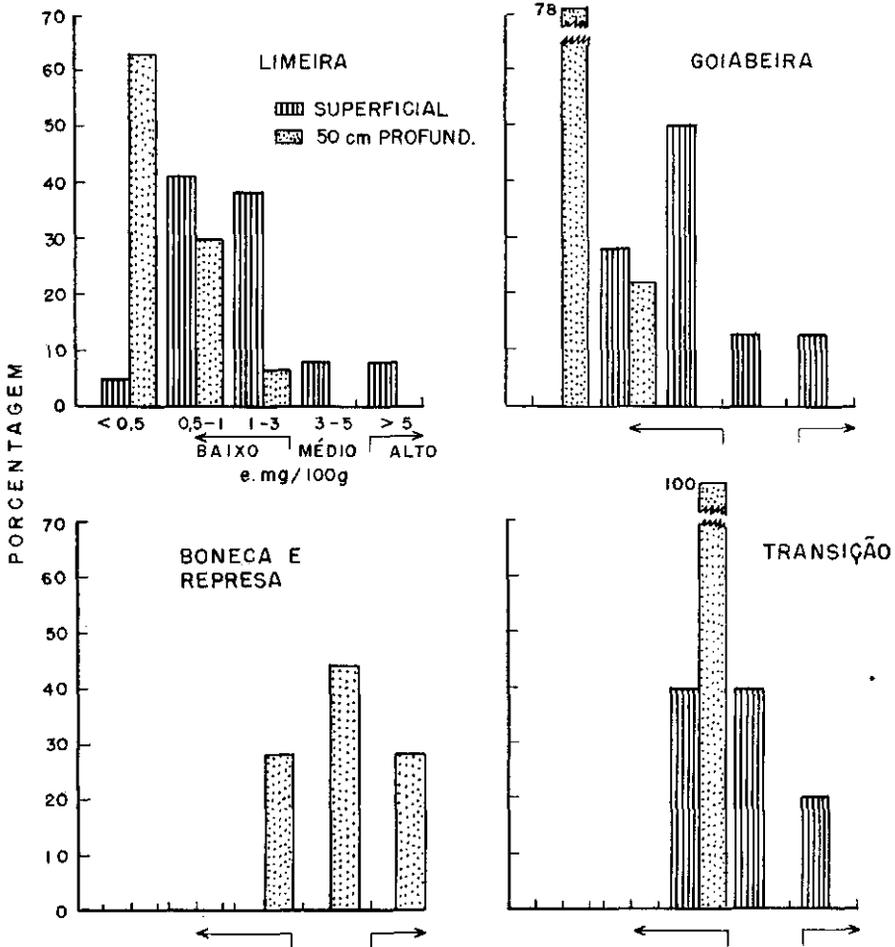


FIGURA 1. — Distribuição porcentual do número de amostragens, em diferentes teores de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ , na camada superficial e a 50 cm de profundidade das unidades de mapeamento.

A mesma figura mostra que os resultados relacionados às camadas a 50 cm de profundidade apresentam menor variação dos teores de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ , chegando a apresentar, na unidade Transição, 100% de pontos na faixa de 1-3 e.mg/100 g.

As unidades Boneca + Represa apresentam nítido deslocamento para a direita, das colunas do gráfico, caracterizando bem estas unidades como mais ricas nesses elementos que as outras; fato oposto ocorre nas unidades Limeira e Goiabeira, as quais apresentam as colunas deslocadas no sentido dos teores mais baixos. A situação intermediária da unidade Transição traduz corretamente a situação de "intergrade" entre as duas unidades maiores.

A análise do quadro 2, por sua vez, permite tecer as seguintes considerações:

As unidades Limeira e Goiabeira apresentam, na camada situada a 50 cm, grande porcentagem dos pontos analisados (100% e 78% respectivamente) com baixos níveis de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ , ressaltando a pobreza dessas unidades nesses elementos e, conseqüentemente, do Latossolo Vermelho Escuro orto, ao qual pertencem. A camada superficial, nessas duas unidades, devido provavelmente à adição de corretivos, apresenta um panorama algo melhor, porém com baixa porcentagem de pontos apresentando níveis considerados como médios (8% a 12,5% respectivamente) ou como elevados (8% e 12,5% respectivamente).

A unidade Transição, que representa solos intermediários entre a Terra roxa estruturada e o Latossolo Vermelho Escuro orto, situa-se, com respeito aos teores de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ , realmente numa faixa intermediária entre aqueles grandes grupos, não obstante 100% dos pontos estarem situados no nível considerado baixo, pois o teor mínimo da soma desses elementos (1,25 e.mg/100 g) é superior ao máximo encontrado para as unidades Limeira e Goiabeira, excluindo um único ponto na unidade Limeira, que apresentou como máximo 1,6 e.mg/100 g.

As unidades Boneca e Represa apresentam 41% e 28% dos pontos situados nos níveis considerados como médio e alto, e teores de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  de 2,45 e.mg/100 g mínimo e 5,70 e.mg/100 g como máximo, na camada a 50 cm de profundidade, valores em

conjunto bem superiores aos encontrados nas outras unidades, não obstante tratar-se de unidades pertencentes ao grande grupo Terra roxa estruturada.

Elaborou-se o quadro 3, a fim de obter um panorama dos níveis da relação  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  na camada superficial, para cada unidade (unidades Boneca e Represa excluídas, por não haver sido efetuada a coleta de material).

A bibliografia internacional (1, 2) cita a relação  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  em torno de 6,5 como a mais conveniente à maioria das culturas. Tomando o parâmetro 10 no quadro 3 como balizador dessa condição, vê-se que 37% dos pontos analisados na unidade Limeira estão com essa relação dilatada, sendo que 11% atingem cifras superiores a 40.

As unidades Goiabeira e Transição apresentam praticamente as mesmas ordens de grandeza para os vários níveis estabelecidos, sendo que a relação ideal (10) foi encontrada em cerca de 40% dos pontos analisados, nessas duas unidades.

A unidade Limeira apresenta ainda 11% dos pontos com relação inferior a 1, isto é, com teores de  $\text{Mg}^{2+}$  superiores aos de  $\text{Ca}^{2+}$ .

O quadro 4, finalmente, mostra os teores de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  encontrados à superfície e a 50 cm de profundidade, em alguns pontos das várias unidades de mapeamento, situados em terreno de cultura e de pasto.

Observa-se por esse quadro que nas unidades Limeira e Goiabeira a camada situada a 50 cm de profundidade apresenta sempre teores muito reduzidos desses elementos, em relação à camada superficial.

Os pontos n.ºs 109 e 111 da unidade Transição, com elevados valores na camada superficial em relação à seguinte, parecem também apresentar a mesma característica das unidades mencionadas. O teor relativamente alto na camada subsuperficial nos outros pontos dessa unidade parece traduzir apenas a semelhança de distribuição desses elementos ao longo do perfil nesse tipo de solo com os da Terra Roxa Estruturada, com o qual se assemelham.

Quadro 3. — Distribuição porcentual dos níveis da relação ( $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ ) na camada superficial de solos de unidades da Estação Experimental de Limeira, SP

Unidade	Relação $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$				
	10	10 - 20	20 - 40	40	1
Limeira .....	% 52	% 15	% 11	% 11	% 11
Goabeira .....	38	12	25	25	—
Transição .....	40	20	20	20	—

QUADRO 4. — Teores de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, em e.mg/100 g, encontrados em alguns pontos das unidades de mapeamento, na superfície (s) e a 50 cm de profundidade (p), em solos de unidades da Estação Experimental de Limeira, SP

Unidade	Ponto n.º (*)	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	
Limeira .....	48	s	5,05	0,15
		p	0,45	tr
	61	s	4,25	0,25
		p	0,30	0,05
	45	s	5,35	0,05
		p	0,45	tr
	72	s	2,10	4,50
		p	0,05	0,25
	40	s	4,60	0,20
		p	0,30	0,15
	153	s	0,40	0,15
		p	tr	0,05
	149	s	0,55	0,15
		p	0,05	0,20
33	s	0,70	0,20	
	p	0,20	0,10	
Goiabeira .....	174	s	2,70	0,30
		p	0,20	0,35
	171	s	6,85	0,30
		p	0,20	0,40
	170	s	1,45	0,05
		p	tr	0,15
Transição .....	22	s	3,15	tr
		p	1,95	0,15
	111	s	11,70	0,40
		p	1,00	0,40
	109	s	7,25	0,40
		p	0,85	0,20
	114	s	3,25	0,55
		p	2,20	0,70
119	s	1,50	0,20	
	p	2,05	0,15	

(\*) Os números em negrito correspondem a pontos situados em pasto.

Os pontos situados em área de pasto (números sublinhados no quadro n.º 4) apresentam sempre níveis baixos, quer à superfície, quer na profundidade, traduzindo esses níveis de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  a disponibilidade dos elementos nas áreas dessas unidades não sujeitas à adição de corretivos.

Esses dados, associados com aqueles dos vários perfis de Latossolo Vermelho Escuro orto descritos e analisados em trabalho anterior (3), e com aqueles referentes ao Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado de São Paulo (4), demonstram que esse grande grupo apresenta, em condições naturais ou em áreas não corrigidas, valores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  muito baixos a partir de 50-60 cm de profundidade, mantendo-se nesses níveis até à profundidade de 200-250 cm, correspondentes à amostragem mais profundamente coletada nos perfis.

Em condições de mata ou em áreas que sofreram adição de corretivos os teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  se elevam à superfície, porém a 50-60 cm de profundidade atingem os mesmos valores baixos encontrados nas condições já mencionadas, permanecendo assim até as camadas inferiores analisadas (200-250 cm).

Esse fato permite supor que na área em estudo as águas de percolação conduzem definitivamente para fora dos perfis os cátions solubilizados, não se registrando horizontes onde por deficiência de percolação interna tenha havido acúmulo desses elementos no solo. Sendo as soluções do solo extremamente diluídas (4), o clima regional caracterizado por grandes excedentes de umidade, e os solos bastante porosos e profundos, não há condições favoráveis para acúmulo desses cátions em horizontes sub-superficiais.

### 3.2 — $\text{K}^+$

A figura 2 mostra que, para a camada superficial, a unidade Goiabeira é a que apresenta menor dispersão dos dados, pois há cerca de 70% dos pontos analisados apresentando teores de  $\text{K}^+$  situados na faixa de 0,12-0,40 e. mg/100 g.

A unidade Limeira também apresenta a maior porcentagem dos pontos (50%) situados nessa faixa, porém apresentando ainda cerca de 40% em níveis mais baixos, levando portanto li-

geira desvantagem em relação à unidade Goiabeira, com respeito à disponibilidade de  $K^+$ .

A unidade Transição apresenta também para  $K^+$  as colunas do gráfico deslocadas para a direita, traduzindo a ocorrência de teores mais elevados desse elemento que nas outras unidades.

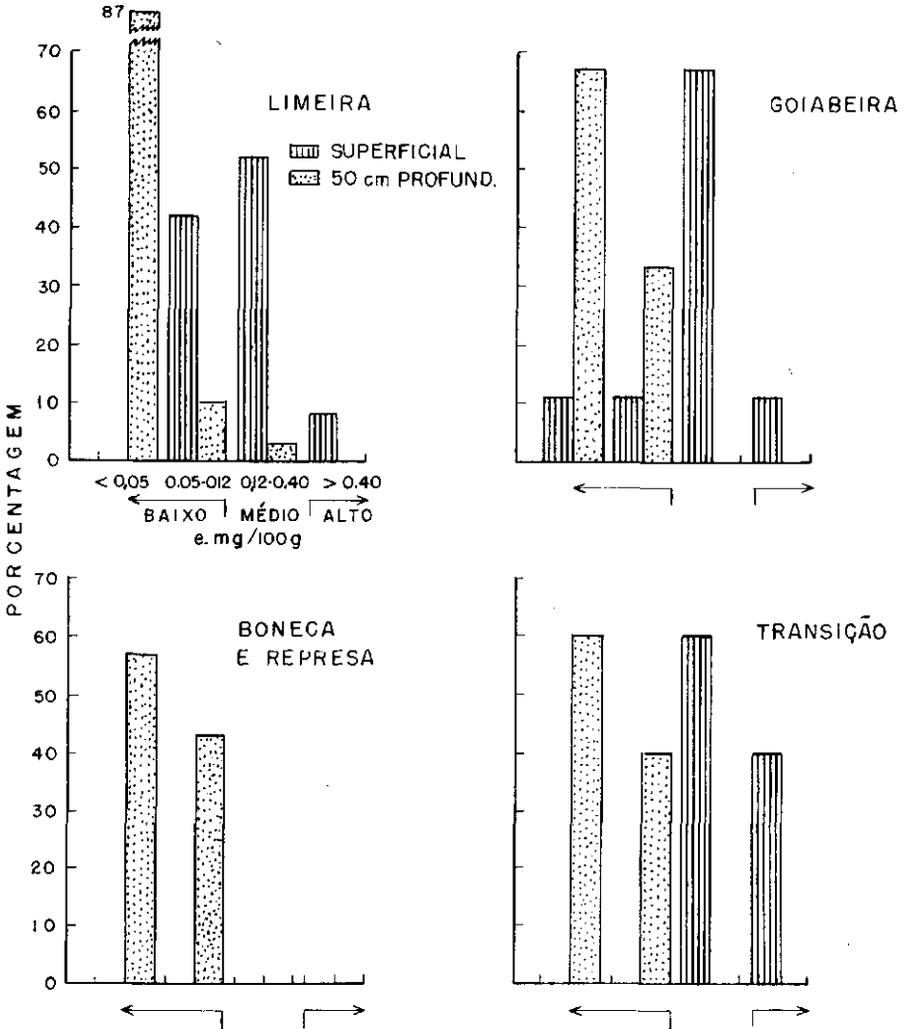


FIGURA 2. — Distribuição porcentual do número de amostragens, em diferentes teores de  $K^+$ , na camada superficial e a 50 cm de profundidade das unidades de mapeamento.

QUADRO 5. — Distribuição porcentual dos níveis de K<sup>+</sup> na camada superficial e a 50 cm de profundidade, e respectivos teores extremos, encontrados em solos de unidades da Estação Experimental de Limeira, SP

Unidade	K <sup>+</sup>			Teores extremos (e. mg/100 g)
	Baixo %	Médio %	Alto %	
Limeira .....	Sup. ....	42	52	0,06 — 0,52
	Prof. ....	97	3	0,02 — 0,19
Goiabeira .....	Sup. ....	22	67	0,07 — 0,45
	Prof. ....	100	—	0,02 — 0,08
Transição .....	Sup. ....	—	60	0,12 — 0,78
	Prof. ....	100	—	0,02 — 0,08
Boneca e Represa .....	Prof. ....	100	—	0,02 — 0,08

Com referência à camada situada a 50 cm de profundidade, observa-se que a unidade Limeira é a que apresenta maior porcentagem de pontos (87%) com  $K^+$  em níveis inferiores a 0,05 e.mg/100 g, seguida das unidades Goiabeira (cerca de 65%), Transição (60%) e Boneca + Represa, com cerca de 55%.

As colunas das amostras superficiais estão, em relação às colunas das amostras situadas a 50 cm de profundidade, deslocadas invariavelmente para a direita, indicando, especialmente para a unidade Transição, uma disponibilidade de  $K^+$ , na superfície, bem mais acentuada que na camada mais profunda.

O quadro 5, por sua vez, indica que todas as unidades apresentam 100% dos pontos analisados a 50 cm de profundidade com baixos teores em  $K^+$  (97% para a unidade Limeira). A Terra Roxa Estruturada assemelha-se, portanto, nesta característica, com o Latossolo Vermelho Escuro orto.

Superficialmente a unidade Transição, com 60% dos pontos situados no nível médio e 40% situados em nível alto, é a unidade que apresenta maior disponibilidade desse elemento.

Os dados relacionados ao nível de  $K^+$  da camada situada a 50 cm (97% a 100% dos pontos em nível considerado baixo) atestam a baixa ocorrência desse elemento, indistintamente, nas várias unidades e nos dois grandes grupos a que elas estão subordinadas.

### 3.3 — $Al^{3+}$

A figura 3 mostra que a unidade Limeira apresenta, tanto para a camada superficial como para a situada a 50 cm, grande dispersão de dados; assim, encontraram-se pontos com níveis de  $Al^{3+}$  que variavam desde teores situados abaixo de 0,2 e.mg/100 g até superiores a 3. É, contudo, na faixa situada entre 1 e 3 e.mg/100 g que há maior frequência dos pontos, situando-se eles em torno de 30-40%, respectivamente para os teores de 1-2 e 2-3 e.mg/100 g. A camada a 50 cm apresenta, também, na faixa entre 1 e 3 e.mg/100 g, as maiores frequências de pontos analisados.

A unidade Goiabeira, que para  $Ca^{2+} + Mg^{2+}$  e  $K^+$  apresentou teores e distribuição porcentual semelhante à unidade Limeira,

difere nitidamente com relação ao  $Al^{3+}$ , pois apresenta na camada superficial e a 50 cm de profundidade frequências superiores a 40% e 30%, respectivamente, para teores de  $Al^{3+}$  superior a 3 e .mg/100 g.

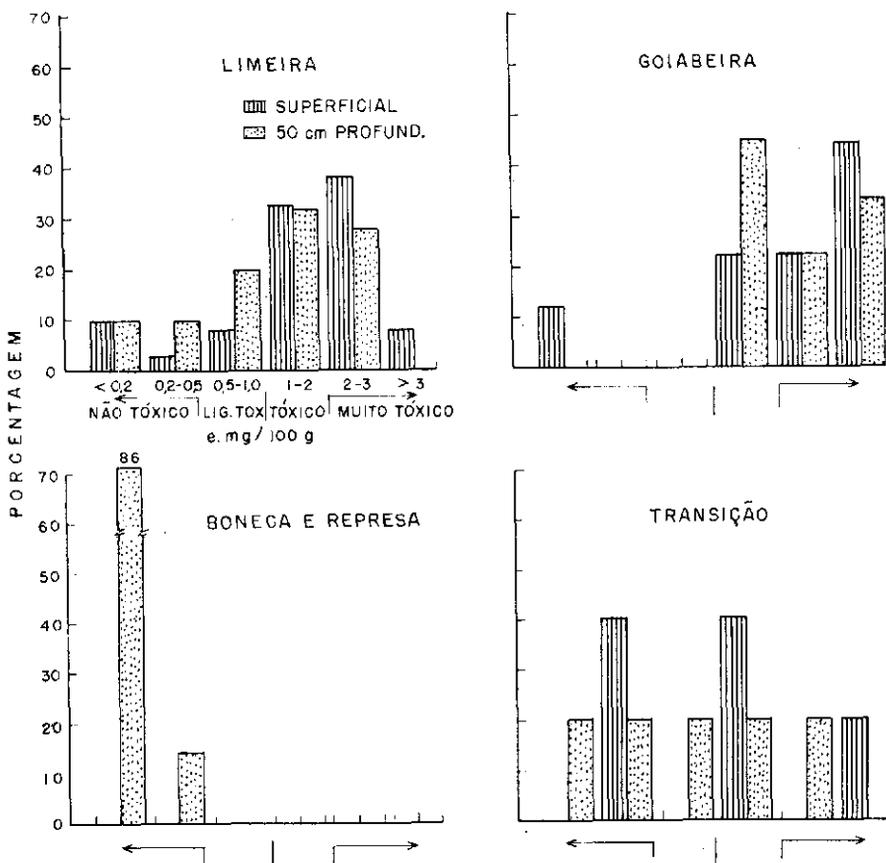


FIGURA 3. — Distribuição percentual do número de amostragens, em diferentes teores de  $Al^{3+}$ , na camada superficial e a 50 cm de profundidade das unidades de mapeamento.

A unidade Transição é amodal, com relação aos teores de  $Al^{3+}$  na camada subsuperficial, e bimodal para a camada superficial; contudo, quando os teores de  $Al^{3+}$  ultrapassam o nível de 1 e .mg/100 g, há uma ligeira tendência da maior porcentagem de  $Al^{3+}$  se localizar na camada superficial.

QUADRO 6. — Distribuição porcentual dos níveis de  $Al^{3+}$  na camada superficial e a 50 cm de profundidade, e respectivos teores extremos, encontrados em solos de unidades da Estação Experimental de Limeira, SP

Unidade	$Al^{3+}$				Teores extremos (e.mg/100 g)	
	Não tóxico %	Ligeiramente tóxico %	Tóxico %	Muito tóxico %		
Limeira .....	Sup. ....	13	8	33	46	tr — 3,30
	Prof. ....	20	20	32	28	tr — 2,60
Goiabeira .....	Sup. ....	12	—	22	66	tr — 4,35
	Prof. ....	—	—	45	55	1,75 — 3,30
Transição .....	Sup. ....	40	—	40	20	0,20 — 3,10
	Prof. ....	40	20	20	20	tr — 2,50
Boneca e Represa .....	Sup. ....	—	—	—	—	—
	Prof. ....	100	—	—	—	tr — 0,20

As unidades Boneca e Represa, por sua vez, apresentam a moda (86%) dos pontos analisados na classe inferior a 0,2 e.mg/100 g, não ocorrendo em nenhum dos pontos analisados teores de  $Al^{3+}$  situados além de 0,2 e.mg/100 g.

No quadro 6 observa-se que são as unidades Limeira e Goiabeira as que apresentam maior porcentagem dos pontos situados em níveis muito tóxicos. Considerando os níveis tóxico e muito tóxico em conjunto, eleva-se a 79% e 88%, respectivamente, nas unidades Limeira e Goiabeira, o número de pontos com teor de alumínio crítico às culturas.

As unidades Boneca e Represa apresentam a totalidade dos pontos (100%) com teores de  $Al^{3+}$  situados em níveis não tóxicos.

A unidade Transição, com níveis muito tóxicos e não tóxicos respectivamente inferior e superior aos das unidades Limeira e Goiabeira, situa-se numa posição intermediária, entre essa unidade e as unidades Boneca e Represa.

Quanto às amplitudes encontradas observa-se que a unidade Goiabeira é a que apresenta os maiores máximos e mínimos, tanto em superfície como em profundidade. O máximo de apenas 0,2 e.mg/100 g de  $Al^{3+}$  nas unidades Represa e Boneca traduz bem a pobreza desses solos neste elemento, fato concordante com a característica já bastante conhecida da ocorrência de baixos teores de  $Al^{3+}$  na Terra Roxa Estruturada.

#### 3.4 — SOMA DE BASES (S)

Comparando na figura 4 a freqüência relativa do número de amostras em diferentes teores de soma de bases (S) na camada superficial das várias unidades, observa-se que é a unidade Transição a que apresenta a maior porcentagem (40%) de pontos amostrados na classe 6-8 e.mg/100 g, contra 11% para a unidade Goiabeira e apenas 7% para a unidade Limeira. Estas duas últimas apresentam as maiores freqüências deslocadas para as classes de menores valores de S, na unidade Limeira ocorrendo a moda na classe 1-2 e.mg/100 g, com 31%, e na unidade Goiabeira também na mesma classe, porém com freqüência ligeiramente superior a 34%.

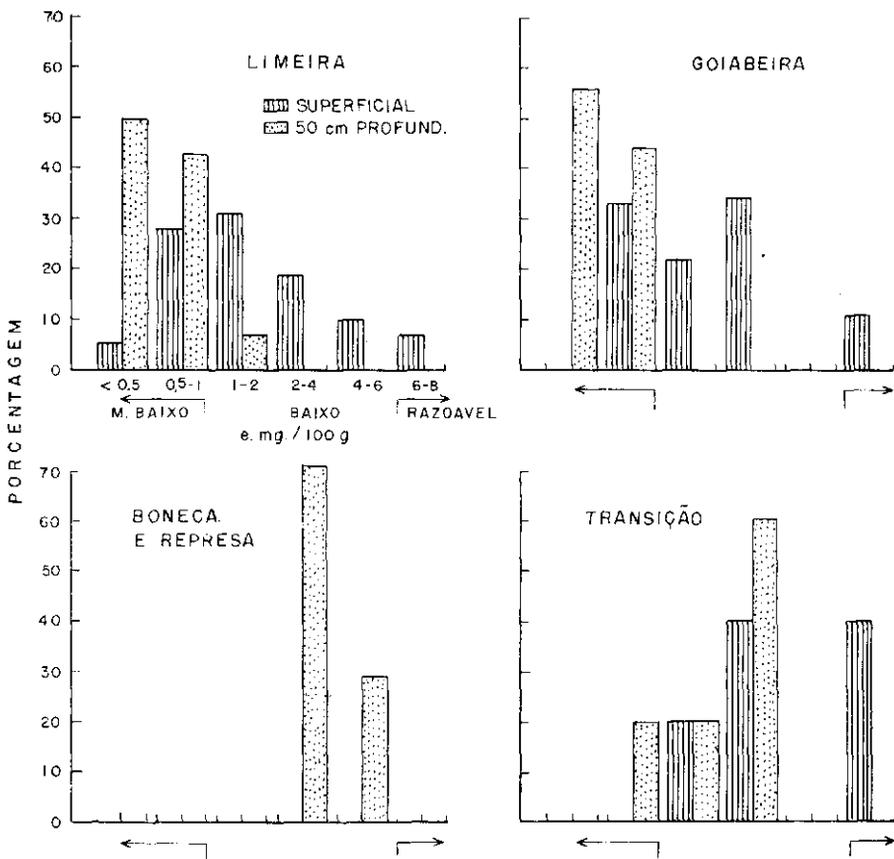


FIGURA 4. — Distribuição percentual do número de amostragens, em diferentes teores de soma de bases (S), na camada superficial e a 50 cm de profundidade das unidades de mapeamento.

As freqüências relativas às amostras da camada subsuperficial apresentam-se menos dispersas que as relativas à camada superficial, apresentando as modas valores sempre iguais ou superiores a 50%, atingindo nas unidades Boneca e Represa 70%, indicando ser a soma de bases uma característica bastante homogênea nestas duas unidades.

QUADRO 7. — Distribuição porcentual dos níveis de Soma de Bases (S) na camada superficial e a 50 cm de profundidade, e respectivos teores extremos, encontrados em solos de unidades da Estação Experimental de Limeira, SP

Unidade	Soma de Bases (S)			Teores extremos (c.mg/100 g)
	Muito baixo	Baixo	Razoável	
Limeira .....	Sup. ....	93	%	0,34 — 7,61
	Prof. ....	93	60	7,61 — 1,63
Goiabeira .....	Sup. ....	33	7	0,79 — 7,53
	Prof. ....	100	56	0,20 — 0,71
Transição .....	Sup. ....	20	—	1,87 — 12,98
	Prof. ....	20	40	0,51 — 2,97
Bonoca e Represa .....	Sup. ....	—	80	2,58 — 5,74
	Prof. ....	—	100	

A unidade Limeira apresenta as maiores frequências para as amostras situadas a 50 cm de profundidade, nas classes 0,5 e.mg/100 g (50%) e 0,5 — 1 (42%) e.mg/100 g, respectivamente.

A unidade Goiabeira obedece distribuição semelhante, ao passo que a unidade Transição situa-se a meio caminho entre a unidade anterior e as unidades Boneca e Represa, nas quais a moda alcança 70% na classe 2 - 4 e.mg/100 g, indicando seqüência gradativa de solos com melhores níveis de soma de bases, no sentido destas últimas unidades.

Considerando em conjunto os níveis muito baixo e baixo assinalados no quadro 7, observa-se que quase 100% dos pontos situados nas unidades Limeira e Goiabeira apresentam na camada superficial níveis inferiores a razoável, valor que desce para 60% na unidade Transição, situando bem esta unidade como "Intergrade" entre dois grandes grupos de solos com características químicas diversas.

Finalmente as unidades Represa e Boneca apresentam para a camada situada a 50 cm o maior mínimo e o maior máximo, e 100% dos pontos amostrados situados no nível baixo, portanto bem acima dos valores encontrados para as outras unidades, os quais apresentam as maiores porcentagens no nível muito baixo.

### 3.5 -- CAPACIDADE DE TROCA DE CATIONS (C.T.C.)

Não obstante os dados apresentados não terem sido corrigidos para 100 g/argila, os valores de C.T.C. encontrados, especialmente aqueles da camada situada a 50 cm de profundidade, refletem bem a baixa atividade do material coloidal desses solos, pois a textura generalizada para todas as unidades apresenta a argila em torno de 50-60%.

Não foram efetuadas determinações de carbono no material coletado durante o levantamento, a não ser nos perfis, porém é lícito responsabilizar a matéria orgânica pelos maiores valores de C.T.C. encontrados superficialmente.

A unidade Goiabeira é a que apresenta a maior porcentagem de pontos (75%) situados na classe 15-20 e.mg/100 g, seguida da unidade Transição, com 60% dos pontos situados nessa classe.

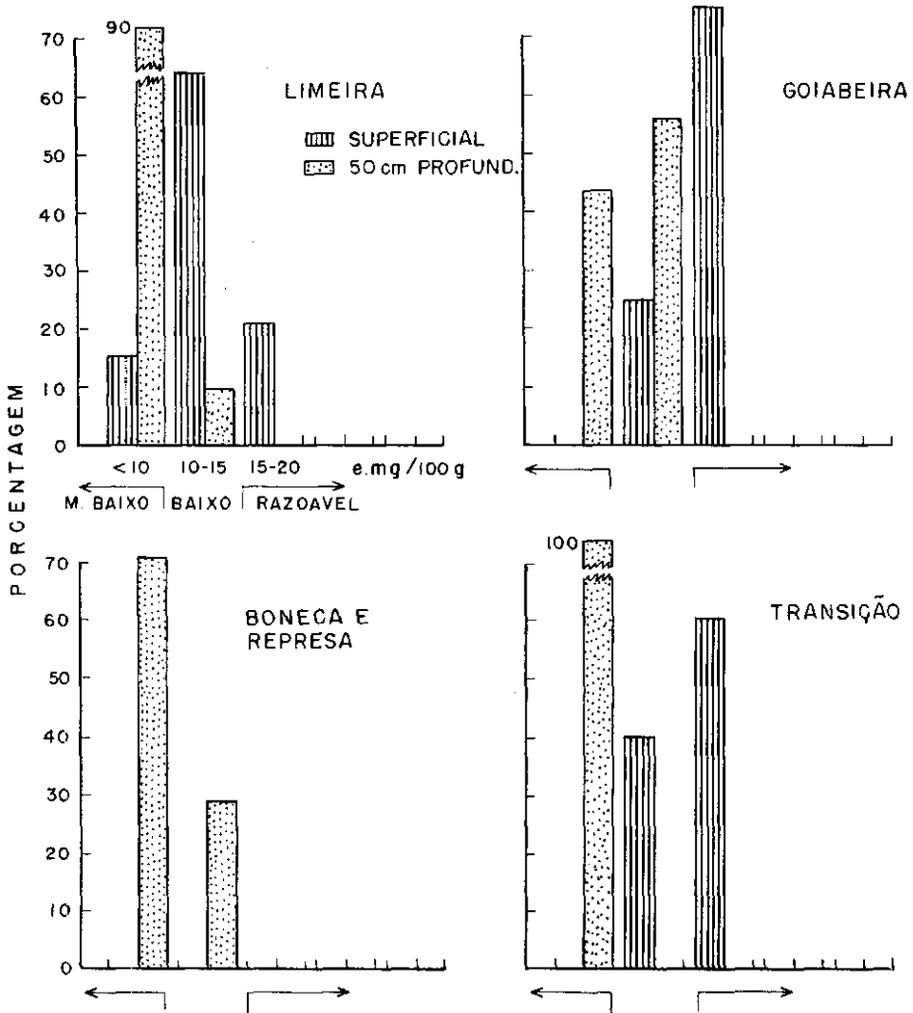


FIGURA 5. — Distribuição porcentual do número de amostragens, em diferentes teores de C.T.C. (T), na camada superficial e a 50 cm de profundidade das unidades de mapeamento.

QUADRO 8. — Distribuição porcentual dos níveis de capacidade de troca de cátions (T) na camada superficial e a 50 cm de profundidade, e respectivos teores extremos, encontrados em solos de unidades da Estação Experimental de Limeira, SP

Unidade	Capacidade de troca de cátions (T)			Teores extremos (c.mg/100 g)
	Muito baixo %	Baixo %	Razoável %	
Limeira .....	Sup. ....	15	64	8,10 — 19,11
	Prof. ....	90	10	5,31 — 12,90
Goiabeira .....	Sup. ....	—	25	13,38 — 18,53
	Prof. ....	44	56	8,14 — 13,23
Transição .....	Sup. ....	—	40	13,39 — 17,80
	Prof. ....	100	—	5,71 — 9,65
Boneca e Represa .....	Sup. ....	71	29	5,88 — 12,13
	Prof. ....	—	—	—

Com relação à camada situada a 50 cm, as modas deslocadas para a esquerda sugerem diminuição acentuada da matéria orgânica, em profundidade. Convém ressaltar, contudo, que as unidades Represa e Boneca e especialmente a unidade Goiabeira apresentam ainda uma porcentagem significativa de pontos (29% e 56%) respectivamente situados na classe 10-15 de C.T.C.

O quadro 8 assinala, ainda, ser a unidade Goiabeira a que apresenta o menor mínimo (8,14) e o maior máximo (13,23) de C.T.C., a 50 cm de profundidade.

O menor máximo (9,65) ocorre na unidade Transição, valor esse bem inferior ao encontrado para as outras unidades.

### 3.6 — SATURAÇÃO EM BASES (V%)

Observa-se, pela figura e pelo quadro correspondentes, que os valores de saturação em bases encontrados na camada a 50 cm de profundidade permitem situar as unidades taxonômicas encontradas na mesma seqüência estabelecida para os valores de soma de bases (S), ou seja: unidade Goiabeira (100% extremamente baixo), unidade Limeira (80% extremamente baixo e 20% muito baixo), unidade Transição (20% extremamente baixo, 40% muito baixo e 40% baixo) e unidades Boneca e Represa (71% baixo e 29% razoável).

A unidade Goiabeira apresenta o valor máximo de 6 para V%, indicando um estágio generalizado de dessaturação extremamente avançado, enquanto a unidade Limeira apresenta o menor mínimo (0,9). A unidade Transição, por sua vez, apresenta valor máximo de 33, portanto bem superior ao das unidades Limeira (19) e Goiabeira (6).

As unidades Boneca e Represa apresentaram 29% dos pontos analisados com valores superiores a 50, porém é provável que este valor, em profundidade maior, desça a níveis inferiores a 46% (Perfis 1019, 1068, 1069), levando a unidade a situar-se integralmente entre os solos distróficos.

Deixando de lado os resultados obtidos nas amostras de superfície, visto ser esta camada sujeita a alterações mais intensas nos teores de nutrientes devido às calagens e adubações, ressalta

novamente a unidade Transição como solo intermediário entre as unidades Limeira e Goiabeira, de um lado, e Boneca e Represa, de outro, no que diz respeito aos valores de saturação em bases. A mesma observação é válida quanto aos teores máximos e mínimos encontrados.

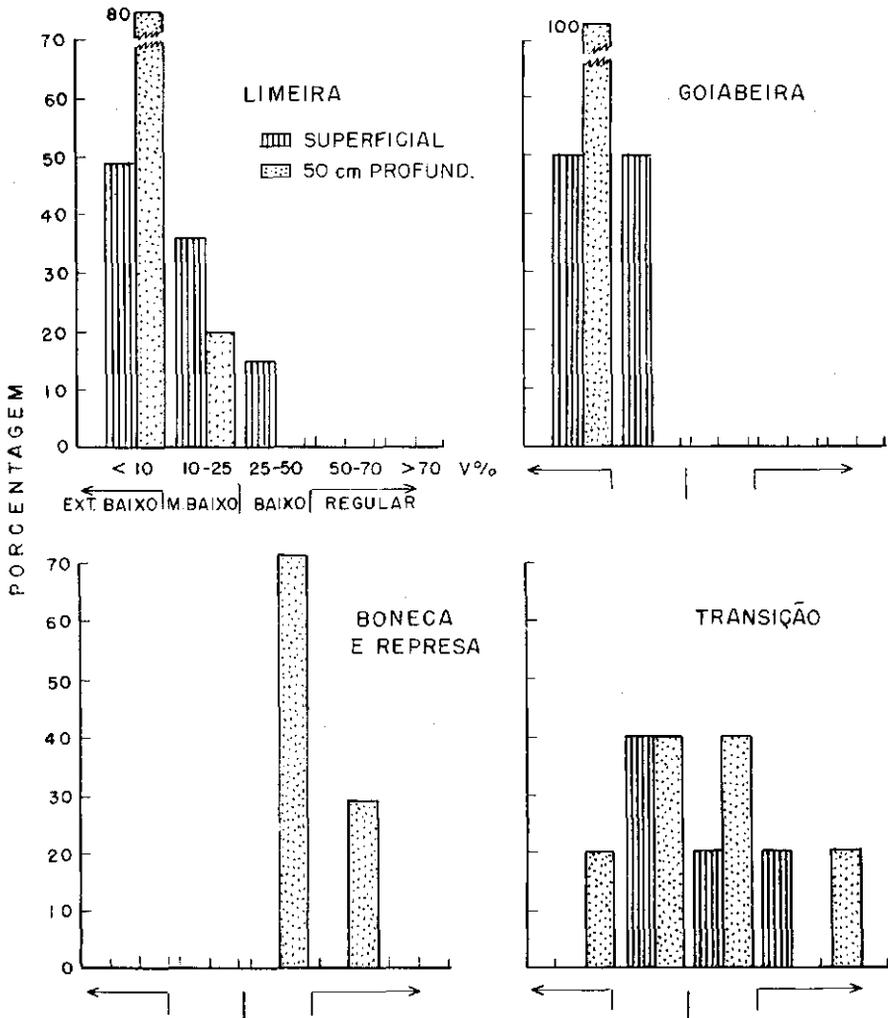


FIGURA 6. — Distribuição percentual do número de amostragens, em diferentes teores de saturação de bases (V%), na camada superficial e a 50 cm de profundidade das unidades de mapeamento.

QUADRO 9. — Distribuição porcentual dos níveis de saturação em bases (V%) na camada superficial e a 50 cm de profundidade, e respectivos teores extremos, encontrados em solos de unidades da Estação Experimental de Limeira, SP

Unidade	Saturação em bases V%				Teores extremos
	Extremamente baixo	Muito baixo	Baixo	Regular	
Limeira .....	Sup. ....	49	36	15	1 — 45
	Prof. ....	80	20	—	0,9 — 19
Goiabeira .....	Sup. ....	50	50	—	4 — 19
	Prof. ....	100	—	—	2 — 6
Transição .....	Sup. ....	—	40	20	10 — 75
	Prof. ....	20	40	40	8 — 33
Bonoca e Represa .....	Sup. ....	—	—	—	—
	Prof. ....	—	—	71	25 — 56

As adubações e correções são manejos que elevam a disponibilidade de cátions nos solos, aumentando automaticamente a taxa de saturação em bases. Contudo, os valores encontrados na camada superficial, nas unidades Limeira e Goiabeira, não chegam sequer a níveis razoáveis, indicando um provável manejo deficiente quanto à fertilização e calagem.

### 3.7 — ACIDEZ (pH)

É a unidade Goiabeira, com 75% dos pontos coletados com acidez elevada na camada superficial, a que apresenta maiores restrições quanto ao pH.

É curioso, nessa unidade, a ocorrência de acidez mais elevada na superfície do que a 50 cm de profundidade, fato que se correlaciona com os maiores valores de  $Al^{3+}$  encontrados nesta camada da unidade.

Esse fato pode estar relacionado a níveis baixos de humificação, e com conseqüente repercussão na acidez do solo.

É ainda a unidade Goiabeira a que apresenta o mínimo mais baixo, pH 4,1.

Em posição oposta estão as unidades Boneca e Represa, as quais apresentam a 50 cm de profundidade 86% dos pontos analisados com acidez fraca e com pH mínimo de 5,5.

A unidade Transição, ratificando sua posição de unidade intermediária, apresenta 80% dos pontos com acidez média e 20% com acidez fraca, a 50 cm de profundidade, e mínimo mais elevado que o das unidades Goiabeira e Limeira, e inferior aos das unidades Boneca e Represa.

## 4 — CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do exposto, e com base em trabalho anterior (3), observa-se que a delimitação de uma população de indivíduos-solo baseada exclusivamente em características morfológicas, mesmo ao nível

de série, leva à separação de unidades com variações mais ou menos amplas das características químicas, não obstante as unidades apresentarem uma certa individualidade entre si.

Segundo a característica química estabelecida, a variabilidade dentro e entre unidades é maior ou menor.

Nas amostras coletadas a 50 cm de profundidade, por exemplo, a saturação em bases (V%) varia muito pouco nas unidades Limeira, Goiabeira, Boneca e Represa; para o pH, são as unidades Transição, Boneca e Estruturada, aquelas que apresentam menor dispersão; para o  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  é a unidade Transição a que apresenta menor dispersão; para o K<sup>+</sup> todas as unidades apresentaram pouca dispersão dos dados, fato que não ocorreu em igualdade de condição com o Al<sup>3+</sup>.

Talvez seja possível, com maior soma de dados e tratamento estatístico adequado, estabelecer as características químicas que, devido à pequena dispersão (coeficiente de variação baixo) ou outros parâmetros, possam servir de critério diferencial seguro na separação de unidades diferentes quanto a essas características.

Os dados apresentados permitiram ainda visualizar o estágio avançado de dessaturação, nas camadas situadas a 50 cm de profundidade, nas unidades Limeira e Goiabeira, pertencentes ao Grande Grupo Latossolo Vermelho Escuro orto, assim como a carença de adubações e calagens. Em um outro extremo, situam-se as unidades Boneca e Represa, ambas pertencentes ao Grande Grupo Terra Roxa Estruturada e apresentando níveis nutricionais mais elevados que as unidades anteriores.

As unidades transicionais para o Latossolo Vermelho Escuro orto e para a Terra Roxa Estruturada situam-se em posição intermediária, assim confirmando analiticamente as observações morfológicas verificadas no trabalho de levantamento (3).

Essa associação de unidades, Goiabeira e Limeira, Boneca e Represa e finalmente Transição para Latossolo Vermelho Escuro orto e Transição para Terra Roxa Estruturada podem ser encaradas como agrupamentos interpretativos de solos, dada a relativa semelhança não somente morfológica como química entre elas, permitindo manejo semelhante.

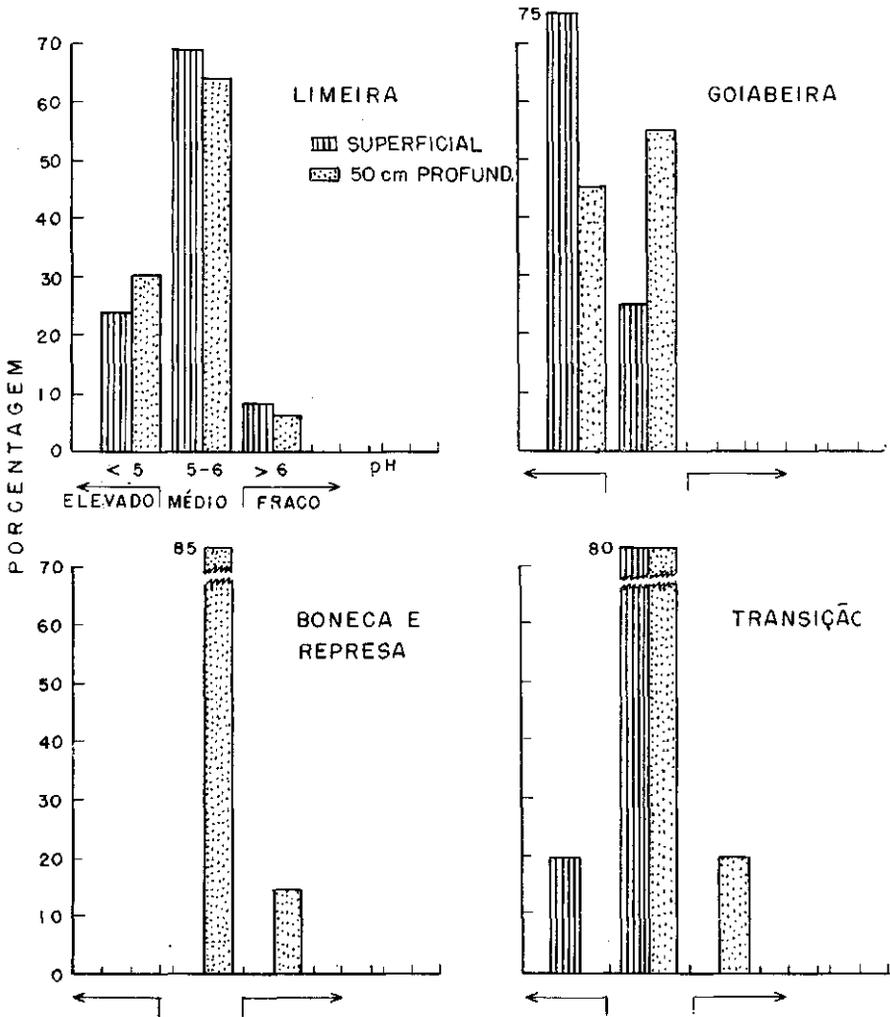


FIGURA 7. — Distribuição porcentual do número de amostragens, em diferentes valores de pH, na camada superficial e a 50 cm de profundidade das unidades de mapeamento.

Quadro 10. — Distribuição porcentual dos níveis de pH em H<sub>2</sub>O na camada superficial e a 50 cm de profundidade, e respectivos valores extremos, encontrados em solos de unidades da Estação Experimental de Limeira, SP

Unidade	pH em H <sub>2</sub> O			Valores extremos	
	Acidez elevada	Acidez média	Acidez fraca		
Limeira .....	Sup. ....	23	70	7	4,5 — 6,1 4,3 — 6,1
	Prof. ....	30	64	6	
Goiabeira .....	Sup. ....	75	25	—	4,1 — 5,7 4,3 — 5,5
	Prof. ....	44	56	—	
Transição .....	Sup. ....	20	80	—	4,6 — 5,7 5,2 — 6,5
	Prof. ....	—	80	20	
Boneca e Represa .....	Sup. ....	—	14	86	5,5 — 6,4
	Prof. ....	—	—	—	

Em conjunto, os dados apresentados permitem acreditar que o estabelecimento de uma pesquisa agrônômica, da qual se procure tirar inferências do comportamento de plantas com respeito a variados tratamentos intimamente dependentes de características intrínsecas do solo, não pode chegar a bom termo, a menos que uma metodologia estatística bem aplicada, aliada a um levantamento de solo criterioso e detalhado, absorva os possíveis resultados estranhos, resultantes da grande variação de características apresentadas pelo solo.

GENERAL APPRECIATION ON THE CHEMICAL CHARACTERISTICS  
VARIATION OF SOIL UNITS FROM THE EXPERIMENT STATION  
OF LIMEIRA, SP

SUMMARY

The relative frequencies of distribution of the various chemical characteristics,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ , exchangeable cations, cation exchange capacity, base saturation and pH in water, for samples from the top soil and 50 cm depth are presented for the soil units Goiabeira, Limeira, Transição, Boneca and Represa. The work is based on the chemical analysis of 122 samples from 61 sites, collected for the soil survey of the Estação Experimental de Limeira, SP.

In order to give a better idea, tables were included, containing the percentual distributions of the studied sites as well as the maximum and minimum values for each chemical characteristics. These percentages are referred to some arbitrarily selected levels.

The present study shows that the delimitation of a soil population based mainly on morphological features, even when at the series level, can produce soil units with relative wide variation in the chemical characteristics, despite the units presenting a certain uniformity.

The results allow the conclusion that any agronomic research to study the plant behavior to various treatments closely related to soil characteristics, needs a well applied statistical methodology associated with a detailed soil survey. So, the possible odd results caused by the variations of the soil characteristics, can be absorbed.

LITERATURA CITADA

1. BEAR, F. E.; PRINCE, A. L. & MALCOLM, J. L. Potassium needs of New Jersey soils. New Jersey Agr. Exp. Sta. 1945. (Bull. 721)

2. BEAR, F. E. & TOTH, S. J. Influence of calcium on availability of other soil cations. *Soil Sci.* 65:69-74, 1948.
3. GAUCHER, G. *Traité de pédologie agricole. Le sol et ses caractéristiques agronomiques.* Paris, Dunod, 1968. 578p.
4. OLIVEIRA, J. B. & ROTTA, C. L. Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Limeira. *Bragantia* 32:1-60, 1973.
5. SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento de solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1960. 634p. (Boletim 12)