

ISSN: 1984 - 6126  
(Nº 28 / 2010)

## O TAMPÃO SANTA MARIA (TSM) COMO ALTERNATIVA AO TAMPÃO SMP NA ESTIMATIVA DA NECESSIDADE DE CALCÁRIO DO SOLO

Jaderson dos Anjos Toledo<sup>1</sup>; João Kaminski<sup>2</sup>; Maria Alice Santanna<sup>3</sup>; Danilo Rheinheimer dos Santos<sup>2</sup>; Cesar Cellia<sup>4</sup>; Renan Gonzatto<sup>4</sup>

Originalmente, os solos brasileiros são em sua maioria ácidos, com grau de acidez bastante variado. A aplicação de corretivos, geralmente calcário, é uma prática que visa atenuar os efeitos negativos da acidez do solo às culturas, sendo a quantidade de corretivo a ser aplicada ao solo dependente de sua acidez potencial. Nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, a Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos e de Tecido Vegetal (ROLAS) usa o método do tampão SMP (SHOEMAKER et al., 1961) desde a década de 60 para estimar a acidez potencial e a necessidade de calcário do solo. No entanto, o tampão SMP possui em sua composição duas substâncias (p-nitrofenol e cromato de potássio) que apresentam alto potencial de contaminação ambiental e são capazes de provocar o desenvolvimento de metahemoglobina e de carcinomas naqueles que as manipulam, como consequência da exposição continuada.

No Brasil, é fato preocupante a falta de legislação específica relacionada aos resíduos produzidos pelos laboratórios de análise de solo e, principalmente, ao enquadramento desses estabelecimentos como unidades poluidoras. Apenas no RS e SC existem 28 laboratórios cadastrados à ROLAS e que processam aproximadamente 359 mil amostras de solos por ano (EMBRAPA, 2009). Nos Estados Unidos, as leis federais em vigor são bastante claras quanto à caracterização das unidades geradoras e dos resíduos produzidos, o que desencadeou nos últimos anos o desenvolvimento de vários trabalhos visando à substituição de técnicas laboratoriais potencialmente poluidoras, a exemplo do tampão SMP (HULUKA, 2005; SIKORA, 2006; HOSKINS; HERICH, 2008).

<sup>1</sup> Engº Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Santa Maria (PPGCS-UFSM).

<sup>2</sup> Engº Agrônomo, Dr., Professor do PPGCS-UFSM.

<sup>3</sup> Química, Drª., Professora do Departamento de Física da UFSM.

<sup>4</sup> Graduando do curso de Agronomia da UFSM.

A Comissão de Química e Fertilidade do Solo dos estados do RS e SC adota o índice SMP para definir a necessidade de calcário dos solos. Isso somente foi possível após a inclusão da ampla gama de solos do Sul do Brasil na sua calibração, permitindo a elaboração da tabela que indica as quantidades de calcário a serem adicionadas ao solo para atingir pH 5,5, 6,0 e 6,5, a qual consta no Manual de Adubação e de Calagem para os estados do RS e SC.

Dentro desse contexto e tendo em vista a larga utilização do tampão SMP, optou-se por desenvolver uma nova solução tampão, a qual, de acordo com os parâmetros da agência de proteção ambiental dos Estados Unidos (USEPA, 1980), não apresenta substâncias tóxicas. Esse novo tampão, denominado **Tampão Santa Maria (TSM)**, imita o comportamento potenciométrico do tampão SMP utilizado nos estados do RS e SC (SMP-RS/SC) (TEDESCO et al., 1995). Para a preparação de 1 litro do TSM são utilizados os reagentes e quantidades conforme o quadro abaixo:

Reagente	Fórmula química	Quantidade*
Cloreto de cálcio dihidratado	CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	106,0 g
Acetato de cálcio monohidratado	Ca(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> .H <sub>2</sub> O	3,65 g
MES [ácido 2-(N-morfolino) etanosulfônico monohidratado]	C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> NO <sub>4</sub> S.H <sub>2</sub> O	6,55 g
Imidazol	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> N <sub>2</sub>	1,18 g
Trietanolamina	(CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH) <sub>3</sub> N	5 ml

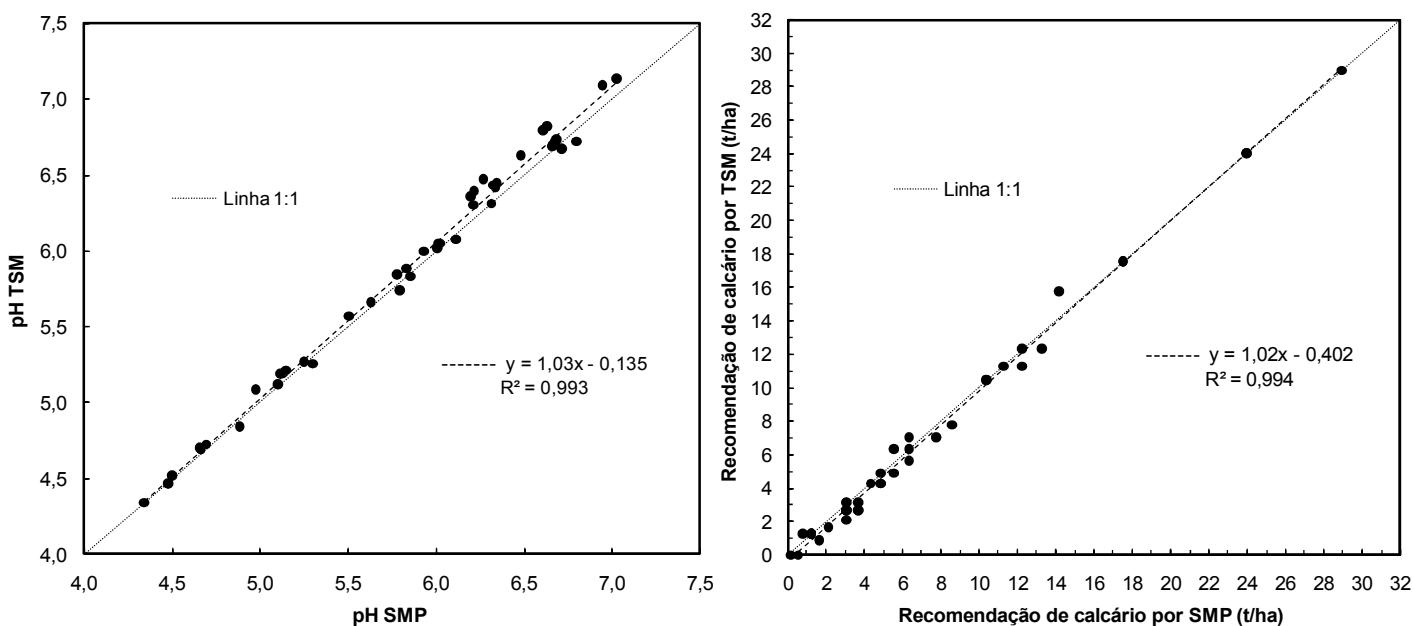
\* Considerando pureza de 99%.

A preparação da solução TSM segue o seguinte protocolo: adicionar o cloreto de cálcio em um bêquer de 1 litro contendo aproximadamente 600 ml de água destilada e deixar esfriar. Adicionar os demais componentes do tampão na ordem (acetato de cálcio + MES + imidazol + trietanolamina) sempre agitando com bastão de vidro entre cada adição até garantir a completa dissolução do respectivo componente. Ajustar o pH a 7,5 com NaOH (40 % p/p) (20 a 30 gotas ou 1 a 2 ml). Transferir o conteúdo do bêquer para um balão volumétrico de 1 litro, completar o volume com água destilada. Em temperatura ambiente (22 a 27 °C), o TSM apresenta vida útil de 120-150 dias se armazenado em recipiente (plástico ou vidro) protegido da luz.

O índice TSM ou pH-TSM é obtido de forma semelhante ao SMP-RS/SC conforme o seguinte procedimento: medir 10 cm<sup>3</sup> de solo colocando-o em um frasco; adicionar 10 ml de água destilada e agitar com bastão de vidro. Deixar 30 minutos em repouso; agitar e imediatamente efetuar a leitura de pH em água. Em seguida, adicionar 5 ml da solução TSM e agitar com bastão de vidro. Deixar em repouso por 20 minutos; agitar e imediatamente efetuar a leitura do índice TSM.

A eficácia do TSM foi testada usando-se 42 amostras de solo. Desses, 21 correspondem a solos sem histórico de calagem e as outras 21 correspondem aos mesmos solos, mas com adição da dose de CaCO<sub>3</sub> equivalente a 50% de sua acidez potencial (H+Al). Os dados da figura 1 de-

monstram que, além da alta correlação existente entre o tampão SMP-RS/SC e o TSM, os valores de pH-SMP e pH-TSM podem ser considerados equivalentes, proporcionando recomendações de calcário equivalentes. Desse modo, conclui-se que com o índice TSM pode-se usar a mesma tabela apresentada no Manual de Adubação e de Calagem para os estados do RS e SC (Tabela 1) para a recomendação de calcário, bem como a mesma equação para estimativa da acidez potencial ( $H+Al$  pH 7,0), dispensando-se nova calibração.



**Figura 1** – Comparação entre os valores de pH-SMP e os de pH-TSM e entre a recomendação de calcário para atingir pH 6,5 (CQFS-RS/SC, 2004) com base no pH-SMP e no pH-TSM para os diferentes solos.

**Tabela 1** – Quantidades de calcário necessárias para elevar o pH em água do solo a 5,5; 6,0 e 6,5 estimadas pelo índice TSM.

Índice TSM	pH do solo desejado			Índice TSM	pH do solo desejado		
	5,5	6,0	6,5		5,5	6,0	6,5
≥ 4,4	15,0	21,0	29,0	5,8	2,3	4,2	6,3
4,5	12,5	17,3	24,0	5,9	2,0	3,7	5,6
4,6	10,9	15,1	20,0	6,0	1,6	3,2	4,9
4,7	9,6	13,3	17,5	6,1	1,3	2,7	4,3
4,8	8,5	11,9	15,7	6,2	1,0	2,2	3,7
4,9	7,7	10,7	14,2	6,3	0,8	1,8	3,1
5,0	6,6	9,9	13,3	6,4	0,6	1,4	2,6
5,1	6,0	9,1	12,3	6,5	0,4	1,1	2,1
5,2	5,3	8,3	11,3	6,6	0,2	0,8	1,6
5,3	4,8	7,5	10,4	6,7	0	0,5	1,2
5,4	4,2	6,8	9,5	6,8	0	0,3	0,8
5,5	3,7	6,1	8,6	6,9	0	0,2	0,5
5,6	3,2	5,4	7,8	7,0	0	0	0,2
5,7	2,8	4,8	7,0	7,1	0	0	0

<sup>(1)</sup> Calcário com PRNT 100%. Quantidades de calcário compiladas de CQFS-RS/SC (2004).

Além do alto desempenho, o TSM apresenta um custo total por amostra de solo de apenas 10 centavos de reais superior ao do SMP-RS/SC. Adicionalmente, a continuidade de utilização do SMP lamentavelmente produz resíduos, cujo descarte indevido gera custos ambientais

difíceis ou impossíveis de serem mensurados. Nesse sentido, a substituição do tampão SMP-RS/SC pelo TSM é uma alternativa viável e de fácil adoção pelos laboratórios integrantes da ROLAS, não gerando resíduos perigosos e eliminando os possíveis riscos à saúde do manipulador.

**Tabela 2** – Custo total por amostra de solo do TSM e do SMP-RS/SC a partir dos custos individuais de cada um de seus componentes.

Substância	Quantidade para 1 litro	Fabricante	Preço/Quantidade*	Custo/amostra de solo** (R\$)
<b>SMP-RS/SC</b>				
Cloreto de Ca (2H <sub>2</sub> O)	106,0 g	Vetec	R\$ 14,20 / 500g	0,015
Acetato de Ca (H <sub>2</sub> O)	2,22 g	Vetec	R\$ 14,50 / 500g	<0,001
Cromato de K	6,0 g	Vetec	R\$ 56,95 / 500g	0,003
p-nitrofenol	3,6 g	Vetec	R\$ 40,20 / 25 g	0,029
Trietanolamina	5,0 ml	Nuclear	R\$ 46,80 / 1000 ml	0,001
NaOH (40% p/p)	1,5 ml	Nuclear	R\$ 6,70 / 1000 ml	<0,001
<b>Total =</b>				<b>0,049</b>
<b>TSM</b>				
Cloreto de Ca (2H <sub>2</sub> O)	106,0 g	Vetec	R\$ 14,20 / 500g	0,015
Acetato de Ca (H <sub>2</sub> O)	3,65 g	Vetec	R\$ 14,50 / 500g	0,001
MES	6,55 g	Vetec	R\$ 388,05 / 100g	0,127
Imidazol	1,18 g	Vetec	R\$ 79,95 / 100g	0,005
Trietanolamina	5,0 ml	Nuclear	R\$ 46,80 / 1000 ml	0,001
NaOH (40% p/p)	1,5 ml	Nuclear	R\$ 6,70 / 1000 ml	<0,001
<b>Total =</b>				<b>0,149</b>

\*Cotação referente ao período 2009/2010. \*\*Baseado em 5 ml de cada tampão utilizado por amostra de solo.

## LITERATURA CITADA

CQFS-RS/SC. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina** / Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 10. ed. Porto Alegre, 2004. 400 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Trigo. **Número de amostras analisadas em cada ano por todos os laboratórios da ROLAS**. 2009. Disponível em: <<http://chuchu.cnpt.embrapa.br:8090/ServletsProducao/rolas.publico.pNumAmostrasAnalizadas>>. Acesso em 16 de nov. 2010.

HULUKA, G. A Modification to the Adams-Evans soil buffer determination solution. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.36, p. 2005–2014, 2005.

HOSKINS, B. R.; ERICH, M. S. Modification of the mehlich lime buffer test. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 39, p. 2270–2281, 2008.

SHOEMAKER, H. E.; MCLEAN, E. O.; PRATT, P. F. Buffer methods for determining lime requirement of soils with appreciable amounts of extractable aluminum. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.25, p.274-277, 1961.

SIKORA, F. J. A buffer that mimics the SMP buffer for determining lime requirement of soil. **Soil Science Society of America Journal**, v. 70, p. 474-486, 2006.

TEDESCO, M. J. GIANELLO, C. BISSANI, C. A. BOHNEN, B. VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2 Ed. Porto Alegre: Departamento de solos – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p. (BOLETIM TÉCNICO, 5).

USEPA. United States Environmental Protection Agency. **Title 40. Protection of Environment. Part 261 - Identification and Listing of Hazardous Wastes**. 1980. Disponível em <<http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>>. Acesso em: 24 de jul. 2009.