

Macro e micronutrientes no solo em lavouras amostradas no estado de Santa Catarina

Soil macro and micronutrients availability in fields sampled in Santa Catarina State, Southern Brazil

Carla Maria Pandolfo^{1*}, Milton da Veiga¹, Evandro Spagnollo²

Recebido em 01/07/2010; aprovado em 17/08/2011.

RESUMO

O conhecimento das condições de fertilidade do solo nas lavouras é indispensável para a elaboração de estratégias regionalizadas de adubação para as principais culturas. Para caracterizar essas condições no estado de Santa Catarina, interpretaram-se os teores de alguns macro e micronutrientes a partir de análises de solo realizadas em amostras coletadas em lavouras localizadas na maioria das microbacias trabalhadas pelo Programa de Recuperação Ambiental e de Apoio ao Pequeno Produtor Rural (PRAPEM/MB2) em todo o Estado. Em cada microbacia foram amostradas, no período de verão-outono de 2008, quatro lavouras dos dois sistemas de culturas mais representativos, totalizando 6.894 amostras de solo. Os resultados das análises foram agrupados em quatro regiões, definidas a partir da similaridade de formações geológicas, as quais foram denominadas de Litoral, Centro, Planalto e Oeste. Os teores dos macronutrientes P, K, Ca e Mg, e dos micronutrientes Zn, Cu, Mn e Fe, determinados nas amostras de solo, foram enquadrados nas faixas de interpretação estabelecidas pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo do Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. De forma geral, a distribuição relativa das amostras nas faixas de interpretação de teores de P no solo é similar entre as regiões, com maior percentagem de amostras com teores muito altos e altos na região Oeste e muito baixos e baixos na região Planalto. Os teores de K do

solo foram interpretados como muito altos em mais de 90% das lavouras amostradas, exceto na região Litoral, que apresentou aproximadamente 60% das lavouras com o K nessa faixa de interpretação. Distribuição semelhante aos teores de K, tanto nas faixas de interpretação como entre as regiões, também foi observada para os teores de Ca e Mg do solo. Entre os micronutrientes, o Cu foi o único que apresentou um grande percentual de lavouras com teores baixos no solo, principalmente nas regiões Centro e Litoral, o que provavelmente está relacionado com o material de origem do solo.

PALAVRAS-CHAVE: análise de solo, fertilidade do solo, fósforo, potássio, micronutrientes.

SUMMARY

The knowledge of the soil fertility conditions is fundamental to elaborate regional fertilization strategies for the main crops cultivated. To characterize the soil fertility conditions in the Santa Catarina State, Southern Brazil, it was interpreted the availability of some macro and micronutrients from levels determined in chemical analyses of soil sampled in the majority of the microcatchments with actuation of the project named "Programa de Recuperação Ambiental e de Apoio ao Pequeno Produtor Rural – PRAPEM/MB2". In each microcatchment they were sampled four fields of two more representative crop systems in the summer-fall season of 2008, totalizing 6,894 fields. The fields

¹ Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). Estação Experimental de Campos Novos, C.P. 116, 89620-000, Campos Novos, SC, Brasil. Email: pandolfo@epagri.sc.gov.br. *Autora para correspondência.

² Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (CEPAF), C.P. 791, 89801-970, Chapecó, SC, Brasil.

were grouped in four regions, defined according to similar geological formations, named Seashore, Center, Highland and West. The values of the macronutrients P, K, Ca and Mg and of the micronutrients Zn, Cu, Mn and Fe, determined in the soil samples, were grouping in interpretation classes established by the “Comissão de Química e Fertilidade do Solo do Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo”. In general, the relative distribution of soil P content is similar among regions, with greater relative amount of the high and very high P ranges in the West and low and very low in the Highland. Medium to very high K content ranges were found in more than 90% of the fields, except in the Seashore, where was found near 60% of the fields in these ranges. Similar distribution to the K also was found for exchangeable Ca and Mg content among ranges and regions. For the micronutrients, only Cu shown high relative distribution of the low content ranges, mainly in the Seashore and Center regions, which is probably related to the characteristics of the geological formations.

KEY WORDS: soil analysis, soil fertility, phosphorus, potassium, micronutrients.

INTRODUÇÃO

O estabelecimento de estratégias de adubação do solo mais apropriadas, envolvendo os aspectos técnicos, econômicos e ambientais, depende da caracterização mais próxima possível da situação real da fertilidade nos solos e sistemas de produção representativos de cada condição edafoclimática. O estado de Santa Catarina, apesar de possuir apenas 1,12% da área total do país, apresenta uma grande diversidade de tipos de solos (EMBRAPA, 1998), de climas (PANDOLFO et al., 2002) e de sistemas de produção (EPAGRI, 2005), o que torna mais relevante o conhecimento da fertilidade do solo de forma regionalizada. Os resultados obtidos em uma caracterização inicial da fertilidade do solo em amostras coletadas em lavouras das sete microbacias monitoradas pelo Programa de Recuperação Ambiental e de Apoio ao Pequeno Produtor Rural (PRAPEM/MB2) confirmaram esta variabilidade (ZAMPIERI, 2005), mas a intensidade de coleta de amostras não permitiu

fazer inferências conclusivas para toda a região de abrangência daquela condição edafoclimática e/ou dos sistemas de culturas estudados.

O diagnóstico da fertilidade do solo de áreas cultivadas pode ser realizado a partir dos resultados de análises de amostras enviadas pelos agricultores para os laboratórios, uma vez que estes mantêm os dados armazenados em seus registros. Apesar de haver registros de análise do solo em laboratórios do estado de Santa Catarina desde a década de 1970, foi efetuado apenas um estudo da evolução da fertilidade envolvendo um grande número de análises, mesmo assim apenas para duas mesorregiões do Estado (PANDOLFO et al., 1995), e um levantamento a partir das amostras analisadas em 2004 por todos os laboratórios oficiais de Santa Catarina (VEIGA et al., 2008).

No entanto, o diagnóstico realizado a partir de amostras enviadas por agricultores para os laboratórios pode não representar adequadamente as condições de fertilidade do solo das lavouras de uma região. Isto porque, nos períodos de vigência de programas de incentivo à correção da acidez do solo, as amostras podem ser coletadas nas lavouras com menor fertilidade, e não necessariamente seguem a sistemática recomendada para coleta, diminuindo o grau de representatividade dos sistemas predominantes. Desta forma, a realização de um diagnóstico da fertilidade do solo em sistemas de produção representativos de cada região, a partir de amostras coletadas de forma padronizada por profissionais da área, informa melhor sobre as condições reais de fertilidade dessas lavouras e possibilita estabelecer estratégias regionalizadas de adubação e de manejo dos solos. A regionalização do Estado com base no material de origem dos solos se mostrou adequada para o estudo de classificação de parâmetros analíticos de fertilidade do solo por meio de amostras enviadas aos laboratórios oficiais de Santa Catarina (VEIGA et al., 2008).

Em razão do exposto, foi realizado um diagnóstico com o objetivo de avaliar a distribuição dos teores de alguns macro e micronutrientes no solo a partir de amostras coletadas nas microbacias hidrográficas onde estavam sendo conduzidas ações do Programa de Recuperação Ambiental e de Apoio ao Pequeno Produtor Rural (PRAPEM/

MB2), em lavouras representativas dos principais sistemas de produção de cada região.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de solo foram agrupadas em quatro regiões homogêneas, considerando-se as formações geológicas predominantes em cada município (Figura 1) a partir do mapa geológico de Santa Catarina (SILVA e BORTOLUZZI, 1987). As regiões estabelecidas e o número de amostras de solo coletadas em cada uma foram: Oeste – região com menor altitude no Meio Oeste e Oeste, com ocorrência predominante de rochas vulcânicas básicas (basalto) da Formação Serra Geral, Grupo São Bento (2.865 amostras); Planalto – região com maior altitude no Meio Oeste e parte do Planalto, com ocorrência predominante de rochas vulcânicas intermediárias e ácidas da Formação Serra Geral (dacito e rioloto), Grupo São Bento (1.006 amostras); Centro – localizado no centro do Estado com início na região Carbonífera, onde é estreita, e alargando-se em

direção ao Alto Vale do Rio Itajaí e Planalto Norte, com ocorrência predominante de rochas sedimentares constituídas por arenitos, siltitos e folhelhos (1.600 amostras); Litoral – localizada ao longo do litoral e constituída predominantemente por rochas metamórficas (gnaisses) e ígneas intrusivas (granitos) do Embasamento Cristalino e por sedimentos recentes originados dessas rochas e depositados nas planícies aluviais ou na faixa litorânea, esta última sob influência de sedimentação marinha e eólica (1.423 amostras).

As amostras de solo foram coletadas pelos extensionistas da Epagri ou pelos facilitadores das respectivas microbacias no período de verão-outono de 2008, na camada de 0-20 cm, utilizando-se de um trado calador. Cada amostra de solo foi composta por, no mínimo, 10 subamostras coletadas aleatoriamente na lavoura selecionada. As orientações gerais para seleção das lavouras e coleta das amostras de solo e das informações dessas lavouras, assim como sobre o preparo e envio das amostras para o laboratório, foram disponibilizadas para todos

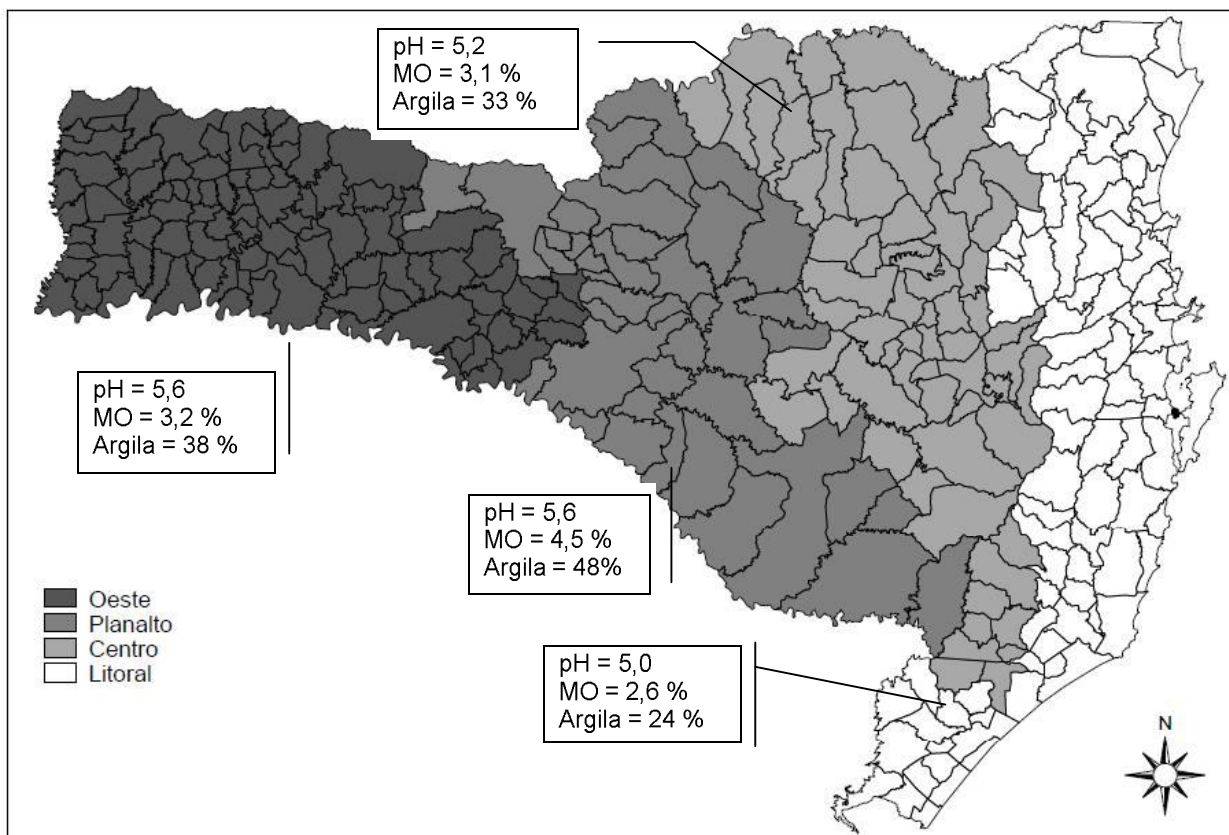


Figura 1 - Distribuição espacial das quatro regiões de Santa Catarina definidas a partir das formações geológicas predominantes em cada município e média geral de pH em água e do teor de matéria orgânica (MO) e de argila do solo nas lavouras amostradas em cada uma das regiões.

os participantes visando obter uma padronização mínima nesse procedimento. As análises do solo foram realizadas no Laboratório de Solos do CEPAF/Epagri (Chapecó, SC), utilizando as metodologias recomendadas pela Comissão de Química e de Fertilidade do Solo – RS/SC do Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (CQFS RS/SC, 2004) e descritas em Tedesco et al. (1995).

Foram determinados os teores dos macronutrientes fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e dos micronutrientes zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn) e ferro (Fe), em amostras de solo coletadas em quatro lavouras dos dois sistemas de culturas mais representativos de cada microbacia trabalhada pelo Programa de Recuperação Ambiental e de Apoio ao Pequeno Produtor Rural (PRAPEM/MB2), totalizando 6.894 lavouras. Dentro de cada região, os resultados das análises de K, Ca, Mg trocáveis e de P, Zn, Cu, Mn e Fe disponíveis foram agrupadas de acordo com as faixas de interpretação de cada nutriente, estabelecidas pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC do Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (CQFS RS/SC, 2004). A distribuição das amostras de solo nas faixas de interpretação é apresentada em gráficos de percentual acumulado, o que permite tanto as comparações de participação aproximada de cada faixa como do percentual acumulado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão colocados a média, o desvio padrão e os valores mínimo e máximo dos teores de macro e micronutrientes no solo, determinados nas amostras coletadas em lavouras de microbacias hidrográficas trabalhadas pelo projeto PRAPEM/MB2, em quatro regiões homogêneas de Santa Catarina. Observa-se uma grande dispersão dos dados, sendo que em várias situações o desvio padrão é superior à média e, na maioria delas, os teores dos nutrientes variam de zero a valores muito altos. Essa dispersão aponta para a necessidade de determinar o percentual de amostras por faixas de interpretação de teores, que são específicas para cada nutriente. A discussão dos dados será realizada considerando-se apenas a distribuição percentual das amostras

nessas faixas de interpretação.

Fósforo e potássio disponíveis

Observa-se uma distribuição relativamente homogênea de amostras nas faixas de interpretação de teores de P no solo nas regiões estudadas (Figura 2). As regiões que destoam um pouco da distribuição estadual são a região Oeste, com maior participação nas faixas de interpretação de P muito alto e alto, e a região Planalto, com maior participação de lavouras com P considerado muito baixo e baixo. Exceto na região Planalto, em torno de 60% das lavouras apresentam teor médio a muito alto de P no solo, indicando que uma quantidade significativa de lavouras ainda necessita aplicação desse nutriente em quantidades superiores às necessárias para manutenção dos teores no solo. Maior atenção a esse aspecto deve ser dada às lavouras da região Planalto, onde mais de 50% apresentaram teores muito baixos ou baixos de P no solo. Os solos ácidos de Santa Catarina normalmente apresentam baixos teores de P, principalmente os argilosos e com teores altos de óxidos de Fe e de alumínio (Al), sendo esses responsáveis pela adsorção específica do P no solo, e resultando em menor disponibilidade desse nutriente às plantas. A absorção de P pelas plantas em quantidades menores do que a necessidade afeta vários processos fisiológicos e bioquímicos da mesma, tais como fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão e crescimento celular (DECHEN e NACHTIGALL, 2007).

Diferentemente do P, a quase totalidade das lavouras apresentaram teores médios a muito altos de K no solo (Figura 2), o que indica um bom suprimento desse nutriente para as culturas e pastagens cultivadas nas diferentes regiões. Merece destaque a região Oeste, onde em torno de 60% das lavouras apresentaram teores muito altos de K no solo, quando não mais se espera resposta significativa das plantas à aplicação desse nutriente (CQFS RS/SC, 2004). Essa ocorrência está associada tanto ao material de origem do solo (basalto) como ao histórico de adubação das lavouras, merecendo destaque o uso intensivo de adubação orgânica, especialmente com esterco de aves e de suínos. Apenas a região Litoral apresenta uma percentagem significativa de lavouras com K no solo interpretado como

Tabela 1- Média, desvio padrão e valores mínimo e máximo dos teores de macro e micronutrientes no solo, em amostras coletadas em lavouras de microbacias hidrográficas trabalhadas pelo projeto PRAPEM/MB2, em quatro regiões de Santa Catarina.

Parâmetro	Macronutrientes				Micronutrientes			
	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Zinco	Cobre	Manganês	Ferro
	----- mg dm ⁻³ -----		----- cmol _c dm ⁻³ -----		----- mg dm ⁻³ -----			g dm ⁻³
Litoral								
Média	23,8	116	3,4	1,5	4,1	0,7	26,6	17,8
Desvio padrão	28,4	83	2,6	1,2	5,8	2,4	21,2	20,5
Valor mínimo	2,1	8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
Valor máximo	124,0	692	17,8	9,5	52,4	13,5	111,2	203,9
Centro								
Média	15,8	150	5,6	3,2	2,5	0,5	29,7	13,7
Desvio padrão	19,5	78	2,8	1,9	3,5	1,3	23,3	11,6
Valor mínimo	2,1	14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
Valor máximo	121,0	580	19,9	11,9	58,5	16,5	123,0	97,3
Planalto								
Média	8,8	171	7,9	3,8	7,3	7,9	56,9	4,5
Desvio padrão	11,6	102	3,2	1,8	9,7	29,3	34,0	3,9
Valor mínimo	2,3	22	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
Valor máximo	196,0	900	18,2	11,3	94,4	755,0	212,6	26,8
Oeste								
Média	21,3	213	11,2	4,0	15,4	9,5	82,8	5,0
Desvio padrão	31,9	102	5,6	1,8	14,1	6,7	39,6	5,0
Valor mínimo	2,3	7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Valor máximo	472,0	662,0	50,7	14,9	343,6	133,0	315,1	87,2

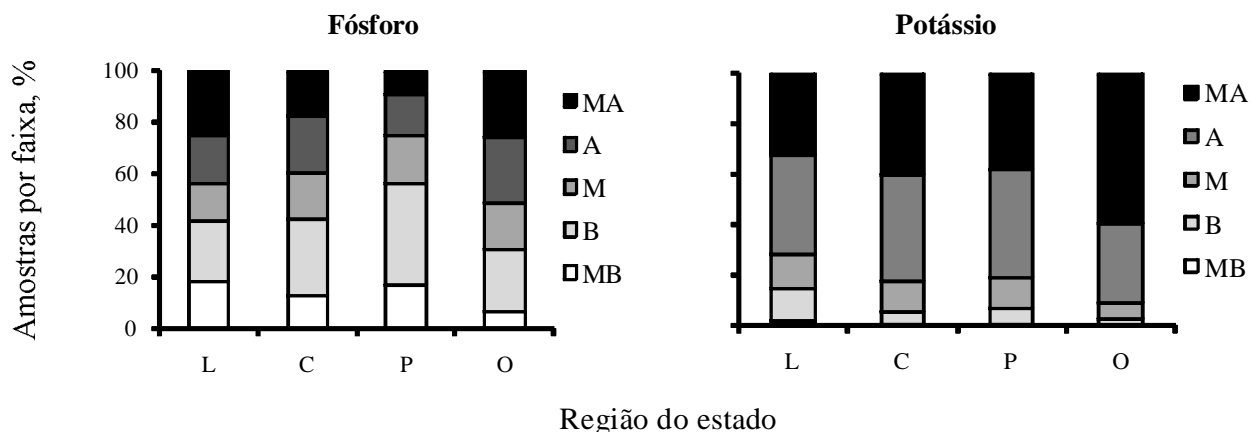


Figura 2 - Distribuição percentual das amostras de solo nas faixas de interpretação de teores de fósforo e potássio em quatro regiões de Santa Catarina, em lavouras amostradas em 2008 nas microbacias hidrográficas trabalhadas pelo PRAPEM/MB2. O = Oeste; P = Planalto; C = Centro; L = Litoral; MB = muito baixo; B = baixo; M = médio; A = alto; MA = muito alto.

baixo e muito baixo, estando associado à ocorrência de solos com baixa capacidade de troca de cátions (CTC), apesar dos mesmos serem originados predominante de granitos e gnaisses, que são ricos nesse nutriente (SILVA e BORTOLUZZI, 1987). Em solos derivados de rochas sedimentares, principalmente os argilitos ou siltitos que predominam na região Centro, normalmente se encontram teores de K do solo interpretados como baixos em condições naturais (EMBRAPA, 1998), mas esta característica pode ser alterada pelo histórico de adubação potássica nas lavouras. Em solos arenosos e/ou com baixa CTC poderão ocorrer maiores perdas de K por lixiviação, já que o mesmo se encontra em teores mais altos na solução do solo (ERNANI, 2008).

Apesar dos nutrientes P e K estarem normalmente incluídos no planejamento da adubação das culturas, o P continua sendo o mais limitante no solo, o que pode ser justificado pelo uso de fórmulas desbalanceadas, quantidades e épocas de aplicação inadequadas, além da recomendação de adubação desconsiderando a análise de solo e até mesmo a incorreta interpretação dos resultados da análise e a não adoção das recomendações técnicas (MARTINAZZO, 2006).

Cálcio e magnésio trocáveis

Há predominância de lavouras com teores de Ca e de Mg interpretados como altos, que representam, respectivamente, teores maiores

do que 4,0 e que 1,0 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ (Figura 3). Somando-se a faixa de interpretação de teores médios (respectivamente de 2,1-4,0 e de 0,6-1,0 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ para o Ca e o Mg), mais de 90% das lavouras são incluídas, exceto na região Litoral, a qual possui aproximadamente 60% das amostras com teores de Ca e Mg trocáveis no solo enquadrados nessas faixas de interpretação. O material de origem do solo e o uso de calcário nas lavouras são as principais razões para a obtenção desses resultados, pois o calcário, além de ser um corretivo da acidez do solo, é também fonte de Ca e de Mg em proporções variáveis. Adicionalmente, o Ca geralmente é o nutriente encontrado em maior concentração nos solos depois do Fe e, como não há mecanismo de adsorção específica, esse nutriente geralmente se encontra na forma trocável em níveis acima do exigido pelas plantas (BISSANI et al., 2006). Um grande percentual de amostras de solo com teores altos de Ca e de Mg no solo já havia sido constatado por Pandolfo et al. (1995) nas mesorregiões Oeste Catarinense e Serrana, desde o início da década de 1980, sendo os resultados atribuídos aos programas de recuperação da fertilidade do solo que enfatizavam a aplicação de calcário para correção da acidez.

É importante ressaltar a necessidade de que o teor de Ca esteja em níveis adequados no solo, pois esse nutriente desempenha papel relevante no crescimento e funcionamento das raízes, o que pode ser determinado tanto pelo aumento

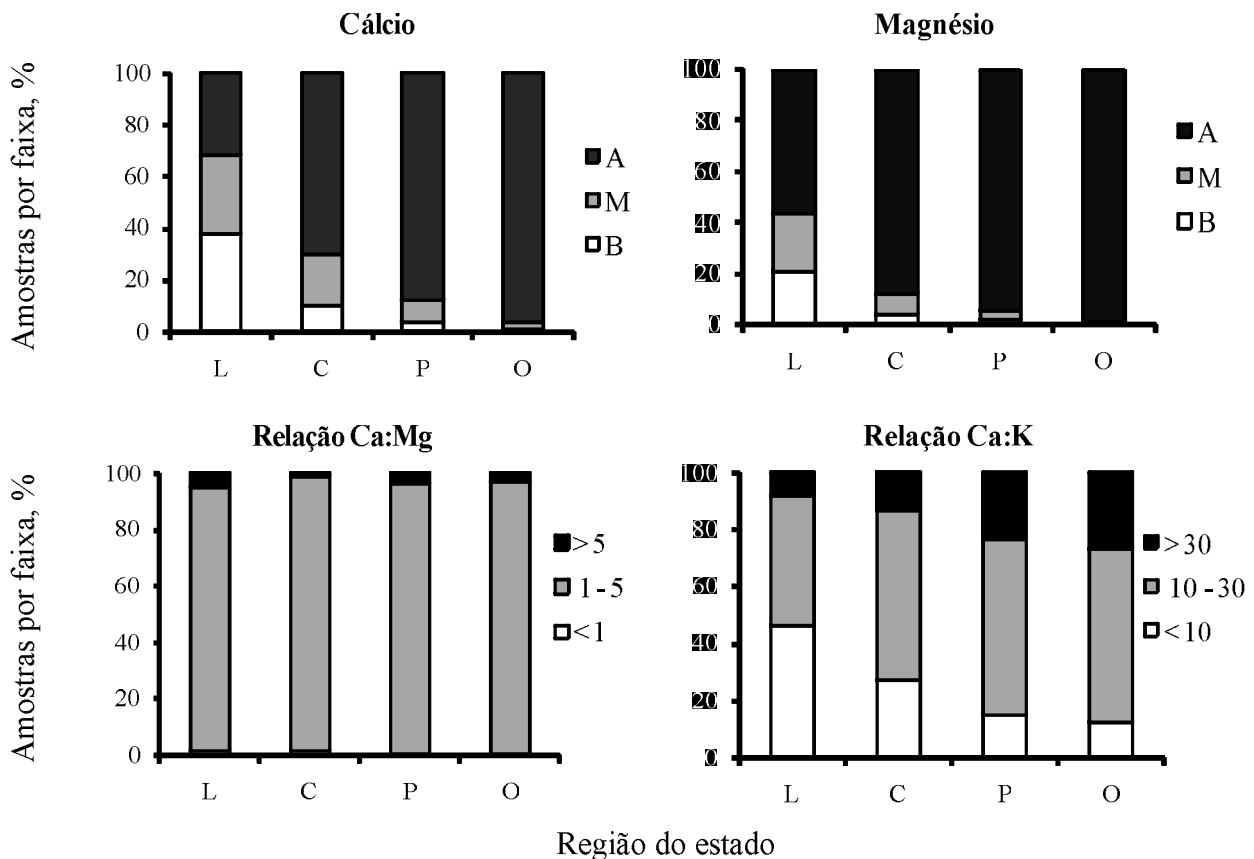


Figura 3 - Distribuição percentual das amostras de solo nas faixas de interpretação de teores de cálcio e magnésio trocáveis e da relação Ca/Mg e Ca/K em quatro regiões de Santa Catarina, em lavouras amostradas em 2008 nas microbacias hidrográficas trabalhadas pelo PRAPEM/MB2. O = Oeste; P = Planalto; C = Centro; L = Litoral; B = baixo; M = médio; A = alto.

da disponibilidade deste como pelo aumento da relação Ca:Al no solo, reduzindo a atividade do Al que é tóxico para as plantas (BISSANI et al., 2006).

Considerando-se todas as amostras analisadas no Estado, a relação Ca:Mg se situa ao redor de 2,4, variando de 1,7 a 3,8 entre as regiões. Para as principais culturas cultivadas em Santa Catarina e Rio Grande do Sul, a relação considerada adequada se situa entre 3 e 5 (CQFS RS/SC, 2004), indicando que, caso necessária a aplicação de calcário em lavouras que apresentam relação mais estreita, deveria ser recomendada a aplicação de material com maior relação Ca:Mg, como o calcário calcítico. Ressalta-se que, para muitas situações e culturas, uma relação Ca:Mg mais ampla ou mais estreita do que 3 a 5:1 pode não apresentar reflexos negativos na produção das plantas, quando os teores individuais de Ca e de Mg trocáveis no solo estão altos (OLIVEIRA e PARRA, 2002; CQFS RS/SC, 2004). No entanto, quando o teor de Mg trocável no solo for baixo,

uma alta relação Ca:Mg pode acarretar redução do desenvolvimento das culturas, como observado na cultura do milho por Munoz Hernandez e Silveira (1998) em um Neossolo Quartzarênico e por Medeiros et al. (2008) em um Cambissolo Húmico Álico.

Quanto à relação Ca:K do solo, observa-se que todas as regiões estudadas apresentam um maior percentual de lavouras com valores variando de 10 a 30, que corresponde à amplitude mais comumente observada nos solos do Sul do Brasil (BISSANI et al., 2006). No entanto, observa-se que a região Litoral apresenta mais de 40% das lavouras com relação Ca:K no solo menor que 10, enquanto a região Oeste apresenta de 20 a 30% das lavouras com relação maior do que 30, o que pode estar relacionado tanto ao material de origem dos solos como ao histórico de uso de calcário, que é maior na região Oeste.

Micronutrientes (Cu, Zn, Mn e Fe)

Entre os micronutrientes estudados, o único que apresentou um percentual significativo de amostras de solo com teor interpretado como baixo foi o Cu, principalmente nas regiões Centro e Litoral (Figura 4). Este resultado pode estar associado ao material de origem dos solos, respectivamente, rochas sedimentares e rochas ígneas e metamórficas (SILVA e BORTOLUZZI, 1987). Das principais espécies cultivadas nessas duas regiões, aveia, cebola, milho e fumo são consideradas indicadoras de deficiência de Cu no solo (MALAVOLTA et al., 1997), podendo apresentar, então, resposta à aplicação desse nutriente quando as lavouras apresentarem baixos teores no solo.

Na região Oeste, o grande percentual de amostras de solo situado na faixa de teores altos está associado ao fato do material de origem ser o basalto, o qual pode apresentar, em alguns locais, concentração alta de Cu e Zn (SILVA e BORTOLUZZI, 1987). Adicionalmente, a aplicação de dejetos animais nas lavouras dessa região, especialmente os dejetos de suínos, também contribuiu para o aumento dos teores de Cu e Zn disponíveis nos solos (Figura 3), podendo apresentar teores elevados quando aplicadas anualmente doses altas desse material (GIROTTI, 2007; VEIGA e PANDOLFO, 2008).

Ainda não foram estabelecidos os teores máximos aceitáveis de Zn e Cu no solo, mas apenas os teores “ambientalmente disponíveis”

dos mesmos, que são determinados pela extração com ácido nítrico e peróxido de hidrogênio, como normatiza a Resolução nº 420 do Conselho Nacional de Meio Ambiente, de 28 de dezembro de 2009 (CONAMA, 2009). Por essa razão, não é possível inferir se os maiores teores encontrados nas lavouras da região Oeste se situam em níveis que indiquem contaminação do solo por esses nutrientes.

Com relação ao Mn, mais de 85% das amostras apresentaram teores altos em todas as regiões estudadas, enquanto para o Fe observou-se dois grupos de regiões homogêneas. Para este elemento, houve uma predominância de teores baixos nas regiões Oeste e Planalto e de teores altos nas regiões Centro e Litoral, ocorrendo em mais 80% das lavouras. Há uma preocupação com a ocorrência de teores elevados de Mn disponível no solo, uma vez que este pode causar toxidez em algumas espécies cultivadas em áreas de sequeiro. Também o teor elevado de Fe pode causar toxidez na cultura de arroz irrigado por inundação, onde os teores de Fe-ferroso são elevados (DECHEN e NACHTIGALL, 2007). Observou-se predominância na faixa de teores altos de Fe no solo exatamente nas lavouras das regiões Centro (Alto Vale do Rio Itajaí) e Litoral, onde é cultivado arroz irrigado por inundação (Figura 5). Esse tipo de manejo do solo resulta na redução de compostos oxidados de Fe, solubilizando-os e aumentando sua concentração na solução do solo e no complexo de troca (SOUZA et al., 2006). Nas regiões onde são cultivadas espécies

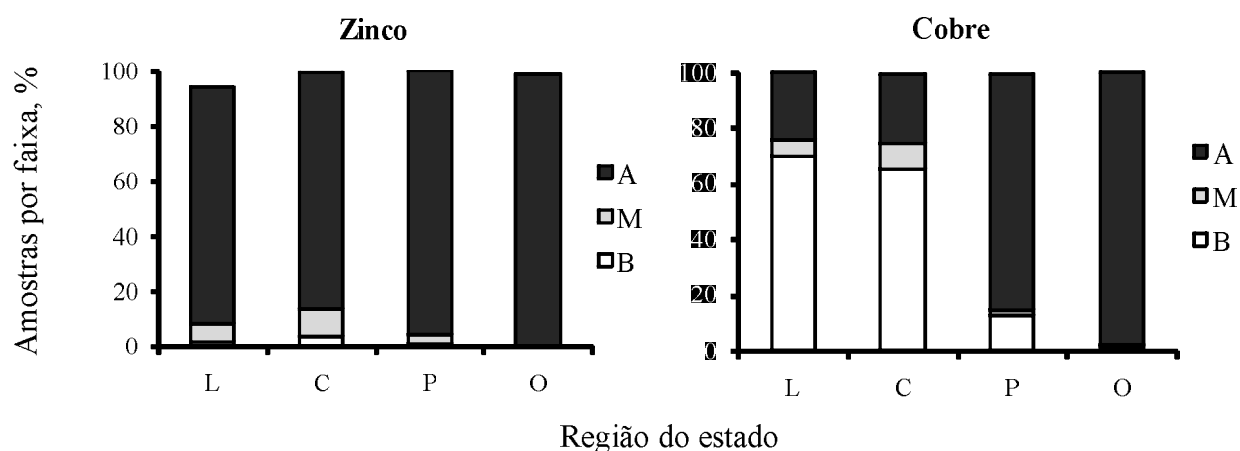


Figura 4 - Distribuição percentual das amostras de solo nas faixas de interpretação de teores de zinco e cobre em quatro regiões de Santa Catarina, em lavouras amostradas em 2008 nas microbacias hidrográficas trabalhadas pelo PRAPEM/MB2. O = Oeste; P = Planalto; C = Centro; L = Litoral; B = baixo; M = médio; A = alto.

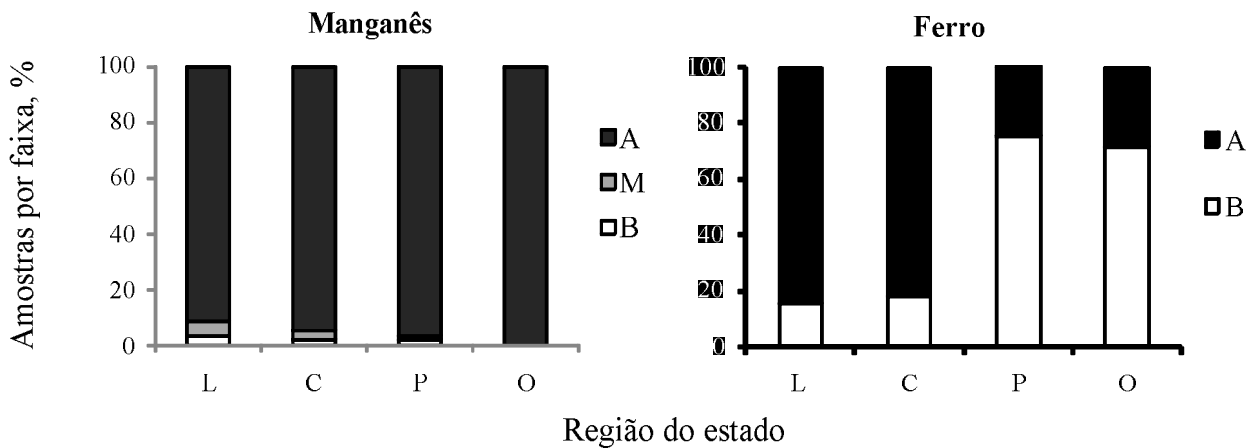


Figura 5 - Distribuição percentual das amostras de solo nas faixas de interpretação de teores de manganês e ferro no solo em quatro regiões de Santa Catarina, em lavouras amostradas em 2008 nas microbacias hidrográficas trabalhadas pelo PRAPEM/MB2. O = Oeste; P = Planalto; C = Centro; L = Litoral; B = baixo; M = médio; A = alto.

de sequeiro, há disponibilidade de oxigênio no solo e os compostos de Fe se mantêm na forma oxidada, precipitando como óxidos (goethita e hematita) e reduzindo o teor disponível. Em condições oxidadas, tanto o Mn como o Fe têm sua disponibilidade reduzida com o aumento do pH do solo (ERNANI, 2008).

CONCLUSÕES

Há uma distribuição relativamente homogênea das amostras de solo nas faixas de interpretação de teores de fósforo no solo nas quatro regiões do estado de Santa Catarina definidas neste estudo, com maior participação nas faixas de teor muito alto e alto na região Oeste e muito baixo e baixo na região Planalto.

O teor de potássio trocável no solo se encontra nas faixas de teores médios a muito altos em mais de 90% das lavouras, exceto na região Litoral, a qual possui aproximadamente 60% das lavouras com K nessas faixas de interpretação. Distribuição similar do percentual de lavouras entre faixas de teores foi observada para o Ca e o Mg trocáveis no solo, enquanto as relações Ca:Mg e Ca:K se encontraram geralmente em valores adequados para as culturas.

Os teores dos micronutrientes zinco, manganês e ferro, em geral, foram interpretados como altos no solo, mas o teor de cobre foi interpretado como baixo em um grande número de lavouras nas regiões Centro e Litoral.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Secretaria Executiva Estadual do PRAPEM/MB2, pela liberação dos recursos para realizar este trabalho, aos Secretários Executivos Regionais, pelo auxílio no esclarecimento e organização das equipes municipais, aos extensionistas municipais e facilitadores do projeto, pela coleta e envio das amostras, aos funcionários do Laboratório de Análises de Solos do CEPAF/Epagri, pela realização do grande número de análises demandadas pelo projeto, e aos agricultores, que disponibilizaram suas lavouras para a realização das coletas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BISSANI, C. et al. Solos ácidos e solos afetados por sais. In: MEURER, E.J. (Ed.). **Fundamento de química do solo**. 3. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2006. p.163-183.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFS RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2004, 400p.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>. Acesso em: 07 jun. 2010.

- DECHEN, A.R. ; NACHTIGALL, G.R.A. Elementos requeridos à nutrição das plantas. In: NOVAIS, R. F. et al. (Eds.) **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.91-132.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA/CNPS. **Levantamento de reconhecimento de solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1998. Disponível em: http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/pdfs/santa_catarina.zip. Acesso em: 03 nov.2009.
- ERNANI, P.R. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages, 2008. 230 p.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA - EPAGRI. **Manual de referências técnico-econômicas de sistemas de produção agropecuários de Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 2005. 413p. Documentos, 218.
- GIROTTI, E. **Cobre e zinco no solo sob uso intensivo de dejetos líquido de suínos**. 2007. 121f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2007.
- MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba, Potafós, 1997. 319 p.
- MARTINAZZO, R. **Diagnóstico da fertilidade de solos em áreas sob plantio direto consolidado**. 2006. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2006.
- MEDEIROS, J.C. et al. Relação cálcio:magnésio do corretivo da acidez do solo na nutrição e no desenvolvimento inicial de plantas de milho em um Cambissolo Húmico Álico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.29, p.799-806, 2008. (CORRIGIDA)
- MUNOZ HERNANDEZ, R.J.; SILVEIRA, R.I. Efeitos da saturação por bases, relação Ca:Mg no solo e níveis de fósforo sobre a produção de material seco e nutrição mineral do milho (*Zea mays* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, p.79-85, 1998.
- OLIVEIRA, E.L.; PARRA, M.S. Resposta do feijoeiro a relações variáveis entre cálcio e magnésio na capacidade de troca de cátions de latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v.27, p.859-866, 2002.
- PANDOLFO, C.M. et al. **Evolução da fertilidade do solo nas mesoregiões Serrana e Oeste Catarinense**. Florianópolis: EPAGRI, 1995. 99p. Documentos, 163.
- PANDOLFO, C.M. et al. **Atlas climáticos digital do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 2002. CD-ROM.
- SILVA, L.C.; BORTOLUZZI, C.A. (Eds.) **Texto explicativo para o mapa geológico do estado de Santa Catarina**. Florianópolis: DNPM, 1987. 216p.
- SOUZA, R.O. et al. Solos alagados (reações de redos). In: MEURER, E.J. (Ed). **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Evangraf, 2006. 285p.
- TEDESCO, M.J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995. 174p. Boletim Técnico, 5.
- VEIGA, M.; PANDOLFO, C.M. Perfil de pH e de disponibilidade de nutrientes no solo, após seis anos de aplicação superficial de dejetos líquido de suínos. In: Reunião Sul Brasileira de Ciência do solo, 7. , 2008. **Anais...** Santa Maria: SBCS/NRS, 2008. Resumos em CD-ROM.
- VEIGA, M. et al. Diagnóstico da fertilidade em solos cultivados de Santa Catarina, em 2004. **Agropecuária Catarinense**. Florianópolis, v.21, p.79-84, 2008.
- ZAMPIERI, S.L. (Coord.). **Projeto Microbacias 2. Marco Zero – Monitoramento socioeconômico e ambiental do Estado de Santa Catarina. Relatório síntese – Inventário de terra e parâmetros químicos, físicos e microbiológicos dos solos**. Florianópolis: PRAPEM/MB2. Disponível em: http://www.microbacias.sc.gov.br/dados/relatorios/micro2/Relatorio_marco_zero_Solos_sintese.pdf. 2005. Acesso em: 17 jun. 2009.