

ANÁLISE QUÍMICA DOS PÓS DE ROCHA PARA FINS DE FERTILIZANTE NATURAL DE ACORDO COM DETERMINAÇÕES DO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA)

Jairo Rodrigues de Souza ¹
Camila Bianca Soares da Silva ²

RESUMO

Devido à grande demanda no mercado de fertilizantes, o Brasil se tornou à mercê das grandes potências que fornecem esse insumo químico. Os remineralizadores podem ser uma estratégia sustentável para um novo caminho no mercado de fertilizantes orgânicos, já que essa técnica promete aumentar a fertilidade do solo e ter um baixo custo. Portanto, o presente artigo tem como objetivo apresentar os pós de rochas coletados em pilhas de rejeito da empresa Brita Potiguar e seus potenciais para se tornarem petro fertilizantes. Com base nos elementos relevantes para agricultura (óxidos, pH, CTC, CRA), foi feita a análise química dessas amostras pelo método de Fluorescência de Raio-X, através do Instituto Campineiro de Análise de Solo e Adubo Ltda (ICASA). Considerou-se as normativas do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) e suas tolerâncias, sendo possível, então, concluir que as rochas do estudo não possuem o potencial para rochagem.

Palavras-chave: Petrofertilizante, Pós de rochas, MAPA.

INTRODUÇÃO

Segundo a Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos do Governo Federal, os fertilizantes são considerados um dos insumos agrícolas mais importantes na economia brasileira. Isso se dá pela potência agrícola que o Brasil se tornou, sendo o responsável por aproximadamente 8% do consumo de fertilizantes pelo mundo, tornando-se o 4º maior, atrás apenas da Índia, China e Estados Unidos. Apesar das grandes reservas de fertilizantes no país, mais de 80% dos fertilizantes utilizados são estrangeiras, em virtude do grande custo na produção desse químico (BRASIL, 2020).

O pó de rocha, segundo Brooks (2020) é definido como remineralizador em longo prazo de regeneração, equilíbrio, aumento da capacidade de retenção do carbono no solo, melhora da capacidade de troca de cátions (CTC) e a capacidade de retenção de água (CRA), além da contribuição para a bioativação do solo. Para Souza (2014), e Theodoro (2006), tal remineralizador tem um impacto positivo na estrutura do solo que recebe o cultivo.

¹ Docente do Curso de Geologia do Instituto Federal do Rio Grande do Norte, jairo.souza@ifrn.edu.br

² Discente do Curso de Geologia do Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Foi apontado em trabalhos feitos por pesquisadores, agricultores e grupos de estudos que esse bio insumo, no solo, aumenta o pH, beneficia sua composição, garante um melhor suprimento de micro e macro nutrientes ao substituir os fertilizantes químicos pelo pó de rocha. Tais resultados podem ser observados em ambientes de cultivo familiar e também em grupos agroecológicos de produção (LAPIDO-LOUREIRO et al., 2008).

À procura de se tornar um fertilizante acessível e de baixo custo, adequando-se aos ambientes específicos, à ser priorizando ao mesmo tempo a diminuição do impacto ambiental e toxicidade causados aos alimentos causados pelo fertilizador químico, é essencial a discussão do uso de um novo remineralizador à fim da democratização na produção de nutrientes, que gera qualidade de vida e benefícios em cenários econômicos, sociais e ambientais.

Ao longo desse artigo discutiremos uma possibilidade sustentável e econômica de um novo remineralizador. Portanto, o objetivo geral desse trabalho foi caracterizar os pós-de-rochas de dois tipos de granito e um de sienito, coletadas em pilhas de rejeito nas unidades de britagem situados nos municípios de Caraúbas, Macaíba e João Câmara, Rio Grande do Norte, e seus potenciais usos como petrofertilizantes seguindo, então, a normativa nº 46/2016 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

REFERENCIAL TEÓRICO

USO DE FERTILIZANTES

O Brasil colheu, em 2015, 209,5 milhões de toneladas em sua safra. Isso se deu, principalmente, pelo uso de 28 milhões de toneladas de fertilizantes que nutrem os alimentos plantados. A problemática se dá, pois, em 2016, aproximadamente 75% destes insumos são importados, criando uma dependência e um alto custo para os produtores, que ficam submetidos à cotação do dólar. Na busca de autonomia, o setor está a procura por novas fontes minerais (MACHADO, 2016).

Evidenciando aumento nos níveis de dependências em importações por um mercado de poucos fornecedores, considerando que o Brasil utiliza 8% do consumo global de fertilizantes, sendo potássio, fósforo e nitrogênio os principais nutrientes operados pelos produtores nacionais, que são intensamente utilizados no meio rural, conseqüentemente ocorre um aumento na demanda nas culturas de soja, milho e cana-de-açúcar, que sujeita a economia brasileira ao agronegócio, vulnerabilizando as incertezas do mercado internacional de fertilizantes (BRASIL, 2022).

Desse modo, recentemente foi lançado o Plano Nacional de Fertilizantes, que visa reduzir as importações desses insumos e alta dependência do agricultor rural brasileiro em relação aos fertilizantes importados, desejando o aumento da produção nacional (BRASIL, 2022).

ROCHAGEM

Os remineralizadores (pó-de-rocha) são um instrumento inexplorado encontrados principalmente em rejeitos de pedreiras e minerações, com o intuito de diminuir o uso excessivo dos fertilizantes químicos por todo o mundo, do mesmo modo reconsiderando as práticas introduzidas pelos cultivadores de acordo com seus custos e especificações. O processo consiste na remineralização do solo, ao longo do acréscimo de pó de rocha ao terreno, intensificando sua fertilidade sem agredir a estabilidade do ambiente (THEODORO et al., 2006).

As fontes de nutrientes presentes nesses remineralizadores de solo de ocorrência geológicas distintas, podem conter resíduos essenciais nos processos de cultivo, de elementos fundamentais (metais pesados) à produtos de processos biológicos vistos na natureza (PILLON, 2015).

Os estudos feitos por Theodoro, Leonardos e Almeida (2010), sobre os agrominerais, relatam que, devido às altas quantidades de potássio, fósforo, cálcio, magnésio e enxofre presente nos granitos, micaxistos, anfíbolitos, carbonetos, basaltos entre outros, esses podem favorecer benefícios às plantas em agricultura familiar e até mesmo em agriculturas orgânicas, com sua aplicação dos seus respectivos pós em solo.

Levando em conta o acúmulo de enormes quantidades de pilhas de rejeitos encontradas em minerações e pedreiras pelo país, considera-se, então, que a prática de rochagem tem a possibilidade de encontrar um novo destino para este resíduo. Tem-se, então, um aproveitamento do pó de rocha que melhora as condições de fertilidade do solo, sem prejudicar o meio ambiente, solucionando a problemática dos rejeitos descartáveis (THEODORO et al., 2006).

Portanto, existem diversos benefícios na prática do uso desse agromineral, como a atuação na correção da acidez do solo (PRYONO; GILKES, 2008) e o aumento da retenção de água, especialmente quando esses insumos estão relacionados a sistemas orgânicos, proporcionando um aumento na resistência das plantas aos obstáculos climáticos (RESENDE et al, 2006).

ANÁLISE MACROSCÓPICA DAS ROCHAS ENCONTRADAS NAS UNIDADES

As rochas encontradas que geraram os rejeitos de pó-de-rocha nas unidades de análise (Caraúbas, Macaíba e João Câmara) foram classificadas a partir das suas descrições petrográficas feitas no Laboratório de Petrografia no IFRN - CNAT. Essa descrição tem como objetivo classificar as rochas que proporcionaram o potencial remineralizador citado no estudo. Com quantidade significativa de kfeldspato, possibilitando uma fonte de potássio agradável para o solo, e o auxílio na retenção de líquidos fornecida pela abundância de micas, as rochas da pesquisa contém as características e elementos necessários a favor dos remineralizadores, assim analisados na investigação química.

COLETA DOS PÓS DE ROCHA

Nos três municípios escolhidos para o projeto (Caraúbas, João Câmara e Macaíba), foram coletadas amostras dos pós de rocha (figura 4) em 6 pontos estratégicos nas pilhas de rejeitos das unidades selecionadas (2 para cada município), na empresa Brita Potiguar. As amostras dos sedimentos de 5kg, totalizando 30 kg, foram armazenadas em sacolas plásticas e etiquetadas com sua devida descrição macroscópica e nomeadas pelos pontos de onde foram retiradas.

Ao serem embaladas, os sedimentos recolhidos de sienito (João Câmara) e os dois tipos de granitos (Macaíba e Caraúbas), foram levadas para o Laboratório de Ensaios Tecnológicos de Mineração no Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN - CNAT). Nesse local, as amostras foram submetidas à homogeneização, para que assim fossem dispersas em peneiras granulométricas de 2 aberturas diferentes (figura 5), em malhas de 208 μ m e 589 μ m. Com o pó de rocha já preparado, selecionou-se 400g do material recolhido para que fossem encaminhadas ao laboratório de análises químicas do Instituto Campineiro de Análise de Solo e Adubo Ltda (ICASA), para estudo químico.

FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X

O laboratório responsável realizou a análise por meio de Fluorescência de Raios X, que é uma técnica analítica nuclear utilizada para a caracterização quali-quantitativa da composição química das amostras. Sendo procedimento de rápida aplicação, baixo gasto e pouco destrutivo, ele aumenta o seu processo de aplicação em várias áreas, onde há necessidade de correlação entre os elementos essenciais e traços (NASCIMENTO FILHO, 1999). Na atual pesquisa,

foram analisados um total de 17 elementos por esse método, sendo eles: Si, K₂O, CaO, MgO, P₂O₅, Fe, Mn, Cu, Zn, Co, Mo. Além desses, também foram examinados os valores de CTC e CRA, visto que esses têm alta relevância para a indústria agrícola.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira delas (figura 6), coletada em Caraúbas, caracteriza-se como uma rocha monzogranito, pois, verificando o diagrama de rochas graníticas, o teor de k-feldspato é dominante na mineralogia. Com sua textura porfirítica, granulometria grossa (5 mm - 3 cm) e holocristalina, ela ostenta cristais de forma anédrica. Sua mineralogia se dá por k-feldspato de hábitos tabulares, quartzos brancos e mica biotita.

O segundo, granito alcalino (figura 7), encontrada em João Câmara, é uma rocha ácida cinza com mineralogia composta por quartzo, feldspato, com veios de quartzo e k-feldspato, de granulometria fina e cristais inequigranulares. Por fim, os traços encontrados no Sienito de Macaíba (figura 8), podem ser definidos pela sua mineralogia composta de quartzo, mica biotita e feldspato potássico, de textura fanerítica e cristais equigranular, com granulação média.

Figura 1. Rocha Monzogranito, sienito, granito alcalino



Fonte: Autoria própria (2022).

De acordo com a folha Jaguaribe, a rocha da cidade de Caraúbas é encontrada, geologicamente, na Província Borborema, de unidade Neoproterozóica, na suíte calcialcalina de médio a alto potássio Itaporanga. Verificando a folha de Natal, o "Sienito de Macaíba" encontra-se na Suíte Intrusiva Dona Inês, localmente constituída de hornblenda e/ou biotita granitos, leucocráticos, com granulação fina a média. Já o granito alcalino de João Câmara, se encontra no Complexo João Câmara: onde ocorre os migmatitos bandados e nebulítico com mesossoma granodiorítico (CPRM, 2005).

É possível encontrar em investigações mais aprofundadas sobre os agrominerais, que, as rochas silicáticas (ricas em potássio), podem ter seu uso como fonte de nutrientes no solo (THEODORO, 2006). Segundo Martins (2008), rochas que contenham biotita e feldspatos podem conceber tamanhas quantidades de K para utilização na agricultura. Visando a importância desses elementos e suas quantidades, esperam-se resultados favoráveis nas amostras analisadas. Uma vez submetidas à análise química por meio de FRX, buscou-se identificar os óxidos presentes, em porcentagem, como, por exemplo, o K₂O, CaO e MgO, juntamente com a Capacidade de Troca Catiônica e a Capacidade de Retenção da Água no solo.

Esses elementos são muitas vezes identificados como macro e micronutrientes e detêm alta relevância para determinação do potencial petrofertilizante, seguindo as normas do MAPA. Os resultados foram (Tabela 1):

Tabela 1. Resultados relevantes da análise química

Elementos	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6
Si	31,40%	30,30%	28,67%	27,69%	28,05%	28,70%
	4,66%	4,05%	3,51%	4,19%	4,70%	4,09%
K ₂ O						
CaO	2,48%	2,07%	3,12%	3,60%	2,87%	2,70%
MgO	0,40%	0,30%	0,56%	0,96%	1,10%	0,85%
Soma das Bases em	7,54%	6,42%	7,29%	8,75%	8,67%	7,64%
pH de Abrasão	8,5	8,9	9,50	9,1	8,9	9,3
CTC	70 mMolc/dm ³	60 mMolc/dm ³	90 mMolc/dm ³	85 mMolc/dm ³	75 mMolc/dm ³	105 mMolc/dm ³
CRA	27,90%	29%	38%	34%	32%	42%

Fonte: Autoria própria (2021).

Primeiramente, a respeito dos valores de Si, o resultado foi animador em todos os relatórios, pois seguem com a normativa de ser maior que 25% em volume. Esse resultado já era esperado, já que as rochas da pesquisa eram definidas como ricas em minerais silicatados. Já nos óxidos e suas somas, somente a amostra 4 do pó de rocha de Caraúbas é cabível, pois

considerando a norma que cita “1” com relação à soma dos óxidos: até 10% (dez por cento) para menos, sem ultrapassar 1,5 (uma e meia) unidade” (BRASIL, 2016), o resultado da soma de K₂O, CaO e MgO, é apenas admissível nela, já que o cálculo de tolerância é contido e admitido na normativa da soma de bases (9%).

Em relação ao resultado do CTC, todas seguem com a norma (até 15% para menos) mas já a do CRA, elas passam do máximo exigido (até 10% para menos). Apesar das amostras analisadas serem admitidas por grande parte de ordens na normativa, como por exemplo o valor de potássio ser maior que 1%, valores de CTC serem positivos e o pH ter de uma unidade para menos, nenhuma teve as qualificações necessárias para se tornarem remineralizadores eficientes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No intuito de um melhor resultado, trabalhos de campo tornam-se necessários para recolhimentos de maior abrangência de materiais, bem como investigação dos lugares com maior recorrência de rochas potássicas e ricas em elementos-chave na região do estado. Comumente as visitas de campo demandam maior investimento em esforço e estudo para sua condução, sendo mais longas, porém resultam em maior diversidade dos resultados.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Gabinete da Ministra.

Instrução Normativa nº art. 87. Relator: Ministra Kátia Abreu. Brasília, DF, 10 de março de 2016. DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. p. 10. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/autenticidade.html>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

DALCIN, Gustavo et al. 1 Efeitos da Aplicação do Pó de Rocha em Agrissolo sobre o Crescimento de Alface. XVIII Mostra de Iniciação Científica, Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão - Ucs, [s. l], p. 1-9, nov. 2018. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/331084639_Efeitos_da_Aplicacao_do_Po_de_Rocha_em_Agrissolo_Sobre_o_Crescimento_de_Alface>. Acesso em: 09 mar. 2022

ENERGÉTICO, Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea. Caraúbas, Macaíba e João Câmara. Rio Grande do Norte. 2005. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br>. Acesso em: 02 mar. 2022.



GOVERNO FEDERAL (org.). Governo Federal lança Plano Nacional de Fertilizantes para reduzir importação dos insumos. 2022. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/governo-federal-lanca-plano-nacional-defertilizantes-para-reduzir-importacao-dos-insumos>>. Acesso em: 13 mar. 2022.

LAPIDO-LOUREIRO, F. E. V. NASCIMENTO, M. Importância e função dos fertilizantes numa agricultura sustentável e competitiva. In: LAPIDO LOUREIRO, F. E.; MELAMED, R.; MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Mapa regulamenta produção, registro e comércio do pó de rocha na agricultura. 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/mapa-regulamenta-producao-registro-e-comercio-do-po-derocha-na-agricultura>>. Acesso em: 08 mar. 2022.

MOREIRA, A. et al. Efeito residual de rochas brasileiras como fertilizantes e corretivos da acidez do solo. Espaço & Geografia, Brasília, v. 9, n. 2, p. 163- 177, 2006.

MIRANDA, Lorrany Bianca de Heredias. Produção Nacional de Fertilizantes: estudo estratégico. 2020. Disponível em: <[sae publicacao fertilizantes v10.pdf](#)>. Acesso em: 10 mar. 2022.

ROCHAGEM, 1., 2010, Brasília. Anais... Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2010. p. 75-83

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2006.

PILLON, Clenio Nailto. Dos pós de rocha aos remineralizadores: passado, presente e desafios. In: Embrapa Clima Temperado-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 3., 2017, Pelotas. Anais... Assis: Triunfal Gráfica e Editora, 2017. 455 p.

Carlos Augusto Posser Silveira, Éder de Souza Martins, Magda Bergmann, Rosane Martinazzo e Suzi Huff Theodoro., 2017 PRIYONO, J.; GILKES, R. J. High-energy milling improves the effectiveness of silicate rock fertilizers: a glasshouse assessment. Communication in Soil Science and Plant Analysis, New York, v. 39, n. 3, p. 358-369, June 2008.

RESENDE, A. V. et al. Rochas como fontes de potássio e outros nutrientes para culturas anuais. Espaço & Geografia, Brasília, v. 9, n. 2, p. 135-161, 2006.



THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H.; ALMEIDA, E. Mecanismos para disponibilização de nutrientes minerais a partir de processos biológicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 1., 2010, Brasília. Anais... Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2010. p. 173-181.

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H.; ALMEIDA, E. Mecanismos para disponibilização de nutrientes minerais a partir de processos biológicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 1., 2010, Brasília. Anais... Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2010. p. 173-181.