

ANTONIO PEREIRA DE CAMARGO

ENGENHEIRO AGRÔNOMO

Instituto Agronômico do Estado

**INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA DE TRÊS MATERIAIS
CORRETIVOS NA NEUTRALIZAÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO**

ORIENTADOR: Prof. Dr. Henrique Paulo Haag

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo,
para obtenção do título de "Magister Scientiae" (M.S.)

PIRACICABA
ESTADO DE SÃO PAULO -- BRASIL
1972

A G R A D E C I M E N T O S

Ao Prof. Dr. Henrique Paulo Haag, pela orientação dada a este trabalho;

Em especial ao Dr. Bernardo Van Raij, pelas correções e críticas;

Aos Engenheiros-Agrônomos: Hubert Levy Junior , Gely Teixeira Feitosa e Toshio Igue;

Ao Sr. Raphael Pompeo de Camargo, pela confecção dos gráficos;

Ao Instituto Agrônomo de Campinas, pelas facilidades dadas para a execução deste trabalho.

ÍNDICE

	Página
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO DA LITERATURA	4
3 - MATERIAIS E MÉTODOS	14
3.1 - Solos	14
3.2 - Corretivos	15
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1 - Solo de Capão Bonito	19
4.1.1 - Calcário Bianchini	24
4.1.2 - Calcário Itau	26
4.1.3 - Escória de Siderurgia	29
4.2 - Solo de Limeira	33
4.2.1 - Calcário Bianchini	33
4.2.2 - Calcário Itau	41
4.2.3 - Escória de Siderurgia	44
5 - CONCLUSÕES	48
6 - RESUMO	50
7 - SUMMARY	53
8 - BIBLIOGRAFIA	55

1 - INTRODUÇÃO

A acidez dos solos é sabidamente um entrave para o aumento da produção agropastoril no Brasil, inclusive no Estado de São Paulo.

Segundo Gargantini et alii (12) a maior parte da área cultivável do Estado de São Paulo (87,3%) apresenta um pH inferior a 6,0. Além disso, o trabalho daqueles autores revelou que 4,8% da área do Estado apresenta valores de pH abaixo de 5,0 ; 42,5% entre 5,0 e 5,5 e 40% entre 5,5 a 6,0. Nota-se que 47,3% da área cultivável deste Estado apresenta sérios problemas de acidez se pH 5,5 for considerado um limite abaixo do qual a acidez passa a ser fator limitante às culturas.

Com o aumento considerável nos últimos anos do uso de fertilizantes e também de corretivos tornam-se imperativos maiores estudos sobre esses insumos. Geralmente verificam-se recomendações as mais contraditórias quanto às quantidades ou quanto à qualidade dos diversos tipos de

calcários. Estas recomendações ora são baseadas no teor de alumínio trocável, ora na correlação entre o pH e a porcentagem de saturação em bases (7).

Quanto à necessidade de calagem baseada no teor de alumínio trocável, verifica-se que a quantidade requerida baseada no método de Kamprath (15) às vezes não é uma maneira correta de se estimar a necessidade de calagem, pois, trabalho de Gargantini e Camargo (13) revelou que conforme o tipo de calcário o fator de calagem parece ser diferente, isto para a produção de grãos de trigo. Assim, para materiais corretivos como calcários calcíticos pode-se usar o cálculo de 1,5 x alumínio trocável para estimativa da calagem, ao passo que quando se usa calcário dolomítico ou uma escória de siderurgia o cálculo a ser usado é 2,0 x alumínio trocável. Isso foi verificado para um solo classificado como Latossolo Vermelho Escuro-Orto de Itapetininga (LE) .

As necessidades de calagem baseadas no pH e porcentagem de saturação em bases de solos levam a estimativa da quantidade de corretivos bem maiores que as determinadas pelo método de alumínio trocável.

As quantidades de calcário a serem usadas é um problema e também a sua granulometria o é, e portanto esses aspectos, deverão ser estudados em maior profundidade, isso porque partículas mais finas apresentam maior superfície de contacto com as partículas coloidais do solo. Assim, sendo, haverá uma maior reatividade química, maior solubilização e consequentemente maior eficiência na neutralização da acidez por calcários finos.

mentes divididos. Se partículas mais finas apresentam essas vantagens, elas também apresentam certas desvantagens tais como dificuldade de aplicação, custo mais elevado do calcário, e maior perda de cálcio e magnésio em virtude da lixiviação.

O objetivo deste trabalho foi o de comparar a eficiência da neutralização de diferentes frações granulométricas de corretivos do solo. O efeito das diferentes frações dos dois calcários e da escória aplicados a dois solos, foi avaliada através de medidas de pH, alumínio trocável e $Ca^{++} + Mg^{++}$, no período de tempo de 90 dias.

2 - REVISÃO DA LITERATURA

Inúmeras investigações provam que a eficiência do material corretivo é aumentado com a sua finura. O trabalho de Gallo et alii (11), realizado com soja, mostra resultados obtidos em relação ao grau de finura de calcários calcítico e dolomítico. Foram empregados misturas em partes iguais da fração limitada pelas peneiras TYLER de 65 - 150 e 150 - 270 malhas por polegada, sendo que ambos apresentaram efeitos idênticos no aumento do valor de pH e na diminuição do hidrogênio trocável do solo.

Com relação à eficiência de calcários (18), considerando-se o tempo de contacto dos mesmos com a superfície das partículas coloidais do solo, foram realizados experimentos onde foi constatado a neutralização da acidez do solo após três semanas, tendo o calcário usado sido passado em

peneira de 20-40 mesh. Observou-se, também, o efeito da neutralização da acidez quando usou-se cal virgem e calcário, passados em peneira de 200 mesh de respectivamente, tendo o tempo de reação sido 1 e 2 semanas. Quando ao calcário passados em peneira de 60 mesh, a neutralização se processou entre 3 a 4 semanas, enquanto que para o corretivo passado em peneira de 20 mesh a neutralização se deu além de 4 semanas.

Em experimento utilizando lisímetros (26), onde estudou-se a eficiência de calcário de diferentes graus de finura, chegou-se a conclusão que calcário passado em peneira de 60 mesh dissolveu-se em um ano, o passado em peneira de 30 mesh dissolveu-se em dois anos e o passado em peneira de 8 mesh 3 a 4 anos. Neste mesmo trabalho concluiu-se que o calcário dolomítico é tão eficiente quanto o calcítico, quando o calcário dolomítico é duas vezes mais fino do que o calcário calcítico.

Trabalhos de Bear e Toth (3) determinaram que partículas de calcário que atravessam a peneira de 150 mesh e são retidas em peneira de 200 mesh são completamente dissolvidas em solos ácidos. A eficiência baixa para 87,5% para o calcário que fica entre 65-100 mesh, para 33,2% no calcário retido entre peneira de 20-28 mesh e para 17,8% para o material retido na peneira de 10-14 mesh.

Em outro trabalho (24), onde atribuíram-se valores para materiais corretivos de diversas finuras, ficou demonstrado que o tempo de reação e concentração dos íons de hidrogênio no solo afetam a velocidade de neutralização. Também foi observado que em solos medianamente ácidos on-

de foram aplicados calcários, passados em peneiras de malha menor que 20 mesh, depois de 2 anos houve uma reação lenta cerca de 20% quando comparados em eficiência com carbonatos de cálcio fixado em 100%. Quando se usou o mesmo calcário passado em peneira de 20-60 mesh no solo meio ácido a eficiência foi de 60% em dois anos, enquanto que em solos fortemente ácidos este valor foi de 37% depois de um ano.

Em experimento de White (29), que fixou o valor de 100 para calcários passados em peneiras de 100 mesh, verificou-se que a eficiência foi de 69% para peneira de 60 mesh, 22% para peneira de 20 mesh e 5% para peneira de 8 mesh.

Bear e Allen (4) desenvolveram métodos de avaliação da eficiência de calcários baseados totalmente na análise da peneira, atribuindo um valor correspondente a redução do diâmetro das partículas durante o processo de decomposição, onde chegou à seguinte equação:

$$D_3 = \frac{(D - d)^3}{D^3} = \text{porcentagem dissolvida,}$$

sendo que d é o diâmetro da partícula menor que 100 mesh e D é o diâmetro de partícula para o qual se calculou a eficiência.

Pesquisas de Meyer e Volk (21) mostraram que as mudanças de pH do solo ocasionadas pela aplicação de corretivos da acidez dependem mais do tamanho das partículas e do tempo de contacto que do tipo de calcário (calcítico ou dolomítico). Verificaram também que a elevação do pH

foi de 0,13 após um mês de aplicação de um calcário dolomítico passado em peneira 4 = 8 mesh, ao passo que quando usou-se peneira de 100 mesh neste mesmo período a elevação foi de 1,6 . Observaram que o pH do solo que recebeu calcário de peneira mais grossa que 20 mesh decresceu após um mês, onde apuraram que o acréscimo inicial se deveu ao pó que envolve as partículas mais grosseiras. Geralmente, os valores de pH mais elevados ocorrem 6 meses após aplicação do calcário. Para peneiras 50 = 60 mesh o valor do pH mais elevado ocorreu aos 12 meses, ao passo que, para as partículas abaixo de peneira 50 mesh o valor pH mais elevado ocorreu aos 18 meses. Ficou provado que calcários com granulometria abaixo de 20 mesh são pouco eficientes, pois não houve alteração no pH inicial após 18 meses de contacto. Quantidades iguais de calcários calcíticos ou dolomíticos de igual finura elevam o pH após 6 a 9 meses de sua aplicação ; essa mesma tendência verifica-se para frações abaixo de peneira 50 mesh após 18 meses de aplicação. Entretanto, acima de 9 meses, materiais dolomíticos de peneira 50 ou mais fina, causaram maior elevação do pH do que o calcário calcítico de igual finura. Materiais passados em peneiras dentre 20 = 30 mesh, cujas quantidades aplicadas foram de 20 t/ha , reagiram após 18 meses ; verificou-se que toda partícula acima de peneira 40 mesh pareceu possuir igual valor neutralizante. Aparentemente todo material corretivo menor que peneira 40 mesh foi dez vezes mais eficiente que peneira 20 = 30 mesh.

Trabalho de Motto e Melsted (22) , estudando os efeitos da granulometria de calcários em três solos, verificou que os valores de pH cal-

culados usando a equação de Bear e Allem (4) estavam acima dos valores observados, principalmente nos períodos mais longos, isso devido provavelmente à inabilidade de quantidades menores de evitar uma variação contínua do pH . Verificou-se um decréscimo nas necessidades de calcários com o tempo de 10 semanas e um ano. As partículas de dissolução lenta aumentam gradativamente o pH . Evidentemente para períodos mais longos podem ser reduzidas as quantidades necessárias ; isso já não é verdadeiro para o carbonato de cálcio, p.a., cuja ação é imediata. Quanto ao efeito da granulometria dos calcários na alteração do pH dos três solos estudados, chegaram a conclusão que frações entre 10-20 mesh foram 14% tão eficientes que frações passadas em peneiras menores que 100 mesh embora partículas maiores de 10 mesh, não tiveram efeito no pH .

Em experimento onde visou-se observar o efeito imediato de calcários calcíticos e dolomíticos de diferentes graus de finura no trevo vermelho, bem como residual na alfafa (2), foi observada que o trevo vermelho não se desenvolveu quando o calcário não foi aplicado ou então quando o calcário calcítico ou dolomítico de peneira 20-40 mesh foi usado. O calcário calcítico de peneira 60-80 mesh foi eficiente, mas o dolomítico, de tamanho correspondente, foi ineficiente. Calcários dolomíticos e calcíticos mais finos que peneira 100 mesh foram tão eficientes quanto a cal hidratada na produção e redução dos teores de hidrogênio, alumínio e manganês trocáveis. O calcário dolomítico foi tão bom quanto ao calcítico para peneira mais fina de 100 mesh. O crescimento da alfafa mostrou que o efeito residual dos calcários passados em peneira de 20-40 mesh ainda e-

ra ineficiente. Tanto o calcário calcítico como o dolomítico de peneira 60-80 mesh mostraram influência residual na alfafa. Foi verificado que a acidez trocável foi de 3,1 e.mg/ 100 g de solo e também maior valor de pH, menor teor de alumínio e maior teor de cálcio quando usou-se o calcário calcítico passado em peneiras de 100-200 mesh.

Em trabalhos de competição de materiais corretivos (30), foram usados duas escórias, uma de Volta Redonda e outra de São Caetano do Sul, cuja granulometria foi de 50-60% passado em peneiras de 20 mesh, um calcário calcítico, um dolomítico e um sambaqui. Quanto ao poder de neutralização as duas escórias usadas colocaram-se em último lugar, embora em relação a produção de grãos de soja, não houvesse diferenças significativas. Também observaram que a alteração do índice de pH no período de 4 meses e meio, de 4,6 para 5,5, quando foi usada uma dose da escória de São Caetano do Sul e para 6,4 quando foi usada dose dupla. No caso da escória de Volta Redonda o pH passou para 5,0 na dose 1 e para 5,6 na dose 2. Em relação a efetividade a dose dupla usada para as escórias se aproximam dos outros materiais corretivos, onde os autores recomendam que sejam usadas escórias com granulometria mais fina do que a empregada no ensaio para aumentar a eficiência do ponto de vista da neutralização.

Em experimentos de Anderson (1), foi observado que maiores valores de pH e dos teores de cálcio se deu após quatro semanas de aplicação de 2,5 t. de calcário por hectare, independente do tamanho da partícula. A magnitude e intensidade de resposta aumentam com a diminuição do

tamanho das partículas, mesmo as mais grossas de 10-20 mesh produziram respostas significativas do pH. Respostas adicionais, porém pequenas, foram observadas com as frações de 40-60 e 60-100 mesh depois do solo ter permanecido em lisímetros em campo aberto por um período adicional de 12 semanas. Partículas de calcário dolomítico maiores que 40 mesh não tiveram efeito no pH ou nos teores de cálcio e magnésio. Respostas à aplicação de partículas mais finas de calcário dolomítico foram relativamente rápidas nas primeiras quatro semanas depois da aplicação e continuaram a reagir, com menor intensidade, nas semanas seguintes. No final do estudo de 24 semanas após as aplicações, as partículas menores de 200 mesh de calcário dolomítico mostraram-se tão eficientes na correção de pH quanto as partículas de tamanho correspondente de calcário calcítico. Resultados das análises de tamanho de partículas de amostras comerciais de calcários indicaram que, quando os calcários eram moídos de acordo com as especificações mínimas, uma quantidade substancial de partículas finas são geralmente produzidas. A quantidade média de partículas menores que 100 mesh foi 40% para calcários calcíticos e 56% para calcários dolomíticos, e as quantidades médias, de partículas maiores que 40 mesh foi cerca de 24% para ambos os calcários.

Em outro trabalho, onde a finalidade era de comparar o comportamento de tipos de escórias de siderúrgica na correção da acidez do solo em relação com o de um calcário dolomítico (14), todos passando 100% em peneira de malha 10 e 50% em peneira de malha 50, foi observado que o calcário dolomítico produz maiores valores de pH, que atingiu 6,3 no de

cimo mês. Os tratamentos com as escórias apresentaram pH 5,75 e 5,80 atingindo o máximo de 10 meses após a aplicação. Nos meses seguintes foi observada queda nos valores encontrados, tanto para a testemunha como para os corretivos ; isso também foi verificado por Meyer e Volk (21) que encontraram os maiores índices de pH entre 4 e 6 meses após a aplicação do calcário.

Em um trabalho onde foi verificado o efeito de calagem em solos do Panamá (25) , notou-se uma redução nos teores de alumínio trocável em função dos aumentos das quantidades de carbonato de cálcio, especialmente em solos com altos teores de alumínio, tanto aos três meses como aos seis meses. Foi verificado que em solos vulcânicos e Latossolos, com teores altos de acidez e alumínio trocáveis, onde usaram-se grandes quantidades de CaCO_3 (10 ton/ha) , havia concentrações excessivas de cálcio como também mudanças no complexo de troca, provocando desta maneira um desequilíbrio nutricional para as plantas, devido às relações inadequadas de Ca/Mg , Ca/K e Ca/elementos menores.

Em relação a granulometria de materiais calcários Lepsch et al. (17) , observaram que 14 amostras apresentaram uma porcentagem cumulativa que passa pela peneira de nº 50 menor que 50% , sendo este um valor abaixo do limite mínimo estabelecido pela legislação, sendo que a porcentagem que passa pela peneira de nº 50 nunca foi inferior a 40% . Também verificaram que em média 97% a 100% de materiais procedentes de seis regiões passavam pela peneira de nº 10 quando a legislação exige que passe 100% do mate

rial. Fato importante foi verificado quando das observações das porcentagens cumulativas que passam na peneira de nº 20 (0,8 mm) , onde mostraram que 16 das amostras possuem quantidades de 20% a 30% que são retidas por esta peneira. Os autores verificando trabalhos anteriores sobre efeitos de calcários em solos ácidos (2, 21, 22, 24), concluíram que partículas com diâmetro superior a 0,8 mm têm pouco ou nenhum efeito na correção da acidez do solo.

A eficiência das frações granulométricas pode ser medida por seus efeitos no solo (pH , Al , Ca , Mg , etc.) . Estudos realizados por Braga et alii (6), onde procurou-se apreciar o efeito de calcário sobre os níveis de pH , cálcio , magnésio , fósforo e potássio do solo, mostraram que em uma das localidades estudadas, embora o pH tenha sido inferior, os teores de cálcio foram maiores. A análise da variância mostrou significância onde a causa da variação foi a profundidade, e que as maiores quantidades de calcário que foram aplicados não alteraram o teor de cálcio no solo. Notou-se também que as doses não afetam a quantidade de cálcio a profundidade de 0,20 m , não havendo portanto movimento descendente pronunciado do cálcio, isto provavelmente devido a não solubilização dos compostos de cálcio existentes no solo ou adicionado na forma de carbonato de cálcio, ou devido ao tempo de contacto que foi relativamente curto. O teor de cálcio adicionado correlacionou-se significativamente com os valores de pH apenas na primeira amostragem a 10 cm de profundidade na localidade de Rio Pomba.

Em estudos com relação aos novos conceitos de acidez do solo citados por Bornemisza (5), Venema (27), verificou-se que toxicidade do alumínio em Latossolos altamente intemperizados da Indonésia é quase nulo apesar do alto teor total deste elemento. Também observou que a presença de sulfatos nos solos aumenta a toxicidade do alumínio.

Em experimento de Catani e Brauner (8), onde estudou-se a variação no teor de alumínio trocável do solo, pH em solução aquosa, pH do extracto de KCl 1 N e acidez titulável, em função da quantidade de carbonato de cálcio adicionados ao solo, foi verificado que há uma tendência dos teores de alumínio trocável e da acidez titulável decerem aos 10 dias de incubação. Nesse mesmo período o pH da suspensão aquosa dos solos e dos extractos de KCl apresentaram seus maiores valores. A partir deste tempo os teores de alumínio trocável e da acidez titulável aumentam novamente, enquanto o pH da suspensão aquosa e do extracto de KCl diminuem.

Em trabalho de Gomes et alii (15), onde usaram-se duas escórias, sendo uma de Volta Redonda e outra de São Caetano do Sul, e um calcário dolomítico, verificou-se que as maiores produções de batata foram obtidas quando se fez uso das escórias. Na cultura do tomate as escórias como o calcário dolomítico apresentaram maiores produções em relação a testemunha. Neste mesmo trabalho, de posse dos resultados obtidos, recomendam o emprego das escórias desde que para sua comercialização seja alterado o grau de moagem, para que se enquadrem nas exigências da lei, do ponto de vista da granulometria.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Solos

Para este estudo foram utilizados duas amostras de um Latossolo Vermelho Escuro=Orto (10), sendo uma da Estação Experimental de Limeira, descrita no trabalho de Oliveira et alii (23) como unidade Limeira, e outra da Estação Experimental de Capão Bonito. Estas duas amostras foram analisadas quimicamente na Seção de Fertilidade do Solo, do Instituto Agrônomo de Campinas e fisicamente na Seção de Pedologia do mesmo Instituto.

ANÁLISE QUÍMICA

	<u>LIMEIRA</u>	<u>CAPÃO BONITO</u>
pH	5,30	4,50
C %	2,20	1,60
PO ₄ ⁻⁻⁻ e.mg/ 100 g.	0,02	0,02
K ⁺ e.mg/ 100 g	0,08	0,04
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ e.mg/ 100 g	0,80	0,20
Al ⁺⁺⁺ e.mg/ 100 l	1,30	1,50

ANÁLISE FÍSICA

	<u>ARGILA</u>	<u>LIMO</u>	<u>AREIA FINA</u>	<u>AREIA GROSSA</u>
LIMEIRA	65,0	8,7	7,0	7,0
CAPÃO BONITO ...	37,5	7,5	39,6	15,4

Classificação:

Limeira = Muito argiloso
 Capão Bonito = Barro argiloso

Vemos que as amostras apresentam quantidades razoáveis de alumínio trocável, o que é necessário para fazer estudos de calagem baseados no teor de alumínio trocável e no fator preconizado por Kamprath (17) .

3.2 = Corretivos

Os corretivos usados foram os seguintes: uma amostra do calcário Bianchini , uma do calcário Itaú e uma amostra de escória de siderúrgica de Mogi das Cruzes (COSIPA) , cujas análises foram as seguintes:

	CaO %	MgO %	CaO + MgO %	PN CaCO ₃ %
Calcário Bianchini	23,45	16,57	40,02	
Calcário Itaú	42,70	8,29	50,99	
Escória de Mogi das Cruzes ..	45,98	9,27	55,25	N.D.

As amostras superficiais de 20 cm de solos foram coletadas nas duas localidades anteriormente citadas. Procedeu-se a determinação de suas densidades aparentes e as mesmas foram iguais 1,2 . Esta determinação foi necessária para se calcular o peso da terra existente em um hectare e posteriormente transformá-lo em kg de terra por vaso.

Para o experimento foram utilizados sete frações granulométricas de dois tipos de calcário e um de escória. Foram usadas duas amostras de solos pertencentes ao Grande Grupo = Latossolo Vermelho Escuro-Oreto (LE) . Nos diversos tratamentos foram feitas três repetições. As amostras para análises de pH , alumínio trocável e Ca⁺⁺+Mg⁺⁺ foram coletadas aos 2 , 4 , 7 , 12 , 16 , 30 , 45 , 60 e 90 dias após incubação.

O delineamento usado foi o de blocos inteiramente casualizados, para tanto usaram-se 63 vasos para o solo de Capão Bonito e 63 para o de Limeira.

Quanto a granulometria, os materiais usados foram passados num conjunto de peneiras de 8 polegadas de diâmetro e de números 10 , 20 , 40 , 70 , 140 e 200 (designação U.S.B.S.) com aberturas de malhas de respectivamente: 2,00 ; 0,84 ; 0,42 ; 0,12 ; 0,105 e 0,074 mm. Desse processo foram separadas as seguintes frações:

FRACÃO DE CALCÁRIO SEPARADO

Mesh		mm
> 10	.....	> 2
10 - 20	.....	2 - 0,84
20 - 40	.....	0,84 - 0,42
40 - 70	.....	0,42 - 0,21
70 - 140	.....	0,21 - 0,105
140 - 200	.....	0,105 - 0,074
< 200	.....	0,074

As quantidades de corretivos a serem usadas foram baseadas nos teores de alumínio trocável dos solos multiplicado pelo fator 2,0, cujos resultados foram transformados de kg/ha para g/vaso de 1,5 kg. Assim tem-se que para o solo de Capão Bonito esta quantidade foi de 1,8 g do material por vaso de 1,5 kg e para o solo de Limeira foi de 1,6 g por vaso. Dos separados foram calculados as quantidades dos mesmos para incubação nos vasos, onde levou-se em conta o volume do vaso, a densidade e profundidade do solo.

Os solos, antes de serem colocados nos vasos, foram peneirados para que ficassem livres de todo raizame como também para apresentarem uma estrutura mais uniforme. Para fazer-se a mistura dos corretivos com os solos, usou-se um recipiente plástico, onde eram colocadas as terras retiradas dos vasos e acrescentados as quantidades de corretivos anteriormente calculadas. Misturou-se o mais uniformemente possível. Depois de bem homogeneizadas as misturas eram recolocadas nos vasos.

Durante todo o tempo de duração do experimento todos os vasos foram mantidos sempre em boas condições de umidade, sendo que para tanto foi calculada a capacidade de campo dos solos, que no caso foi de 350 ml por 1,5 kg para ambas as amostras de solo.

Passados dois dias após a incubação coletou-se a primeira amostragem, sendo que para tanto procedeu-se da seguinte maneira: as terras dos vasos eram colocadas em uma bacia plástica e misturadas o mais uniformemente possível. Em seguida tirava-se uma certa quantidade de terra, colocada em uma caixinha de papelão para posterior análise. A determinação do pH foi feita conforme Catani et alii (9) onde a relação solo-água destilada é de 1:2,5, e cujo repouso da amostra é de 12 horas. As leituras do pH foram feitas num potenciômetro Beckman, modelo Zeromatic II, constituídos de eletrodos conjugado de vidro e calomelano. O Alumínio foi extraído com solução normal de cloreto de potássio (20) em cujas aliquotas apropriadas foram feitas as determinações por titulação com solução de hidróxido de sódio, utilizando o bromotimol azul como indicador, deste mesmo extrato foi tomada nova aliquota, para a determinação de cálcio mais magnésio por titulação com EDTA (sal dissódico do ácido etilenodiaminatetracético), cujo indicador é o preto de Eriochrome T (16) com solução tampão (pH 10). Como complexante dos interferentes foi utilizado uma mistura de cloreto de amônio, hidróxido de amônio, cianeto de potássio e trietanolamina. Assim procedeu-se nas oito amostras subsequentes, isto é, aos 4, 7, 12, 16, 30, 45, 60 e 90 dias.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos encontram-se nos Quadros 1 e 2 , onde a-cham-se indicados os valores médios das repetições de pH , cálcio mais magnésio e alumínio.

Para melhor visualização dos dados construíram-se gráficos com os valores médios de pH , cálcio mais magnésio e alumínio, para cada tipo de solo, conforme mostram as Figuras de 1 a 6 .

4.1 - Solo de Capão Bonito

Tomando-se em consideração que foram usados três tipos de corretivos e estudou-se isoladamente cada um deles.

Mesh.		TEMPO DE REAÇÃO - dias -																																																																	
		2		4		7		12		16		30		45		60		90																																																	
PH	Ca ⁺⁺	PH	Ca ⁺⁺	PH	Ca ⁺⁺	PH	Ca ⁺⁺	PH	Ca ⁺⁺	PH	Ca ⁺⁺	PH	Ca ⁺⁺	PH	Ca ⁺⁺	PH	Ca ⁺⁺	PH	Ca ⁺⁺																																																
CALCÁRIO BIANCHINI																				>-10	4,6	0,4	1,5	4,6	0,4	1,5	4,6	0,4	1,4	4,6	0,4	1,2	4,6	0,4	1,2	4,6	0,4	1,3	4,5	0,3	1,4	4,5	0,5	1,5																							
																				10-20	4,6	0,4	1,5	4,6	0,4	1,5	4,5	0,3	1,4	4,6	0,4	1,2	4,6	0,4	1,2	4,6	0,4	1,2	4,7	0,5	1,5	4,5	0,4	1,4	4,5	0,5	1,5																				
																				20-40	4,6	0,4	1,5	4,6	0,4	1,5	4,6	0,4	1,2	4,7	0,4	1,1	4,8	0,5	1,2	4,7	0,5	1,2	4,8	0,6	1,2	4,5	0,6	1,2	4,6	0,6	1,2																				
																				40-70	4,7	0,6	1,4	4,7	0,6	1,3	4,6	0,5	1,2	4,9	0,6	1,2	4,9	0,6	1,1	4,9	0,8	0,9	5,0	1,1	1,0	4,8	0,9	1,0	4,9	1,2	0,9																				
																				70-140	5,1	1,0	1,1	5,1	1,0	0,9	5,1	1,0	0,8	5,1	1,1	0,9	5,1	1,2	0,8	5,2	1,5	0,8	5,2	1,7	0,7	5,1	1,7	0,7	5,0	1,7	0,8																				
																				140-200	5,4	1,8	0,7	5,4	1,9	0,6	5,4	1,8	0,8	5,4	1,7	0,0	5,4	1,6	0,0	5,4	1,9	0,0	5,4	1,9	0,0	5,2	2,0	0,0	5,0	1,9	0,0																				
																				< 200	5,4	1,8	0,6	5,4	1,9	0,0	5,4	1,8	0,0	5,4	1,8	0,0	5,4	1,8	0,0	5,4	1,9	0,0	5,5	1,9	0,0	5,3	1,9	0,0	5,2	1,9	0,0																				
																				CALCÁRIO ITAÚ																				>-10	4,6	0,4	1,5	4,6	0,4	1,5	4,6	0,4	1,4	4,6	0,4	1,2	4,6	0,4	1,2	4,6	0,3	1,2	4,7	0,5	1,4	4,5	0,4	1,3	4,5	0,4	1,5
																																								10-20	4,6	0,4	1,5	4,6	0,4	1,5	4,6	0,4	1,3	4,6	0,4	1,1	4,6	0,4	1,2	4,6	0,4	1,2	4,6	0,4	1,4	4,5	0,4	1,4	4,5	0,5	1,3
																																								20-40	4,6	0,6	1,5	4,6	0,5	1,4	4,6	0,3	1,2	4,8	0,4	1,1	4,8	0,4	1,1	4,8	0,7	1,0	4,9	0,8	1,1	4,8	0,8	1,1	4,6	0,8	1,1
40-70	4,7	0,6	1,5	4,7	0,6	1,4	4,7	0,6	1,2	4,9	0,6	1,1	4,9	0,6	1,1	4,9	0,9	0,9	5,0																					1,0	1,0	4,8	0,9	1,0	4,9	1,2	0,8																				
70-140	5,1	1,5	0,9	5,1	1,5	0,8	5,2	1,5	0,0	5,3	1,5	0,0	5,3	1,6	0,0	5,3	2,0	0,0	5,4																					2,0	0,0	5,3	2,1	0,0	5,2	2,2	0,0																				
140-200	5,4	1,9	0,6	5,4	1,9	0,0	5,4	2,0	0,0	5,4	2,0	0,0	5,4	2,0	0,0	5,4	2,2	0,0	5,4																					2,2	0,0	5,4	2,2	0,0	5,4	2,2	0,0																				
< 200	5,5	2,4	0,0	5,5	2,2	0,0	5,5	2,2	0,0	5,4	2,2	0,0	5,4	2,2	0,0	5,5	2,2	0,0	5,5																					2,2	0,0	5,4	2,3	0,0	5,3	2,3	0,0																				
ESCÓRIA																																								>-10	4,6	0,4	1,5	4,6	0,4	1,5	4,6	0,4	1,4	4,6	0,3	1,3	4,6	0,4	1,3	4,6	0,4	1,3	4,6	0,4	1,5	4,5	0,4	1,4	4,5	0,5	1,5
																																								10-20	4,6	0,4	1,5	4,6	0,4	1,5	4,6	0,4	1,4	4,6	0,4	1,3	4,6	0,4	1,3	4,6	0,4	1,1	4,7	0,5	1,4	4,5	0,5	1,4	4,5	0,6	1,5
																																								20-40	4,7	0,5	1,5	4,7	0,5	1,4	4,7	0,5	1,3	4,7	0,5	1,3	4,8	0,5	1,3	4,8	0,7	1,1	4,8	0,7	1,2	4,6	0,6	1,2	4,6	0,7	1,4
																				40-70	4,8	0,7	1,4	4,9	0,7	1,2	4,9	0,7	1,0	4,9	0,7	1,0	4,9	0,7	1,0	5,0	1,0	0,8	5,0	1,0	1,1	4,7	1,1	0,9	4,7	1,2	1,1																				
																				70-140	4,9	0,8	1,3	4,9	0,9	1,1	5,0	0,9	0,9	5,1	0,9	0,9	5,1	0,9	0,8	5,1	1,3	0,6	5,1	1,3	0,8	4,9	1,3	0,8	4,9	1,3	1,0																				
																				140-200	5,0	1,1	1,1	5,0	1,1	0,9	5,0	1,0	0,8	5,0	1,0	0,9	5,1	1,3	0,6	5,1	1,3	0,6	5,2	1,4	0,7	5,0	1,3	0,7	4,8	1,4	1,0																				
																				< 200	5,1	1,2	1,0	5,1	1,2	0,8	5,1	1,2	0,8	5,1	1,2	0,8	5,1	1,2	0,7	5,1	1,4	0,6	5,2	1,4	0,8	5,0	1,4	0,7	5,0	1,5	0,8																				

Quadro 1 - Resultado de pH, Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺ e Al⁺⁺⁺, do solo de Capão Bonito, em função do tempo de reação e da granulometria dos três materiais corretivos.

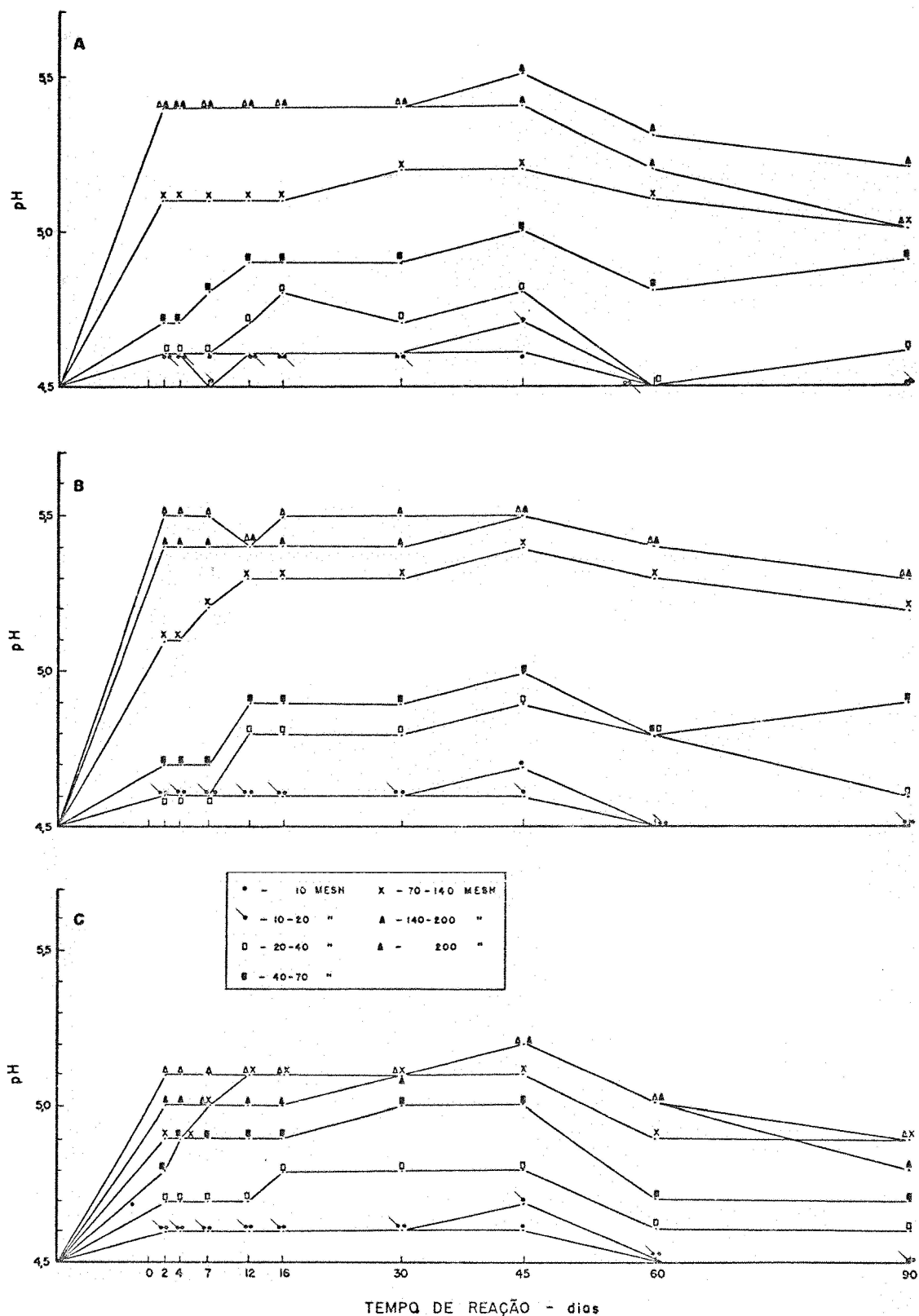


Figura 1 - Variação dos valores de pH do solo de Capão Bonito, em função da granulometria dos três corretivos e de tempo de reação.

A - Calcário Bianchini
 B - Calcário Itaú
 C - Escoria

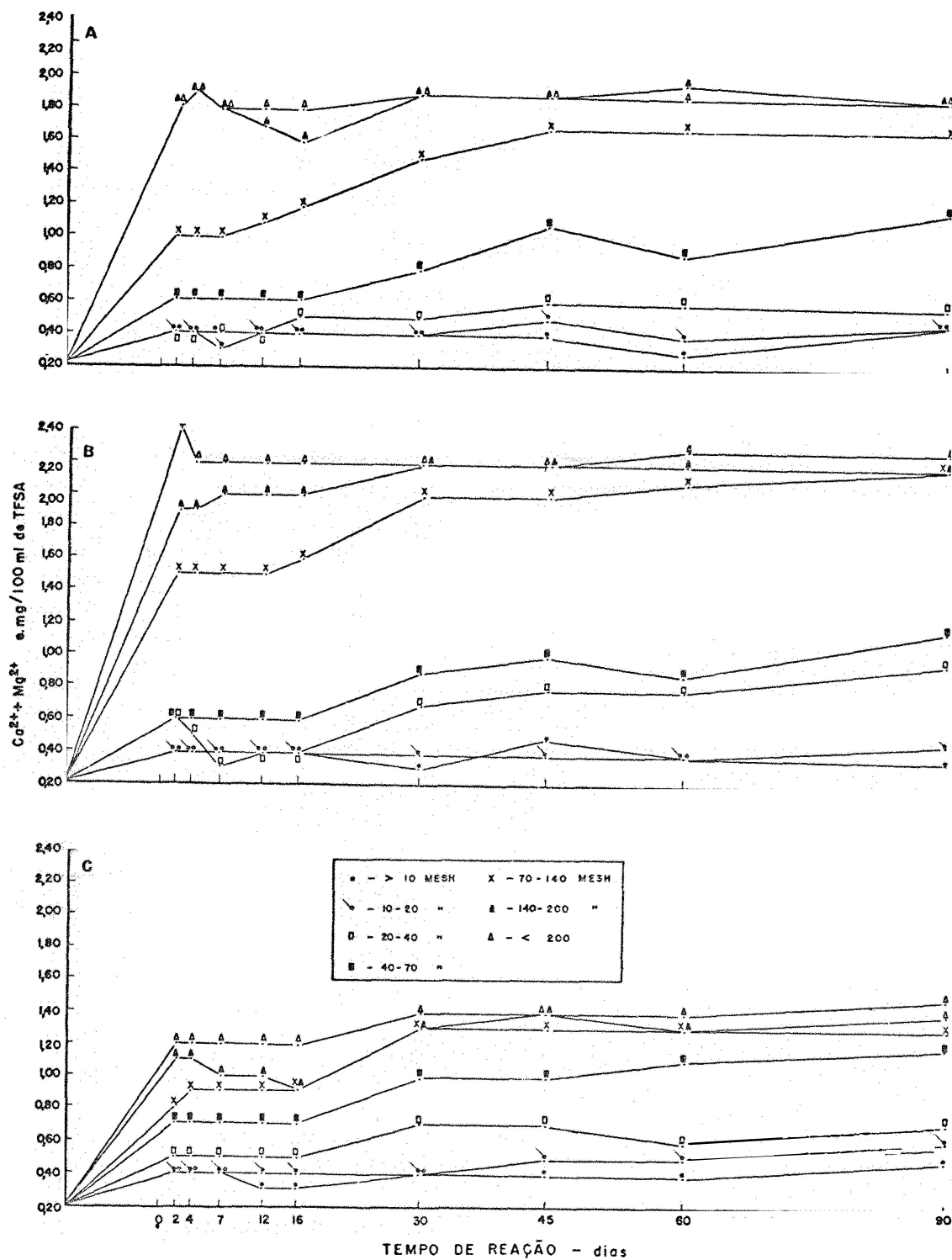


Figura 2 - Variação dos teores de cálcio mais magnésio do solo de Capão Bonito, em função da granulometria dos três corretivos e do tempo de reação.

- A - Calcário Bianchini
- B - Calcário Itaú
- C - Escória

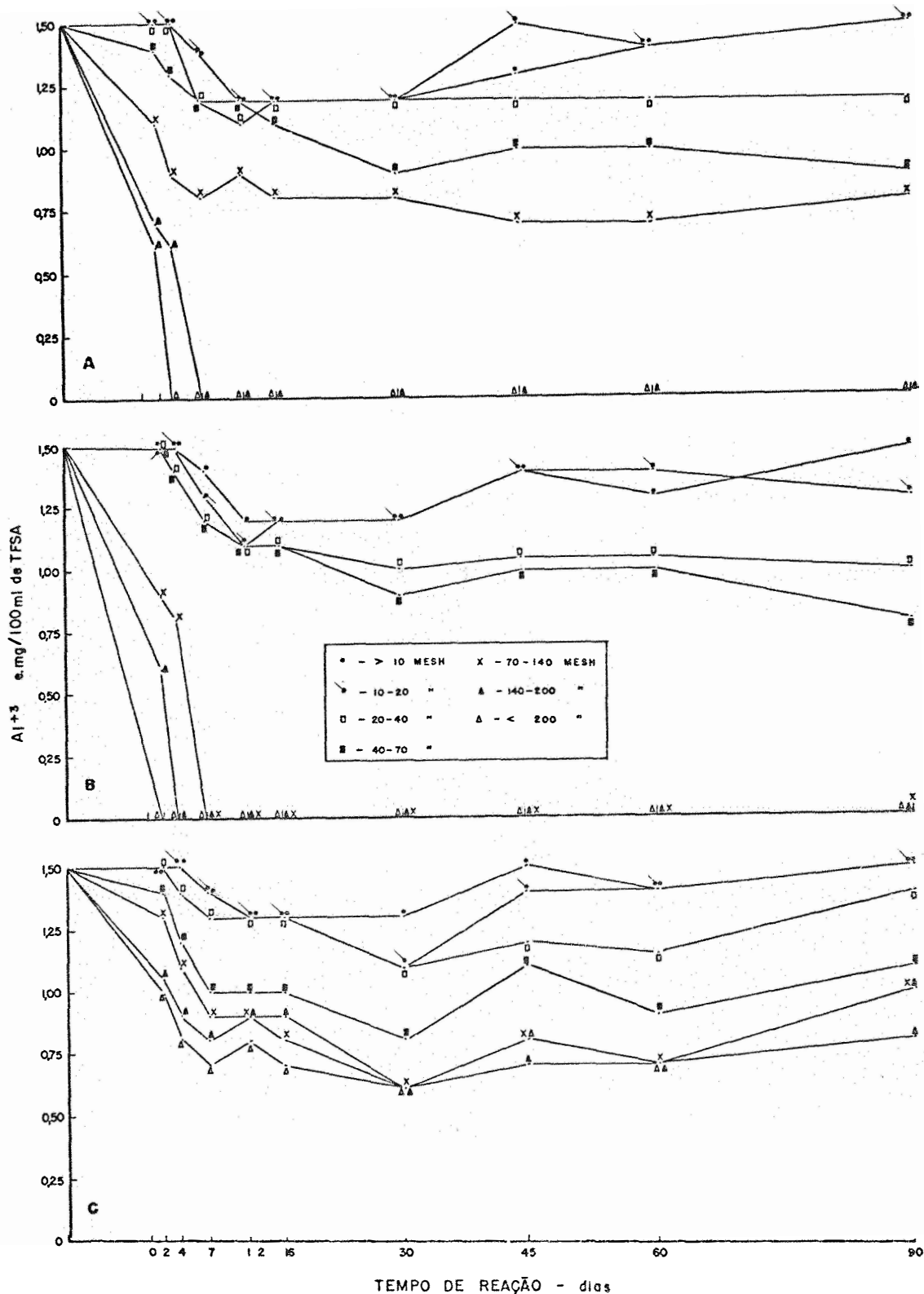


Figura 3 - Variação dos Teores de alumínio trocável no solo de Capão Bonito em função da granulometria dos 3 corretivos e de tempo de reação.

- A - Calcário Bianchini
- B - Calcário Itaú
- C - Escória

4.1.1 - Calcário Bianchini

Verificando os dados para pH , constantes do Quadro 1 , nota-se, para o calcário em estudo, que os valores de pH de 2 a 90 dias são praticamente iguais para frações do corretivo de granulometria > 10 mesh e até 40-70 mesh, o que comprova as observações feitas por Anderson (1). A partir das frações de 70-140 mesha até as < 200 mesh, os resultados de pH obtidos após os mesmos períodos de reação do corretivo são praticamente iguais. O maior valor de pH observado foi de 5,4 , sendo que o valor de pH inicial foi de 4,5 . Notou-se também um decréscimo de pH a partir de 45 dias.

A análise estatística revelou que as diferenças de pH após 2 e 4 dias da aplicação do calcário, foram significativas quando foram usadas frações do corretivo de granulometria 40-70 mesh e 70-140 mesh. Dos 7 aos 90 dias foram significativas as diferenças de pH ocasionadas pelas frações 20-40 mesh a 70-140 mesh. Estes resultados vieram comprovar trabalhos de Depsch et alii (19) e de Meyer et alii (21) . O coeficiente de variação foi muito baixo na ordem de 1,3% , levando pois a valores pequenos da diferença mínima significativa.

A diminuição aparente dos valores de pH , observados a partir de 45 dias, não foi confirmada pela análise estatística, que revelou não serem significativas as diferenças observadas. Isto está em desacordo com os trabalhos de Gomes et alii (14) .

Observando a Figura 1 , gráfico A , constata-se o que foi dito anteriormente.

Quanto aos teores de cálcio mais magnésio observaram-se no Quadro 1 que praticamente não existem diferenças desses teores quando se faz uso das frações do calcário de granulometria > 10 mesh até 40-70 mesh, após período de reação do corretivo com o solo de 2 a 90 dias. Contudo, os teores de cálcio mais magnésio, que eram de 0,20 e.mg/ 100 ml de TFSA no início, alcançaram 1,9 e.mg/ 100 ml de TFSA, a partir do 30º dia, quando foram aplicados ao solo as duas frações mais finas do corretivo.

A análise estatística, que neste caso revelou coeficiente de variação de 9,9%, permite uma apreciação mais acurada dos resultados. Nota-se que não há diferenças estatísticas significativas de 2 a 12 dias nos teores de cálcio mais magnésio encontrados quando usaram-se frações de > 10 mesh até 20-40 mesh, mas que, a partir dos 16 dias até 90 dias, já existem diferenças de efeito entre as frações de 20-40 mesh com frações > 10 mes e 10-20 mes. Verificando a Figura 2, gráfico A, são melhor visualizados os resultados.

Quanto aos teores de alumínio trocáveis, constantes do Quadro 1, observou-se que, quando usaram-se frações > 10 mesh até 40-70 mesh não houve alterações dos teores no solo. Fazendo-se uso de frações mais finas, isto é, de 70-140 mesh até < 200 mesh, já houve uma redução dos teores de alumínio. Dos 4 dias até aos 90 dias há uma redução nos teores de alumínio para a granulometria de 70-140 mesh, sendo que, aos 4 dias já houve insolubilização total do alumínio. Dos 7 aos 90 dias esta insolubilização já é revelada também para as frações 140-200 mesh. Observou-se também uma elevação dos teores a partir de 45 dias.

Estes resultados são confirmados pela análise estatística que apresentou um coeficiente de variação de 9,3%. Para a análise estatística usaram-se apenas os teores de alumínio constantes do Quadro 1, pois, onde houve traços do mesmo, considerou-se como já ocorrida sua insolubilização. Apenas foram significativas os efeitos das frações 40-70 mesh e 70 a 140 mesh aos 2 e 4 dias, sendo que aos 4 dias, já houve insolubilização do alumínio quando usou-se a granulometria < 200 mesh.

Tal fato indica que granulometrias mais grosseiras não reduzem os teores de alumínio nos primeiros quatro dias de contacto. Mas a partir de frações 40-70 mesh até < 200 mesh já há uma redução destes teores como também uma insolubilização do alumínio quando usaram-se frações mais finas. Dos 7 aos 12 dias o melhor efeito para a diminuição do teor de alumínio se fez sentir quando usaram-se frações 70-140 mesh. O resultado é melhor visualizado consultando o gráfico A, da Figura 3.

4.1.2 - Calcário Itaú

Os dados constantes do Quadro 1, mostraram que os valores de pH são quase idênticos aos do calcário Bianchini. Os valores de pH praticamente não se alteram dos 2 aos 90 dias para as frações 10 mesh e 10-20 mesh. Notou-se um ligeiro acréscimo a partir de 45 dias, quando usaram-se frações do calcário de 20-40 mesh e 40-70 mesh.

Neste caso, a análise estatística revelou também não serem significativas as diferenças do decréscimo de pH a partir de 45 dias, onde o coeficiente de variação foi de 1,2%. O pH inicial que era de 4,5 atingiu

seu maior valor já aos dois dias, quando usou-se a fração < 200 mesh. Os valores de pH, aos 2, 4 e 7 dias não mostraram diferenças significativas com aplicações das frações 40-70 mesh até < 200 mesh. Já aos 12 dias houve diferença estatística para os valores de pH, quando usaram-se frações de calcário de 20-40 mesh a 70-140 mesh.

Dos 16 aos 30 dias as diferenças de pH foram significativas com a aplicação das frações de 20-40 mesh a < 200.

Aos 45 dias foram significativas todas as diferenças de pH para as frações > 10 a 70-140 mesh e aos 60 e 90 dias foram significativas as diferenças de pH quando usaram-se frações do calcário de 20-40 mesh a 70-140 mesh.

O Quadro 1 mostra que os teores de cálcio mais magnésio são praticamente iguais aos do caso de aplicação do calcário Bianchini, mas com ligeira diferença nas quantidades destes, em favor do calcário em estudo. Notou-se que as elevações dos teores de cálcio mais magnésio apenas registram aumentos consideráveis quando usaram-se frações a partir de 70-140 mesh. Os maiores teores dos citados elementos foram encontrados quando usaram-se frações < 200 mesh, cujo valor máximo atingido chegou a 2,3 e. mg/100 ml de TFSA.

A análise estatística revelou haver um coeficiente de variação de 8,9%. Aos dois dias houve diferenças significativas dos teores de magnésio para as frações 70-140 mesh a < 200 mesh e também entre as frações > 10 mesh e 10-20 mesh em relação às frações 20-40 mesh e 40-70 mesh. Aos quatro dias foram significativas as diferenças dos teo

res de cálcio mais magnésio quando as frações empregadas foram de > 10 mesh à fração de $70 \rightarrow 140$ mesh. Dos 7 aos 16 dias foram significativas as diferenças dos teores $40 \rightarrow 70$ mesh a < 200 mesh. Na amostragem dos 45 dias e 60 dias as diferenças dos teores destes elementos foram significativas ao se empregar frações do calcário de $20 \rightarrow 40$ mesh a $70 \rightarrow 140$ mesh. Na amostragem final, isto aos 90 dias, as diferenças dos teores de cálcio mais magnésio, foram significativas para as frações de > 10 mesh a $70 \rightarrow 140$ mesh.

Estes dados são melhor visualizados verificando o gráfico B, da Figura 2.

Com relação aos teores de alumínio trocável observou-se no Quadro 1 que não houve uma diminuição nos teores do elemento com aplicação de frações mais grosseiras. Dos 2 aos 4 dias não existem diferenças dos teores de alumínio da fração > 10 mesh até $40 \rightarrow 70$ mesh. Mas nota-se que há uma diminuição das diferenças destes teores a partir da fração $70 \rightarrow 140$ mesh. Aos 2 dias a fração usada de granulometria < 200 mesh já faz com que o alumínio se insolubilize totalmente. Aos 4 dias já frações maiores que $70 \rightarrow 140$ mesh insolubilizam o alumínio, e a partir dos 7 dias até aos 90 dias há uma insolubilização total do elemento em estudo, quando usaram frações maiores que $40 \rightarrow 70$ mesh.

Estatisticamente, os resultados observados foram comprovados, pois aos 2 e 4 dias não houve diferenças estatísticas ao se usarem as frações > 10 mesh até $40 \rightarrow 70$ mesh. Aos 7 dias apenas foi significativa a fração > 10 mesh em relação às frações $10 \rightarrow 20$ mesh até $40 \rightarrow 70$ mesh.

Dos 12 aos 16 dias os teores de alumínio, cuja fração usada foi > 10 mesh até 40-70 mesh, não mostraram diferenças significativas. Aos 30, 45 e 60 dias há diferenças estatísticas significativas dos teores de alumínio entre as frações > 10 mesh e 10-20 mesh com as frações 20-40 mesh e 40-70 mesh. Foram significativas as diferenças dos teores de alumínio aos 90 dias desde a fração > 10 mesh a 40-70 mesh.

Observações feitas mostraram que há uma diminuição dos teores de alumínio até aos 30 dias, mas a partir deste começa a haver uma ligeira elevação destes teores, tanto para este calcário como o calcário Bianchini, fato comprovado também por estudo de Catani et alii (8).

Estes resultados são melhor observados na Figura 3, gráfico b.

4.1.3 - Escória de Siderurgia

Observando o Quadro 1, verifica-se que a elevação dos valores de pH é inferior aos observados pelos dois calcários, anteriormente mencionados. Provavelmente isso é devido ao menor poder de neutralização da escória.

Estatisticamente houve diferenças significativas aos 2, 4, 7, 12 e 90 dias quando usaram-se frações da escória 20-40 mesh até < 200 mesh. Dos 16 aos 30 dias foram significativas as diferenças dos valores de pH para as frações 20-40 mesh a 40-70 mesh. Foram também significativas as diferenças de pH quando usaram-se frações > 10 mesh até 70-140 mesh, aos 45 e 60 dias. As diferenças dos valores de pH aos 90 dias foram significativas para as frações 20-40 mesh até < 200 mesh.

Para a escória houve também uma diminuição das diferenças dos valores de pH a partir de 45 dias, fato comprovado pela análise estatística que apresentou um coeficiente de variação da ordem de 1,2% .

As variações de pH, podem ser vistas no gráfico C , da Figura 1 .

Verificando o Quadro 1 para valores de cálcio mais magnésio , not-se que os mesmos sofreram acréscimos pequenos em relação aos observados com a aplicação dos dois calcários, quando usaram-se frações maiores que 70-140 mesh. O teor máximo encontrado foi de 1,5 e. mg/100 ml de TFSa aos 90 dias, quando usou-se escória cuja fração foi de < 200 mesh. Vê-se no Quadro 1 que os resultados dos teores de cálcio mais magnésio, apresentam uma depressão aparente de seus teores a partir do 12º dia até aos 30 dias, fato também observado para os dois calcários, mas que não foram comprovados e estatisticamente. O coeficiente de variação foi de 10%.

A análise estatística revelou que aos dois dias houve diferenças significativas, quando usaram-se frações da escória de 40-70 mesh e 70-140 mesh. Aos 4 dias foram significativas as diferenças dos teores de cálcio mais magnésio quando usou-se fração 40-70 mesh até < 200 mesh. Para as amostragens dos 7 , 12 , 16 e 30 dias os resultados das diferenças dos teores dos elementos em estudo foram significativos para as frações 20-40 mesh a 70-140 mesh. Aos 60 dias todas as diferenças dos teores de cálcio mais magnésio foram significativas, e aos 90 dias foram significativos os efeitos das frações desde > 10 mesh até 70-140 mesh. Estes resultados podem ser vistos no gráfico C , da Figura 2 .

Pelo Quadro 1 nota-se que a insolubilização do alumínio trocável foi menor que no caso dos calcários; mesmo quando usou-se a fração mais fina isto é < 200 mesh, até aos 90 dias. O teor mais baixo foi de 0,6 e. mg/100 ml de TFSA. Os teores de alumínio trocável diminuem com as frações mais finas, sendo que esta diminuição é mais pronunciada a partir da granulometria 40-70 mesh.

A análise estatística mostrou que aos 2 e 4 dias não houve diferenças significativas das frações > 10 mesh, 10-20 mesh e 20-40 mesh em relação às frações 40-70 mesh até < 200 mesh. Aos 7 dias houve diferenças significativas quando usou-se fração 40-70 mesh em relação às granulometrias mais finas como as mais grosseiras, como também a fração 70-140 mesh em relação à < 200 mesh. Aos 12 dias foi significativa a diferença do teor de alumínio quando se empregou fração 40-70 mesh em relação às três granulometrias mais grosseiras, como também com a fração < 200 mesh. A amostragem dos 16 dias também mostra uma diferença estatística nos teores de alumínio quando usou-se a fração 40-70 mesh em relação às frações mais grosseiras, como também em relação à fração mais fina < 200 mesh. Aqui também já houve diferenças significativas dos teores de alumínio das frações 70-140 mesh e < 200 mesh como também da fração 40-70 mesh e 70-140 mesh. Aos 30 dias só não foram significativas as diferenças dos teores de alumínio as frações 10-20 mesh e 40-70 mesh como também as frações 70-140 mesh e 140-200 mesh. Aos 45 dias as diferenças dos teores de alumínio não foram significativas para as frações > 10 mesh e 10-20 mesh como também para as três frações mais finas.

Foram significativas as diferenças dos teores de alumínio na amostragem de 60 dias para as frações 10 - 20 mesh até < 200 mesh sendo que, entre 10 - 20 mesh a > 10 mesh, não foram significativas as diferenças observadas. Para os resultados de amostragem aos 90 dias apenas não foram significativas as diferenças dos teores de alumínio trocável das frações 40 - 70 mesh e 70 - 140 mesh. Observa-se também uma elevação dos teores de alumínio trocável a partir dos 30 dias, fato similar ao observado para os dois calcários anteriores. Os resultados analisados estão no gráfico C, da Figura 3.

No Quadro 3 estão arrolados os resultados da análise estatística.

Quadro 3 - Resultados da análise estatística do Solo de Capão Bonito, mostrando a diferença mínima significativa e o coeficiente de variação dos valores de pH, $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ e Al^{3+} .

		Corretivos		
		Calcário Bianchini	Calcário Itaú	Escoria
D.M.S.	pH	0,16	0,15	0,15
	$Ca^{2+} + Mg^{2+}$	0,25	0,26	0,21
	Al^{3+}	0,41	0,30	0,41
C. V.	pH	1,33	1,23	1,24
	$Ca^{2+} + Mg^{2+}$	9,92	8,91	10,0
	Al^{3+}	9,35	6,87	10,9

4.2 - Solo de Limeira

4.2.1 - Calcário Bianchini

Verificando o Quadro 2, observa-se que existe uma pequena diferença nos valores de pH do solo para aplicações das frações > 10 mesh até 40 - 70 mesh do corretivo dos 2 aos 30 dias. A partir de 45 até aos 90 dias há um ligeiro acréscimo destes valores que, embora sendo de apenas 0,10 unidade de pH foi constatado ser significativa.

Da fração 70 - 140 mesh até < 200 mesh os acréscimos são maiores e o valor mais elevado de pH se deu aos 45 dias, sendo então igual a 5,8. Para o solo em estudo é interessante observar que não houve decréscimos dos valores de pH a partir dos 45 dias, fato aposto ao ocorrido com o solo visto anteriormente. A explicação deste fato talvez seja devido a este solo apresentar um pH inicial maior e também maiores teores de cálcio mais magnésio.

A análise estatística revelou não serem significativas as diferenças de pH aos dois dias quando usadas frações de 140 - 200 mesh e < 200 mesh. Dos 2 aos 12 dias os valores de pH da fração > 10 mesh não diferiu estatisticamente da fração 20 - 40 mesh, embora as médias fossem iguais. Isto talvez seja explicado por erro de amostragem. Os demais resultados foram diferentes estatisticamente. As diferenças dos valores de pH aos 4 dias, não foram significativas para as frações de > 10 mesh até 20 - 40 mesh como também para as frações 70 - 140 mesh até < 200 mesh. Os resultados da amostragem do 7.^o dia, mostrou diferenças e estatísticas entre os

TEMPO DE REAÇÃO — dias —

Mesh.	2		4		7		12		16		30		45		60		90		
	pH	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ Al ⁺⁺⁺ trocável	pH	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ Al ⁺⁺⁺ trocável	pH	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ Al ⁺⁺⁺ trocável	pH	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ Al ⁺⁺⁺ trocável	pH	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ Al ⁺⁺⁺ trocável	pH	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ Al ⁺⁺⁺ trocável	pH	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ Al ⁺⁺⁺ trocável	pH	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ Al ⁺⁺⁺ trocável	pH	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ Al ⁺⁺⁺ trocável	
CALCÁRIO BIANCHINI																			
> 10	5,3 1,4	1,1	5,4	1,2 1,0	5,4	1,2 1,0	5,4	1,1 1,0	5,4	1,1 1,0	5,4	1,6 0,8	5,5 1,4	0,7	5,5 1,5	0,8	5,6	1,6 0,7	
10_20	5,3 1,4	1,1	5,4	1,3 1,0	5,4	1,2 1,0	5,4	1,1 1,0	5,4	1,2 0,9	5,4	1,6 0,8	5,5 1,5	0,8	5,5 1,7	0,8	5,6	1,6 0,8	
20_40	5,3 1,4	1,1	5,4	1,3 0,9	5,4	1,2 1,0	5,3	1,2 1,0	5,3	1,2 0,8	5,4	1,8 0,7	5,6 1,8	0,7	5,6 1,9	0,6	5,7	2,1 0,0	
40_70	5,3 1,5	1,1	5,4	1,5 0,8	5,5	1,4 0,8	5,4	1,4 0,8	5,4	1,5 0,8	5,5	2,3 0,0	5,8 2,2	0,0	5,7 2,4	0,0	5,6	2,4 0,0	
70_140	5,4 2,0	0,8	5,6	2,2 0,0	5,6	2,2 0,0	5,6	2,3 0,0	5,6	2,4 0,0	5,7	2,6 0,0	5,8 2,7	0,0	5,8 2,7	0,0	5,8	2,8 0,0	
140_200	5,7 2,3	0,0	5,7	2,3 0,0	5,8	2,4 0,0	5,7	2,6 0,0	5,7	2,6 0,0	5,7	2,5 0,0	5,8 2,6	0,0	5,8 2,8	0,0	5,8	2,8 0,0	
< 200	5,7 2,5	0,0	5,7	2,4 0,0	5,7	2,4 0,0	5,7	2,4 0,0	5,7	2,4 0,0	5,8	2,6 0,0	5,8 2,5	0,0	5,8 2,7	0,0	5,7	2,6 0,0	
CALCÁRIO ITAU																			
> 10	5,3 1,3	1,2	5,4	1,3 1,0	5,4	1,2 1,0	5,4	1,2 1,0	5,4	1,2 0,4	5,4	1,3 0,8	5,4 1,3	0,7	5,4 1,4	0,9	5,4	1,4 0,8	
10_20	5,3 1,3	1,1	5,3	1,3 1,1	5,4	1,2 1,0	5,4	1,1 1,0	5,4	1,0 0,5	5,4	1,1 0,9	5,5 1,1	0,9	5,5 1,5	0,8	5,6	1,4 0,9	
20_40	5,3 1,5	1,1	5,3	1,3 1,0	5,5	1,3 0,9	5,5	1,2 1,0	5,5	1,0 0,6	5,5	1,9 0,8	5,6 1,7	0,7	5,6 1,7	0,7	5,5	2,0 0,7	
40_70	5,3 1,5	1,0	5,4	1,5 0,8	5,5	1,5 0,7	5,6	1,7 0,7	5,6	1,9 0,7	5,6	2,7 0,0	5,8 2,7	0,0	5,8 2,7	0,0	6,0	3,0 0,0	
70_140	5,5 2,2	0,6	5,6	2,5 0,0	5,7	2,5 0,0	5,7	2,5 0,0	5,7	2,5 0,0	5,8	2,8 0,0	5,9 2,8	0,0	5,8 0,0	0,0	5,9	3,0 0,0	
140_200	5,8 2,5	0,0	5,8	2,5 0,0	5,8	2,6 0,0	5,8	2,6 0,0	5,8	2,6 0,0	5,8	2,8 0,0	5,8 2,8	0,0	5,8 2,7	0,0	5,8	2,9 0,0	
< 200	5,8 2,6	0,0	5,8	2,6 0,0	5,9	2,7 0,0	5,8	2,7 0,0	5,8	2,7 0,0	5,8	2,7 0,0	5,8 2,8	0,0	5,8 2,7	0,0	5,8	2,8 0,0	
ESCÓRIA																			
> 10	5,4 1,2	1,1	5,3	1,2 1,0	5,4	1,1 1,0	5,3	1,0 1,0	5,3	1,0 0,3	5,3	1,4 0,9	5,4 1,4	0,9	5,4 1,2	1,0	5,4	1,3 1,0	
10_20	5,3 1,2	1,2	5,4	1,2 1,0	5,4	1,0 1,1	5,3	1,0 1,1	5,3	1,0 0,9	5,4	1,4 1,0	5,4 1,3	0,8	5,4 1,4	1,5	5,4	1,5 0,9	
20_40	5,3 1,2	1,2	5,3	1,2 1,0	5,5	1,2 0,9	5,4	1,0 1,0	5,4	1,0 0,4	5,4	1,5 0,7	5,5 1,6	0,7	5,5 1,8	0,7	5,5	1,6 0,7	
40_70	5,3 1,4	1,0	5,4	1,4 0,8	5,6	1,4 0,8	5,4	1,5 0,7	5,4	1,4 0,6	5,3	1,4 0,7	5,6 1,8	0,0	5,6 1,8	0,0	5,4	1,9 0,0	
70_140	5,4 1,6	0,9	5,4	1,6 0,7	5,5	1,7 0,6	5,5	1,6 0,6	5,5	1,6 0,5	5,5	1,8 0,0	5,6 1,9	0,0	5,6 2,0	0,0	5,5	2,0 0,0	
140_200	5,5 1,8	0,9	5,5	1,9 0,7	5,5	1,8 0,6	5,5	1,8 0,7	5,5	1,9 0,6	5,5	2,0 0,0	5,6 2,3	0,0	5,6 2,3	0,0	5,6	2,0 0,0	
< 200	5,5 2,3	0,7	5,5	2,1 0,6	5,6	2,1 0,6	5,5	1,9 0,0	5,5	1,9 0,5	5,6	2,1 0,0	5,7 2,4	0,0	5,6 2,4	0,0	5,7	2,5 0,0	

quadro 2 - Resultados de pH, Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺ e Al⁺⁺⁺ trocável, do solo de Limeira, em função do tempo de reação e da granulometria dos três materiais corretivos

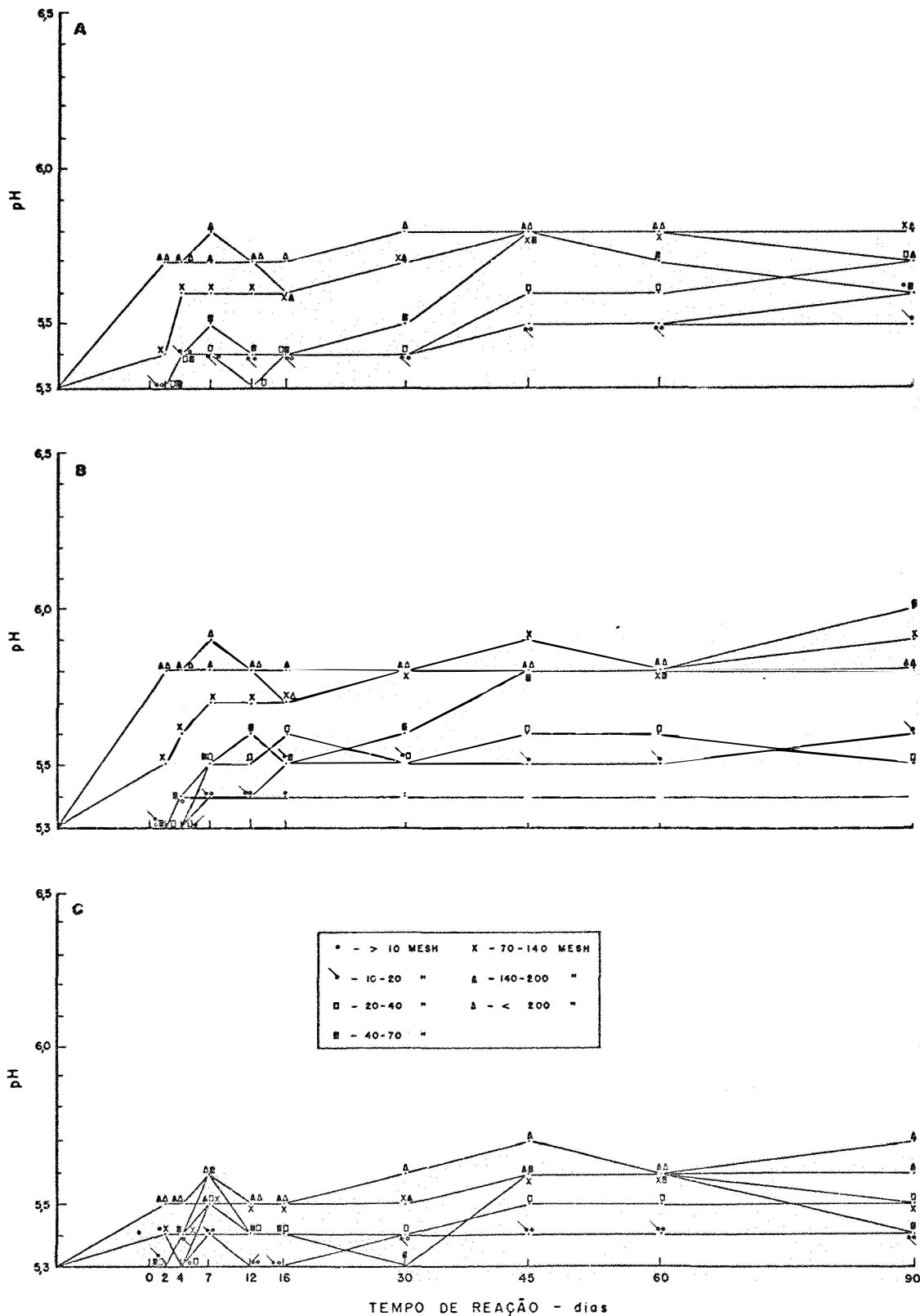


Figura 4 - Variação dos valores de pH do solo de Limeira em função da granulometria dos três corretivos e do tempo de reação.

- A - Calcário Bianchini
- B - Calcário Itau
- C - Escória

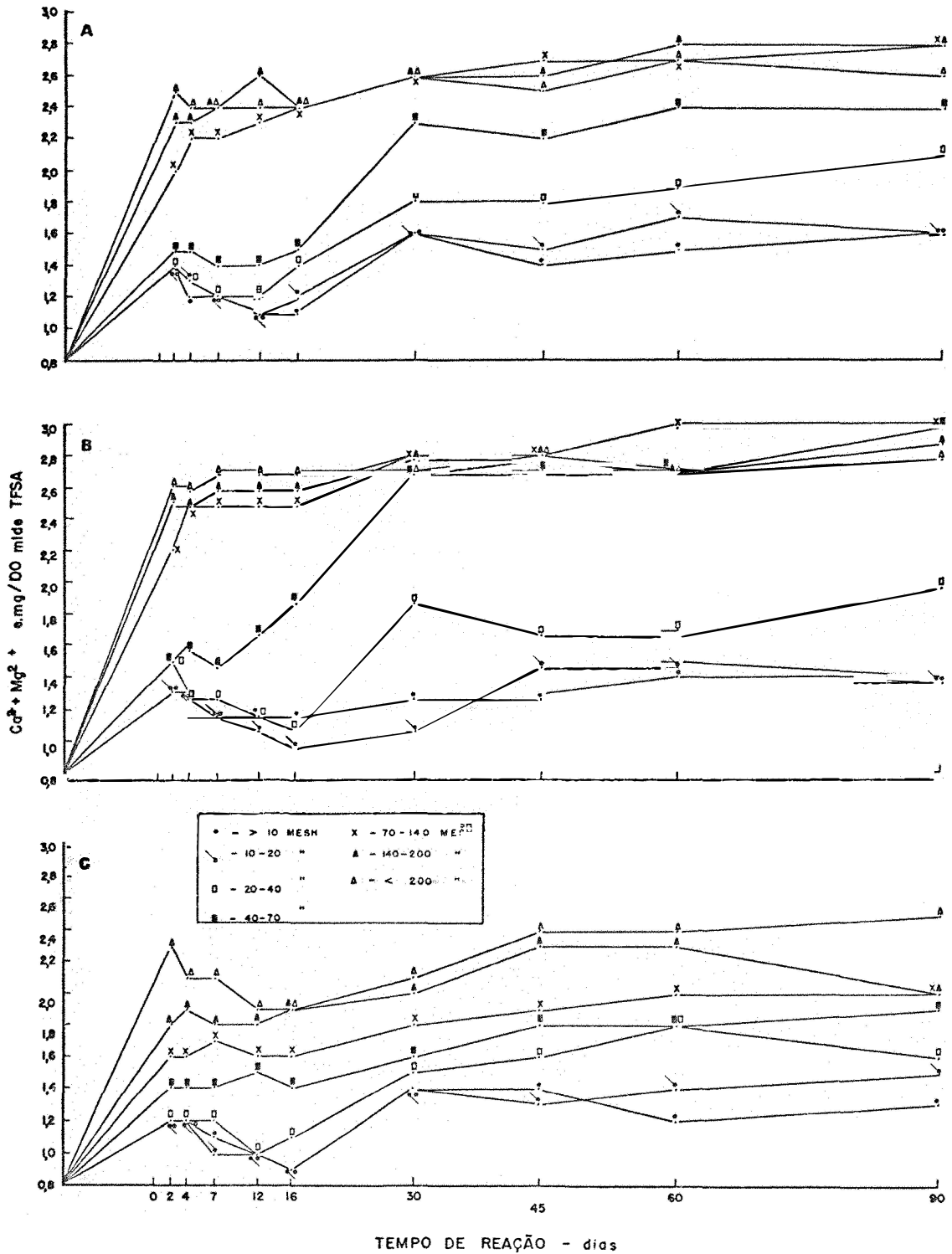


Figura 5 - Variação dos teores de cálcio mais magnésio do solo de Limeira, em função da granulometria e do tempo de reação.

- A - Calcário Bianchini
- B - Calcário Itaú
- C - Escória

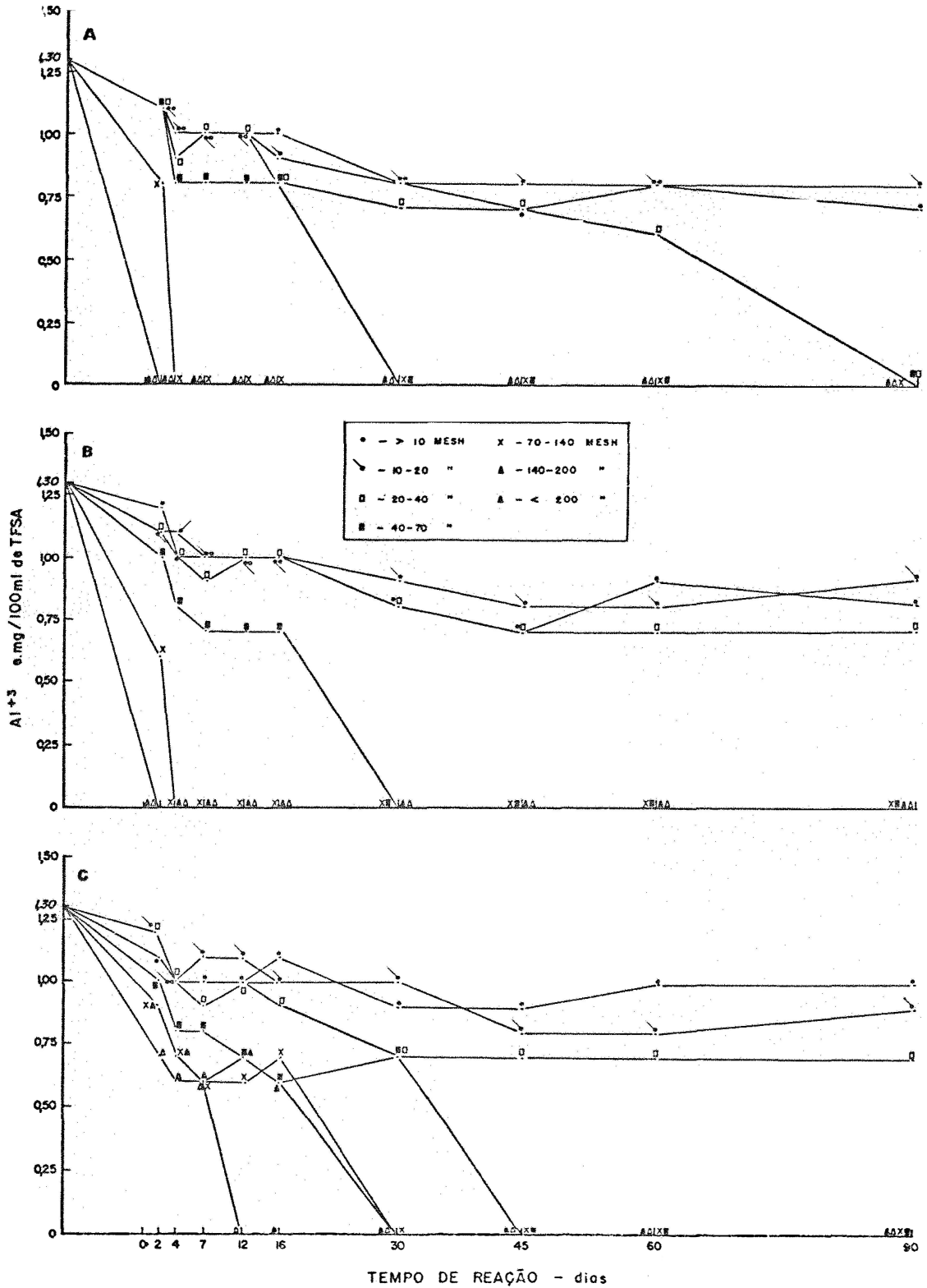


Figura 6 - Variação dos teores de alumínio trocável no solo de Limeira em função da granulometria dos três corretivos e de tempo de reação.

- A - Calcário Bianchini
- B - Calcário Itaú
- C - Escória

valores de pH para as frações 40 - 70 mesh, 70 - 140 mesh e para as frações 140 - 200 mesh e < 200 mesh.

Aos 12 dias houve diferenças estatísticas dos valores de pH entre as frações > 10 mesh e 20 - 40 mesh, e também entre as três frações mais finas como as quatro frações mais grosseiras. Com 16 dias de contato do corretivo com o solo houve diferenças estatísticas dos valores de pH entre as frações > 10 mesh com 10 - 20 mesh e 40 - 70 mesh. Entre as três frações mais finas não houve diferenças significativas, mas foram significativas suas diferenças com as demais. Aos 30 dias não foram significativas as diferenças de pH entre as frações > 10 mesh e 20 - 40 mesh, 70-140 mesh. Os resultados dos valores de pH aos 60 dias mostraram que não houve diferenças significativas das frações > 10 mesh, 20 - 40 e 40 - 70 mesh como também das três frações mais grosseiras. Aos 90 dias foram significativas as diferenças dos valores de pH, quando usou-se a fração 40 - 70 mesh.

Os resultados estão graficamente representados na Figura 4, do gráfico A. O coeficiente de variação foi de 1,2%.

Os dados obtidos para os teores de cálcio mais magnésio encontram-se expostos no Quadro.2. À primeira vista observa-se que as frações mais finas já liberam cálcio mais magnésio logo aos primeiros dias. Estas quantidades perduram até aos 90 dias, chegando a teores de 2,8 e. mg/100 ml de TFSA, para solo cujo teor inicial era de 0,80 e. mg/100 ml de TFSA. As frações mais grosseiras apenas liberam quantidades maiores destes elementos a partir dos 30 dias, sendo que as duas mais grosseiras,

praticamente não variam nestas quantidades até aos 90 dias. As frações, 20 - 40 mesh e 40 - 70 mesh, agem intermediariamente na liberação destes elementos. O coeficiente de variação foi de 7,4%. Aos dois dias a análise estatística revelou ser significativas as diferenças dos teores de cálcio mais magnésio da fração 40 - 70 mesh em relação às três frações mais grosseiras, como também em relação às três mais finas, sendo que estas mostraram diferenças significativas entre si. Aos 4 dias não foram significativas as diferenças dos teores de cálcio mais magnésio das frações > 10 mesh até 20 - 40 mesh como também das frações 70 - 140 mesh e 140 - 200 mesh. A amostragem do 7.^o dia revelou não serem significativa a diferença do teor de cálcio mais magnésio apenas das três granulometrias mais finas. Os teores de cálcio mais magnésio aos 12 dias mostraram não haver diferenças estatísticas entre as duas frações mais finas e também entre as frações 70 - 140 mesh e < 200 mesh. Aos 16 dias não foram significativas as duas granulometrias mais finas como também entre as frações 20 - 40 mesh, 40 - 70 mesh, 70 - 140 mesh e < 200 mesh. Notou-se que há uma maior liberação de cálcio mais magnésio para as frações 70 - 140 mesh e 140 - 200 mesh em relação à fração < 200 mesh, fato que se explica talvez por erro de amostragem. A amostragem dos 30 dias mostrou que houve diferenças significativas para os teores de cálcio mais magnésio apenas para as frações 20 - 40 mesh e 40 - 70 mesh, e aos 45 dias diferenças significativas para as frações 20 - 40 mesh e 70 - 140 mesh. Aos 60 dias apenas não foram significativas as diferenças dos teores de cálcio mais magnésio entre as frações 70 - 140 mesh e < 200 mesh. Na amostragem final os teores de cálcio mais magnésio não mostraram diferenças significa-

tivas quando foram usadas as frações > 10 mesh e 10 - 20 mesh como também entre as frações 70 - 140 mesh e 140 - 200 mesh. Os resultados destes testes estão graficamente representados na Figura 5 , gráfico A .

Os resultados analíticos para os teores de alumínio trocável, estão representados no Quadro 2 . Observou-se que, para o calcário em estudo, já aos dois dias, há uma insolubilização total do alumínio trocável quando usaram-se frações de 140 - 200 mesh e < 200 mesh. Aos 4 dias, para a fração 70 - 140 mesh, o alumínio já se encontra insolubilizado. Com um mês de contacto, ao se usar a fração 40 - 70 mesh, nota-se uma insolubilização do mesmo, e aos 90 dias a fração 20 - 40 mesh também insolubiliza o alumínio. Para este solo notou-se que apenas as duas frações mais grosseiras não surtiram efeito na insolubilização do alumínio. O coeficiente de variação para este caso foi de 8,7% . A análise estatística para a amostragem dos dois dias apenas foi significativa para as diferenças de teores de alumínio ao se usarem as frações 70 - 140 mesh. Aos 4 , 7 e 12 dias foram significativas as diferenças dos teores de alumínio, cuja fração usada foi a 40 - 70 mesh. Para a amostragem dos 16 dias os resultados mostram haver diferenças significativas entre as frações > 10 mesh , 10 - 20 mesh e 20 - 40 mesh , 40 - 70 mesh. Aos 30 dias não foram significativas as diferenças dos teores de alumínio quando usaram-se frações do calcário de > 10 mesh e 10 - 20 mesh. Na amostragem dos 45 dias foram significativas as diferenças dos teores de alumínio da fração 10 - 20 mesh em relação às frações > 10 mesh e 20 - 40 mesh. Foi significativa a diferença dos teores de alumínio quando usou-se a fração 20 - 40 mesh em relação às duas frações mais grosseiras, para a amostragem dos 60 dias.

Aos 90 dias também houve diferenças significativas entre as duas frações > 10 mesh e 10 - 20 mesh. Os resultados dos teores de alumínio, vistos anteriormente, estão representados na Figura 6 , gráfico A .

4.2.2 - Calcário Itaú

Os dados referentes a este calcário estão arrolados no Quadro 2 . Verifica-se que, para o calcário em estudo, as diferenças dos valores de pH são semelhantes aos do calcário visto anteriormente. O maior valor de pH atingido foi igual a 6,0. Notou-se que os acréscimos maiores de pH ocorreram quando usaram-se frações menores que 40 - 70 mesh, e que também não houve decréscimos de pH ocorridos para este mesmo calcário, quando aplicado em solo de Capão Bonito. Análise estatística revelou ser de 1,2% o coeficiente de variação, e que aos dois dias não houve diferenças significativas do valor de pH quando usaram-se frações do calcário > 10 mesh, a 40 - 70 mesh como também diferenças entre as frações 140 - 200 mesh a < 200 mesh. Aos 4 dias não houve diferenças significativas para os valores de pH das frações > 10 mesh a 20 - 40 mesh e das frações 140 - 200 mesh e < 200 mesh. Aos 7 dias de reação do corretivo com o solo, a análise estatística mostrou não serem as diferenças de pH significativas para as frações entre > 10 mesh e 10 - 20 mesh , 20 - 40 mesh e 40 - 70 mesh, mas foi significativo para as diferenças entre 70 - 140 mesh , 140 - 200 mesh e < 200 mesh.

A amostragem dos 12 dias mostrou haver diferenças significativas entre os valores de pH quando usadas frações 20 - 40 mesh, 40 - 70 mesh e 70 - 140 mesh. Com 16 dias de reação do corretivo com o solo a análise estatística revelou serem significativas as diferenças dos valores de pH

para as frações > 10 mesh e 20 - 40 mesh , 140 - 200 mesh. O resultado do valor de pH aos 30 dias revelou ser significativo a diferença dos valores quando usaram-se frações 40 - 70 mesh. Aos 45 dias foram significativas as diferenças dos valores de pH ao se usarem frações 40 - 70 mesh, e aos 60 dias já houve diferenças significativas para as frações > 10 mesh, 10 - 20 mesh e 20 - 40 mesh. No final do experimento, isto é, aos 90 dias, não foram significativas as diferenças dos valores de pH para as frações 140 - 200 mesh , < 200 mesh e 10 - 20 mesh , 20 - 40 mesh. Os resultados de pH verificados para este caso estão na Figura 4 , gráfico B .

Quanto aos teores de cálcio mais magnésio obtidos para este calcário, os mesmos estão inclusos no Quadro 2 . Os resultados mostraram ser semelhantes os teores dos mesmos quando comparados com o calcário Bianchini, sendo que aqui o teor máximo atingido chegou a 3,0 e. mg/100 ml de TFSA , ao se usar a fração 70 - 140 mesh. Dos 2 aos 16 dias, praticamente não houve diferenças nas quantidades fornecidas desde a fração > 10 mesh até 40 - 70 mesh. A partir desta fração os acréscimos são consideráveis, conforme observa-se no Quadro 2 . Para o caso em questão a análise estatística revelou ser de 7,4% o coeficiente de variação. Verificou-se que aos dois dias não houve diferenças significativas ao se usarem as frações > 10 mesh e 10 - 20 mesh , 20 - 40 mesh, 40 - 70 mesh , 140 - 200 mesh e < 200 mesh. Aos 4 e 7 dias de contacto do calcário com o solo, foram significativas as diferenças dos teores de cálcio mais magnésio ao se usarem as frações 40 - 70 mesh e < 200 mesh. Os resultados dos 12 e 16 dias mostraram ser apenas significativas as diferenças dos teores de cálcio mais magnésio para as frações 40 - 70 mesh e 70 - 140 mesh. Aos 30

dias, apenas não houve diferenças significativas para os teores de cálcio mais magnésio, quando usaram-se frações 40 - 70 mesh e < 200 mesh, fato o corrido devido talvez a erro de amostragem, como também não foi significativo o efeito das frações 70 - 140 mesh e 140 - 200 mesh.

A amostragem dos 45 dias mostrou não serem significativas as diferenças dos teores de cálcio mais magnésio ao se usarem frações 70 - 140 mesh a < 200 mesh. Com 60 dias de contacto do corretivo com o solo verificou-se que foram significativas as diferenças dos teores de cálcio mais magnésio ao se usarem as frações 20 - 40 mesh e 70 - 140 mesh, e aos 90 dias foram significativas as diferenças dos teores destes elementos ao se usarem frações 20 - 40 mesh. Tais resultados encontram-se na Figura 5 , gráfico B .

Para os teores de alumínio trocável os resultados encontram-se no Quadro 2 . Nota-se que os resultados são semelhantes aos valores de a alumínio encontrados para o calcário anterior, onde a insolubilização do a alumínio foi igual, tanto no tempo de reação como para a granulometria. Aos dois dias não houve diferenças significativas entre os teores de alumínio trocável quando usaram-se frações de calcário > 10 mesh e 20 - 40 mesh, como também entre as frações 10 - 20 mesh , 20 - 40 mesh e 40 - 70 mesh.

Foram significativas as diferenças dos teores de alumínio para a fração 70 - 140 mesh. Aos 4 dias a fração que apresenta diferença significativa de teores de alumínio foi a 40 - 70 mesh e aos 7 , 12 e 16 dias já apresentaram diferenças significativas os teores de alumínio, quando usaram-se as frações 20 - 40 mesh e 40 - 70 mesh. A amostragem dos 30 dias

mostrou que as diferenças dos teores de alumínio foram significativas quando usou-se a fração 10 - 20 mesh. Aos 45 dias não houve diferenças significativas para os teores de alumínio para todas as frações, e aos 60 dias apenas registraram diferenças significativas os teores de alumínio quando usadas as frações > 10 mesh e 20 - 40 mesh. Na amostragem final foram significativas as diferenças dos teores de alumínio para a fração > 10 mesh. O coeficiente de variação para este caso foi de 11,7%. Os resultados estão expostos na Figura 6, gráfico B.

4.2.3 - Escória de Siderurgia

Para os valores de pH, que estão representados no Quadro 2, nota-se que os acréscimos são menores nas primeiras amostragens, porém vão gradativamente aumentando com o tempo. Também não se observou diminuição dos valores de pH em função do tempo, fato ocorrido com o solo de Capão Bonito. A análise estatística mostrou ser de 1,3% o coeficiente de variação. Aos dois dias, apenas foram significativas as diferenças dos valores de pH ao se usar fração 70 - 140 mesh. Aos 4 dias houve diferenças estatísticas para os valores de pH, das frações 40 - 70 mesh e 70 - 140 mesh em relação as três frações mais grosseiras e às duas mais finas. A amostragem do 7.^o dia revelou não serem significativas as diferenças dos valores de pH ao se usarem as frações 140 - 200 mesh e < 200 mesh, 40 - 70 mesh e 70 - 140 mesh como também as frações 10 - 20 mesh e 20 - 40 mesh. Com 12 dias de contacto do corretivo com o solo, a amostragem revelou que não houve diferenças significativas entre os valores de pH das frações > 10 mesh e 10 - 20 mesh, 20 - 40 mesh e 40 - 70 mesh, 70 - 140 mesh e < 200 mesh.

Aos 15 dias, apenas foram significativas as diferenças dos valores de pH para a fração 70 - 140 mesh. Os resultados das diferenças dos valores de pH aos 30 dias foram significativas para as frações 40 - 70 mesh e < 200 mesh. Verificou-se que aos 45 dias de contacto da escória, a análise revelou não serem significativas os valores de pH para as frações 140 - 200 mesh e < 200 mesh. Aos 60 dias as diferenças dos valores de pH foram significativas quando usou-se a fração 20 - 40 mesh, e aos 90 dias também foram significativas as frações 140 - 200 mesh e < 200 mesh. Estes resultados encontram-se na Figura 4 , gráfico C .

Para os teores de cálcio mais magnésio, verifica-se pelo Quadro 2 , que a escória libera quantidades de cálcio mais magnésio, em menores quantidades com relação aos dois calcários anteriormente citados. O coeficiente de variação aqui encontrado foi de 8,8% , e nota-se que aos 2 e 4 dias não foram significativas as diferenças dos teores de cálcio mais magnésio ao se usarem as três frações mais grosseiras. Aos 7 dias, foram significativas as frações < 200 mesh e 40 - 70 mesh, e aos 12 dias, já foram significativas as diferenças dos teores de cálcio mais magnésio ao se usarem as frações 140 - 200 mesh e < 200 mesh. Com 16 dias de contacto da escória com o solo apenas foram significativas as frações 40 - 70 mesh e 70 - 140 mesh. Os resultados das diferenças dos teores de cálcio mais magnésio foram significativas aos 30 dias quando usaram-se as frações 70 - 140 mesh até < 200 mesh.

As análises estatísticas revelaram serem significativas os teores de cálcio mais magnésio para a escória empregada quando a fração usada

foi 20 - 40 mesh, aos 45 dias. Aos 60 dias as diferenças dos teores de cálcio mais magnésio, só não foram significativas quando usaram-se as frações 20 - 40 mesh e 40 - 70 mesh. Na última amostragem os resultados mostraram não haver diferenças significativas para os teores de cálcio mais magnésio entre as frações 70 - 140 mesh, 140 - 200 mesh e entre as frações 40 - 70 mesh e 70 - 140 mesh. Os teores de cálcio mais magnésio estão representados na Figura 5, gráfico C.

Quanto aos teores de alumínio trocável, observa-se pelo Quadro 2, que para o solo em questão a escória agiu diferentemente em relação ao solo de Capão Bonito. Notaram-se que a partir dos 12 dias quando usou-se a fração < 200 mesh, já o alumínio estava insolubilizado. Aos 30 dias, já se fez sentir o efeito da fração 70 - 140 mesh nesta insolubilização, e a partir dos 45 dias já a fração 40 - 70 mesh mostra efeitos positivos na insolubilização do alumínio.

Desde aos dois dias de contacto da escória com o solo notou-se que a partir da fração 40 - 70 mesh houve maior insolubilização do alumínio. O coeficiente de variação foi de 8,5%, onde a análise estatística mostrou não haver diferenças significativas quando usou-se a fração < 200 mesh, aos 2 e 4 dias. Na amostragem do 7.^o dia foram significativas as diferenças dos teores de alumínio, para as frações 20 - 40 mesh e 40 - 70 mesh.

Com 12 dias de contacto da escória com o solo, foram significativas as diferenças dos teores de alumínio quando usaram-se frações 10 - 20 mesh e 70 - 140 mesh. Aos 16 dias foram significativas as diferenças dos teores de alumínio quando usaram-se as frações 20 - 40 mesh e 70 - 140 mesh.

A análise estatística revelou não serem significativas as diferenças dos teores de alumínio quando usaram-se as frações > 10 mesh, 10-20 mesh, e 20-40 mesh, 40-70 mesh, para amostragem dos 30 dias. Foram significativas as diferenças dos teores de alumínio aos 45 e 60 dias para as três granulometrias mais grosseiras. A amostragem final revelou apenas serem significativas as diferenças dos teores de alumínio quando usou-se a fração 20-40 mesh. Os resultados observados estão representados na Figura 6, gráfico C.

No Quadro 4 estão arrolados os resultados da análise estatística.

Quadro 4 - Resultados da análise estatística do Solo de Limeira, mostrando a diferença mínima significativa e o coeficiente de variação dos valores de pH, $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ e Al^{3+} .

		Corretivos		
		Calcário Bianchini	Calcário Itaú	Escória
D.M.S.	pH	0,17	0,17	0,18
	$Ca^{+2} + Mg^{+2}$	0,38	0,38	0,36
	Al^{+3}	0,29	0,40	0,27
C. V.	pH	1,2	1,2	1,3
	$Ca^{+2} + Mg^{+2}$	7,0	7,4	8,8
	Al^{+3}	8,7	11,7	8,5

5 - CONCLUSÕES

- 1 - Para os calcários os maiores aumentos nos valores de pH foram observados logo aos 4 dias, quando usou-se frações menores que 70 a 140 mesh.
- 2 - Para a escória houve maiores aumentos nos valores de pH, para as frações menores que 40 - 70 mesh.
- 3 - Os aumentos foram maiores para o solo que apresentou o menor pH inicial.
- 4 - Os aumentos dos teores de cálcio mais magnésio foram idênticos aos verificados para o pH.
- 5 - O alumínio trocável foi completamente neutralizado logo aos 4 dias, quando usaram-se calcários cujas frações eram menores que 70 a 140 mesh.

6 - Maiores tempos foram requeridos para a neutralização do alumínio, quando usou-se a escória, e em um solo não foi completamente neutralizado mesmo usando-se frações mais finas.

6 - R E S U M O

Este trabalho teve como objetivo comparar a eficiência de neutralização de diferentes frações granulométricas de corretivos do solo. O efeito das diferentes frações de dois calcários e uma escória aplicados a dois solos, foi avaliado através de medidas de pH , e de análises dos teores de cálcio mais magnésio e de alumínio, no período de tempo de 90 dias.

Foram utilizados dois solos, Latossolo Vermelho Escuro Orto , retirado nos municípios de Limeira e Capão Bonito. Foram utilizados um calcário dolomítico (Calcário Bianchini) e um calcítico (calcário Itau) , além de uma escória de siderurgia (Cosipa).

Os calcários e a escória foram utilizados em 7 granulometrias:
> 10 mesh ; 10-20 mesh ; 20-40 mesh ; 40-70 mesh ; 70-140 mesh ;
140-200 mes, e 200 mesh.

Foram usados 1,8 g dos separados para a incubação do solo de Capão Bonito, e 1,6 g para o de Limeira. O delineamento usado foi o de blocos inteiramente casualizados, com 7 tratamentos e 3 repetições.

As amostras foram coletadas para posterior análise de pH, cálcio mais magnésio e alumínio trocáveis, aos 2, 4, 7, 12, 16, 30, 45, 60 e 90 dias após a incubação.

De um modo geral houve maiores aumentos nos valores de pH, quando empregaram-se frações menores que 70-140 mesh dos calcários. Estes aumentos foram observados logo nos quatro primeiros dias de contacto, e perduraram até o final do experimento. Para as frações intermediárias e mais grosseiras, os aumentos foram pequenos no início e permaneceram mais ou menos estáveis até aos 90 dias.

Os aumentos verificados de pH foram maiores para o solo que apresentou o menor pH inicial. Quando empregou-se a escória os aumentos de pH foram mais elevados logo nos primeiros dias e perduraram até o final dos 90 dias, quando usaram-se frações menores que 40-70 mesh. Os aumentos também foram maiores quando o solo apresentou menor pH inicial.

Observou-se para os calcários que os teores de cálcio mais magnésio, logo nos primeiros quatro dias já atingiram os maiores valores e que estes permaneceram mais ou menos estáveis até aos 90 dias, isto quando as frações usadas foram menores que 70-140 mesh.

Para as frações intermediárias verificaram-se pequenos aumentos que perduraram até aos 16 dias, para depois sofrerem um ligeiro acréscimo.

A escória apresentou resultados semelhantes aos dos calcários só que os acréscimos dos teores de cálcio mais magnésio foram menores, e as frações que melhores resultados apresentaram foram as de granulometria menores que 40-70 mesh.

A insolubilização total do alumínio se deu logo nos primeiros quatro dias de contacto dos calcários com o solo, quando usadas as frações menores que 70-140 mesh. As demais frações foram ineficientes até 90 dias, exceto para a fração 40-70 mesh que também insolubilizou o alumínio a partir dos 30 dias, isto para o solo de Limeira. O mesmo não foi verificado com o solo de Capão Bonito.

A escória no solo de Limeira foi eficiente na insolubilização total do alumínio aos 12 dias de contacto, quando foram usadas as frações < 200 mesh. Aos 30 dias já surtiram efeito na insolubilização total do alumínio as frações 70-140 mesh e 140-200 mesh e aos 45 dias, já a fração 40-70 mesh também teve o mesmo efeito. Para o solo de Capão Bonito a escória não conseguiu insolubilizar totalmente o alumínio.

S U M M A R Y

The efficiency of particle of different sizes of two limestones and a slag in neutralizing soil acidity was studied.

The dolomitic (Bianchini) and calcitic (Itau limestones and the furnace slag (Cosipa) were sieved and fractions of particles larger than 10 mesh, between 10-20 , 20-40 , 40-70 , 70-140 , 140-200 and less than 200 mesh were separated. This different fractions were allowed to react with two soils, belonging to the great group Ortho Dark Red Latosol. Samples were taken after 2 , 4 , 7 , 12 , 16 , 30 , 45 , 60 and 90 days and analysed for pH , calcium plus, magnesium and aluminum.

For the limestones maximum increases in pH were observed in 4 days, by the use of fractions of particles less than 70-140 mesh.

For fractions of intermediate particle size, increases in pH were small and continuous during 90 days. Coarser particles did not react. Maximum pH was attained in the first days of the experiment by the use of particles smaller than 40-70 mesh of the slag .

Increases in calcium and magnesium followed the general pattern of pH .

Exchangeable aluminum was completely neutralized in 4 days by the use of fractions less than 70-140 mesh of the limestones. Longer times were required for the slag to react with aluminum and, in one soil, aluminum was not completely neutralized even with the fraction of smallest particle size.

7 - LITERATURA CITADA

- 1 - ANDERSON, C. A. - 1968 - Effect of particle size of calcitic and dolomitic limestones on rate of reaction in Lakeland fine sand. Soil Crop Sci. Soc. Florida , Proc. 28: 63-69 .
- 2 - BEACHER, R. L. ; LONGENEKER, D. and MERKLE, F. G. - 1952 - Influence of form, fineness, and amount of limestone on plant development and certain soil characteristics. Soil Sci. 73: 75-82.
- 3 - BEAR, F. E. and TOTH, S. J. - 1942 - The pH values and lime requirements of 20 New Jersey soils. N. J. Agr. Exp. Sta. Cir. 446.
- 4 - BEAR, F. E. and ALLEN, L. - 1932 - Relation between fineness of limestones particles and their rates of solution. Indus. and Engin. Chem. 24: 998-1001 .

- 5 - BORNEMISZA, E. - 1966 - Conceitos modernos de acidez do solo. Turrialba 15: 20-24 .
- 6 - BRAGA, J. M. ; BRAGA, L. J. e FONTES, L. A. N. - 1971 - Efeito da aplicação de calcário sobre os níveis de pH , cálcio , magnésio, fósforo e potássio do solo. Ceres 27: 279-293 .
- 7 - CATANI, R. A. ; GALLO, J. R. - 1955 - Avaliação da exigência em calcário dos solos do Estado de São Paulo, mediante correlação entre o pH e a porcentagem de saturação em bases. Revista da Agricultura 30: 49-60.
- 8 - CATANI, R. A. e BRAUNER, J. L. - 1967 - Variação no teor de alumínio trocável do solo, influenciada pela aplicação de carbonato de cálcio. Anais E. S. A. "Luiz de Queiroz", vol. XXIV: 57-69 .
- 9 - CATANI, R. A. ; GALLO, J. R. e GARGANTINI, H. - 1955 - Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Instituto Agrônomo, 29 p. (Boletim n.º 69).
- 10 - COMISSÃO DE SOLOS - 1960 - Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. C.N.P.A. Ministério da Agricultura Rio de Janeiro. Boletim n.º 12 .
- 11 - GALLO, J. R. ; CATANI, R. A. e GARGANTINI, H. - 1956 - Efeito de três tipos de calcário na reação do solo e no desenvolvimento da soja. Bragantia, 15: 121-130.
- 12 - GARGANTINI, H. ; COELHO, R. A. S. ; VERLENGIA, F. e SOARES, E. - 1970 - Levantamento de fertilidade dos solos do Estado de São Paulo. CIA. Secretaria da Agricultura (mimeografado).

- 13 - GARGANTINI, H. e CAMARGO, A. P. - Comparação entre tipos de corretivos da acidez e verificação do fator multiplicado pelo alumínio. (a ser publicada em *Bragantia*).
- 14 - GOMES, A. G. ; GARGANTINI, H. e BLANCO, H. G. - 1965 - Comportamento de tipos de escórias de siderurgia como corretivos da acidez do solo. *Bragantia* 24: 173-179.
- 15 - GOMES, A. G. ; GARGANTINI, H. ; GUIMARÃES, G. e WUTKE, A. C. P. - 1962 - Competição entre materiais corretivos (escórias de siderurgia x calcário) em solos de várzea do Vale do Paraíba. *Bragantia* 21: 778-793.
- 16 - HEALD, W. R. - 1965 - Calcium and magnesium. In. C. A. Black (Ed), *Methods of Soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy* n.º 9. 999-1019.
- 17 - KAMPRATH, E. J. - 1970 - Exchangeable aluminium as a criterion for liming leached mineral soils. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 34: 252-254.
- 18 - KOPELLOF, N. - 1917 - The influence of fineness of division of pulverized limestone on crop yield as well as the chemical and bacteriological factors in soil fertility. *Soil. Sci.* 4: 19-76 .
- 19 - LEPSCH, I. F. ; ROTTA, L. C. e KUPPER, A. - 1968 - Estudos dos materiais calcários usados como corretivo do solo no Estado de São Paulo. I. Composição granulométrica. *Bragantia* 27: 225-237.
- 20 - McCLEAN, E. O. - 1965 - Aluminium. In. C. A. Black (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 2* , American Society of Agronomy n.º 9 , 978-998 .

- 21 - MEYER, T. A. and GARTH, W. V. - 1952 - Effect of particle size of limestones on reaction, exchangeable cations and plant growth. Soil Sci. 73: 37-52.
- 22 - MOTTO, H. L. and MELSTED, C. W. - 1960 - The influence of various particles size fractions of limestone. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 24: 488-490.
- 23 - OLIVEIRA, J. B. e ROTTA, L. G. - 1971 - Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Limeira. Bragantia 30, (No prelo).
- 24 - PIERRE, W. R. - 1930 - Neutralizing values and rate of reaction with acid soils of different grades and kinds of liming materials. Soil. Sci. 29: 137-158.
- 25 - RIOS, V. ; MARTINI, A. J. e TEJEIRA, R. - 1968 - Efecto del encalado sobre la acidez y el contenido de aluminio y hierro en nueve suelos de Panamá. Turrialba, 18: 139-146 .
- 26 - SHAW, W. M. e ROBINSON, B. - 1960 - Reaction efficiencies of liming materials as indicated by lysimeter leachate composition. Soil Sci. 89: 209-218.
- 27 - VENEMA, K. C. W. - 1963 - Some notes regarding mobile aluminum and iron in acid tropical soils. I. Potash and Tropical Agriculture 6 (3): 44-66 .
- 28 - VETTORI, L. - 1969 - Métodos de análise de solo. Ministério da Agricultura. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. (Boletim Técnico n.º 7) 24 p.

- 29 - WHITE, J. W. - 1917 - Relative value of limestone of different degrees of fineness for soil improvement. Pennsylvania. Agr. Exp. Sta. Bull. 149 .
- 30 - WUTKE, A. C. P. e GARGANTINI, H. - 1962 - Avaliação das possibilidades de escórias de siderurgia como corretivos da acidez do solo. Bragantia, 21: 795-805.