



Proposta de Mapeamento da Disponibilidade de Cálcio e Magnésio para Subsidiar o Manejo Adequado dos Solos Brasileiros

Carlos Eduardo Gonçalves Ferreira⁽¹⁾; Rachel Bardy Prado⁽²⁾; José Carlos Polidoro⁽³⁾; Vinícius de Melo Benites⁽⁴⁾; Ana Paula Dias Turetta⁽⁵⁾; Fabiano de Carvalho Balieiro⁽⁶⁾ & Guilherme Kangussú Donagemma⁽⁷⁾

(1) Bolsista da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, 22460-000, carloled.gf@hotmail.com; (2) Pesquisadora da Embrapa Solos, rachel@cnps.embrapa.br; (3) Pesquisador da Embrapa Solos, polidoro@cnps.embrapa.br; (4) Pesquisador da Embrapa Solos, vinicius@cnps.embrapa.br; (5) Pesquisadora da Embrapa Solos, anaturetta@cnps.embrapa.br; (6) Pesquisador da Embrapa Solos, balieiro@cnps.embrapa.br; (7) Pesquisador da Embrapa Solos, donagemma@cnps.embrapa.br

Apoio: Magnesita S/A.

RESUMO: Conhecer a distribuição espacial dos Macronutrientes do solo constitui-se num importante fator para o planejamento e execução das atividades sobre o mesmo. Esse estudo teve como objetivo o mapeamento da variabilidade espacial de dois Macronutrientes do solo: Cálcio e Magnésio. Para isto, foram utilizadas informações oriundas da base de dados da Embrapa Solos, e aplicadas análises estatísticas sobre os dados para seleção, e posterior correlação com informações georreferenciadas dos mapas de Solo e Bioma, a partir do *software* ArcGIS 9.1 da ESRI. O mapa gerado por este trabalho demonstrou o grande contraste na fertilidade entre os solos brasileiros, em parte pelas características naturais e também pela intervenção antrópica. Os resultados gerados podem subsidiar o planejamento de correção e adubação que tenham alguma relação com o Cálcio e Magnésio na sua utilização, objetivando o manejo adequado dos solos brasileiros.

Palavras-chave: Geotecnologias, macronutrientes, fertilidade

INTRODUÇÃO

O território brasileiro é constituído por uma grande diversidade de tipos de solos, condicionados pelas diferentes formas e tipos de clima, material de origem, relevo e vegetação. O Mapa de Solos do Brasil, na escala 1:5.000.000 (EMBRAPA & IBGE, 2001), permite distinguir 13 principais classes de solos representativas das paisagens brasileiras, onde se observam a grande abrangência dos Latossolos e dos Argissolos, que ocupam respectivamente 39 e 20 % do espaço nacional (COELHO et al, 2002). Por definição, os solos distribuídos nas duas principais

classes são bastante intemperizados, sofrendo uma grande perda de bases trocáveis, sendo também predominantemente ácidos e com baixa capacidade de troca catiônica. Desta forma, a acidez reflete numa baixa disponibilidade de Macronutrientes, como Cálcio, Magnésio e em altos teores de alumínio. Todavia, é aplicado muito menos corretivo e fertilizante que o recomendado. Somente na cultura da soja e cana-de-açúcar há uma utilização mais abrangente de fertilizantes, sendo que as taxas médias de adubação estão, respectivamente, na faixa de 95 e 97%. Para os demais cultivos, a taxa de fertilização não ultrapassa 88% da área total (FAO, 1999).

No que se refere a deter informações organizadas sobre a fertilidade dos solos em escala nacional e regional, possibilitando a sua disponibilização para todos os setores agrícolas, o país encontra-se ainda em situação precária. A abrangência das informações sobre a fertilidade dos solos do Brasil é bastante heterogênea e os dados em muitos casos relacionam-se aos levantamentos de solos, que são realizados a partir de perfis de solos, que são divididos em horizontes, cujo número e profundidade são variáveis, de acordo com o tipo de solo. Este fato dificulta bastante a utilização dos mesmos dados obtidos para o mapeamento da fertilidade dos solos, uma vez que é preciso obter um único teor, de cada parâmetro de fertilidade analisado, por perfil.

Neste sentido, as Geotecnologias oferecem um vasto conjunto de ferramentas para subsidiar tomada de decisões sobre os diversos recursos naturais. Através dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é possível conhecer a comportamento espacial de elementos, além de possibilitar a integração de diferentes informações entre si a partir da localização espacial (BARBOSA, 1997).



MATERIAL E MÉTODOS

Durante a etapa de seleção dos perfis a serem considerados no trabalho, foram estabelecidos alguns critérios, visto que a Base de Dados de Solos da Embrapa Solos possui aproximadamente 2.600 perfis com 8.500 horizontes. Em cada perfil consta também a informação do bioma correspondente à localização do perfil, além do tipo de solo no primeiro nível categórico.

O primeiro critério foi o estabelecimento da profundidade a ser estudada. Para isto determinou-se a profundidade máxima de 0-40 cm, que é a profundidade em que há maior extração de Cálcio e Magnésio pelas culturas perenes e anuais. No caso de um perfil com apenas um horizonte superficial, aceitou-se apenas o caso daquele cuja profundidade final fosse ≥ 20 cm e ≤ 40 cm. Para os perfis com mais de um horizonte, foram aceitos aqueles cujos horizontes subjacentes ao superficial fossem contínuos e a profundidade final do horizonte não fosse superior a 40 cm. Horizontes que possuísem a profundidade final entre 35 e 40 cm foram aceitos desde que a profundidade inicial fosse ≤ 25 cm. Quando a profundidade final de um horizonte fosse entre 25 e 30 cm o valor de sua profundidade fora arredondado para 30 cm, o mesmo sendo feito quando a profundidade final fosse ≥ 30 cm, de forma que a profundidade final dos horizontes foi sempre 30 cm.

Posteriormente foi feita a identificação de *outliers*, ou seja, valores bastante diferentes em relação aos demais. Para isto foi aplicada uma análise estatística descritiva utilizando o *software* Statística, onde foram desconsiderados 2% dos dados, sendo 1% menores e 1% maiores para cada nutriente (Tabela 1).

Na etapa seguinte procurou-se agrupar as informações de Cálcio e Magnésio para cada perfil, já que estas se encontravam disponíveis por horizonte, e que para associar a informação à unidade de mapeamento é necessário que se tenha um valor único para cada perfil amostrado. Foi utilizada uma fórmula de média ponderada sobre os teores dos perfis onde continham mais de um horizonte, considerando a espessura da camada onde se encontrava o nutriente: $T = ((e_1 * N_1) + (e_n * N_n)) / 30$, onde **T** = Total do nutriente por perfil com mais de um horizonte, **e** = espessura da camada, **N** = teor do nutriente na camada, e **n** = Número de camadas.

Após a seleção dos dados, os mesmos foram importados para o meio SIG e correlacionados entre

si, sendo classificados a partir da informação mútua de bioma e tipo de solo. A partir do mapa de Solos e Biomas do Brasil, foi feito o cruzamento destes mapas, gerando a unidade de mapeamento da interseção entre Bioma e Solo ($\text{Bioma} \cap \text{Solo}$). Tal cruzamento entre Planos de Informação foi realizado para que a representação da informação de Cálcio e Magnésio possuísse uma melhor exatidão na localização.

Com as informações da base de dados e os mapas de biomas e solos correlacionados, foi gerado o mapa de disponibilidade de cálcio e magnésio para o Brasil (Figuras 1 e 2). Os limites das classes apresentadas na legenda dos mapas foram estabelecidos conforme LOPES & GUILHERME, 1992.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapa de disponibilidade de cálcio mostra a coincidência das áreas de maior concentração de cálcio em áreas de solos menos intemperizados, ao longo de várzeas e em área próximas de afloramentos calcáreos (Figura 1).

A razoável ausência de cálcio (e também de magnésio) em parte da região Centro-Oeste, predominantemente agrícola, denota uma maior necessidade de correção e calagem, visto que a ausência desse nutriente, compromete um bom desenvolvimento radicular pelas diferentes culturas, comprometendo a produtividade agrícola (VOLKWEISS et al, 1992).

No mapa de disponibilidade de magnésio é demonstrado o contraste entre a porção litorânea para o interior do continente (Figura 2). É evidente também a concentração do nutriente no interior do Nordeste brasileiro, pois são solos que provêm de um material de origem rico em magnésio e são naturalmente mal-drenados com tendência a concentração do nutriente nas camadas superficiais. Nesta Região, principalmente os Estados de Pernambuco e Ceará, que vêm se destacando na produção de frutíferas (OLIVEIRA et al, 2004), merecem especial atenção quanto ao uso de corretivos que utilizem cálcio e magnésio. Contudo, é importante o conhecimento da variabilidade espacial do nutriente nos diferentes ambientes para orientar o manejo adequado de fertilizantes, a fim de minimizar possíveis prejuízos à produtividade agrícola e assegurando maior sustentabilidade ambiental.



CONCLUSÕES

Em relação às fontes de dados de fertilidade no Brasil para suportar o mapeamento, pode-se dizer que se tratam de dados esparsos, na maioria das vezes não georreferenciados e distribuídos de forma heterogênea ao longo do Brasil. Desta forma, é preciso investir na organização de base de dados georreferenciados. No que tange aos resultados, o mapeamento de cálcio para os solos brasileiros mostrou que a maior concentração ocorre em solos menos intemperizados, ao longo de várzeas e em áreas próximas de afloramentos calcáreos. Quanto ao magnésio observou-se que os teores mais elevados predominaram nos solos originários de material rico em Mg e naturalmente mal drenados, como foi o caso do interior do Nordeste. Contudo, os mapas de disponibilidade de cálcio e magnésio para os solos do Brasil, apesar de generalizados, poderão apontar áreas onde é necessário se obter mais dados sobre a disponibilidade de cálcio e magnésio, bem como nortear o planejamento da distribuição e utilização de fertilizantes no Brasil.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, C.C.F. Álgebra de mapas e suas aplicações em sensoriamento remoto e geoprocessamento (Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto). São José dos Campos, INPE, 1997. 152p
- COELHO, M.R.; SANTOS, H.G.; SILVA, E.F. & AGLIO, M.L.D. O recurso natural solo. In: MANZATTO, C. V.; FREITAS JÚNIOR, E. & PERES. J.R.R. Uso agrícola dos solos brasileiros. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2002. p.1-12
- EMBRAPA Solos; IBGE. Mapa de solos do Brasil - Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro, 2001.
- FAO. Fertilizer use by crop. 4. ed. Roma, FAO/IFA/IFDC, 1999. 52p.
- LOPES, A.S. & GUILHERME, L.R.G. Solos sob cerrado: Manejo da fertilidade para produção agropecuária (Boletim Técnico 5). São Paulo, ANDA, 1992. 49p.
- OLIVEIRA, R. P; MACHADO, P. L. O. A.; BERNARDI, A. C.C. & NAUMOV, A. Considerações sobre o uso do solo e a regionalização de potássio na agricultura brasileira. In: SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2., São Pedro, 2004. Anais. Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2004. p. 1-48.
- VOLKWEISS, S. I. et al. A calagem dos solos ácidos: Prática e benefícios (Boletim Técnico de Solos 1). 2a ed. Porto Alegre, UFRGS, 1992. 36p.

Tabela 1. Parâmetros estatísticos para os teores de cálcio e magnésio em solos brasileiros após a eliminação de outliers

N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação (%)
		<i>Ca cmol_c.dm⁻³</i>			
1736	0,01	24,69	2,90	4,19	69 %
		<i>Mg cmol_c.dm⁻³</i>			
1736	0,01	9,40	1,1	1,50	74 %

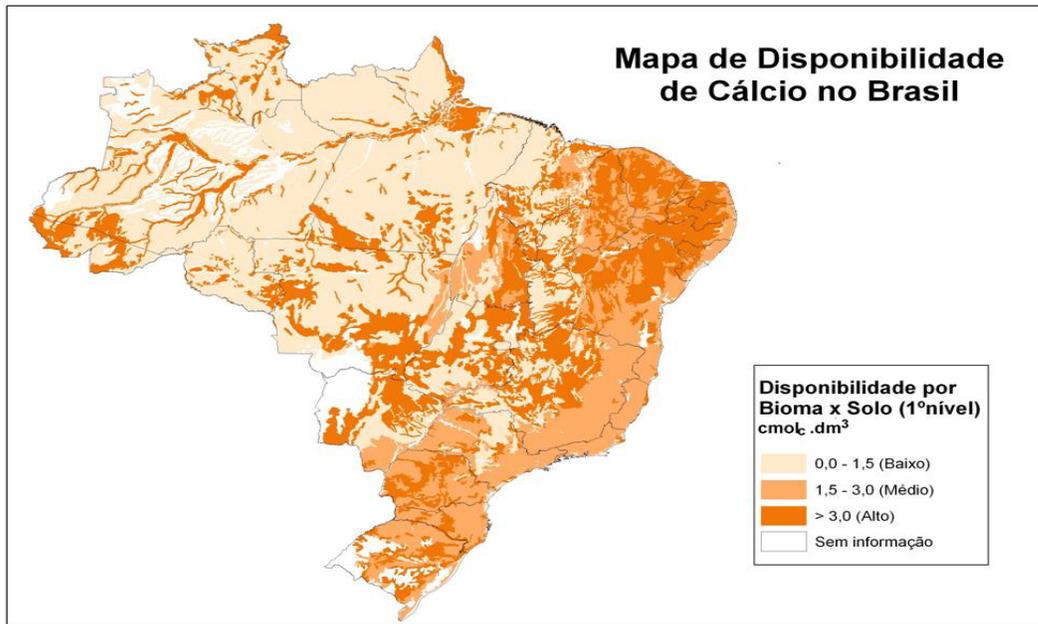


Figura 1. Mapa de Disponibilidade de Cálcio pela interseção entre Bioma x Solo no primeiro nível categórico.

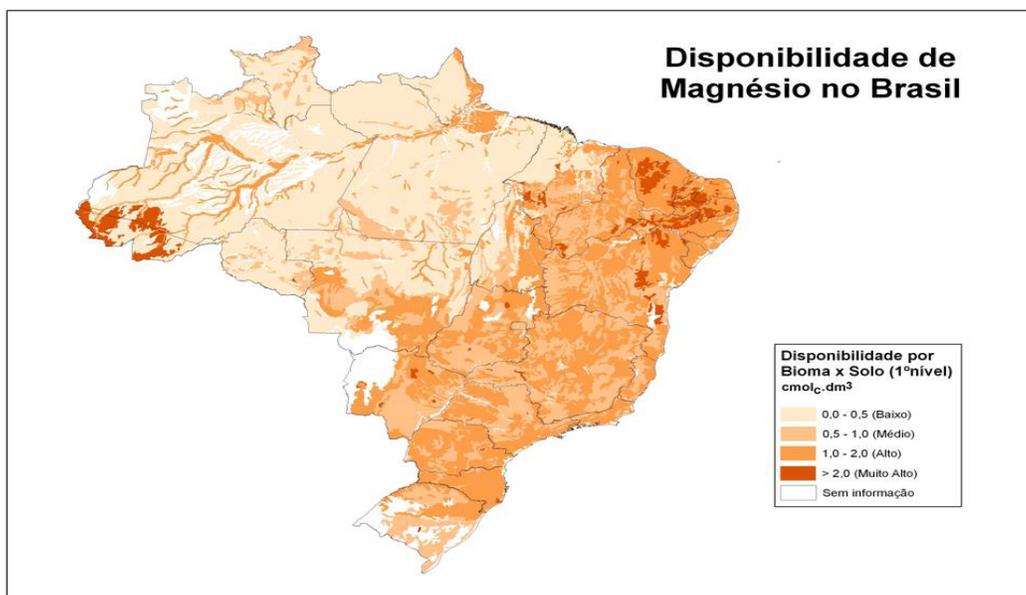


Figura 2. Mapa de Disponibilidade de Magnésio pela interseção entre Bioma x Solo no primeiro nível categórico.