

República Federativa do Brasil
Ministério de Minas e Energia
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
Diretoria de Geologia e Recursos Minerais
Departamento de Recursos Minerais

**SÍNTESE DAS NECESSIDADES DE
CALCÁRIO PARA OS SOLOS DOS ESTADOS
DA BAHIA E SERGIPE**

*Paulo Roberto Soares Corrêa
Odon Moraes Filho*

Superintendência Regional de Salvador
2001

EQUIPE TÉCNICA

Geól. Roberto Campelo de Melo
Gerente de Recursos Minerais

Euvaldo Carvalho Britto
Gerente de Rel. Institucionais e Desenvolvimento

Geól. Luiz Carlos de Moraes
Supervisor de Recursos Minerais

Geól. Odon Moraes Filho
Chefe do Projeto

Geól. Odon Moraes Filho
Engº Agron. Paulo Roberto Soares Corrêa
Geól. Luiz Carlos de Moraes
Execução

Jurailda Castro Sacramento
Jackson Fernandes de Oliveira
Neuza de A. Souza
Digitalização e Editoração

Itamar R. de Farias França
Digitação do Texto

Neuza de A. Souza
Diagramação e Montagem

Editoração Final e Impressão pela Superintendência Regional de Porto Alegre
Coordenação: Geól. Luís Edmundo Giffoni

Informe de Recursos Minerais **Série Insumos Minerais para Agricultura, nº 06**

C845 Corrêa, Paulo Roberto Soares
Síntese das necessidades de calcário para os solos dos estados da Bahia e Sergipe / Paulo Roberto Soares Corrêa, Odon Moraes Filho. – Salvador : CPRM, 2001.

11 p. : il + 1 mapa color. – (Informe de Recursos Minerais, Série Insumos Minerais para Agricultura, nº.06)

1. Calcário – Bahia. 2. Calcário – Sergipe. 3. Corretivo agrícola. I. Moraes Filho, Odon. II. Título. III. Série.

CDD 631.8

Apresentação

O Informe de Recursos Minerais objetiva sistematizar e divulgar os resultados das atividades técnicas da CPRM nos campos da geologia econômica, prospecção, pesquisa e economia mineral. Tais resultados são apresentados em diversos tipos de mapas, artigos bibliográficos, relatórios e estudos.

Em função dos temas abordados são distinguidas oito séries de publicações, abaixo relacionadas:

- 1) Série Metais do Grupo da Platina e Associados;
- 2) Série Mapas Temáticos do Ouro, escala 1:250.000;
- 3) Série Ouro - Informes Gerais;
- 4) Série Insumos Minerais para Agricultura;
- 5) Série Pedras Preciosas;
- 6) Série Economia Mineral;
- 7) Série Oportunidades Minerais - Exame Atualizado de Projetos;
- 8) Série Diversos.

A aquisição de exemplares deste informe poderá ser efetuada diretamente na Superintendência Regional de Salvador ou na Divisão de Documentação Técnica, no Rio de Janeiro.

O Programa de Avaliação Geológico-Econômica de Insumos Minerais para Agricultura no Brasil – PIMA, em desenvolvimento pela CPRM, objetiva o suprimento de informações básicas para a iniciativa privada e para ações governamentais, com vistas à expansão da indústria desses insumos minerais e, conseqüentemente, do setor agrícola, a níveis regional e nacional.

Como parte integrante desse programa nos estados da Bahia e Sergipe, área de jurisdição da Superintendência Regional de Salvador, foi elaborado o mapa em apreço, na escala 1:2.000.000, objeto do presente informe.

Este mapa foi obtido a partir da interpretação dos resultados de análises e mapeamentos de solos na escala ao milionésimo, executados pelo projeto RADAMBRASIL, abrangendo a área total dos estados da Bahia e Sergipe (aproximadamente 582.970 km²).

Adotando-se como parâmetros básicos dos solos, os níveis de saturação por bases (caráter eutrófico e distrófico) e a saturação por alumínio trocável (caráter álico), além do percentual de argila, se maior ou menor que 20%, foram individualizadas no mapa, cinco classes de terras quanto às necessidades de calcário, a saber: **a) Classe 1** – Terras que não necessitam de calagem; **b) Classe 2** – Terras que necessitam de pequenas quantidades de calcário (menos de 1 t/ha); **c) Classe 3** – Terras que necessitam de médias quantidades de calcário (1 a 3 t/ha); **d) Classe 4** – Terras que necessitam de grandes quantidades de calcário (mais de 3 t/ha); **e) Classe 5** – Terras que podem ou não necessitar de calagem, contudo apresentam uma ou mais restrições muito fortes, de natureza diversa, que as tornam não recomendáveis à atividade agrícola (solo com exígua profundidade, pedregosidade e/ou rochiosidade, textura grosseira, salinidade e/ou alcalinidade, etc; topografia com serras, escarpas rochosas, etc; drenagem com risco de inundação ou encharcamento), razão porque não foram objeto de análise quanto à recomendação de calagem, podendo, no entanto, ter outras destinações, tais como, pecuária, florestamento ou reflorestamento, preservação permanente, proteção ambiental, etc.

Saliente-se que o presente trabalho faz uma análise global das necessidades de calcário em cada tipo de solo, para a maioria das culturas, sem particularizar as especificidades de cada uma. Serve, portanto, como uma diretriz para se avaliar as necessidades de calcário para a agricultura em geral, nos dois estados.

A partir do mapa elaborado é apresentado um quadro-resumo com a estimativa das necessidades de calcário nos estados da Bahia e Sergipe, contendo, para cada estado: **a)** a área total e a área para cada uma das cinco classes de terras mapeadas; **b)** as necessidades médias (em t/ha), a cada quatro anos, por classe mapeada e para todo o estado; **c)** as necessidades totais (em t), a cada quatro anos, também por classe de terras e para todo o estado.

Assim, foram obtidas, para o Estado da Bahia, necessidades médias totais, a cada quatro anos, de 1,08 t/ha (classes 1 a 5) e 1,65 t/ha (classes 1 a 4), significando uma necessidade total para esse estado de 60.522.300 t de calcário, a cada quatro anos. Da mesma forma, foram obtidas para o Estado de Sergipe, necessidades médias totais, a cada quatro anos, de 0,57 t/ha (classes 1 a 5) e 1,22 t/ha (classes 1 a 3), significando uma necessidade total para esse estado, de 1.253.700 t de calcário, a cada quatro anos.

Economic-Geologic Evaluation of Mineral Commodities for Agriculture in Brazil Program, called PIMA, that has been developed by CPRM, aims to supply basic information to private enterprises and governmental actions, providing regional and national industry increase of these mineral commodities and consequently the development of the agricultural sector.

Integrating this program in the States of Bahia and Sergipe, jurisdictional area of The Salvador Regional Superintendence, the 1:2,000,000 scale map in addition, scope of this work, was elaborated. This map resulted from 1:1,000,000 scale soil mapping and analyses interpretation performed by the RADAM BRASIL project, including the Bahia and Sergipe States total area (about 582.970 km²).

Adopting as soil basic parameters, the base saturation level (eutrophic and dystrophic character) and the changeable aluminum saturation ("*alico*" character) besides mud percentile, if upper or lower than 20%, five classes of lands were individualized in the map related to limestone necessity: **a)** Class 1-Lands that do not need limestone; **b)** Class 2-Lands that need low quantities of limestone (less than 1 t/ha); **c)** Class 3-Lands that need medium quantities of limestone (1 to 3 t/ha); **d)** Class 4-Lands that can or can not need limestone however present one or more different nature restriction, not recommended to agricultural activity (scanty depth soils, rocky, coarse texture, salty or alkalinity, etc; mountain topography, rocky steep slope, etc, inundation risk drainage or drenched terranes). For this reason they were not analyzed for limestone recommendation, although they can be destined to cattle raising, forestation, permanent preservation, environmental protection, etc.

This work makes a global analysis of limestone necessities in each type of soil, for the majority of the cultures, without particularizing the specificity of each one. So it serves in general as an orientation to evaluate limestone necessities for agriculture in both States.

From the elaborated map is presented an abstract schedule with the estimated limestone necessities in the States of Bahia and Sergipe, comprising for each one: **a)** total area and each class mapped land area; **b)** the total State and each class mapped average necessities (in t/ha), in every four years; **c)** the total necessities (in t), in every four years, also for lands class and all of the State.

Thus, for the Bahia State were obtained total average necessity, in every four years, of 1.08 t/ha (classes 1 to 5) and 1.65 t/ha (classes 1 to 4), meaning a total necessity for this State of 60,522,300 t of limestone, in every four years. In the same manner, were obtained for the Sergipe State, total average necessities, in every four years of 0.57 t/ha (classes 1 to 5) and 1.22 t/h (classes 1 to 3), meaning a total necessity for this State of 1,253,700 t of limestone, in every four years.

1 - Introdução

A elaboração de um mapa de Classes de Terras Quanto à Necessidade de Calcário, dos estados da Bahia e Sergipe, com uma área de cerca de 582.970km² e diversificada quanto aos solos, relevo e clima, é uma tarefa difícil, seja pela complexidade que o tema sugere ou seja pela indefinição de um método capaz de dar uma resposta única e segura para todas as espécies e cultivares, com diferentes exigências e distintas tolerâncias.

O mapa que ora se apresenta, na escala 1:2.000.000, resulta da análise de centenas de unidades de mapeamento de solos, para cada folha ao milionésimo, formadas por associações de duas ou mais classes de solos, as quais, discriminadas pela saturação de bases ou alumínio, atividade de argila, textura, profundidade, relevo etc, perfazem mais de mil unidades de mapeamento, considerando todas as folhas que compõem os Estados da Bahia e Sergipe.

Pelo corte cartográfico internacional, o Estado da Bahia participa de cinco folhas, ao milionésimo, codificadas e denominadas: SC.23-São Francisco; SC.24-Aracaju; SD.23-Brasília; SD.24-Salvador e SE.24-Rio Doce, enquanto que o Estado de

Sergipe está inteiramente contido na folha SC.24-Aracaju.

Existem vários métodos para se determinar a necessidade de calcário no solo, sendo que, para os estados da Bahia e Sergipe foram utilizadas duas fórmulas: uma que considera o duplo teor de alumínio do solo e os valores de cálcio e magnésio quando inferiores a 2 meq/100g de solo, e outra, que leva em consideração a capacidade de troca catiônica e dois níveis de saturação de bases: o atual e o adequado a cada cultura. No cálculo final considera-se também a qualidade do corretivo, avaliada pelo poder de neutralização (CaCO₃ equivalente) e pela reatividade (granulometria) do material, que expressa o PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total).

As quantidades de calcário a serem aplicadas variam com a cultura e dependem do poder tampão do solo, da textura e dos teores de cálcio, magnésio e alumínio presentes no solo. Para cada cultura há um ótimo de pH, o que, em geral, está entre 5,8 e 6,8; contudo, há plantas acidófilas, que encontram sua melhor condição em solos bem mais ácidos, enquanto outras só se desenvolvem plenamente na ausência total de elementos acidificantes ou tóxicos, como o alumínio e o manganês.

2 - Justificativa

Nos estados da Bahia e Sergipe predominam solos de baixa fertilidade, cujo aproveitamento racional, com médios a altos rendimentos, só será conseguido com o emprego de fertilizantes e corretivos, em quantidades adequadas e variáveis conforme as exigências específicas de cada cultura e tipo de solo.

A correção da acidez dos solos através da calagem é considerada uma prática fundamental para o aproveitamento eficiente dos fertilizantes pelas plantas, especialmente das culturas mais sensíveis aos efeitos da acidez. A calagem, além de elevar o pH do solo, neutraliza ou reduz os efeitos tóxicos do alumínio e manganês, fornece os nutrientes cálcio e magnésio para as plantas, e ainda, propicia melhor estruturação dos solos e maior desenvolvimento radicular, o que favorece a disponibilidade e absorção dos outros nutrientes e a maior resistência ao estresse hídrico.

O pH do solo, que expressa sua acidez ou alcalinidade, está intimamente relacionado à presença ou ausência de cátions trocáveis, com ênfase para o hidrogênio (H^+) e alumínio (Al^{+++}), predominantes nos solos ácidos; para o cálcio (Ca^{++}) e magnésio (Mg^{++}), cuja ocorrência significativa se dá nos solos neutros, ligeiramente

ácidos ou ligeiramente alcalinos e para o sódio (Na^+), responsável pela forte elevação do pH e degradação da estrutura e porosidade dos solos, com reflexos na permeabilidade.

A presente abordagem se aterá apenas aos solos ácidos, portanto, que necessitam de calagem, em quantidades variadas, a fim de alcançar as condições propícias para o pleno desenvolvimento das culturas, com produções elevadas.

O cálcio e o magnésio representam cerca de 70 a 80 % das bases trocáveis do solo e são responsáveis pela redução ou neutralização dos efeitos nocivos da acidez. É o cálcio que condiciona a saturação do complexo sortivo e, portanto, o pH do solo. O magnésio, em média, preenche entre 5 e 20 % das bases trocáveis, exce- tuando-se alguns casos particulares como nos Vertissolos, Rendzinas e Cambissolos derivados de rochas carbonatadas calco- magnesianas, onde pode alcançar maior representação. São ainda necessários como nutrientes essenciais para as plantas e como coadjuvantes para um melhor aproveitamento dos demais fertilizantes, principalmente em culturas menos tolerantes à acidez do solo.

3 - Metodologia

Os procedimentos adotados para se obter as unidades que representam as Classes de Terras Quanto à Necessidade de Calcário, obedeceram às seguintes etapas:

Análise dos diversos métodos para se determinar as necessidades de calcário para correção dos solos, a saber: solução tamponada SMP, utilizada no Rio Grande do Sul e Santa Catarina; capacidade de troca catiônica e saturação de bases em dois níveis (atual e projetado), adotado em São Paulo; soma dos teores de cálcio e magnésio (maior ou menor que 2), adotando-se o duplo valor do alumínio trocável, como em Minas Gerais e Goiás e, finalmente, análise dos dois métodos adotados na Bahia, quais sejam, o da neutralização do alumínio trocável relativo aos teores de cálcio e magnésio, e o da capacidade de troca e saturação de bases, considerando, em ambos, o percentual de argila no solo (se maior ou menor que 20%).

Para se definir a metodologia a ser adotada neste trabalho, foram analisados, para confronto de resultados, mais de trinta perfis de solos e calculados os valores para a Necessidade de Calcário, por ambos os métodos, para cada perfil. Os valores encontrados apresentaram discrepâncias entre métodos, indicando que não são tão uniformes e precisos quanto se deseja, o que condicionou a que se procurasse outro caminho mais prático e objetivo, a partir das informações disponíveis, abrangentes para ambos os Estados e publicadas na mesma escala, qual seja, o Levantamento e Classificação dos Solos elaborados pelo Projeto RADAMBRASIL.

Os métodos atualmente em uso especificam as culturas que serão beneficiadas e por isto têm maior precisão, pois distintas espécies vegetais têm diferentes exigências quanto a pH, teor de cálcio e magnésio, saturação de bases, teor de argila e matéria orgânica, umidade etc. No presente estudo, a recomendação é única, servindo apenas como uma diretriz para se avaliar a necessidade de calcário para a agricultura em geral, abrangendo todo o

Estado da Bahia e todo o Estado de Sergipe.

Para alcançar este objetivo foram estabelecidas 5 classes de terras quanto às necessidades de calcário, identificadas e separadas por faixas de valores bem definidos (em tonelada/hectare), adotando-se como parâmetros básicos dos solos, os níveis de saturação por bases (caráter distrófico e eutrófico) e saturação por alumínio trocável (caráter álico), no horizonte superficial, até uma profundidade em torno de 20 cm, considerando-se também, o percentual de argila, se maior ou menor que 20%. Estes parâmetros são distintivos entre classes de solos, foram obtidos através de análises físico-químicas de perfis representativos das unidades taxonômicas e estão contidos nos levantamentos de solos supracitados.

O relevo, a profundidade, pedregosidade e rochiosidade, a textura, a salinidade e/ou alcalinidade, também foram considerados como fatores restritivos importantes para distinguir terras aptas para o uso agrícola, de terras não recomendadas à utilização com agricultura, em razão das severas limitações que apresentam. Assim, as classes de terras (de 1 a 4) definidas neste trabalho, apresentam relevo que varia de plano a ondulado; solos medianamente profundos a muito profundos, sem pedras ou afloramentos significativos; textura média (mais de 15% de argila) a muito argilosa; com drenagem adequada, sem hidromorfismo ou risco de inundação; teor de sais solúveis abaixo de 4 mmhos/cm a 25°C e sódio trocável menor que 6%. Apenas a classe 5 é que admite estas restrições e, por isto mesmo, não foi considerada potencialmente agricultável, razão por que não foi objeto de análise para a determinação da necessidade de calcário.

Um solo ou um horizonte é distrófico quando a proporção entre a soma dos cátions básicos trocáveis (S) em relação à capacidade de troca de cátions (CTC) é menor que 50% da saturação por bases. E, é considerado eutrófico, quando este valor é igual ou superior a 50%. O caráter álico diz respeito ao estado do solo ou do hori-

zonte quanto à saturação da CTC por alumínio trocável e denota a proporção de alumínio maior que 50%, em relação à soma das demais bases trocáveis.

Para este trabalho foram utilizadas as cartas temáticas de Solos, das folhas a seguir discriminadas, na escala 1:1.000.000, elaboradas pelo Projeto RADAMBRASIL, nas quais, após análise e interpretação, foram delimitadas as Classes de Terras Quanto às Necessidades de Calcário, de conformidade com os conceitos abaixo. O Estado da Bahia está contido, parcialmente, em cinco folhas cartográficas, ao milionésimo, segundo o corte internacional, denominadas: São Francisco (SC.23); Aracaju (SC.24); Brasília (SD.23); Salvador (SD.24) e Rio Doce (SE.24), enquanto que o Estado de Sergipe insere-se totalmente na folha SC.24.

Classes de Terras Quanto à Necessidade de Calcário:

Classe 1 – Terras que não necessitam de calagem.

Classe 2 – Terras que necessitam de pequenas quantidades de calcário (menos de 1 tonelada/ha)

Classe 3 – Terras que necessitam de médias quantidades de calcário (entre 1 e 3 toneladas/ha)

Classe 4 – Terras que necessitam de grandes quantidades de calcário (mais de 3 toneladas/ha)

Classe 5 – Terras que podem ou não necessitar de calagem, contudo apresentam, no mínimo, um impedimento muito forte, de outra natureza, que as tornam não recomendadas à atividade agrícola.

Após interpretação e delimitação das classes em overlays, as folhas ao milionésimo foram reduzidas para a escala 1:2.000.000 e pintadas, constituindo as "bonecas de cores". Estas foram transcritas para uma base única, transparente, em poliéster, na escala 1:2.000.000, que foi entregue para digitalização e planimetria.

Finalmente, foi feita a elaboração do relatório técnico e de uma nota explicativa que deverá compor o mapa de Classes de Terras Quanto à Necessidade de Calcário dos Estados da Bahia e Sergipe, a fim de torná-lo mais explícito.

4 - Considerações sobre Calagem e Calcário Agrícola

4.1 – Calagem

Calagem é o processo de aplicação de corretivos cálcicos ou calcomagnesianos aos solos ácidos, com a finalidade de elevar o pH e fornecer os elementos cálcio e magnésio. Além disto a calagem proporciona melhores condições físicas e químicas aos solos, explicitadas pelas seguintes vantagens: melhora a estruturação dos solos, favorecendo a aeração e a circulação da água; beneficia o desenvolvimento das raízes que atingem maiores profundidades; aumenta a atividade microbiana; neutraliza a ação do alumínio trocável e insolubiliza o manganês, considerados tóxicos; aumenta a assimilabilidade do fósforo e nitrogênio; retém melhor o potássio dos adubos; etc.

A correção da acidez implica no aporte de calcário ao solo, em quantidade que depende das propriedades dos solos, das exigências e tolerâncias das culturas e da qualidade do material corretivo. Em geral os solos com maiores teores de alumínio, matéria orgânica e argila, requerem maiores quantidades de calcário, uma vez que representam as principais fontes da acidez dos solos.

O efeito da calagem na correção da acidez do solo começa, em geral, três meses após a aplicação, para as gramíneas, e seis meses, para as leguminosas. Atinge o ponto máximo antes de um ano, quando começam as perdas por lixiviação, absorção pelas plantas e retirada pelas colheitas.

O efeito residual da calagem, quando utilizada a dose integral recomendada, é igual ou superior a quatro anos, sendo que, para os climas tropicais de elevada pluviosidade e solos de textura leve, este período pode diminuir para três anos. Isto significa que novas aplicações de calcário deverão ser feitas após este período, mediante análises atualizadas de solos. É evidente que a granulometria, a concentração de óxidos de cálcio e magnésio, o índice pluviométrico, a distribuição/incorporação e a conservação dos solos, interferem nestes prazos.

4.2 – Calcário Agrícola

A Secretaria de Fiscalização Agropecuária (SEFIS) publicou no Diário Oficial da União, em 16.06.86, a portaria n.º.3, que estabelece os níveis de MgO para os calcários, e que foi complementada pela Comissão Estadual de Fertilidade dos Solos da Bahia, adotando também níveis de CaO, conforme tabela abaixo:

Tipo de Calcário	Teor de CaO (%)	Teor de MgO (%)
Calcítico	40 - 45	< 5
Magnesiano	31 - 39	5 - 12
Dolomítico	25 - 30	> 12

O PODER DE NEUTRALIZAÇÃO (PN) de um calcário é a sua capacidade em neutralizar um ácido e é dado pelo teor de CaCO₃ equivalente, sendo que a legislação pertinente exige que seja superior a 67%. Também, a soma CaO + MgO, deve ser maior que 38%.

O poder neutralizante pode ser determinado em laboratório ou obtido pelo cálculo a partir da composição química do calcário, considerando o peso equivalente de CaCO₃ = 100. Quando os valores são dados em óxidos de cálcio e magnésio, a conversão para carbonato de cálcio é a seguinte: $E \text{ CaCO}_3 = (\% \text{ CaO} \times 1,79) + (\% \text{ MgO} \times 2,48)$

A REATIVIDADE (RE) de um corretivo é a sua capacidade de reagir no solo e depende essencialmente do diâmetro de suas partículas. Assim, quanto mais fino for o material calcário maior será a superfície de contato com o solo e mais rápida sua ação.

A portaria que regulamenta o comércio do calcário agrícola, determina que o diâmetro máximo dos grânulos seja inferior a 2 mm, sendo que 70% deles deve passar em peneira com abertura de 0,84 mm e 50%, em peneira com 0,30 mm.

A portaria 03/86 – SEFIS adota os seguintes limites:

Nº Peneira (ABNT)	Diâmetro das Partículas (mm)	Porcentagem Reatividade (RE)
< 10	> 2,00	0
10 – 20	2,00 – 0,84	20
20 – 50	0,84 – 0,30	60
> 50	< 0,30	100

O PODER RELATIVO DE NEUTRALIZAÇÃO TOTAL (PRNT) é resultante da interação dos fatores já analisados, isto é, da riqueza em óxidos de cálcio e magnésio e da granulometria do material, os quais, isoladamente, não permitem uma avaliação correta da ação do corretivo. O PRNT é determinado pela expressão: $PN \times RE / 100$, onde PN representa o poder neutralizante expresso em carbonato de cálcio e RE a reatividade.

Como as recomendações de calagem são baseadas em PRNT de 100%, é necessário aplicar-se sempre um fator de correção ao cálculo da quantidade a aplicar, determinado pela expressão: $f = 100/PRNT$.

Pela legislação em vigor (portaria 03/86 – SEFIS), os calcários agrícolas são classificados em quatro classes de qualidade, em relação ao PODER RELATIVO DE NEUTRALIZAÇÃO TOTAL – PRNT, conforme tabela abaixo:

Classes de Qualidade	Valor do PRNT (%) (*)
A – baixa	45 a 60
B – média	60,1 a 75
C – boa	75,1 a 90
D – excelente	> 90

(*) Os calcários com PRNT abaixo de 45% estão fora de especificação e não podem ser comercializados.

Além do valor do PRNT do material corretivo, é importante também saber-se o teor de magnésio contido, uma vez que os solos ácidos têm baixos valores deste elemento essencial como nutriente das plantas. É, por isto, recomendado, que se utilizem os calcários dolomíticos ou magnesianos, a fim de que os elementos Ca^{+2} e Mg^{+2} fiquem em equilíbrio nos solos, isto é, em uma proporção ideal de 4:1.

5 - Classes de Terras quanto à Necessidade de Calcário

De conformidade com a metodologia adotada foram individualizadas cinco classes de terras quanto às necessidades de aplicação de calcário, sendo que as quatro primeiras referem-se às terras potencialmente agricultáveis e a última, às terras com muito fortes limitações, não recomendadas para o uso agrícola, conforme explicitadas a seguir:

Classe 1 – Terras que não necessitam de calagem.

Abrange os solos desenvolvidos a partir de rochas ou materiais carbonatados ou ainda, afetados por estes materiais, rochas básicas, ultrabásicas e algumas rochas do embasamento cristalino ricas em minerais ferromagnesianos, tendo como resultado solos com alta saturação de bases e teores de cálcio e magnésio muito altos; o pH é praticamente neutro a ligeiramente alcalino (entre 6,5 e 7,5). Como exemplos, pode-se citar os Cambissolos Eutróficos, Vertissolos, Brunos Não Cálcicos, Brunizéns, Rendzinas e alguns Latossolos Vermelho-Escuros Eutróficos e Podzólicos Vermelho-Escuros e Vermelho-Amarelos Eutróficos.

Estes solos têm, em geral, elevado teor de argila, que pode ser bem distribuída ao longo de todo o perfil, como nos Cambissolos, Latossolos e Vertissolos ou com acentuada diferenciação textural ao nível dos horizontes superficial/subsuperficial, como nos solos Brunos Não Cálcicos, Brunizéns e Podzólicos. Com exceção dos Latossolos, todos os demais solos aqui mencionados possuem argila de atividade alta, medida pela capacidade de troca de cátions da fração mineral menor que 0.002 mm, cujo valor é superior a 24 meq/100 g de argila.

Classe 2 – Terras que necessitam de pequenas quantidades de calcário, com valores menores que 1 tonelada por hectare.

Esta classe de terras compreende grande parte dos solos que apesar de se-

rem classificados como eutróficos, devido à saturação de bases ser pouco maior que 50%, apresentam pH moderadamente ácido (entre 5,5 e 6,5) e valores de cálcio e magnésio menores que 4,0 meq/100 g de solo. A aplicação de calcário visa, em grande parte, não somente elevar o pH para níveis mais próximos da neutralidade, como também repor parte do déficit de cálcio e magnésio retirados pelas culturas, em cada safra.

As unidades de solos compreendidas nesta classe são: Podzólicos Vermelho-Amarelos Eutróficos, em geral com argila de atividade baixa; Latossolos Vermelho-Amarelos Eutróficos; alguns Latossolos Vermelho-Escuros Eutróficos, de textura média, derivados de materiais não carbonatados e alguns Solos Aluviais Eutróficos (não solódicos nem salinos).

Classe 3 – Terras que necessitam de quantidades médias de calcário, com valores, em geral, entre 1 e 3 toneladas por hectare.

Esta classe abrange os solos distróficos de textura média e argilosa, e, eventualmente, alguns solos álicos de textura arenosa/média ou integralmente média. Está implícito na definição destes caracteres que a saturação por bases é menor que 50%, podendo, nos solos de textura mais leve, haver adição do caráter álico, que representa presença de alumínio trocável no complexo sortivo em proporção maior que 50% da soma das demais bases. O pH, em geral, está entre 4,5 e 5,5 e a soma de $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ fica abaixo de 2 meq/100g de solo.

As classes de solos pertencentes a esta unidade são: Latossolos e Podzólicos Amarelos; Latossolos e Podzólicos Vermelho-Amarelos; e Latossolos e Podzólicos Vermelho-Escuros, todos distróficos, de textura média e argilosa e parte dos álicos de textura mais leve, com menor capacidade de retenção de água e nutrientes.

Classe 4 – Terras que necessitam de quantidades elevadas de calcário, com valores acima de 3 toneladas por hectare.

Nesta classe estão os solos álicos (saturação por alumínio trocável superior a 50%), de textura argilosa e muito argilosa, que ocorrem preferencialmente nos tabuleiros costeiros, sob clima úmido, onde as elevadas precipitações favorecem as perdas de cálcio e magnésio por lixiviação, provocando a acidificação dos solos. O material de origem completamente dessaturado em bases é proveniente dos sedimentos da Formação Barreiras ou das Coberturas Detríticas Tércio-Quaternárias. A saturação por bases nos solos desta classe é comumente inferior a 30% e não raras vezes menor que 10%. O $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ é, em geral, bem menor que 1meq/100g de solo e, paralelamente, o alumínio é alto.

Em decorrência disto, a quantidade de calcário a aplicar por hectare varia, como nas demais classes, com o tipo de solo e com a cultura a ser desenvolvida, mas pode haver recomendações específicas para algumas espécies, de quantidades bem acima de 3 toneladas/ha. Neste caso é conveniente parcelar a aplicação em duas etapas, uma antes do período chuvoso e outra próximo ao final deste período, considerando-se também a antecipação prevista para o plantio, conforme mencionado no item Calagem.

As principais classes de solos aqui compreendidas são os Latossolos e Podzó-

licos Amarelos; Latossolos e Podzólicos Vermelho-Amarelos; e, Latossolo variação Una, todos com elevado teor de argila, baixa capacidade de troca de cátions e alta saturação por alumínio trocável.

Classe 5 – Terras que embora possam necessitar de calagem, apresentam uma ou mais restrições fortes, de natureza diversa, que as limitam para o uso com a atividade agrícola, de forma econômica e racional. Por este motivo não foram analisadas quanto à necessidade de calcário e constituem uma classe a parte, com diferentes vocações conforme o fator limitante.

Estas limitações podem ser devidas à pequena profundidade dos solos; intensa pedregosidade ou rochosidade; textura extremamente arenosa; relevo fortemente ondulado, montanhoso ou escarpado; níveis de salinidade e/ou alcalinidade inadequados; alto risco de inundação ou encharcamento etc.

Os solos desta classe são os mais variados, predominando extensas áreas com Litólicos, associados a afloramentos de rochas, Areias Quartzosas, Areias Quartzosas Marinhas, Planossolos Solódicos, Solonetz Solodizados, Aluviais Solódicos e Salinos, Podzol Hidromórfico, Solos Halomórficos de Mangues, Solos Hidromórficos e Orgânicos, além de outras unidades associadas ao relevo supracitado.

6 - Considerações Finais e Demanda Total de Calcário

Da interpretação dos resultados das análises físico-químicas de solos, da correlação destes dados com o material de origem e da distribuição geográfica das unidades de solos representadas nas diversas cartas que compõem os Estados da Bahia e Sergipe, obtiveram-se 5 classes de terras quanto à necessidade de calcário para a agricultura, que estão a seguir explicitadas:

As terras da Classe 1 estão referidas a solos de alta fertilidade, com pH entre 6,5 e 7,5 e elevada saturação por bases, predominando o cálcio e o magnésio, portanto, não necessitam de aplicações de corretivos da acidez. São derivadas, principalmente, de rochas calcárias ou materiais carbonatados, rochas básicas e rochas do embasamento cristalino ricas em minerais ferromagnesianos. Localizam-se em extensas áreas representadas pelo Baixo de Irecê; Baixada do rio Salitre; borda oriental do Chapadão do Oeste Baiano; sul de Juazeiro; Depressão de Itapetinga; Recôncavo Baiano; sudeste de Curaçá; e Canindé do São Francisco-SE. Ocupam uma área de, aproximadamente, 70.690 km².

As terras da Classe 2 distribuem-se esparsamente por todo o Estado da Bahia e Sergipe, sem uma notória concentração em área. São representadas por solos de mediana fertilidade, com caráter eutrófico (saturação por bases ligeiramente maior que 50%), pH entre 5,5 e 6,5 e Ca⁺² + Mg⁺² em geral abaixo de 4 meq/100g de solo, ou pouco mais. Totalizam cerca de 57.235 km² de área, calculando-se, pela média, ser necessário 2.861.800 toneladas de calcário para atender às necessidades desta classe, a cada 4 anos.

As terras da Classe 3 ocupam áreas significativas nos Estados da Bahia e Sergipe, podendo-se individualizar como mais representativas: o Chapadão do Oeste Baiano; os Planaltos situados no sudoeste baiano e os Tabuleiros Litorâneos e Pré-litorâneos, principalmente no extremo sul da Bahia e ao norte de Salvador, adentrando para o Estado de Sergipe. Os solos são de baixa fertilidade, com baixa saturação

por bases (distróficos), pH geralmente entre 4,5 e 5,5 e Ca⁺² + Mg⁺², em geral, abaixo de 2 meq/100g de solo. A área total desta classe é de cerca de 203.079 km², sendo estimado, pela média, ser necessário 40.615.800 toneladas de calcário para atender às necessidades desta unidade, a cada 4 anos.

As terras da Classe 4 estão situadas preferencialmente nos Tabuleiros Litorâneos, estendendo-se da cidade de Alagoinhas até o extremo sul do Estado da Bahia, e mais para o sudoeste englobando o Planalto de Vitória da Conquista. O material de origem dos solos é completamente dessaturado e distribui-se numa faixa de precipitação elevada, o que favorece as perdas de cálcio e magnésio por lixiviação, advindo solos de baixa fertilidade, definida pelos parâmetros: baixos teores de cálcio e magnésio, em geral bem inferiores a 1 meq/100g de solo; pH entre 4,0 e 5,5; saturação por bases normalmente inferior a 30% e alumínio alto. A área total desta classe é de aproximadamente 45.746 km², sendo necessário, pela média, 18.298.400 toneladas de calcário para atender a demanda desta área, a cada 4 anos.

A Classe 5 constitui-se em uma unidade à parte, uma vez que não participa das áreas com recomendação de calagem, devido ser inadequada para utilização agrícola, em razão das fortes restrições que manifestam. Estas limitações podem ser devidas ao solo (exígua profundidade; pedregosidade e/ou rochosidade; textura grosseira; salinidade e/ou alcalinidade etc), à topografia (serras, escarpas rochosas etc) ou à drenagem (risco de inundação ou encharcamento). Estas áreas podem ter outra destinação, entre elas: pecuária, florestamento ou reflorestamento, preservação permanente, proteção ambiental etc. Aqui estão englobados, como principais, os Solos Litólicos, Areias Quartzosas, Planossolos Solódicos, Solonetz Solodizados, Solos de Mangues, Hidromórficos e Orgânicos. Ocorrem em regiões específicas dos Estados da Bahia e Sergipe e ocupam cerca de 206.220 km², o que equivale a 35,4 % da área total.

O quadro a seguir resume a necessidade total de calcário para a agricultura, a cada quatro anos, considerando-se o valor

médio para cada classe, nos Estados da Bahia e Sergipe.

Estado	Classe de Terra	Área (km ²)	Necessidade média (t/ha)	Necessidade total (t)
	1	68.967	0	0
Bahia	2	54.161	0,5	2.708.100
	3	197.579	2	39.515.800
	4	45.746	4	18.298.400
	5	194.573	-	-
Total Bahia	1 a 5	561.026	1,08	60.522.300
	1 a 4	366.453	1,65	60.522.300
Sergipe	1	1.723	0	0
	2	3.074	0,5	153.700
	3	5.500	2	1.100.000
	4	0	-	-
	5	11.647	-	-
Total Sergipe	1 a 5	21.944	0,57	1.253.700
	1 a 3	10.297	1,22	1.253.700

7 - Bibliografia

- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS E CORRETIVOS AGRÍCOLAS - ANDA. *Manual de adubação*. 2.ed. São Paulo, 1975. 346p.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS E CORRETIVOS AGRÍCOLAS - ANDA. *Acidez do solo e calagem*. 2.ed. São Paulo, 1988. 16p. (Boletim Técnico, 1).
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS E CORRETIVOS AGRÍCOLAS - ANDA. *Manual de fertilidade do solo*. São Paulo, 1989. 153p.
- BOYER, J. L. *Propriedades dos solos e fertilidade*. Salvador : Universidade Federal da Bahia, 1971. 196p.
- BOYER, J. L. *Dinâmica dos elementos químicos e fertilidade dos solos*. Salvador : Universidade Federal da Bahia/Instituto de Geociências/ Departamento de Geoquímica, 1985. 328p.
- COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO. *Manual de adubação e calagem para o Estado da Bahia*. 2.ed. Salvador, 1989. 176p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC. *Recomendação de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. 2.ed. Rio Grande do Sul : SBCS/EMBRAPA-CNPT, 1989. 128p.
- COMPANHIA BAIANA DE PESQUISA MINERAL. *Calcário agrícola : diagnóstico da oferta e da demanda no Estado da Bahia*. Salvador : EBDA : CBPM, 1998. 73p. (Documentos, 8).
- RAIJ, Bernardo Van. *Avaliação da fertilidade do solo*. Piracicaba, 1981. 142p.
- RAIJ, Bernardo Van. *Acidez e calagem no Brasil*. Campinas : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo : Instituto Agrônômico de Campinas, 1983. 361p.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
CPRM - Serviço Geológico do Brasil
Superintendência Regional de Salvador

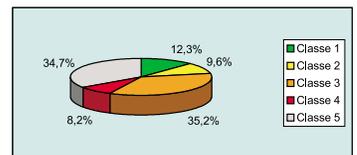


- Classe 1** Terras que não necessitam de calagem
- Classe 2** Terras que necessitam de pequenas quantidades de calcário (menos de 1 t/ha)
- Classe 3** Terras que necessitam de médias quantidades de calcário (entre 1 e 3 t/ha)
- Classe 4** Terras que necessitam de grandes quantidades de calcário (mais de 3 t/ha)
- Classe 5** Terras que podem ou não necessitar de calagem, contudo, apresentam uma ou mais restrições muito fortes, de natureza diversa, que as tornam não recomendadas à atividade agrícola.

CLASSES DE NECESSIDADE DE CALCÁRIO PARA OS SOLOS DO ESTADO DA BAHIA (*)

CLASSE	ÁREA (1000 ha)	%	NECESSIDADE MÉDIA (t/ha)	NECESSIDADE TOTAL (1000 t)
1	6896,7	12,3	0	0
2	5416,1	9,6	0,5	2708,1
3	19757,0	35,2	2,0	39515,8
4	4574,6	8,2	4,0	18298,4
5	19457,3	34,7	-	-
1 a 5	56102,6	100	1,08	60522,3
1 a 4	36445,3	65,3	1,65	60522,3

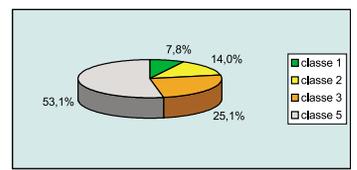
(*) A cada quatro anos, considerando-se o valor médio e serem aplicados em cada classe.



CLASSES DE NECESSIDADE DE CALCÁRIO PARA OS SOLOS DO ESTADO DE SERGIPE (**)

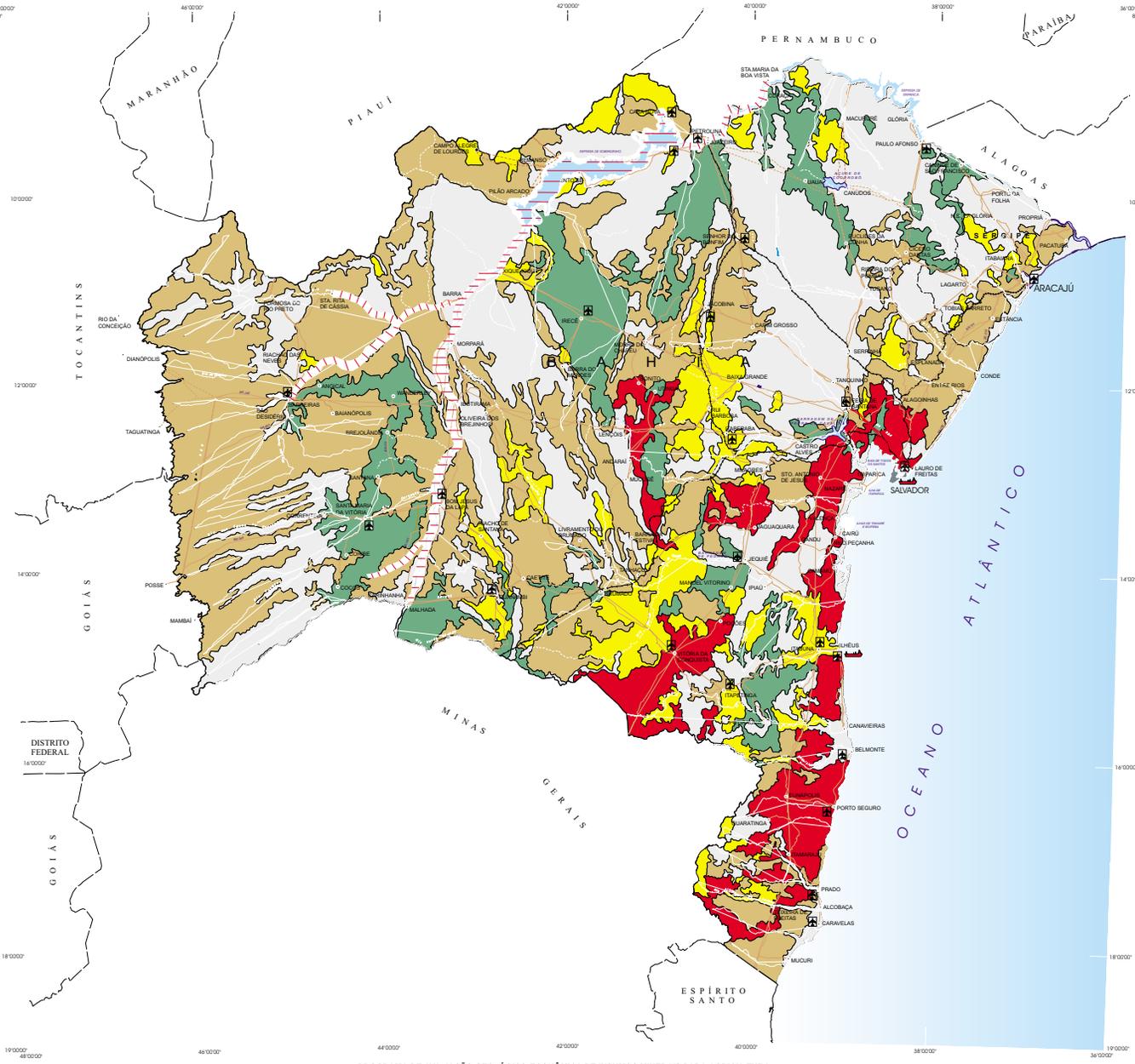
CLASSE	ÁREA (1000 ha)	%	NECESSIDADE MÉDIA (t/ha)	NECESSIDADE TOTAL (1000 t)
1	172,3	7,8	0	0
2	307,4	14,0	0,5	153,7
3	550,0	25,1	2,0	1100,0
4	0	0	-	-
5	1164,7	53,1	-	-
1 a 5	2194,4	100,0	0,57	1253,7
1 a 3	1029,7	46,9	1,22	1253,7

(**) A cada quatro anos, considerando-se o valor médio e serem aplicados em cada classe.



PROGRAMA DE AVALIAÇÃO GEOLOGICO-ECONOMICA DE INSUMOS MINERAIS PARA AGRICULTURA NO BRASIL - PIMA
Programa concebido e executado pelo Cx. de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM. Concepção programática e supervisão: Geólogo Milton Farias. Coordenação Nacional: José Luiz Gonçalves de Azeiteiro. Elaboração do mapa: Eng. Agrônomo Paulo Roberto Correia, Geólogos César Moraes, Filipe Chiffre do Projeto) e Raaf César da Cunha Lima. Supervisão técnica: Geólogo Luiz Carlos de Moraes. Supervisão de Edição: Geólogo João Henrique Cavalcanti. Revisão Cartográfica: Engenheiro Carlos Alberto Digitalização e edição pelo Setor de Geoprocessamento e Informática da SURGISA, Jureia Castro Sacramento. Trabalho Fotográfico do Cx. de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM.

CPRM - Superintendência Regional de Salvador
Tel. (071) 230-9977. FAX (071) 371-4065. e-mail: sprm@sbh.cprm.gov.br



NOTA EXPLICATIVA

O mapa que ora se apresenta, na escala 1:2.000.000, resulta da interpretação dos resultados de análises e mapeamentos de solos na escala de milímetro, executados pelo Projeto RADAMBRASIL, e cartografados em cinco folhas, codificadas e denominadas: SO-23-São Francisco; SO-24-Aranjua; SO-25-Brejo Santo; SO-24-Salvador e SE-24-Rio Doce. Abrange uma área de, aproximadamente, 582.970 km².

A maior parte dos solos agrícolas dos Estados da Bahia e Sergipe apresenta baixa fertilidade e elevada acidez, cujo aproveitamento racional e econômico, com alto rendimento, só será conseguido com o emprego de fertilizantes e corretivos, em quantidades adequadas e variáveis conforme as exigências de cada cultura e tipo de solo.

A correção da acidez dos solos através da calagem é uma prática fundamental para o melhor aproveitamento dos fertilizantes pelas plantas, especialmente de cálcio e magnésio. A calagem, além de elevar o pH do solo, neutraliza ou reduz os efeitos tóxicos do alumínio e manganês, fornece o cálcio e o magnésio, além de ativar a atividade microbiana, propicia melhor estruturação dos solos, favorecendo a aeração, circulação da água e desenvolvimento radicular, aumenta a possibilidade de absorção de outros nutrientes como o fósforo, nitrogênio, potássio, enxofre e molibdênio, e em conseqüência, promove maior resistência ao estresse hídrico.

O efeito da calagem na correção da acidez do solo começa, em geral, três meses após a aplicação e atinge o ponto máximo antes de um ano. A partir daí começam as perdas por lixiviação, absorção pelas plantas e retirada pelas colheitas.

O efeito residual da calagem, quando utilizada a dose integral recomendada, é igual ou superior a quatro anos, sendo que, para climas tropicais de elevada pluviosidade e solos de textura leve, este período pode diminuir para três anos. Isto significa que deverão ser feitas novas aplicações após este prazo, mediante resultados de novas análises de solos.

A correção da acidez implica no aporte de calcário ao solo, em quantidade que depende das propriedades dos solos, das exigências e tolerâncias das culturas e da qualidade do corretivo.

Os corretivos de solo são caracterizados por dois aspectos importantes: o Poder Neutralizante (PN) e a Realividade (R). O material, de cuja interação resulta o PODER RELATIVO DE NEUTRALIZAÇÃO TOTAL (PRNT), que pode ser expresso pela equação: PRNT = PN x R / 100.

O Poder Neutralizante de um calcário está na sua capacidade de neutralizar a acidez do solo, o que é variável segundo a composição química de cada calcário e de cada solo. Pode ser determinado em laboratório e obtido pelo cálculo a partir do peso equivalente de CaCO₃ e MgO. A legislação pertinente exige que o Poder de Neutralização por corretivo, para ser comercializado, seja superior a 67% (em CaCO₃) e que a soma CaO + MgO seja maior que 38%.

A Realividade de um corretivo é a sua capacidade de reagir no solo e depende essencialmente do diâmetro de suas partículas. Assim, quanto maior for o calcário maior será a superfície de contato com o solo e maior será sua ação. A distribuição ou tamanho das partículas de calcário, determina que o diâmetro máximo das grânulos seja inferior a 2 mm, sendo que 70% deles devem passar em peneira com abertura 0,84 mm e 50% em peneira com 0,425 mm.

Além do valor do PRNT do material corretivo, é também importante saber-se o teor de magnésio contido, uma vez que os solos ácidos têm baixos valores deste elemento essencialmente nutricional das plantas. São recomendados que se utilizem os calcários dolomíticos ou magnesianos, a fim de se equilibrar os componentes Ca+2 e Mg+2 no solo.

Para se definir a metodologia a ser adotada neste trabalho, foram analisados todos os métodos utilizados para a determinação das necessidades de calcário na agricultura, sendo que, para os estados da Bahia e Sergipe, são utilizadas duas fórmulas: uma que considera o duplo teor de alumínio só no solo e os valores de cálcio e magnésio quando inferiores a 20mg/100g de solo, e outra, que tem em consideração a capacidade de troca catiônica e dois níveis de saturação por bases: o atual e o adequado a cada cultura.

Como se observa, o procedimento de se corrigir a acidez do solo, está vinculado a duas perguntas: qual a cultura que será implantada e qual o tipo de solo em questão? O presente trabalho faz uma análise global das necessidades de calcário em cada tipo de solo, para a maioria das culturas, sem particularizar as especificidades de cada uma. Serão, portanto, como uma diretriz, para se avaliar as necessidades de calcário para a agricultura em geral, abrangendo os Estados da Bahia e Sergipe.

Para alcançar este objetivo foram estabelecidas 5 classes de terras quanto às necessidades de calcário, identificadas e separadas por faixas de valores bem definidos (em toneladas/hectare), adotando-se como parâmetros básicos: dos solos, os níveis de saturação por bases (caráter eutrófico e distrófico) e a saturação por alumínio trocável (caráter ácido), além do percentual de argila, se maior ou menor que 20%. Admite-se como zona de maior desenvolvimento das raízes e de incorporação ao corretivo a camada superficial de 20cm de profundidade, a qual será objeto de avaliação neste estudo.

As classes 0 e 1 a 4 expressam as quantidades de calcário necessárias para os diferentes tipos de solos considerados agrícolas, enquanto que na classe 5 estão as terras não agrícolas devido à presença de um ou mais fatores restritivos, que podem ser: pequena profundidade; intensa pedregosidade ou rochosidade; textura extremamente arenosa; relevo muito acidentado; salinidade e/ou alcalinidade; hidromorfismo etc.

A classe 1 que engloba os solos desenvolvidos de rochas ou materiais carbonatados, rochas básicas, ultrabásicas e algumas rochas do embasamento cristalino ricas em minerais ferromagnesianos, não requer aplicação de calcário, uma vez que os solos têm elevada saturação por bases, altos teores de cálcio e magnésio e pH praticamente neutro a ligeiramente ácido.

A classe 2 compreende grande parte dos solos que apesar de serem classificados como eutróficos, devido à saturação por bases ser um pouco maior que 50%, apresentam pH moderadamente ácido e baixo cálcio e magnésio, em geral, menores que 0,5mg/100g de solo. A aplicação de calcário visa, não somente, elevar o pH até próximo da neutralidade, como também repor parte do déficit de cálcio e magnésio retirados pelas culturas em cada safra.

A classe 3 abrange os solos distróficos de textura média e argilosa e, eventualmente, alguns solos ácidos de textura arenosa/medida ou integradamente média. Está implícito na definição destes caracteres que a saturação por bases é menor que 50%, podendo ser, em adição, alumínio alto. O pH varia de moderado a fortemente ácido e a soma de cálcio e magnésio é comumente menor que 2mg/100g de solo.

A classe 4 agrupa os solos ácidos (alumínio maior que 50%), de textura argilosa a muito argilosa, que ocorrem, preferencialmente, nos tabuleiros costeiros, sob clima úmido, onde as elevadas precipitações favorecem as perdas de cálcio e magnésio por lixiviação, provocando a acidificação dos solos. A saturação por bases é comumente inferior a 20% e não raras vezes menor que 10%. O cálcio + magnésio é, frequentemente, menor que 1 mg/100g de solo e a acidez dos solos está entre moderada a forte.

A classe 5 compreende todas as terras que possuem um ou mais impedimentos muito fortes, que as tornam não recomendadas à atividade agrícola e, por isto, não foram objeto de análise quanto à recomendação de calagem.

PROGRAMA DE AVALIAÇÃO GEOLOGICO-ECONOMICA DE INSUMOS MINERAIS PARA AGRICULTURA NO BRASIL - PIMA

PROJETO INSUMOS MINERAIS PARA AGRICULTURA BAHIA - SERGIPE

MAPA-SÍNTESE DAS NECESSIDADES DE CALCÁRIO PARA OS SOLOS DOS ESTADOS DA BAHIA E SERGIPE



Este mapa é parte integrante do Informe de Recursos Minerais, elaborado pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM, sob a direção do Geólogo Paulo Roberto Correia, sob a supervisão do Geólogo Milton Farias. O trabalho foi executado pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM, sob a direção do Geólogo Paulo Roberto Correia, sob a supervisão do Geólogo Milton Farias. O trabalho foi executado pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM, sob a direção do Geólogo Paulo Roberto Correia, sob a supervisão do Geólogo Milton Farias.

