



## POTENCIAL DE USO DE REMINERALIZADORES DE SOLO NO ESTADO DE SÃO PAULO

Maria Vitória Bortolan **Dantas**<sup>1</sup>; Euline Silva **Nogueira**<sup>1</sup>; Gisele Freitas **Vilela**<sup>2</sup>; Fernando Antônio de Pádua **Paim**<sup>3</sup>

Nº 22509

**RESUMO** – Este trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão e avaliação dos estudos científicos relacionados aos experimentos com agrominerais feitos no estado de São Paulo. Treze trabalhos foram selecionados a partir do Banco de Dados de Remineralizadores, o qual está em fase de estruturação e futuramente será incorporado ao Sistema de Inteligência Territorial Estratégica da Macrologística Agropecuária Brasileira (Site-MLog). Foram elaborados uma revisão de estudos científicos sobre remineralizadores e um mapa do estado de São Paulo com a localização dos experimentos e a origem dos pós de rochas utilizados nos ensaios. Foram avaliadas a eficiência agrônômica dos experimentos e a ocorrência geológica das rochas testadas como remineralizadores no estado. A maioria das rochas testadas forneceram respostas agrônômicas. A avaliação feita neste trabalho indica a necessidade de evolução dos protocolos de estudos de eficiência agrônômica, como a inclusão do monitoramento da atividade biológica do solo e projetos de longo prazo.

**Palavras-chave:** agrominerais, fertilidade do solo, pó de rocha.

1 Autora, Estagiária da Embrapa Territorial: Graduação em Geologia, Unicamp, Campinas-SP; maria.dantas@colaborador.embrapa.br.

2 Colaboradora, Estagiária da Embrapa Territorial: Graduação em Engenharia Agrícola, Unicamp, Campinas-SP; euline.silva@colaborador.embrapa.br.

3 Orientadora: Pesquisadora da Embrapa Territorial, Campinas-SP; gisele.vilela@embrapa.br.

4 Colaborador: Analista da Embrapa Territorial, Campinas-SP.



**ABSTRACT** – *This study presents a review and evaluation of scientific studies related to experiments with agrominerals carried out in the State of São Paulo. Thirteen works were selected from the Remineralizadores database, which is being structured and, in the future, will be incorporated into the Sistema de Inteligência Territorial Estratégica da Macrologística Agropecuária Brasileira (Site-MLog). A summary-table and a map with the location of the experiments and the origin of the rock powders used in the researches were prepared. Then, the agronomic efficiency of the experiments and the geological occurrence of the rocks used as remineralizers in the State were evaluated. Most agrominerals tested provided agronomic responses. The studies indicate the need to evolve protocols for agronomic efficiency studies, such as the inclusion of soil biological activity monitoring and long-term projects.*

**Keywords:** agrominerals, soil fertility, rock dust.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores exportadores de alimentos e o maior importador mundial de fertilizantes. Em 2021, foram importados 41,6 milhões de toneladas de adubos e fertilizantes químicos. Destes, 11,4% destinaram-se ao estado de São Paulo (SP) (Comex Stat, 2022). A dependência externa expõe o País às oscilações de preços internacionais e ao aumento nos custos de produção para a maioria dos produtos agrícolas, colocando em xeque a soberania alimentar nacional (Pillon, 2016). Recentemente, a Guerra da Ucrânia expôs a fragilidade que a dependência de importação de fertilizantes traz; o Brasil importa mais de 90% do seu fertilizante potássico e tem Rússia e Belarus como seus principais fornecedores (BBC News Brasil, 2022).

Os remineralizadores de solo (REM) são uma alternativa às fontes convencionais. Através da aplicação de um pó de rocha (processo da rochagem), os solos pobres ou lixiviados são rejuvenescidos e remineralizados (Leonardos; Theodoro, 1999).

A técnica de condicionar o solo utilizando rochas moídas não é recente. Leonardos et al. (1976) relatam um histórico de estudos e experimentos feitos entre as décadas de 1920 e 1970, em diferentes partes do globo, utilizando a adição de rochas ao solo com finalidades agrícolas, que demonstram a potencialidade da rochagem para corrigir e nutrir o solo.

A partir dos anos 2000, um grupo de estudos formado por representantes de setores diversos, incluindo universidades e governo, iniciou a discussão da inclusão dos pós de rocha em uma instrução normativa a ser editada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



(Mapa) (Theodoro, 2016). Ao longo dos anos seguintes, com a publicação de trabalhos acadêmicos, a realização de congressos nacionais e internacionais, e a formação de novos grupos de estudos constituídos principalmente por universidades federais, o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e instituições do governo (Ministério de Minas e Energia – MME –, Mapa e Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação – MCTI –), foi constituída a base necessária para a aprovação do Projeto de Lei nº 12.890, de 10 de dezembro de 2013 (Theodoro, 2016). O Artigo 3º da Lei nº 12.890 define como remineralizador “o material de origem mineral que tenha sofrido apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que altere os índices de fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promova a melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas ou da atividade biológica do solo” (Brasil, 2013).

A fim de assegurar a funcionalidade e garantir um parâmetro de qualidade para os remineralizadores, a Instrução Normativa nº 05/2016 elaborada pelo Mapa regula especificações relativas a teores de CaO, MgO e K<sub>2</sub>O, granulometria, concentrações limite de elementos deletérios e potencialmente tóxicos, além de exigir a comprovação científica da eficiência agrônômica por instituições oficiais e credenciadas de pesquisa.

Dentre as fontes que melhor se enquadram nas especificações composicionais, destacam-se as rochas silicáticas, compostas predominantemente por minerais como biotita, flogopita, feldspatos, feldspatoides, zeólitas e minerais ferromagnesianos (olivinas e piroxênios) ricos em K, Mg, Ca e Si. No Brasil, os estudos sobre o potencial agrônômico de rochas ricas em K como fontes alternativas aos fertilizantes solúveis tiveram bastante ênfase entre os anos 1970 e 1980 (Martins et al., 2008). Nesse período, foram realizados testes, em casa de vegetação e campo, com rochas e minerais como micaxisto, nefelina sienito, clorita xisto, muscovita, verdete, carnalita, dentre outros (Lopes et al. 1972; Dutra, 1980; Faquin, 1982; Eichler; Lopes, 1983; Leite, 1985).

O potencial mineral do estado de São Paulo é representado principalmente por formações dos períodos Pré-Cambriano e Mesozoico, as quais concentram rochas ígneas e metamórficas de composições químicas e mineralógicas variadas e agronomicamente interessantes (Ribeiro, 2021). Apesar disso, atualmente as jazidas da região são exploradas majoritariamente para a produção de agregados para a construção civil.

O projeto Sistema de Inteligência Territorial Estratégica da Macrologística Agropecuária Brasileira (Site-MLog) prevê a estruturação de um banco de dados de estudos científicos sobre remineralizadores. Essa base de dados será incorporada ao Site-MLog e poderá ser utilizada pelo poder público, para estabelecer novas políticas de incentivo à adoção dos agrominerais



remineralizadores, pelas equipes de pesquisa, no direcionamento de linhas de pesquisa, e pelos produtores rurais e o setor privado, em atividades de orientação e apoio nas decisões relacionadas à logística dos insumos para nutrição mineral das plantas.

A partir da análise dos estudos contidos no banco de dados do Site-MLog, este trabalho apresenta a revisão e a avaliação de referências bibliográficas relacionadas aos estudos desenvolvidos no estado de São Paulo.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Partindo da análise da base bibliográfica do Banco de Dados de Remineralizadores da Embrapa (inédito), que contém 128 trabalhos, foram selecionados 13 estudos sobre uso agrícola desenvolvidos no estado de São Paulo. A base utilizada é formada por artigos publicados em revistas científicas, anais de congresso e teses de programas de pós-graduação de instituições diversas e diferentes anos. Os estudos compreendem desde experimentos agronômicos a ensaios de solubilização e associação de pós de rocha com microrganismos.

Os trabalhos selecionados foram organizados e resumidos na forma de tabela, a qual contém as principais informações referentes a: metodologia; agrominerais, culturas e solos utilizados; localização dos experimentos e das rochas fontes; e resultados obtidos. Além da tabela, foram elaborados, no software ArcMap (versão 10.8), os mapas de localização dos experimentos e das fontes dos pós de rocha utilizados pelos estudos. Para isso, foram utilizados os dados de georreferenciamento disponibilizados pelo banco de dados. As coordenadas geográficas foram coletadas a partir das informações contidas nos próprios estudos com o auxílio do programa Google Earth.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A análise do banco de dados revelou 13 trabalhos publicados no estado de São Paulo. Foram utilizados 6 remineralizadores diferentes, com destaque para o uso de pós de basalto e fonolito, os quais foram testados em 5 e 8 trabalhos, respectivamente. Além desses, foram testadas as eficiências de diabásio, nefelina sienito, kamafugito e micaxisto. Dentre as culturas estudadas, destacam-se a cana-de-açúcar, a laranja, a soja e o milho (Tabela 1).



**Tabela 1.** Matriz de revisão de estudos científicos sobre remineralizadores no estado de São Paulo.

Referência	Município do experimento	Rocha/mineral	Planta	Quantidade aplicada (t.ha <sup>-1</sup> )	Solo	Granulometria (mm)	Duração (meses)	Tipo Experimento	Principais resultados
Crusciol e Sorrato (2013)	Botucatu	Fonolito	arroz, feijão, milho, soja	Milho: 0,05; 0,1; 0,2 de K <sub>2</sub> O Arroz e feijão: 0; 0,02; 0,04; 0,08 de K <sub>2</sub> O Soja: 0; 0,025; 0,05; 0,1 de K <sub>2</sub> O	Latossolo Vermelho Distroférrico	---	milho: 2; arroz: 3; feijão: 3; soja: 4	Campo	Incremento de K e Si nas culturas de arroz, milho e feijão. Incremento na produtividade de grãos em todas as culturas testadas.
Almeida et al. (2016)	Pindamonhangaba	Nefelina sienito	Tremoço	1; 2	Gleissolo Háplico	9,8%>0,5; 16,9%>0,250; 14,5>0,149; 36,8>0,088	11	Casa de vegetação	Aplicação de 1 t.ha favoreceu a produção de biomassa da parte aérea e de grãos. Efeito residual reduziu a absorção de potássio.
Brandão (2012)	Araras	Basalto, fonolito	Abobri- nha italiana	2,5	Latossolo Vermelho Distroférrico típico	<0,053	4+4	Incubação / campo	Vinhaça como meio de cultura para <i>Aspergillus niger</i> proporcionou maior liberação de ferro e zinco solúveis. O fungo <i>Aspergillus niger</i> promoveu a solubilização dos remineralizadores; Vermicompostagem não promove aumento na liberação de nutrientes contidos no basalto.
Brandão, et al. (2014)	Araras	Diabásio, fonolito	---	---	---	<0,053	1	Incubação	Aumento significativo da quantidade de K solúvel, no tratamento com pó de fonolito, em presença do fungo <i>Aspergillus niger</i> .
Deus et al. (2007)	Ilha Solteira	Basalto	---	0; 2; 4; 6; 8 t.ha <sup>-1</sup>	Latossolo Vermelho Distrófico	---	6	Casa de vegetação	Doses crescentes do pó de basalto proporcionaram aumento no teor de fósforo do solo em estudo. Incubação de basalto extrafino influenciou positivamente na atividade microbiana e



16º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2022  
30 e 31 de agosto de 2022  
ISBN: 978-65-88414-07-1

Referência	Município do experimento	Rocha/mineral	Planta	Quantidade aplicada (t.ha <sup>-1</sup> )	Solo	Granulometria (mm)	Duração (meses)	Tipo Experimento	Principais resultados
									nas variáveis químicas M.O., Mg, K, SB e V %
Duarte et al. (2013)	Guaira	Fonolito	Cana-de-açúcar	0,05; 0,1; 0,2 t.ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O	Latossolo Vermelho Acriférico	---	12	Campo	A produção e a qualidade da cana-de-açúcar tiveram efeitos semelhantes para os tratamentos com KCl, fonolito e testemunha.
Franco et al. (2013)	Taquaral	Fonolito	Laranja Pera	0,06; 0,12; 0,18 t.ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O	Latossolo Vermelho -Amarelo Distrófico	---	27, 78 e 118 dias	Campo	O fonolito apresentou eficácia semelhante à da adubação convencional para a elevação dos teores de K no solo e na folha e para o aumento da produtividade do pomar.
Lopes et al. (2013)	São Carlos	Basalto	---	---	---	<0,053	180 minutos	Incubação	Solubilização de basalto por meio da vinhaça promoveu a liberação de cátions solúveis e aumento dos teores de Ca, Mg e Fe
Luz et al. (2013)	Casa Branca	Fonolito	Cana-de-açúcar	0,7; 0,1; 0,12 t.ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O	Argissolo Vermelho -Amarelo Distrófico	---	12	Campo	Para a dose de 0,01 t.ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O, fonolito e KCl apresentam resultados semelhantes. As doses de K <sub>2</sub> O que tem como fonte o fonolito apresentaram produtividade média superior.
Moreira et al. (2016)	Araras	Kamafugito, micaxisto	Batata	0; 3; 4; 5; 6	Substrato comercial Carolina Soil®	---	3	Casa de vegetação	Não houve resposta à aplicação de remineralizadores.
Soratto e Crusciol (2013)	Botucatu	Fonolito	Trigo, milho, milheto, soja	0,025; 0,050; 0,1 de K <sub>2</sub> O	Latossolo Vermelho Distroférrico	---	soja-trigo-milho: 10, milho-milheto-soja: 11	Campo	Resultados indicam que o fonolito possui efeito residual no solo semelhante ou superior ao observado para o KCl quando utilizado na mesma dose de K <sub>2</sub> O.



16º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2022  
30 e 31 de agosto de 2022  
ISBN: 978-65-88414-07-1

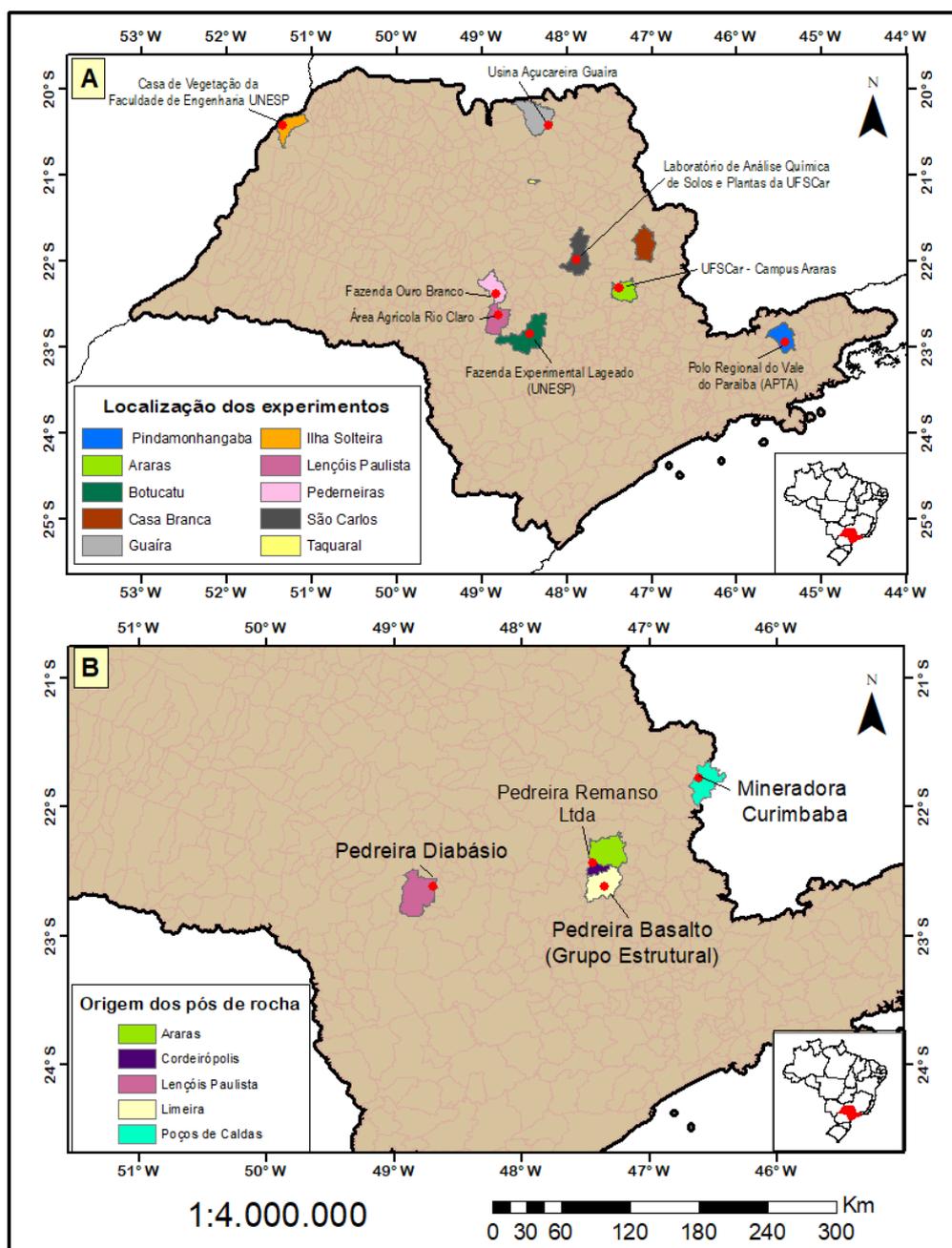
Referência	Município do experimento	Rocha/mineral	Planta	Quantidade aplicada (t.ha <sup>-1</sup> )	Solo	Granulometria (mm)	Duração (meses)	Tipo Experimento	Principais resultados
Tarumoto, et al. (2016)	Pedemeiras, Lençóis Paulista	Basalto	Cana-de-açúcar	4	Latossolo Vermelho Mesotrófico típico, Latossolo Vermelho-Amarelo Álico	71% <0,074; 90% <0,037	---	Campo	Aumento da altura das plantas, número de entrenós, peso médio, número de colmos e açúcar e redução no teor de fibras com o uso de basalto.
Viglio et al. (2010)	Araras	Basalto	---	---	---	21,1% >2,00 ; 52,4% >0,210; 18,4% > 0,053; 8,1 >0,037	55 dias	Incubação	A adição de pó de basalto ao vermicomposto não proporcionou aumento na liberação de macronutrientes.

Dos trabalhos analisados, dois não apresentam informações sobre a origem das rochas utilizadas: os estudos com kamafugito e micaxisto, de Moreira et al. (2016), e com fonolito, de Duarte et al. (2013). Os demais trabalhos contêm informações sobre município/mineradora onde foram extraídos ou sobre a formação geológica à qual pertencem. Os pós de rocha utilizados foram coletados próximo às áreas experimentais e pertencem ao contexto geológico do estado de São Paulo e da região sul de Minas Gerais (Figura 1): fonolitos são provenientes do Planalto de Poços de Caldas (MG) e nefelina sienito, da Serra da Mantiqueira, regiões caracterizadas pela presença de extensos complexos alcalinos; já as rochas máficas (basalto e diabásio) foram coletadas nos municípios paulistas de Limeira, Araras, Cordeirópolis e Lençóis Paulista, nos quais ocorrem derrames basálticos da Formação Serra Geral.

No contexto agrícola e econômico, a cana-de-açúcar e a laranja são de extrema importância para SP: o estado é o maior produtor nacional de ambas as culturas e, entre 2018 e 2020, foi responsável por 52% da produção nacional de cana e 77% da produção de laranja (IBGE, 2022). Com menor participação no mesmo período, o estado contribuiu com aproximadamente 5% da produção nacional de milho (primeira e segunda safra) e 3% da produção de soja, culturas que hoje lideram as exportações de commodities. Os estudos envolvendo o uso de remineralizadores e essas culturas confirmam e reforçam a busca por alternativas locais e eficientes de fertilizar e condicionar o solo, fazer a sua manutenção e ampliar a produção.

A eficiência do uso de rochas silicáticas como remineralizadores depende de sua origem, mineralogia, geoquímica e granulometria, além das características do solo, das espécies cultivadas e da metodologia do ensaio agrônomo utilizada (Martins et al., 2008; Souza et al., 2017). A mineralogia é indicadora do potencial de solubilidade da rocha e de sua capacidade de liberação

de nutrientes para o solo, assim como a granulometria do pó: quanto mais fino o material, maior a sua capacidade de solubilização (Martins et al., 2008). O desconhecimento das características geológicas da rocha escolhida pode levar a resultados insatisfatórios nas pesquisas de eficiência agrônômica.



**Figura 1.** (A) Localização dos experimentos feitos no estado de São Paulo e (B) localização das fontes dos remineralizadores avaliados pelos experimentos.



Nos estudos analisados, somente Tarumoto et al. (2016) apresentam a caracterização petrográfica da rocha testada. O basalto coletado na região de Lençóis Paulista (SP) é constituído majoritariamente de plagioclásio (55%) e piroxênio (35%), minerais silicáticos fornecedores de Si, Ca, Mg, Fe e K para o solo. Os ensaios em campo com cana-de-açúcar apresentaram resultados positivos para o uso do remineralizador: a aplicação de basalto diretamente no solo levou ao incremento de altura, peso médio, número de colmos e entrenós das plantas, indicando que o material apresentou efeito significativo como fertilizante.

Seis trabalhos carecem de caracterizações das rochas utilizadas nos ensaios, tanto mineralógicas quanto litoquímicas. São eles as pesquisas de Deus et al. (2007), Viglio et al. (2010), Brandão (2012), Franco et al. (2013), Lopes et al. (2013) e Moreira et al. (2016). Viglio et al. (2010), através de ensaio de incubação e análise laboratorial, concluíram que a associação de vermicomposto e basalto não foi capaz de promover a liberação de macronutrientes no solo. Além da ausência de caracterização química e mineralógica do material, as análises granulométricas evidenciaram que o pó de rocha utilizado no estudo não atende a todas as especificações determinadas pela IN 5 do Mapa e, portanto, não pode ser classificado como remineralizador.

Brandão (2012), no cultivo de abobrinha italiana, obteve produtividade estatisticamente semelhante quando utilizado vermicomposto com ou sem pó de basalto. Ou seja, o uso associado dos materiais não produziu efeitos significativos. Em seus trabalhos, Brandão (2012) e Brandão et al. (2014) testaram também alternativas para biossolubilização de rochas: o uso de vinhaça e/ou do fungo *Aspergillus niger* contribuíram para a solubilização do pó de composição basáltica e para a consequente liberação de cátions como zinco, ferro, cálcio e magnésio, importantes para o desenvolvimento das culturas agrícolas. Resultados semelhantes foram observados por Lopes et al. (2013), que testaram tratamentos que combinaram pó de rocha basáltica com vinhaça.

Moreira et al. (2016) compararam os efeitos do uso de diferentes doses de kamafugito e micaxisto no cultivo de batata, associados ou não com uma fonte de microrganismo (Amino Peixe Raízes®). Os autores não observaram discrepâncias significativas nos parâmetros estudados: número de hastes e altura da haste principal. Tais resultados podem estar associados à combinação do uso de pós de rocha com lenta solubilização e o cultivo de uma cultura de ciclo curto, o que é destacado pelos próprios autores.

Almeida et al. (2016) avaliaram o efeito residual do pó de rocha nefelina sienito na cultura de tremoço (*Lupinus albus*) em área cultivada com arroz irrigado. Tal rocha apresenta mineralogia rica em feldspatos sódicos, minerais ferromagnesianos (piroxênios, anfibólios e biotita) e feldspatoide (nefelina) (Sampaio et al., 2008). Dentre os parâmetros analisados (massa e teor de K



dos ramos de folhas e vagens e massa da parte aérea e dos grãos), somente a produção de biomassa da parte aérea e dos grãos foi influenciada positivamente pelo uso do pó de rocha, porém os resultados foram inferiores aos dos tratamentos com KCl.

A maioria dos trabalhos de eficiência agrônômica feitos no estado de São Paulo utilizaram o fonolito como fonte de K alternativa ao KCl. Essa rocha é constituída principalmente de feldspatos potássicos, mineral de lenta solubilização, feldspatos alcalinos e feldspatoides (Teixeira et al., 2015). A concentração de  $K_2O$  é muito semelhante entre os fonolitos testados, entre 8% e 9%. O uso desse pó de rocha como alvo dos estudos mostrou-se extremamente promissor: todas as culturas que receberam tratamento com esta rocha obtiveram produtividade igual ou superior quando comparadas às parcelas cultivadas com KCl convencional.

O avanço das pesquisas está viabilizando que as equipes de pesquisadores definam novos protocolos para ensaios e experimentação em campo para eficiência agrônômica. Será essencial fazer a descrição correta das rochas e minerais de acordo com a IN 05/2016, a inclusão das análises mineralógicas e petrográficas das fontes testadas, o monitoramento da atividade biológica do solo e experimentos programados com duração de longo prazo.

#### 4. CONCLUSÃO

O basalto (derrames da Fm. Serra Geral, SP) e o fonolito (Complexo Alcalino do Planalto de Poços de Caldas, MG) apresentaram maior destaque entre os seis pós de rochas avaliados pelos trabalhos de pesquisa realizados no estado de São Paulo. O desempenho dos pós de rocha testados foi influenciado pelas características do material utilizado, como granulometria, mineralogia e química, e pela metodologia aplicada em cada trabalho.

Alguns trabalhos não obtiveram resultados positivos quando utilizadas diferentes doses de determinados pós de rochas, como a nefelina sienito. Entretanto, são necessários mais estudos para validar a eficiência agrônômica desse remineralizador em experimentos de longa duração.

Os remineralizadores trazem benefícios ao solo e às plantas quando são propiciadas condições favoráveis para a sua interação com a fase biológica do solo, presente nos microrganismos da rizosfera das plantas. Estudos científicos de avaliação de parâmetros meramente agrônômicos e de solubilização de nutrientes não conseguem captar a forma como os remineralizadores são biodisponibilizados.



## 5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Embrapa Territorial, pela concessão da bolsa de estágio.

## 6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. C. R. de; VILELLA, O. V.; GADIOLI, J. L.; ALMEIDA, A. A. da S.; TAKADA H. M.; CÍCERO C. M.; SANTOS, V. L. de F.; CARVALHO, L. V. de C.; FERREIRA, A. R. Efeito residual do pó de rocha nefelina sienito no cultivo de tremoço (*Lupinus albus*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 3., 2016, Pelotas, RS. **Anais** [...] Pelotas, RS, 2016. 455 p.

BBC NEWS BRASIL. **Guerra na Ucrânia: por que o Brasil depende tanto dos fertilizantes da Rússia?** Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-60596334>. Acesso em: 08 jul. 2022.

BRANDÃO, J. A. V. **Pó de rocha como fonte de nutrientes no contexto da agroecologia**. 2012. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, Araras - SP.

BRANDÃO, J. A. V.; LOPES-ASSAD, M. L. R. C.; CECCATO-ANTONINI, S.; Solubilization of diabase and phonolite dust by filamentous fungus. **Revista Ceres**, v. 61, p. 740-745, 2014.

BRASIL. Lei nº 12.890, de 10 de dezembro de 2013. **Lei federal da inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, inoculantes, estimulantes, ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para as plantas, destinados à agricultura**. 2013. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2013/lei/l12890.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2012.890%2C%20DE%2010,agricultura%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAncias](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12890.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2012.890%2C%20DE%2010,agricultura%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAncias). Acesso em: 13 jun. 2022.

COMEX STAT. **Sistema para consultas e extração de dados do comércio exterior brasileiro**. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/comex-vis>. Acesso em: 30 maio 2022.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P. Eficiência de rocha fonolito moída como fonte de potássio para as culturas do arroz, feijão, milho e soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 2., 2013, Poços de Caldas, MG. **Anais** [...] Poços de Caldas - MG, 2013. 399 p.

DEUS, A. C. F.; CASSIOLATO, A. M. R.; DA SILVA, E. A. Influência da rochagem nos atributos químicos e atividade microbiana de um Latossolo. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 21., 2007, Ilha Solteira. **Anais**... Ilha Solteira: Unesp, 2007.

DUARTE, I. N.; KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA H. S.; SANTOS D. S. Rochagem com o fonolito em cana planta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 2., 2013, Poços de Caldas, MG. **Anais** [...] Poços de Caldas, 2013. 399 p.

DUTRA, L. G. **Minerais potássicos, acidificados ou não, utilizados como fontes de nutrientes para o milho (*Zea mays* L.) em casa de vegetação**. 1980. 83 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

EICHLER, V.; LOPES, A. S. Disponibilidade do potássio do verdete de Abaeté, calcinado com e sem calcário magnesiano, para a cultura do milho (*Zea mays* L.), em solo de textura argilosa. **Ciência e Prática**, v. 7, p. 136-146, 1983.

FAQUIN, V. **Efeito do tratamento térmico do sienito nefelínico adicionado de calcário dolomítico, na disponibilidade de potássio ao milho (*Zea mays* L.), em casa de vegetação**. 1982. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

FRANCO, D.; YASUDA, M.; FERREIRA, R. C.; FUKUDA, L. A.; FERRACINI, R. T. Avaliação do desempenho do fonolito via mineral em laranjeiras adultas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 2., 2013, Poços de Caldas, MG. **Anais** [...] Poços de Caldas, 2013. 399 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **SIDRA: Banco de Tabelas Estatísticas, Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pms/brasil>. Acesso em: 23 jun. 2022.



- LEITE, P. C. **Efeitos de tratamentos térmicos em misturas de verdete de Abaeté, fosfato de Araxá e calcário magnesiano, na disponibilidade de potássio e fósforo**. 1985. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- LEONARDOS, O. H.; FYFE, W. S.; KRONBERG, B. I. Rochagem: o método de aumento da fertilidade em solos lixiviados e arenosos. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 29., Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: 1976. p. 137-145.
- LEONARDOS, O. H.; THEODORO, S. C. H. **Fertilizer tropical soils for sustainable development**. Proceedings. International workshop on Science for Sustainable development in Latin America and Caribe. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1999. p. 143 - 153.
- LOPES, A. S.; FREIRE, J. C.; AQUINO, L. H. e FELIPE, M. P. Contribuição ao estudo da rocha potássica - Verdete de Abaeté (Glauconita) para fins agrícolas. **Agros**, v. 2, p. 32-42, 1972.
- LOPES, O.; COSTA, L.; LOPES-ASSAD, M. Solubilização de pó de basalto por meio de vinhaça: variação de pH e nutrientes disponíveis. **Engenharia Ambiental: pesquisa e tecnologia**, v. 10, n. 2, 2013.
- LUZ, P. H. DE C.; PERES, C. E. B.; YASUDA, M.; FERRAZ, M. R.; CASADEI, R. A.; LUNARDI, L. Avaliação do desempenho do fonolito via mineral e no enriquecimento da torta de filtro em soqueira de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 2., 2013, Poços de Caldas, MG. **Anais [...]** Poços de Caldas, 2013. 399 p.
- MARTINS, É. D. S.; OLIVEIRA, C. G. D.; RESENDE, Á. V. D.; MATOS, M. S. F. D. **Agrominerais-rochas silicáticas como fontes minerais alternativas de potássio para a agricultura**. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2008. 17 p.
- MOREIRA, D. T.; SOARES, M. R.; AMARAL, A. F.; SARTORIO, S. D. Efeito da rochagem no crescimento e nutrição de plantas de batata. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 3., 2016, Pelotas, RS. **Anais [...]** Pelotas, 2016. 455 p.
- PILLON, C. N. Dos pós de rocha aos remineralizadores: passado, presente e desafios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 3., 2016, Pelotas, RS. **Anais [...]** Pelotas, 2016. 455 p.
- RIBEIRO, A. P. Potencial geológico do estado de São Paulo na produção de remineralizadores. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 4., 2021, Rio de Janeiro, RJ. **Anais [...]** Rio de Janeiro, 2021. 320 p.
- SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A.; BRAGA, P. F. A. **Nefelina sienito**. Rio de Janeiro: CETEM, 2008. 18 p.
- SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Eficiência residual de rocha fonolito moída nas sucessões de culturas soja-trigo-milho e milho-milheto-soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 2., 2013, Poços de Caldas, MG. **Anais [...]** Poços de Caldas, 2013. 399 p.
- SOUZA, F. N. S.; OLIVEIRA, C. G.; MARTINS, E. S.; ALVES, J. M. Efeitos condicionador e nutricional de um remineralizador de solo obtido de resíduos de mineração. **Agri-Environmental Sciences**, v. 3, n. 1, p. 1-14, 2017.
- TARUMOTO, M. B.; ROSSATO, O. B.; CRUSCIOL, C. A. C. Eficiência do remineralizador em dois tipos de solo e manejos nos parâmetros biométricos e tecnológicos da soqueira de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 3., 2016, Pelotas, RS. **Anais [...]** Pelotas, 2016. 455 p.
- TEIXEIRA, A. M. dos S.; GARRIDO, F. M. dos S.; MEDEIROS, M. E.; SAMPAIO, J. A. Estudo do comportamento térmico da rocha fonolito. **HOLOS**, v. 5, p. 52-64, 2015.
- THEODORO S. H. A. **Fertilização da terra pela terra: uma alternativa de sustentabilidade para o pequeno produtor rural**. 2000. 231 f. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília.
- THEODORO S. H. A. Construção do marco legal dos remineralizadores. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 3., 2016, Pelotas, RS. **Anais [...]** Pelotas, 2016. 455 p.
- VIGLIO, L. M.; PEIXOTO, M. C. F.; VRBA, J. A.; ASSAD, M. L. L. Avaliação de vermicomposto produzido com e sem adição de pó de basalto. In: FÓRUM PAULISTA DE AGROECOLOGIA, 1., 2010. São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos.