

Utilização de rochas ornamentais ricas em minerais potássicos como fonte alternativa de insumo agrícola via rochagem

Use of ornamental rocks rich in potassium minerals as an alternative source of agricultural input using rock dust

Guilherme De Resende Camara
Bolsista PCI, Eng. Agrônomo, D.Sc.

Leonardo Luiz Lyrio da Silveira
Supervisor, Geólogo, D. Sc.

Resumo

O uso dos estéreis e rejeitos gerados na cadeia produtiva de rochas ornamentais vai de encontro a Economia Circular e aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU e, no que tange à inovação de produtos, ainda há poucas soluções de uso que proporcionem um desenvolvimento econômico sustentável e competitivo para as indústrias do setor. Com esta pesquisa objetivou-se analisar o potencial de uso de estéreis de diferentes tipos de rochas ornamentais como remineralizadores de solos, os quais incluem três sienitos, um álcali-granito e um varvito. Os resultados obtidos na etapa de caracterização e incubação, inerente à Instrução Normativa Brasileira Nº 05/2016, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, foram apresentados durante a XI Jornada do Programa de Capacitação Institucional do CETEM, em 2022, e evidenciaram o potencial agrônomo desses estéreis como remineralizadores de solos, mediante especificações, garantias e tolerâncias previstas na referida Instrução Normativa, possibilitando a continuidade dos estudos em ambiente controlado (casa de vegetação), foco deste artigo, porém ainda em execução.

Palavras-chave: agrominerais; pó de rocha; rochas ornamentais; economia circular.

Abstract

The use of tailings and waste generated in the ornamental stones production chain is in line with the Circular Economy and the UN Sustainable Development Goals and, as far as product innovation is concerned, there are still few solutions for use that provide sustainable and competitive economic development for the industries in the sector. This research aimed to analyze the potential for using tailings from different types of ornamental stones as soil remineralizers, including three syenites, one alkali-granite and one varvite. The results obtained in the characterization and incubation stage, inherent to Brazilian Normative Instruction No. 05/2016, of the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply, were presented during the XI Conference of CETEM Institutional Training Program, in 2022, and showed the agronomic potential of these tailings as soil remineralizers, subject to the specifications, guarantees and tolerances provided for in the aforementioned Normative Instruction, making it possible to continue the studies in a vegetation house, the focus of this article, but which is still underway.

Keywords: agrominerals; rock powder; ornamental stones; circular economy.

1. Introdução

A indústria das rochas ornamentais brasileiras possui destaque no cenário produtivo mundial. As exportações nacionais ultrapassaram a marca de US\$ 1 bilhão em 2022, sendo o país o quinto maior produtor e exportador de rochas ornamentais do mundo (APEXBRASIL, 2023; CENTROROCHAS, 2023).

Atrelado ao potencial nacional de produção de rochas ornamentais e consequente montante de estéreis e rejeitos gerados no processo produtivo, popularmente denominados de resíduos, estima-se crescimento do consumo de alimentos em cerca de 6% ao ano. Para que produção agrícola nacional acompanhe esta demanda, torna-se necessário o aumento da produção e da produtividade das safras, as quais estão intimamente relacionadas a fertilidade dos solos (SANTOS; GLASS, 2018; GLOBALFERT, 2021).

Diante deste cenário, estudos que preconizam a obtenção de formas alternativas de fertilização dos solos a partir do uso dos estéreis e rejeitos gerados na cadeia produtiva de rochas ornamentais, sem que haja aumento significativo nos custos para sua utilização, torna-se necessário para que esta cadeia produtiva possa se tornar mais sustentável, assim como o agronegócio brasileiro menos dependente por insumos externos.

2. Objetivos

Considerando a hipótese de que os materiais em estudo possuem o potencial de uso como remineralizador de solos, o objetivo com este trabalho foi analisar o potencial de uso agronômico dos estéreis de rochas ornamentais oriundos de três sienitos, um álcali-granito e um varvito, em consonância ao previsto na Instrução Normativa Nº 05/2016, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2016).

3. Material e Métodos

As rochas selecionadas para este estudo incluem três sienitos, um álcali-granito e um varvito, comercialmente denominados Marrom Guaíba (MG), Café Bahia (CB), Café Imperial (CI), Ocre Itabira (OI) e Ardósia de Trombudo Central (AR), respectivamente, sendo coletados a partir de estéreis (gerados em pedreiras ou serrarias, como blocos fora do padrão, fragmentos de rochas, casqueiros, testemunhos de sondagem etc.).

Em conformidade com a legislação brasileira vigente, para estudos na área de remineralizadores de solos (agrominerais/rochagem), e de acordo com as experiências já obtidas pelo Centro de Tecnologia Mineral, recomenda-se pesquisas em ao menos três diferentes fases de execução, sendo: Laboratorial (Fase I), Protocolo Agronômico I (Fase II) e Protocolo Agronômico II (Fase III).

A laboratorial consistiu na caracterização química e mineralógica das amostras (análise petrográfica; cominuição; homogeneização; peneiramento; quarteamento; ajuste e classificação granulométrica; determinação da composição química por Fluorescência de Raios X – FRX; determinação da composição mineralógica por Difração de Raios X – DRX; quantificação do teor de dióxido de silício (SiO₂ – sílica livre) das amostras pelo método de Rietveld, teste de solubilização para análise de Elementos Potencialmente Tóxicos (EPT) e determinação do potencial hidrogeniônico (pH).

Já a Fase II, referente ao Protocolo agrônômico I (teste de incubação), consistiu no armazenamento de unidades amostrais compostas de solo + estéreis, em cinco diferentes dosagens, por um período de 150 dias, com análises do solo realizadas a cada 30 dias.

As metodologias inerentes as Fases I e II (laboratorial e Protocolo Agrônômico I, respectivamente), foram apresentadas durante a XI Jornada do Programa de Capacitação Institucional do CETEM, em 2022, e não serão detalhadas no presente material.

Para o Protocolo Agrônômico II, cinco diferentes dosagens de cada um dos estéreis (potenciais remineralizadores – PR) selecionados para este estudo são testados em culturas de interesse agrônômico, em ambiente controlado (casa de vegetação), por dois ciclos vegetativos. Os testes estão sendo realizados para a culturas do milho, rabanete e quiabo, em dois solos distintos e característicos da região, sendo um de textura argilosa e outro de textura arenosa, e em vasos plásticos com capacidade de 21,5 litros.

Quando a análise do potencial remineralizador está sendo realizada para a cultura do milho ou do quiabo, cada vaso plástico contém 5 diferentes plantas, obtidas por semeadura direta. Já para a cultura do rabanete, cada vaso contém uma única planta, obtida por transplante de mudas (Figura 1).

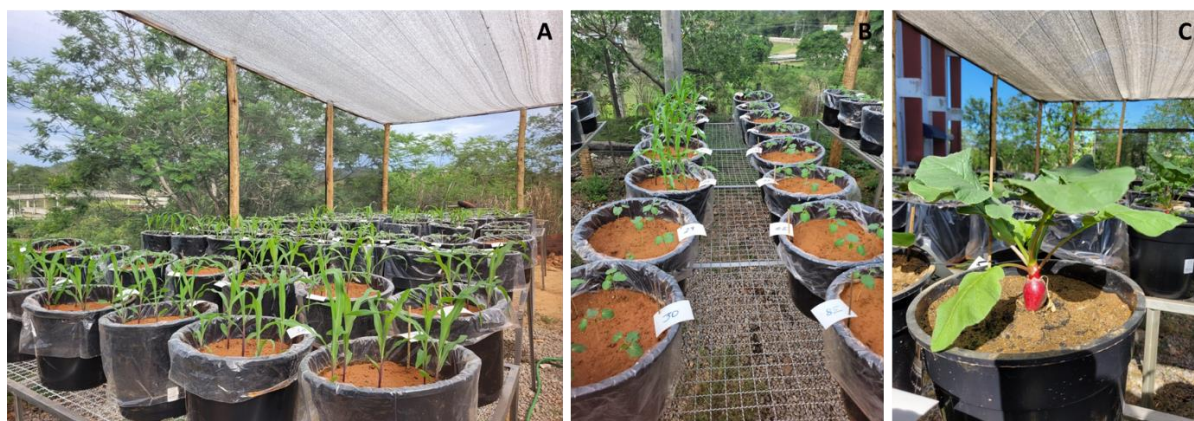


Figura 1. Teste dos potenciais remineralizadores de solos, em ambiente controlado, para as culturas do milho (A), quiabo (B) e rabanete (C).

Os tratos culturais seguem o previsto para cada cultura. A umidade do solo está sendo mantida em 80% da capacidade de campo, com irrigações diárias. Análises de altura (ALT), diâmetro (DIA) e número de folhas (NF) são realizadas a cada 10 dias. A matéria fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA, respectivamente) são analisadas ao final de cada ciclo da cultura, visto se tratar de análises destrutivas.

Os resultados obtidos serão submetidos à análise de variância. Quando significativos, foi realizado o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro com auxílio do software R, versão 4.1.2 (R CORE TEAM, 2021).

4. Resultados e Discussão

Para fins de avaliação do potencial dos diferentes estéreis de rochas estudados nesse trabalho para atuarem como remineralizadores de solos destinados à agricultura, os resultados serão analisados e comparados com as regras sobre definição, classificação, especificações, garantias e tolerâncias previstas na IN MAPA Nº 05/2016 (BRASIL, 2016).

Os resultados obtidos durante as Fases I e II (Laboratorial e Protocolo Agronômico I, respectivamente), inerentes à Instrução Normativa Brasileira Nº 05/2016, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, foram apresentados durante a XI Jornada do Programa de Capacitação Institucional do CETEM, em 2022, e evidenciaram o potencial agronômico desses estéreis como remineralizadores de solos, mediante especificações, garantias e tolerâncias previstas na referida Instrução Normativa, possibilitando a continuidade dos estudos em ambiente controlado (Fase III - Protocolo Agronômico II).

Considerando que: (i) no Protocolo Agronômico II busca-se demonstrar que o produto (estéril) tem a capacidade de alterar positivamente pelo menos uma característica do solo, ou da planta do ponto de vista qualitativo, quantitativo ou ambos; (ii) que a pesquisa ainda está em fase de execução em virtude da exigência de cultivo em ciclos repetidos e; (iii) que para podermos afirmar o potencial agronômico de uso de um ou mais estéreis em estudo em comparação as exigências previstas na IN MAPA nº 05/2016, torna-se necessária a obtenção e interpretação total dos dados obtidos junto ao Protocolo Agronômico II, não serão apresentados neste artigo os resultados inerentes a esta fase de execução.

Entretanto, salientamos que a partir deste trabalho foi possível identificar diversos pontos passíveis de questionamento quanto a clareza e interpretação da IN MAPA nº 05/2016, os quais acarretam uma não padronização das pesquisas voltadas aos remineralizadores de solos. Para tanto, redigimos uma Série que visa promover uma avaliação descritiva da legislação brasileira inerente aos remineralizadores de solos destinados à agricultura, com sugestões de melhorias que possam auxiliar profissionais e órgãos competentes na padronização e no desenvolvimento das pesquisas e legislações vigentes, material este que acreditamos que possa se tornar referência entre os pesquisadores da área. A Série, intitulada "Remineralizadores de solos: avaliação da conformidade frente à legislação e propostas para sua melhoria", foi submetida para editoração, porém ainda não foi publicamente divulgada e, por este motivo, não estará anexada a este artigo.

Além do exposto, confeccionamos um novo fluxograma referente as exigências contidas na IN MAPA 05/2016, com sugestões de novas avaliações obrigatórias para a aprovação de um determinado estéril como remineralizador de solos (Figura 2).

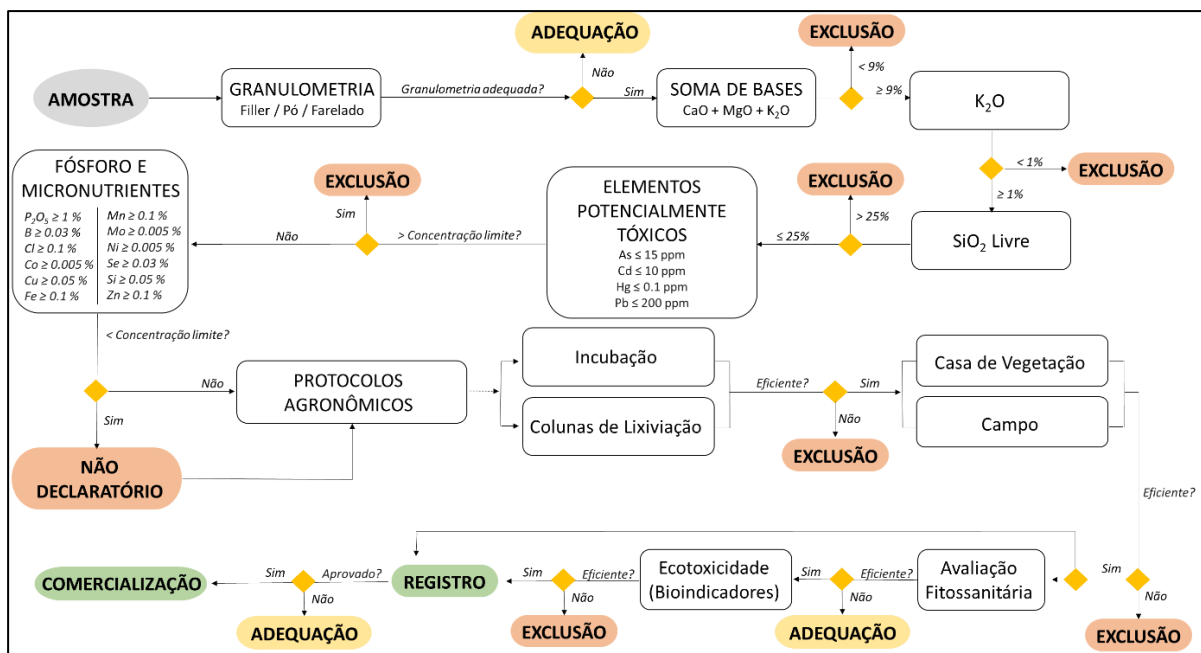


Figura 2. Fluxograma referente as exigências previstas na IN MAPA 05/2016 acrescido de sugestões de novas avaliações para a obtenção do registro de novos remineralizadores de solos.

No fluxograma anteriormente apresentado, sugerimos a inclusão de duas novas análises a serem realizadas para a obtenção de registro para novos remineralizadores de solos, sendo estas: (i) Avaliação Fitossanitária e; (ii) Avaliação da ecotoxicidade (bioindicadores).

Atualmente, o objetivo das pesquisas com potenciais remineralizadores de solos é a compreensão destes em melhorar a qualidade do solo e/ou seu efeito no desenvolvimento das culturas, quando comparado ao solo virgem e a utilização de fertilizantes solúveis. Não há nenhuma menção a qualidade fitossanitária das plantas, processo que envolve a análise do estado de saúde das plantas, buscando identificar pragas, doenças e outros problemas fitossanitários que possam afetar a produção agrícola. Essa avaliação é realizada por profissionais especializados, como agrônomos e fitopatologistas, que examinam as plantas para detectar sinais de infecções por patógenos, presença de pragas, deficiências nutricionais, entre outros problemas. Sugerimos a inclusão de uma avaliação fitossanitária junto as exigências da IN MAPA 05/2016 objetivando compreender se a utilização do potencial remineralizador acarreta benefícios ou prejuízos a sanidade das plantas, de forma a garantir uma produção agrícola mais sustentável.

Já a sugestão de uma avaliação de ecotoxicidade tem por objetivo responder a um frequente questionamento: a dosagem recomendada para a aplicação de um determinado remineralizador de solos pode acarretar efeitos adversos nos organismos presentes em ecossistemas, ao mesmo tempo em que é benéfico para o sistema solo-planta? Desta forma, os testes de ecotoxicidade são conduzidos para avaliar o potencial impacto ambiental de determinadas substâncias antes de serem utilizadas em grande escala, os quais podem variar desde alterações comportamentais e fisiológicas até a morte dos organismos expostos. A compreensão da ecotoxicidade é crucial para o desenvolvimento de práticas sustentáveis e para a minimização dos impactos ambientais causados por

atividades humanas. Medidas de controle e regulamentações são frequentemente implementadas para reduzir a liberação de substâncias ecotóxicas no meio ambiente e proteger os ecossistemas e a saúde humana.

Acreditamos que ambos os materiais mencionados anteriormente, frutos deste trabalho, auxiliarão no desenvolvimento das futuras pesquisas na área dos remineralizadores de solos, assim como contribuirá para mudanças nas atuais legislações, tornando o processo de registro de novos remineralizadores de solos junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA mais justo, eficiente e ambientalmente mais seguro, estando ainda mais alinhado a Economia Circular e aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU.

5. Conclusão

Os resultados obtidos durante as Fases I e II (Laboratorial e Protocolo Agrônomico I, respectivamente), inerentes à Instrução Normativa Brasileira Nº 05/2016, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, foram apresentados durante a XI Jornada do Programa de Capacitação Institucional do CETEM, em 2022, e evidenciaram o potencial agrônomico desses estéreis como remineralizadores de solos, mediante especificações, garantias e tolerâncias previstas na referida Instrução Normativa, possibilitando a continuidade dos estudos em ambiente controlado (Fase III - Protocolo Agrônomico II).

Os resultados inerentes a Fase III - Protocolo Agrônomico II não foram apresentados neste artigo visto que para podermos afirmar o potencial agrônomico de uso de um ou mais estéreis em estudo em comparação as exigências previstas na IN MAPA nº 05/2016, torna-se necessária a obtenção e interpretação total dos dados obtidos, não cabendo avaliações prévias/incompletas.

O desenvolvimento dos materiais didáticos/institucionais (Série e Fluxograma), frutos deste trabalho, auxiliarão no desenvolvimento das futuras pesquisas na área dos remineralizadores de solos, assim como contribuirá para mudanças nas atuais legislações, tornando o processo de registro de novos remineralizadores de solos junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA mais justo, eficiente e ambientalmente mais seguro, estando ainda mais alinhado a Economia Circular e aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU.

6. Agradecimentos

Ao Centro de Tecnologia Mineral – CETEM, a Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais – ABIROCHAS, a Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, as empresas Alto Liberdade Mármore e Granitos, Alto Vale Mineração, Gramarcil Granitos, Mármore e Calcários, Grupo Paraná Granitos e a MG2 Mármore e Granitos, e a equipe de pesquisadores, Elton Souza dos Santos, Thállita Brandão e Mayara Marinato.

7. Referências Bibliográficas

APEXBRASIL. Setor de rochas brasileiro mantém faturamento superior a 1 bilhão de dólares em exportações em 2022. Disponível em: <<https://apexbrasil.com.br/br/pt/conteudo/noticias/setor-de-rochas-brasileiro-mantem-faturamento-superior-a-1-bilhao-de-dolares.html>>. Acesso em: 12 nov. 2023.

Brasil. **Instrução Normativa número 5, de 10 de março de 2016**: estabelece as regras sobre definições, classificação, especificações e garantias, tolerâncias, registro, embalagem, rotulagem e propaganda dos remineralizadores e substratos para plantas, destinados à agricultura. Brasília: Governo Federal; 2016.

CENTROROCHAS. Relatório de exportações de rochas – informativo mensal outubro/2023. Disponível em: <<https://centrorochas.org.br/website/wp-content/uploads/2023/11/Relatorio-de-Exportacoes-%E2%80%93-Outubro-2023.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2023.

Globalfert. **Outlook GlobalFert 2021**: 2º reporte annual do mercado de fertilizantes – 2021. 2a ed. Brasília: GlobalFert; 2021.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2021.

Santos M, Glass V. **Atlas do agronegócio**: fatos e números sobre as corporações que controlam o que comemos. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll; 2018.