

# BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 36

Campinas, maio de 1977

N.º 12

## ESTUDO DE MATERIAIS CALCÁRIOS USADOS COMO CORRETIVOS DO SOLO NO ESTADO DE SÃO PAULO. IV — O PODER RELATIVO DE NEUTRALIZAÇÃO TOTAL (1)

BERNARDO VAN RAIJ (2), *Seção de Fertilidade do Solo, Instituto Agrônomo*

### SINOPSE

São apresentados dados do poder relativo de neutralização total (PRNT) de calcários utilizados como corretivos do solo no Estado de São Paulo. O PRNT é uma medida da eficiência dos calcários que conjuga o poder de neutralização total com a eficiência relativa de partículas de diferentes tamanhos.

No trabalho é proposto o cálculo do PRNT com utilização dos teores de cálcio e magnésio e a distribuição granulométrica determinada apenas com as peneiras 10 e 50.

Os resultados de PRNT das 25 amostras de calcários analisadas variaram de 52,3 a 93,8% de  $\text{CaCO}_3$  equivalente, com um valor médio de 66,9%.

### 1 — INTRODUÇÃO

Há vários anos vêm sendo aplicados a calcários no Sul do País, cálculos do “poder relativo de neutralização total” abreviado como “PRNT”. O cálculo do PRNT mede a eficiência de calcários conjugando o poder de neutralização total com a eficiência relativa de partículas de diferentes tamanhos.

Nos outros estados, embora seja reconhecida a importância da granu-

lometria na ação dos calcários como corretivos da acidez, cálculos da eficiência em geral limitam-se a considerar a composição química. Esta situação talvez seja decorrente da inexistência de uma maneira acessível de calcular o PRNT bem como a uma falta de divulgação desse conceito.

O cálculo do PRNT feito no Sul admite eficiência zero para partículas retidas na peneira n.º 8 (designação

(1) Trabalho realizado com auxílio do projeto “Estudo do Fósforo e da Acidez em Solos do Estado de São Paulo” (FAPESP — 1476/72). Recebido para publicação em 30 de outubro de 1976.

(2) Com bolsa de suplementação do C.N.Pq.

U.S.B.S.), eficiência de 20% para partículas retidas entre peneiras 20 e 8, eficiência de 60% para partículas retidas entre as peneiras 60 e 20 e eficiência 100% para as partículas que passam na peneira 60. Tal critério, utilizado no estado de Ohio, Estados Unidos (8), parece basear-se na pesquisa realizada por Pierre (6) no Estado de Alabama daquele mesmo país.

Embora a eficiência de diferentes frações granulométricas de calcários seja influenciada por diversos fatores, tais como tipo de calcário, grau de acidez do solo e tempo de reação do calcário com o solo, há uma concordância bastante grande entre diversos autores sobre a baixa eficiência das frações mais grosseiras (2, 4, 5, 6), o que foi bem resumido na revisão feita por Barber (1) e confirmado no trabalho de Verlêngia e Gargantini (10), realizado em São Paulo.

Uma das dificuldades práticas em calcular o PRNT como é feito no Rio Grande do Sul está no conjunto de peneiras, de número 8, 20 e 60, empregadas na determinação da distribuição granulométrica, diferentes das peneiras 10 e 50 necessárias para caracterizar os calcários frente à legislação sobre corretivos em vigor no País.

Neste trabalho, o quarto de uma série sobre calcários empregados no Estado de São Paulo, é apresentado

$$\text{PRNT} = \frac{\text{Equiv. CaCO}_3 \times [(60\text{m/p}\% \times 1,0) + (20\text{-}60\text{m/p}\% \times 0,6) + (10\text{-}20\text{/p}\% \times 0,2)]}{100}$$

onde: 60m/p% — porcentagem de calcário que passa na peneira 60;

20-60m/p% — porcentagem de calcário que fica retido entre as peneiras 20 e 60;

10-20m/p% — porcentagem de calcário que fica retido entre as peneiras 10 e 20.

o PRNT dos corretivos estudados nos trabalhos anteriores (3, 7, 9). Além disso é proposta uma fórmula para cálculo de PRNT que permite utilizar os resultados da granulometria determinada com emprego das peneiras 10 e 50.

## 2 — MATERIAL E MÉTODOS

Foram usadas as mesmas amostras de calcários utilizadas em estudos anteriores (3, 7, 9), com exceção de duas amostras que apresentavam somas de CaO e MgO bem inferiores ao mínimo de 38% exigido pela legislação atual sobre fertilizantes e corretivos (3). Estas amostras foram coletadas diretamente nas fontes produtoras (3).

A distribuição granulométrica dos calcários foi determinada passando cerca de 100 g de calcário através de peneiras de números 10, 20, 50 e 60 (designação U.S.B.S.), com aberturas de malha respectivamente de 2,00; 0,84; 0,297 e 0,250 mm.

Os teores de CaO e MgO foram determinados em trabalho anterior (7).

O poder relativo de neutralização total (PRNT) foi calculado pela fórmula utilizada no Rio Grande do Sul e também por uma fórmula proposta neste trabalho.

A fórmula utilizada no Rio Grande do Sul (11) é a seguinte:

(3) Lei n.º 6.138, de 8 de novembro de 1974, regulamentada pelo Decreto n.º 75.583 em 9 de abril de 1975.

O equivalente carbonato de cálcio, ou poder de neutralização, é

$$\text{Equivalente CaCO}_3\% = \text{CaO}\% \times 1,79 + \text{MgO}\% \times 2,48$$

A fórmula proposta neste trabalho é a seguinte:

$$\text{PRNT} = \frac{\text{Equiv. CaCO}_3\% \times [50\text{m}/\text{p}\% \times 1,0) + 10\text{-}50\text{m}/\text{p}\% \times 0,4]}{100}$$

onde: 50m/p% — porcentagem de calcário que passa na peneira 50;

10-50m/p% — porcentagem de calcário que fica retido entre as peneiras 10 e 50.

O equivalente carbonato de cálcio é calculado pela mesma expressão

calculado pela expressão:

dada anteriormente.

### 3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 1 são apresentados os resultados analíticos dos calcários que foram utilizados nos cálculos de PRNT.

Em média, os calcários apresentam características analíticas acima dos mínimos legais para calcários, que são de 38% para soma de óxidos de cálcio e magnésio, devendo um mínimo de 50% do material passar na peneira 50 e todo ele passar na peneira 10. Merecem atenção os teores relativamente elevados de material retido na peneira 20 em diversas amostras.

No quadro 2 são apresentados os resultados calculados de poder de neutralização, da eficiência baseada na granulometria e do PRNT. Tanto a eficiência baseada na granulometria como o PRNT foram calculados pelas fórmulas dadas anteriormente.

O poder de neutralização ou equivalente  $\text{CaCO}_3$  é o máximo que cada calcário contém disponível para a neutralização da acidez dos solos. A amplitude de variação entre o maior e o menor valor apresentado atinge 24,9.

O grau de utilização do poder de neutralização de cada calcário na neutralização da acidez dos solos irá

depender da granulometria, quantificada em termos da eficiência baseada na granulometria. Esta eficiência, pelo cálculo proposto, apresenta uma amplitude de variação de 35,5% entre o maior e o menor valor apresentado. Cabe ressaltar que a diferença para 100 da eficiência baseada na granulometria representa a porcentagem do calcário que ficará inativo no solo, no prazo de poucos anos. Os dados apresentados permitem calcular um valor médio de 26,2% de calcário ineficiente.

Os dados de PRNT, também expressos em termos de  $\text{CaCO}_3$  equivalente, apresentam uma amplitude de 41,5 entre o maior e o menor valor obtido pelo cálculo proposto, o que certamente é um número que não pode ser desprezado na prática da calagem.

Com efeito, o pior calcário, com PRNT de 52,3, e o melhor, com PRNT de 93,8 devem ter ação bem diversa sobre a acidez do solo, necessitando-se 1,8 t do primeiro para o mesmo efeito de 1 t do segundo.

Na figura 1 é apresentada a excelente correlação que existe entre os valores de PRNT obtidos pelo cálculo do Rio Grande do Sul e pelo cálculo proposto. Existe uma dife-

QUADRO 1. — Teores de cálcio e magnésio e composição granulométrica dos calcários

Amostra	CAO	MgO	Composição granulométrica				Material que passa na peneira 60
			Material retido nas peneiras				
			10	20	50	60	
N.º	%	%	%	%	%	%	%
1	23,8	15,2	1,3	25,9	22,6	8,3	41,9
2	30,1	19,6	0,0	21,4	27,6	9,0	42,0
5	25,2	16,5	1,2	27,3	24,7	9,0	37,7
6	23,3	15,3	1,4	26,5	22,2	8,1	41,8
7	23,6	15,1	2,1	31,3	22,7	7,3	36,6
8	33,0	14,9	1,4	24,2	23,6	6,7	44,0
9	26,2	18,4	1,1	21,0	20,8	7,9	49,3
10	26,7	19,0	3,9	25,5	21,9	7,9	40,8
11	24,4	17,2	2,7	24,5	19,6	7,7	45,5
12	26,6	14,3	4,6	32,7	21,1	6,7	34,9
13	25,3	15,5	3,7	20,9	22,3	9,1	44,0
14	26,0	18,1	1,0	17,0	19,7	8,5	53,7
15	34,9	11,6	0,1	5,5	19,9	10,7	63,8
16	34,6	12,5	0,0	7,8	26,8	11,9	53,5
19	40,3	9,2	0,0	0,2	2,2	4,2	93,5
20	25,5	16,9	6,0	25,0	18,9	6,8	43,3
21	26,2	18,1	2,1	22,9	20,8	7,7	46,6
22	27,9	18,7	0,4	16,0	28,6	10,0	45,1
24	23,5	14,3	5,1	15,1	13,7	8,1	57,9
25	47,0	3,7	2,7	21,3	16,8	6,7	52,6
26	45,5	2,2	0,0	0,2	7,1	13,5	79,1
27	27,7	16,6	0,0	28,5	25,1	7,7	38,8
29	30,0	18,3	0,1	25,2	26,1	5,6	43,1
31	32,2	18,2	0,1	7,3	21,5	13,2	58,0
32	42,0	9,1	0,6	35,5	19,6	5,6	40,7
Média	30,1	14,7	1,7	20,3	20,6	8,3	49,1

rença de 2,8% entre a média dos resultados, o que para a finalidade proposta é insignificante.

É interessante comentar sobre a validade dos fatores de eficiência propostos, de 0,4 para a fração retida entre as peneiras 10 e 50 e 1,0 para a fração que passa na peneira 50. O comentário será feito, com auxílio dos dados apresentados por Lepsch e outros (3) e por Verlêgia e Gargantini (10) para calcários de São Paulo.

Lepsch e outros (3) apresentam dados de 19 calcários que permitem

calcular as composições granulométricas médias de 18,9%, 10,9% e 16,7% respectivamente para materiais retidos entre peneiras 10-20, 20-30 e 30-50.

Verlêgia e Gargantini (10) apresentam dados de incubação de dois solos, com diferentes frações granulométricas de um calcário dolomítico e um calcítico, em dois níveis de calagem. Pelo aumento dos teores de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ , após dois anos de incubação, pôde-se calcular, pelos dados apresentados, eficiências mé-

QUADRO 2. — Poder de neutralização ou equivalente  $\text{CaCO}_3$ , eficiência baseada na granulometria e poder relativo de neutralização total (PRNT) dos calcários

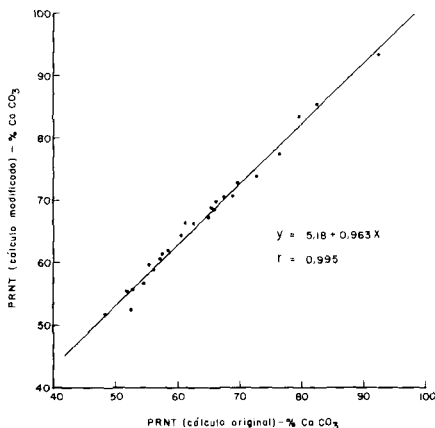
Amostra N.º	Poder de neutralização	Eficiência baseada na granulometria		PRNT	
		Pelo cálculo Rio Grande do Sul	Pelo cálculo proposto	Pelo cálculo Rio Grande do Sul	Pelo cálculo proposto
	% $\text{CaCO}_3$	%	%	% $\text{CaCO}_3$	% $\text{CaCO}_3$
1	80,3	65,6	69,5	52,7	55,8
2	102,5	68,2	70,7	69,9	72,5
5	86,0	63,4	66,1	54,5	56,8
6	79,7	65,3	69,5	52,0	55,4
7	79,8	60,9	65,5	52,3	52,3
8	96,1	67,6	69,9	65,0	67,2
9	92,5	70,7	74,0	65,4	68,5
10	94,9	63,8	67,7	60,5	64,2
11	86,4	66,8	70,9	57,7	61,3
12	83,1	58,1	63,2	48,3	52,5
13	83,7	67,1	70,4	56,2	58,9
14	91,5	74,0	76,9	67,7	70,4
15	91,3	83,3	84,7	76,1	77,3
16	93,0	78,3	79,3	72,8	73,7
19	95,0	97,5	98,7	92,6	93,8
20	87,5	63,7	67,9	55,7	59,4
21	91,8	68,3	72,0	62,7	66,1
22	96,4	71,5	73,2	68,9	70,6
24	77,6	74,0	77,7	57,4	60,3
25	93,4	71,0	74,0	66,3	69,8
26	87,0	91,5	95,6	79,6	83,2
27	90,8	64,2	68,2	58,3	61,9
29	99,1	66,5	69,1	65,9	68,5
31	102,7	80,3	82,9	82,5	85,1
32	97,8	62,5	67,8	61,1	66,3
Média	90,4	70,6	73,8	64,1	66,9

dias de 16%, 43%, 67% e 97% para frações granulométricas retidas respectivamente entre as peneiras 10-20, 20-30, 30-50 e 50-100.

Combinando as informações dos dois trabalhos, pôde-se calcular como sendo de 3,0, 4,7 e 11,2% de  $\text{CaCO}_3$  a contribuição respectiva das frações granulométricas que ficam entre peneiras de 10-20, 20-30 e 30-50 ao PRNT médio dos 19 calcários do trabalho de Lepsch e outros (3), ou

seja, 18,9% de  $\text{CaCO}_3$  para os 46,5% da fração dos calcários retida entre peneiras 10 e 50, o que indica a eficiência de 40,6%. Portanto, dados obtidos no Estado de São Paulo confirmam a validade do cálculo do PRNT e também da fórmula proposta neste trabalho para o seu cálculo.

O fato de apenas duas frações granulométricas bastarem para o cálculo da eficiência baseada na granulometria pode ser explicado pela



relação próxima da linear que existe entre a porcentagem cumulativa que passa em cada peneira e a abertura da peneira plotada em escala logarítmica (1, 3).

Duas conclusões principais podem ser tiradas do trabalho. A primeira diz respeito aos valores de PRNT dos calcários comercializados em São Paulo, que são bastante va-

riáveis e de uma forma geral bastante baixos. A segunda refere-se à fórmula proposta para o cálculo do PRNT que, além de ser simples e permitir o cálculo com os resultados da análise de calcários exigida pela legislação atual, dá resultados comparáveis aos valores obtidos por cálculo mais complexo e reflete bem a eficiência das frações granulométricas de calcários.

## THE RELATIVE EFFICIENCY OF LIMESTONES EMPLOYED IN NEUTRALIZING SOIL ACIDITY IN THE STATE OF SÃO PAULO

### SUMMARY

The relative efficiency of limestones was calculated with data of CaO and MgO contents and of particle size distribution determined with sieves 10 and 50 (U. S. B. S.).

The results of the 25 samples analysed varied between 52.3 and 93.8% CaCO<sub>3</sub> equivalent, with an average of 66.9%.

### LITERATURA CITADA

1. BARBER, S. A. Liming materials and practices. In: PEARSON, R. W. & ADAMS, F., ed. Soil acidity and liming. Madison, Amer. Soc. Agron., 1967. p. 125-160. (Monograph 12)

2. BEACHER, R. L.; LONGENECKER, D. & MERKLE, E. G. Influence of form, fineness, and amount of limestone on plant development and certain soil characteristics. *Soil Sci.* 73:75-82, 1952.
3. LEPSCH, I. F.; ROTA, C. L. & KÜPPER, A. Estudo dos materiais calcários usados como corretivos do solo no Estado de São Paulo. I — Composição granulométrica. *Bragantia* 27:225-238, 1968.
4. MEYER, T. A. & VOLK, G. W. Effect of particle size of limestones on soil reaction, exchangeable cation and plant growth. *Soil Sci.* 73:37-52, 1952.
5. MOTTO, H. L. & MELSTED, M. W. The efficiency of various particle size fractions of limestone. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 24:488-490, 1960.
6. PIERRE, W. H. Neutralizing values and rate of reaction with acid soils of different grades and kinds of liming materials. *Soil Sci.* 29:137-158, 1930.
7. RAIJ, B. van; SACCHETTO, M. T. D. & KÜPPER, A. Estudo de materiais calcários usados como corretivos do solo no Estado de São Paulo. II — Composição química. *Bragantia* 27:493-500, 1968.
8. TISDALE, S. L. & NELSON, W. L. *Soil fertility and fertilizers*. 2nd ed. New York, Macmillan, 1966. 694 p.
9. VALADARES, J. M. A. S.; BATAGLIA, O. C. & FURLANI, P. R. Estudo de materiais calcários usados como corretivos do solo no Estado de São Paulo. III — Determinação de Mo, Co, Cu, Zn, Mn e Fe. *Bragantia* 33:147-152, 1974.
10. VERLENGIA, F. & GARGANTINI, H. Estudo sobre a eficiência de diferentes frações granulométricas de calcário no solo. *Bragantia* 31:119-128, 1972.
11. VOLKWEISS, S. J. & LUDWICK, A. E. O melhoramento do solo pela calagem. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia. 1971. 30 p. (Boletim Técnico n.º 1).