

O POTENCIAL DOS AGROMINERAIS NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL

Marcelo Soares Bezerra¹

RESUMO

No trabalho é destacado o significado dos fertilizantes minerais para o desenvolvimento da produção agrícola sendo mostrado o cenário atual do setor no Brasil e particularmente na região nordeste do país. Ressalta-se a forte presença da agricultura na economia nacional e a situação privilegiada do país no que se refere à disponibilidade de terras que ainda poderão ser inseridas na produção, verificando-se, no entanto, uma preocupante dependência dos fertilizantes convencionais ao subsolo alheio, como um gargalo a ser resolvido. A resolução deste entrave implica a oferta de fertilizantes menos onerosos, sendo enfocada a situação dos agrominerais tradicionais no que se refere à distribuição das jazidas e das fábricas no Brasil e o contexto regional. A disponibilidade de insumos minerais alternativos para complementar a resolução deste problema, é também abordada, com foco no potencial da região nordestina, evidenciando a carência de desenvolvimento de tecnologias apropriadas para o processamento dos recursos minerais, com vistas às características dos nossos solos e aos fatores naturais e práticas agrícolas adotadas. São citados experimentos e sucessos na aplicação destes minerais e os condicionamentos geológicos favoráveis para depósitos no Nordeste do Brasil, que incentivam um vasto campo de pesquisa na interface da geologia e da tecnologia mineral com a fertilização de solos.

Palavras-chave: agrominerais, fertilizantes

ABSTRACT

This paper links the importance of mineral fertilizers for agricultural development and it presents Brazilian scenery and in private the northeast region of territory. It is emphasized the strong of agriculture into national economy, the privileged situation of Brazil in which is referred the availability of lands to be inserted in production, nevertheless a worry with dependence of imported conventional fertilizers as a bottle-neck to be solved. The resolution of this problem involves fertilizers supply less expensive and so is focused the scenery about traditional agro minerals, concerning the distribution of deposits and plants in Brazil as the regional context. The availability of alternative minerals to solve this problem is approached looking for the northeast region, making evident the need of convenient technologies for mineral resources processing, considering soils characteristics, natural factors and agricultural experience. Experiments and cases of success are then mentioned about usage these minerals, the auspicious geological ambient in Brazilian northeast, too much encouraging research on the interface of geology, mineral technology and soil fertilizers.

Key-words: Agro minerals, fertilizers.

¹ MB Estudos e Projetos Ltda

Av.Gov. Carlos de Lima Cavalcanti, 3995 loja 27 – Casa Caiada, Olinda/PE - Brasil

E-mail: marcelosbezerra@globo.com

1. A IMPORTÂNCIA DOS AGROMINERAIS

O solo assume importância capital na agricultura pelo seu desempenho no abrigo da planta, armazenamento de água e fornecimento dos nutrientes essenciais, tendo origem na ação da matéria orgânica e do intemperismo atuante sobre as rochas e é constituído por um material inconsolidado onde coexiste uma mistura de minerais, compostos orgânicos, organismos vivos, água e ar, que interagem em resposta a processos químicos físicos e biológicos.

O intemperismo atua por processos físicos que desintegram as rochas, acelerados pelas reações químicas entre os minerais e as moléculas de água, por fenômenos de solução, hidrólise, hidratação e oxidação. Esta ação se faz sentir com maior ou menor intensidade, em função das ligações covalentes presentes na estrutura cristalina dos minerais constituintes, ou seja, maior número de ligações covalentes, maior será a estabilidade e a resistência do mineral ao intemperismo.

A mineralogia do solo é constituída pelos minerais primários herdados do material original e pelos minerais secundários, produtos da meteorização ou da alteração da estrutura dos primários, sendo um indicativo do potencial de nutrientes contidos no solo. Assim, a fertilidade do solo, que é expressa como a capacidade química do solo para suportar o desenvolvimento das plantas, é diretamente vinculada à presença destes nutrientes, bem como ao tipo de argilo mineral e à quantidade de matéria orgânica. Ela nem sempre está presente na dosagem desejável ou pode ser consumida pelas plantações, havendo assim a necessidade de melhorar alguns tipos de solos e de repor os seus nutrientes, de forma a conservar a produtividade que tende a decrescer com o decorrer do uso.

Os nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas são assim classificados:

Macro nutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, oxigênio, hidrogênio e carbono.

Micronutrientes: ferro, manganês, zinco, cobre, cloro, boro e molibdênio.

Tais elementos químicos, com exceção do oxigênio, hidrogênio e carbono, obtidos de rochas e minerais, agrupados na classificação de Agrominerais, são usados para influir no metabolismo das plantas, que os absorvem a partir de solução no solo e cada um desempenha um determinado papel no crescimento delas.

2. AGROMINERAIS CONVENCIONAIS

Os principais insumos dessa cadeia produtiva são o nitrogênio, o fósforo e o potássio. O Brasil tem se destacado, em anos recentes, como grande consumidor e importador desses insumos, em especial do potássio. A produção agrícola e, por consequência, a indústria de fertilizantes determinam a demanda desses elementos nutrientes que vem sendo abastecida em sua maior parte por produtos importados. A posição brasileira na indústria mundial de fertilizantes mostra um panorama de dependência de insumos importados:

Elemento	Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Produção Brasileira	1 %	4 %	1 %
Consumo Brasileiro	2 %	8 %	13 %

2.1. Fosfato

Destes elementos o único que tem uma posição menos desconfortável é o fósforo, pois a produção brasileira de rocha fosfática em 2007 cresceu 5,1% em relação a 2006, atingindo 6,09 milhões de toneladas, que, dado o teor médio de 35,4%, significa 2,157 milhões de toneladas em fósforo. O grosso da oferta de fertilizantes fosfatados está nas regiões sudeste e centro oeste.

Os depósitos no nordeste situam-se na Bahia, na bacia de Irecê e em Campo Alegre de Lourdes, próximo a divisa com o Piauí, com produção anual de 100 mil t e 200 mil t respectivamente, e reservas em torno de 50 milhões t. Estas minas são operadas pelo Grupo Galvani que submete a rocha fosfática a um processo de enriquecimento e o concentrado fosfático assim obtido é destinado a um complexo industrial do grupo, para a produção de fertilizantes no oeste baiano. A empresa prevê aumento da capacidade instalada de produção de Angico Dias/BA e de Irecê/BA com R\$ 220 milhões de investimento, a ser concluído em 2011.

A empresa Indústrias Nucleares do Brasil em parceria com o Grupo Galvani desenvolvem o Projeto Santa Quitéria (Itataia – CE) visando o aproveitamento de minério de fosfato associado a urânio para produção de 240 mil toneladas de fosfato e 1.600 toneladas ano de urânio, num investimento de 377 milhões de dólares. A operação da mina está prevista para o ano 2014 e o fosfato será destinado a abastecer as fábricas do grupo Galvani, enquanto o urânio será inicialmente destinado à Usina de Angra dos Reis e, futuramente suprirá as oito novas usinas nucleares que serão instaladas no país, inclusive duas no Nordeste.

Ocorrem ainda depósitos que já foram minerados no passado, com reservas dimensionadas e ainda não aproveitadas, citando-se os do litoral de Pernambuco e da Paraíba. Parte destas áreas são concessões da CPRM para negociação.

2.2. Potássio

Além do fosfato, o setor de fertilizantes é grande consumidor de potássio e com uma dependência do produto importado maior que o fosfato. A produção interna de cloreto de potássio, iniciada no ano de 1985, está restrita ao Complexo Mina/Usina de Taquari/Vassouras, no estado de Sergipe, única fonte doméstica de produção de potássio fertilizante, operada pela Vale e atendendo a menos de 10 % da demanda nacional.

Outros empreendimentos em desenvolvimento são:

Projeto Carnalita - localizado na sub-bacia Taquari-Vassouras (SE), é um projeto de US\$ 844 milhões, conduzido pela mineradora Vale, visando definir a viabilidade do aproveitamento do depósito de carnalita pelo método de lavra por dissolução. O depósito está contido em sedimentos que contêm a atual mina de silvinita operada pela mesma empresa, estando em

implementação um teste piloto e em caso positivo, produzir 1,2 milhão de toneladas anuais de cloreto de potássio.

Projeto Santa Rosa de Lima, que pretende explorar silvinita na sub-bacia Santa Rosa de Lima, também em Sergipe, com *start up* previsto para 2013. O método de lavra deverá se por dissolução de fluxo direcional, em um investimento de US\$ 500 milhões, com capacidade para 500 mil toneladas de cloreto de potássio/ano.

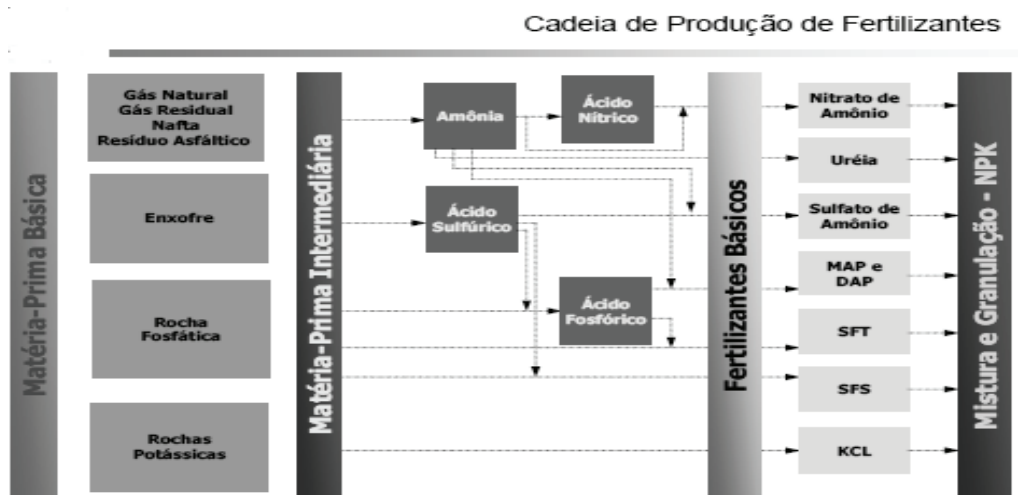
Uma empresa canadense (Talon Metals) desenvolve prospecção nos sedimentos da bacia Sergipe-Alagoas na Plataforma Continental sergipana.

2.3. Nitrogênio

O outro elemento fundamental para as plantas, o nitrogênio, vem sendo produzido pela PETROBRAS em duas unidades da empresa, as fábricas de fertilizantes nitrogenados de Laranjeiras (SE) e Camaçari (BA), que ofertam em torno 1.000 toneladas ano, a partir do gás de petróleo.

A cadeia produtiva dos fertilizantes convencionais é resumida na Figura 1 tendo por base os minerais já citados e mais o enxofre, o gás natural e o residual, a nafta e o resíduo asfáltico. Deles derivam as matérias primas intermediárias, os fertilizantes básicos e na ponta as misturas e granulações. Muito embora estes produtos tenham a sua eficiência agrônômica e uma rápida liberação dos nutrientes, o seu alto custo unitário ao qual se agrega um custo de frete significativo torna inviável a sua aplicação em culturas de pequenos produtores ou em plantações localizadas longe das fontes produtoras ou de portos marítimos. As regiões sul, sudeste e centro oeste concentram a grande parte desta cadeia abastecida por matéria prima majoritariamente importada.

Figura 1. Cadeia de produção de fertilizantes.

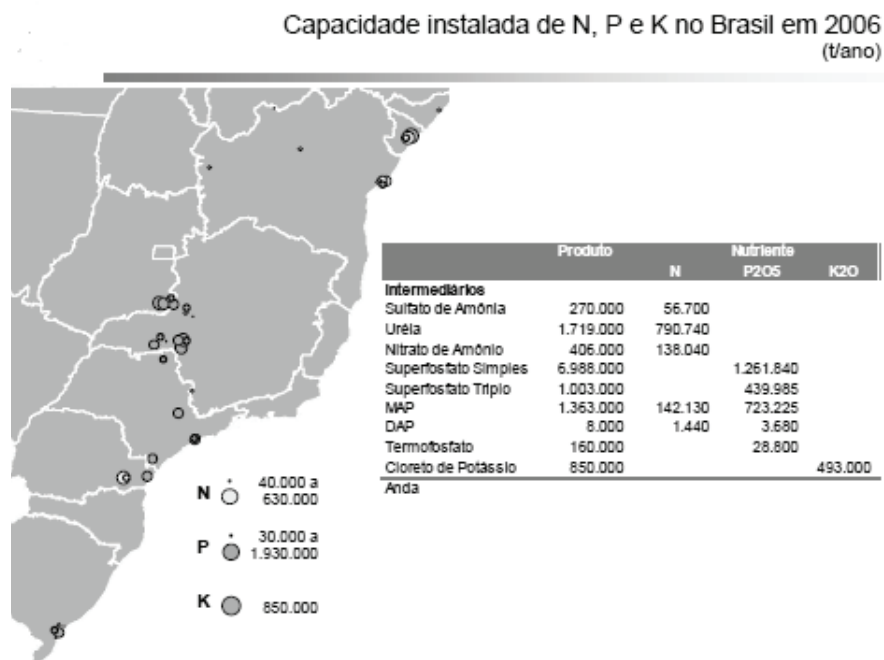


Fonte: MBAgro

Na Figura 2 é mostrada a localização destas fábricas com os diversos tipos de produtos e os nutrientes (N, P, K) contidos estando incluídas as unidades nordestinas, as minas de rocha

fosfática de Irecê, a unidade de fertilizantes de Luiz Eduardo Magalhães (BA), a unidade da Fertipar em Alagoas e o complexo de fertilizantes de Sergipe e de Camaçari.

Figura 2. Capacidade instalada de N, P e K no Brasil em 2006.



2. AGROMINERAIS ALTERNATIVOS

Em decorrência da concentração das jazidas dos agrominerais convencionais em poucas jazidas mundiais, dos altos preços unitários e dos custos de transporte destes insumos, tem ocorrido em diversas partes do país e do mundo, o aproveitamento de outros minerais e rochas, inclusive rejeitos industriais ou de mineração, conhecidos como agrominerais alternativos para uso agrícola regional. Eles são usados com as funções de fertilizantes (Tabela 1) ou de condicionadores de solos (Tabela 2), em seu estado natural ou modificados por processos físicos, químicos ou biológicos.

Tabela 1 - Rochas e Minerais fontes de macro nutrientes de solos

Rocha ou Mineral	Nutrientes
Rochas ultrabásicas	Mg, Ca
Basalto / Gabro	Mg, Ca
Carbonatito	Ca, Mg, P, K
Serpentinito	Si, Ca, Mg, Fe, Na, K
Rochas alcalinas	K
Rochas graníticas ricas em feldspato K	K
Gipsita / Fosfogesso ¹	S, Ca
Calcário / Dolomito ¹	Ca, Mg
Biotita xisto	K, Na, Fe, Ca, Mg

(1) Usado também com a função de condicionador

Tabela 2 – Rochas e Minerais condicionantes de solos

Rocha / Mineral	Propriedades	Benefícios
Vermiculita	Retenção de água, aeração, CTC, isolante térmico	Acelera germinação e o desenvolvimento da raiz
Perlita	Peso leve, boa absorção e drenagem, aeração, resiliência	Promove crescimento da planta, veículo de inoculante
Pedra pome	Peso leve, aeração, retenção de água, boa drenagem, estável	Promove crescimento da planta, veículo de inoculante
Zeolitas	Hidratação, alto volume de vazios, área superficial, CTC	Alimenta aditivo, armazena e lenta liberação amônia

A bibliografia relata diversas experiências bem sucedidas de aplicação de minerais alternativos na agricultura, em diversas partes do mundo, bem como empreendimentos privados consolidados no suprimento destes materiais. O CETEM e a EMBRAPA lideram programas de pesquisas específicas para este setor, e no que concerne a essa região as áreas de ocorrências potenciais destas alternativas são a seguir comentadas e distribuídas em três classes de rochas.

3.1. Rochas Fertilizantes Mononutrientes Alternativas

Os principais litotipos, e sua localização, são a seguir listados, tendo como fonte de informação a cartografia geológica disponibilizada pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil, informações pessoais e de outras instituições.

Tabela 3. Áreas prospectivas para rochas mononutrientes.

Nº	Estado	Rocha ou Mineral (nutriente)	Localização
1	PI	Rocha fosfática (P) sedimentar na formação Pimenteiras encaixada em siltitos e arenitos com teores de P_2O_5 em amostras pontuais variando entre 4 e 19 %.	Pimenteiras e São Miguel do Tapuío.
2	PI	Flogopita (K) associada à vermiculita.	Região de Paulistana e Queimada Nova
3	PI	Kimberlitos ricos em potássio (K)	Gilbués
4	RN	Flogopitito (K) em garimpo de esmeralda	Paraná, Marcelino Vieira e Francisco Dantas
5	PE	Sienito álcali feldspato (K) da Serra do Man	Região de Triunfo
6	PE/PB	Rocha fosfática sedimentar na Bacia Sedimentar PE/PB com teor médio de 10% P_2O_5	Litoral norte de PE e litoral sul PB.
7	BA	Amazonita (K) da Serra do Cari	Potiraguá
8	BA	Flogopitito (K) encaixante de esmeraldas	Carnaíba e Socotó
9	BA	Sienito alcalino potássico (K)	Itiuba, Morro dos Afonsos, Santanópolis e São Félix.
10	BA	Biotita (K) com alteração para vermiculita	Brumado

Fonte: CPRM

3.2. Rochas Fertilizantes Silicatadas Multi Nutrientes.

Estas rochas há muito tempo vêm sendo estudadas por se constituírem uma alternativa de baixo custo, com a vantagem de serem portadoras de diversos macro e micronutrientes. Sua desvantagem é a lenta liberação destes nutrientes e as pesquisas para superar os gargalos, tentam entender os processos químicos e biológicos que se processam no ciclo dos nutrientes até às raízes das plantas.

Tabela 4. Áreas prospectivas para rochas fertilizantes silicatadas multinutrientes.

Nº	Estado	Litoestratigrafia	Localização
1	MA	Anfibolito filito xisto verde	Região Gurupi
2	MA	Biotita monzo granito	Região de Cantão
3	PI	Basalto e Diabásio, intrudidos em sedimentos cretáceos da formação Sardinha.	Extremo norte do estado, oeste da rodovia Piracura/Buriti Lopes
4	PI	Biotita, sienito, anfibólio da suíte intrusiva Caboclo.	Entre Queimada Nova e Cel. Jose Dias e ao norte de Curral Novo.
5	PI	Serpentinito e gabro em corpos ultramáficos.	Campo Alegre do Fidalgo.
6	PI	Corpos ultramáficos que bordejam a Bacia do Parnaíba.	Limites do PI com estados de PE, CE e BA
7	CE	Meta gabro e metaultramáficas serpentinizados, meta calcários, rochas calcissilicáticas e ferro magnesianas.	Região de Canindé, Parambu, Independência, Sobral e Amontada.
8	CE	Micaxisto grafitoso, anfibolito, rochas calcissilicáticas e ferro magnesianas.	Acopiara, Banabuiú
9	CE	Metagabro, metabasalto, metaultramáficas, metatufos.	Região central do estado, Moimbaça e Pedra Branca.
10	CE	Mica xistos, metacarbonatos, rochas calcissilicáticas, meta ultramáficas, serpentinitos e talco xistos.	Granjeiro e Aurora
11	CE	Suíte ultrapotássica peralcalina com granodiorito a biotita e piroxênio.	Região de Jardim e Brejo Santo
12	CE	Suíte granítica shoshonítica ultrapotássica com sienito e piroxenito,	Região de Jati.
13	RN	Enxame de diques soleiras máficas com anfibolitos portadores de Fe, Ca, Mg, Na e K	Entre São Pedro e Eloi de Souza
14	RN	Gabro, monzonito com biotita, anfibólio e piroxenio	Totoró região de Currais Novos
15	RN	Monzo e sienogranito com biotita, anfibólio e mega cristais de feldspato K	Região de Umarizal, extremo oeste do estado.

16	RN	Basalto e diabásio	Ceará Mirim
17	RN	Diabásio (derrames)	Serra do Cuó, a leste de Açú.
18	RN	Basalto e rochas alcalinas	Próximo a Macau
19	RN	Corpos mataultrabásicos aos quais se associam clorita talco xisto, serpentina tremolita, com flogopita e vermiculita – MgO (26 a 32%) e Fe ₂ O ₃ (2 a 10%). Produção de talco.	Mina Bonfim em Lajes e entre Ouro Branco e Caicó
20	RN	Flogopita tremolita mármore com calcita (66%), tremolita (10%), flogopita (8%), plagioclásio (8%) e quartzo (5%).	Barra do Rio, a sudoeste de São José do Seridó
21	RN	Rochas carbonatadas em contato com escarnitos hospedeiros de mineralização de scheelita, contendo molibdenita. calcita, dolomita, vesuvianita, biotita, epidoto, quartzo, feldspato, turmalina, granada e fluorita Produção de scheelita.	Região de Currais Novos
22	PB	Rochas máficas com "skarns" mineralizados em apatita	Região de Sumé
23	PB	Basalto e diques sieníticos ultrapotássicos.	Entre Princesa Izabel e Manaíra
24	PB	Serpentinito em rocha ultramáfica	Mãe d'água, na região do Piancó.
25	PB	Rocha máfica ultramáfica com vermiculita como produto de alteração. Mina de vermiculita em atividade.	Na região de Santa Luzia e Casserengue.
26	PB	Tufo pórfiro que recobre os sedimentos da formação Gramame	Zona da mata sul do estado.
27	PB	Basalto sob a forma de diques e derrames com tipos vítreos na porção superior.	Região de Boa Vista.
28	PE	Rochas máficas intercaladas com gnaiss mineralizadas em Fe, Cr, Ti	Entre Parnamirim e Bodocó
29	PE	Rochas ultra máficas do complexo Monte Orebe	Município de Afrânio
30	PE	Rocha máfica de composição basáltica.	Região de Pedras Pretas em

			Floresta.
31	PE	Basalto, riolito e tufo na Bacia do Cabo, com teor de até 14% de K ₂ O	Cabo e Ipojuca
32	PE	Sienito com biotita e enclaves de rochas máficas.	Alto Pajeú e Bom Jardim.
33	AL	Rocha ultramáfica	Entre Pão de Açúcar e Piranhas.
34	AL	Serpentinito e biotita xisto associados a rochas máficas. Produção de farinha de rocha.	Serrote das Lajes, Jaramataia, noroeste de Arapiraca
35	AL	Sienito com feldspato potássico e biotita.	Entre Limoeiro de Anadia e Jaramataia.
36	SE	Basalto, riolito e diabásio com plagioclásio e material carbonático.	Entre Arauá e Tanque Novo.
37	SE	Gabro, norito em rochas ultra máficas com Cu, Ni, Fe e Ti.	Canindé do São Francisco.
38	SE	Sienito com fragmentos máficos e xenólitos de calcário.	Curituba.
39	BA	Sienito e monzonito	Serra do Catu próximo a Curituba
40	BA	Diabasio	Município de Cel. João Sá
41	BA	Rochas máficas – diabásio e gabro	Região de Curaçá e Caraíba
42	BA	Diabásio e gabro alcalino	Chapada Diamantina
43	BA	Corpos ultra máficos com serpentinito relacionados a pegmatitos e flogopitito encaixante das esmeraldas em exploração.	Serra da Jacobina (Carnaíba e Socotó)
44	BA	Diabásio e gabro	Uauá e Caratacá
45	BA	Corpos máficos e ultramáficos	Vale do Curaçá.
46	BA	Corpos máficos e ultramáficos	Mirabela e Palestina
47	BA	Meta vulcanito máfico com metadolomito e filito	Baixo rio Salitre
48	BA	Metavulcanito máfico com metadolomito e	Região de Sobradinho

		filito	
49	BA	Diabásio, gabro	Brotas de Macaúbas e Vale do Paramirim
50	BA	Sienito peralcalino com biotita, anfibólio, piroxênio	Campo Alegre de Lourdes
51	BA	Carbonatito com albita, apatita, biotita e magnetita	Angico Dias
52	BA	Rocha máfica ultra máfica com piroxenito e magnetita	Rio do Peixe
53	BA	Rochas máfica ultramáficas mineralizadas em cromita, em produção.	Vale do Jacurici e serra do Cantagalo
54	BA	Metavulcânicas máficas e calcissilicáticas em "greenstone".	Rio Capim
55	BA	Basalto, formação ferrífera, filito em "greenstone"	Rio Itapicuru
56	BA	Serpentinito, talco xisto em corpos ultra máficos	Açude das Pedras
57	BA	Serpentinito, anfibolito, talco xisto em corpos ultrabásicos, com mineralização de cromo, em exploração.	Campo Formoso
58	BA	Basalto anfibolitizado e cloritizado em diques máficos.	Entre Juazeiro e Sobradinho.
59	BA	Gabro, piroxenito, ilmenita e apatita em complexo ultramáfico mineralizado com Fe, Ti, V.	Campo Alegre de Lourdes.
60	BA	Rochas máficas – diabásio e gabro	Região de Curaçá e Caraíba

Fonte: CPRM/CBPM

3.3. Minerais Condicionadores de Solos

Nas classes precedentes foram abordados as rochas e os minerais que atuam quimicamente na fertilização de solos. A seguir serão abordados alguns minerais encontrados no subsolo nordestino dos quais podem ser aproveitadas propriedades físicas que melhoram as condições do solo.

Tabela 5. Minerais condicionadores de solos.

Nº	Estado	Rocha ou Mineral	Localização
71	BA/PE/MACE	Gipsita	Bacias sedimentares do Araripe, Recôncavo, Parnaíba e Potiguar
72	PI, BA, PE, PB	Vermiculita	Paulistana e Queimadas (PI), Parnamirim (PE), Santa Luzia (PB), Brumado (BA)
73	MA	Zeolita	Formação Corda, bacia Parnaíba.
74	Diversas	Calcário	Ocorrências e minas em todos os estados do Nordeste

Este potencial já vem sendo aproveitado, ainda que timidamente, sendo registrados empreendimentos para produção de calcário (corretivo de solos), gipsita (gesso agrícola), vermiculita (condicionador de solos) e rochas mono e multinutrientes de fontes alternativas.

4. CONCLUSÃO

O Brasil apresenta uma forte dependência no fornecimento de matérias primas para a indústria convencional de fertilizantes, à base do NPK, situando-se nas regiões sul e sudeste do país, a maior parte do parque industrial que processa estes insumos minerais. A geodiversidade do subsolo nordestino oportunizou o aproveitamento de jazidas de fosfato, potássio e nitrogênio e oferece também uma grande variedade de rochas e minerais alternativos para uso na agricultura, abrindo assim um leque de oportunidades a serem estudadas e testadas visando aproveitar materiais adequados nas proximidades das zonas agrícolas potenciais consumidoras, considerando a necessidade de fornecer ao produtor rural uma alternativa de baixo custo e disponível no local.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDA – A Indústria de Fertilizantes no Brasil no Mundo.
- CBPM- Companhia Baiana de Pesquisa Mineral – Bahia Land of Opportunities 2009.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil - Geologia e Recursos Minerais do Estado da Paraíba 2002.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil - Geologia e Recursos Minerais do Estado de Pernambuco 2001.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil - Geologia e Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte 2006.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil - Geologia do Estado de Sergipe.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil - Mapa Geológico do Estado do Piauí 2007.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil - Ceará Atlas Geográfico 2003.

- CPRM-Serviço Geológico do Brasil - Mapeamento Geológico do Brasil ao Milionésimo – Folhas SA-23, SB-23, SB-24.
- FYFE WS, Leonardos O.H, Theodoro SH. Sustainable farming with native rocks: the transition without revolution. Na. Acad. Bras. Ciências. 2006 Dec;78(4):715-20
- LUZ, A.B. da; Lapido-Loureiro, F.E.; Sampaio, J.A.; Castilhos, Z.C.; Bezerra, M.S. 2010. Rochas Minerais e Rotas Tecnológicas para Produção de Fertilizantes Alternativos. *In*: AGROMINERAIS PARA O BRASIL, 1, 2010, Rio de Janeiro: CETEM. V.1, p. 61-88.
- MBAGRO- Oferta e demanda de fertilizantes no Brasil: uma avaliação da dependência externa da agricultura brasileira. Novembro de 2007.
- PETER Van Straaten. Farming with rocks and minerals: challenges and opportunities .Department of Land Resource Science, University of Guelph, Guelph, ON, Canada N1G 2W1.
- SCHOTT E.A.S., Cassiolato, A.M.R., Maltoni, K.L e Scabora, M.H. EFEITOS DA ROCHAGEM E DE RESÍDUOS ORGÂNICOS SOBRE ASPECTOS QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DE UM SUBSOLO EXPOSTO E SOBRE O CRESCIMENTO DE *Astronium fraxinifolium*. In R. Árvore, Viçosa-MG, v.32, n.2, p.323-333, 2008.
- THEODORO S.H, Leonardos O.H. The use of rock to improve family agriculture in Brazil An. Acad. Bras Ciências. 2006 Dec;78(4):721-30.