

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ICIAG
CURSO AGRONOMIA**

LUIZ HENRIQUE MALAGOLLI

**A INFLUÊNCIA DO USO DE PÓ DE ROCHA NA ESTABILIDADE DOS
AGREGADOS**

**Uberlândia – MG
Fevereiro – 2024**

LUIZ HENRIQUE MALAGOLLI

**A INFLUÊNCIA DO USO DE PÓ DE ROCHA NA ESTABILIDADE DOS
AGREGADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do grau
de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Elias Nascentes Borges

**Uberlândia – MG
Fevereiro – 2024**

LUIZ HENRIQUE MALAGOLLI

A INFLUÊNCIA DO USO DE PÓ DE ROCHA NA ESTABILIDADE DOS AGREGADOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Uberlândia, como
parte dos requisitos necessários do curso de
graduação em Agronomia para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em ____/____/____

Prof. Prof. Dr. Elias Nascentes Borges
Orientador

Prof.
Membro da Banca

Prof.
Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

É com grande apreço que expresso meus sinceros agradecimentos ao professor Elias e ao Marcelo, cujo apoio se revelou de significativa importância durante o desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso.

A orientação precisa do professor Elias foi fundamental para a condução do trabalho. Da mesma forma, a contribuição técnica e dedicada de Marcelo na execução das análises físicas do solo proporcionou uma base sólida para as investigações, enriquecendo sobremaneira a qualidade dos resultados obtidos.

Agradeço profundamente pelo comprometimento e expertise desses profissionais, que foram pilares essenciais para o êxito deste trabalho de conclusão de curso.

Não poderia deixar de agradecer ao apoio de Nilson Gianini, Michel Brucce, Eunice dos Reis, Celiana Luiza, Mirella Assis, Euripa, que me ajudaram a chegar ao fim dessa graduação com todo apoio possível.

RESUMO

MALAGOLLI, Luiz Henrique. **A INFLUÊNCIA DO USO DE PÓ DE ROCHA NA ESTABILIDADE DOS AGREGADOS.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, 2024.

O cultivo de milho atualmente ocupa a segunda posição no ranking nacional de grãos, entretanto, enfrenta grandes desafios quanto ao elevado consumo de fertilizantes para atingir a produtividade desejada. Uma opção de abordagem nos campos de pesquisa é o uso de remineralizadores, que têm o potencial de reverter a deficiência nutricional do solo, otimizando a eficácia dos nutrientes no processo de cultivo. Neste contexto, o presente trabalho é um segmento de uma série de estudos realizados pelo professor Elias Nascentes Borges, que visa estudar e compreender os efeitos e respostas relacionados ao uso de diferentes pós de rocha na agricultura. Como tese desse estudo buscou-se constatar se há correlação entre o uso das seguintes fontes de pó de rocha: Basalto, Kamafigito e Verdete, nas estruturas de formação dos macroagregados do solo, após um ciclo de plantio da cultura do milho. A pesquisa foi conduzida na casa de vegetação da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), utilizando-se latossolo vermelho distrófico de textura média. O delineamento experimental utilizado foi de quatro sementes de milho, do híbrido SHS 4070, da sementeira Santa Helena, plantadas em vasos de três anéis de 10 cm de profundidade, sendo posteriormente desbastadas para manter apenas duas plantas por vaso. Esse trabalho foi um desdobramento de outros estudos realizados pelo professor pautado no mesmo experimento onde se buscou observar o comportamento da cultura do milho com substituição de metade da dose de adubo pelo pó de rocha, portanto esse estudo também observa a relação entre o pó de rocha puro e sua combinação com adubos químicos, entretanto voltado a constatar os efeitos desses tratamentos sobre a estrutura dos macroagregados do solo. Controle: Foram realizados 7 (sete) diferentes testagens com 1 (um) controle, com 3 (três) repetições cada, distribuídas em blocos ao acaso para evitar favorecimento por localização. Os tratamentos incluíram: adubação completa (como grupo de controle), basalto + metade da adubação, apenas basalto, kamafigito + metade da adubação, apenas kamafigito, verdete + metade da adubação e apenas verdete. A análise estatística foi realizada por meio do sistema SAEG. A irrigação seguiu a capacidade de campo do solo, enquanto a adubação foi como as recomendações do produtor de sementes e os resultados das análises químicas e físicas do solo. Tratos culturais, como a aplicação de defensivos, foram implementados conforme a necessidade ao longo do experimento. Os resultados obtidos foram que as fontes de remineralizadores analisadas não possuem um impacto significativo na estabilidade dos agregados do solo, nem nos teores nutricionais obtidos pela análise foliar. No entanto, esses resultados foram resposta de apenas 1 (um) ciclo da cultura do milho, sendo que para constatar o efeito a longo prazo dos pós de rocha na estrutura dos agregados seria necessário acompanhar o experimento num prazo maior do que apenas 1 (um) ciclo, elevando-o a outros ciclos observando o comportamento a longo prazo.

Palavras-chave: Fertilizantes, Remineralizadores, Estrutura de agregados do solo.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Teste de média para o diâmetro médio ponderado, em decorrência da aplicação de pó de rocha e classificados após a retenção em três anéis, fevereiro de 2024, Uberlândia-MG. ..	16
Tabela 2. Teste de média para a análise nutricional foliar, em decorrência da aplicação de pó de rocha, fevereiro de 2024, Uberlândia-MG.....	16
Tabela 3. Teste de média para o diâmetro médio geométrico, em decorrência da aplicação de pó de rocha e classificados após a retenção em três anéis, fevereiro de 2024, Uberlândia-MG.	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Casa de vegetação do campus Umuarama, Universidade Federal de Uberlândia...	12
Figura 2: Disposição dos vasos em casa de vegetação do campus Umuarama, Universidade Federal de Uberlândia	12
Figura 3: Peneiramento úmido das análises para DMP e DMG	13
Figura 4: Moinho vegetal utilizado para moer as amostras foliares	14
Figura 5: Amostras foliares já digeridas em solução de nitro-perclórico.	15

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
5. CONCLUSÃO.....	18
6. REFERÊNCIAS	19

1. INTRODUÇÃO

Os agregados do solo são componentes essenciais de sua estrutura, desempenhando um papel fundamental na qualidade física e biológica do solo, segundo Oades (1984) e Dexter (1988). Para sua formação, é necessário que os coloides do solo estejam flocculados e que todos os componentes do agregado sejam posteriormente estabilizados por algum agente cimentante (Hillel et al., 1980).

Os agregados podem ser classificados de acordo com seu tamanho, seguindo a teoria da hierarquização de agregados proposta por Tisdall & Oades (1982). De acordo com essa classificação, estes são divididos em cinco grupos, sendo os menores que 250 μm denominados microagregados e os maiores, macroagregados. Cada classe de agregados é formada pela união dos agregados da classe que vem logo abaixo, seguindo uma ordem hierárquica. Os microagregados são unidos por agentes cimentantes persistentes, como matéria orgânica humificada, óxidos e aluminossilicatos, formando agregados estáveis (Oades & Waters, 1991). Por outro lado, os macroagregados são unidos por agentes ligantes temporários, como raízes e hifas de fungos, sendo menos estáveis e mais suscetíveis a práticas de manejo do solo (Six et al., 2004).

Essas estruturas conferem uma série de benefícios para os solos agrícolas. Além de contribuírem para a estruturação do solo e aeração adequada, essas estruturas promovem a retenção de água e nutrientes, favorecendo o desenvolvimento das plantas (Mielniczuk et al., 2003). A presença de macroagregados estáveis é especialmente importante, pois eles servem como reservatórios de água e nutrientes, tornando-os disponíveis para as plantas durante períodos de escassez hídrica (Bronick & Lal, 2005). Além disso, a formação e estabilidade dos agregados estão diretamente relacionadas à capacidade do solo de promover a infiltração e reabastecimento do leão freático, pois quando as estruturas do solo estão em equilíbrio a capacidade de percolação da água no perfil de solo é favorecida, o que é crucial para a conservação dos solos agrícolas e a sustentabilidade dos sistemas de produção (Giacometti et al., 2013; Jouquet et al., 2013; Crittenden et al., 2015). Em suma, os agregados do solo desempenham um papel fundamental na manutenção da fertilidade e produtividade dos solos agrícolas, além de contribuírem para a sustentabilidade dos sistemas de produção.

Atualmente, muito se estuda a utilização de rochas como fonte de nutrientes e outros efeitos como condicionador do solo. São também conhecidos como “agrominerais” que fornecem elementos químicos para a produção de fertilizantes ou para aplicação direta na agricultura, como exemplo o enxofre, fosfato, potássio, e cálcio magnésio, muito dos quais que possuem o objetivo de corrigir a acidez do solo. Esses agrominerais que possuem origem em diversas formações

geológicas são os mais ricos em nutrientes. São produtos e co-produtos que estimulam os processos biológicos naturais, assim como os microrganismos associados a esses produtos. Desempenham papel importante no crescimento das plantas, pois estimular e aumentam a eficiência de absorção de nutrientes além de desempenhar outras funções essenciais para uma agricultura sustentável. Há estudos com relação a influência desses materiais na estrutura dos agregados do solo que podem indicar efeito positivo na formação dos mesmos. (Medeiros, 2020)

No Brasil, com a maioria dos solos pobres, ácidos e suscetíveis a rápida degradação pelo uso antrópico, os estudos pela implementação de práticas sustentáveis e economicamente viáveis são de grande importância, pois apesar de ter uma posição de destaque na produção agrícola a nível mundial, enfrenta desafios relacionados ao elevado custo dos insumos e a dependência de importações de tais produtos (Araújo, 2008).

Nesse cenário, o presente estudo avalia a pertinência da substituição parcial e total do adubo convencional pelo pó de rocha, na estabilidade dos agregados do solo. A estabilidade dos agregados é um indicador crucial da saúde do solo, influenciando diretamente na retenção de água, aeração e disponibilidade de nutrientes. Ao considerar as rochas Basalto, Kamafugito e Verdete como fontes de nutrientes, este trabalho busca não apenas otimizar a produtividade agrícola, mas também abordar questões ambientais, aproveitando resíduos de mineração para fins agrícolas. A literatura existente sobre a dinâmica do solo em resposta à substituição parcial pelo pó de rocha ainda é limitada, destacando a necessidade urgente de estudos específicos, especialmente em um contexto brasileiro diversificado. Portanto, este estudo visa preencher essa lacuna, contribuindo para a compreensão dos impactos agrícolas e ambientais dessa prática inovadora, promovendo uma agricultura mais sustentável e eficiente.

Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o uso de pó de basalto, kamafugito e verdete em substituição parcial e total dos adubos granulados prontamente disponíveis (NPK) e compreender a dinâmica do pó de rocha em relação à estabilidade dos agregados em solos de cerrado, observando também a resposta da nutrição foliar da cultura do milho com relação aos diferentes tratamentos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Os agregados constituem componentes essenciais da estrutura do solo, desempenhando um papel fundamental na manutenção da porosidade e aeração do solo, no crescimento das plantas e da população microbiana, na infiltração de água e no controle dos processos erosivos. Para a formação dos agregados, é necessário que os colóides do solo estejam floculados e que todos os componentes do agregado sejam posteriormente estabilizados por algum agente cimentante. Os agregados podem ser classificados em diferentes tamanhos, seguindo a teoria da hierarquização de agregados, em cinco grupos ($< 2 \mu\text{m}$; de 2 a $20 \mu\text{m}$; de 20 a $250 \mu\text{m}$, de $250 \mu\text{m}$ a 2 mm; e $> 2 \text{ mm}$). Os agregados menores que $250 \mu\text{m}$ são denominados microagregados, enquanto os maiores são chamados de macroagregados, sendo cada agregado formado pela união dos agregados da classe que vem logo abaixo, seguindo uma ordem hierárquica. (BASTOS, MENDONÇA, ALVAREZ V, CORRÊA, COSTA, 2005).

Conforme seus tamanhos, cada classe será unida por diferentes agentes cimentantes. Devido à forte ação cimentante dos óxidos de ferro e de alumínio nos macroagregados, a teoria da hierarquização não se aplica completamente aos Latossolos (Oxissolos). O mesmo pode ocorrer em solos cauliniticos, com a presença de óxidos de ferro e de alumínio de baixa cristalinidade. Diversos fatores interferem na agregação do solo. Entre eles, os principais são: tipo e teor de argila, presença de metais polivalentes, carbonato de cálcio, óxidos e hidróxidos de ferro, alumínio e manganês, exsudatos orgânicos de plantas, substâncias orgânicas provenientes da atividade de microrganismos e outros compostos orgânicos. (BASTOS, MENDONÇA, ALVAREZ V, CORRÊA, COSTA, 2005).

Dado o modelo de desenvolvimento agrícola adotado no Brasil, uma parcela significativa da demanda por fertilizantes para as culturas é atendida pelo uso de adubos prontamente solúveis, que seguem as formulações NPK, podendo incluir macro e micronutrientes. Contudo, é importante notar que muitos agricultores também recorrem aos adubos orgânicos, por vezes combinados com adubos minerais, utilizando rochas naturais moídas como fonte de nutrientes.

As pesquisas sobre o uso de remineralizadores, também conhecidos como fontes alternativas de fertilizantes, como pó de rocha, rochagem ou agrominerais, têm acumulado informações ao longo do tempo. Esses dados, embora por vezes contraditórios, indicam uma forte expectativa de que em breve seja possível substituir as fábricas industriais físicas, dedicadas à solubilização de rochas para a produção de fertilizantes minerais. Em seu lugar, poderemos contar com "biofábricas" do solo, garantindo produtividade, sustentabilidade, economia e um menor impacto ambiental. (Borges; Batista; Almeida; Dias e Jorge, 2023)

O princípio dessa tecnologia fundamenta-se no conceito de que diversos tipos de rochas podem fornecer nutrientes aos solos tropicais, o que, por consequência, beneficia as plantas. Isso permite que os agricultores e produtores alcancem produções compatíveis com suas demandas e com

o mercado. Considerando que o Brasil possui uma forte vocação agrícola, sua considerável dependência da importação de fertilizantes do mercado internacional tem se revelado um desafio para o equilíbrio do setor. No último ano (2021/2022), os preços desses fertilizantes atingiram valores exorbitantes devido à alta demanda e a questões geopolíticas. Diante desse cenário, é crucial que o país busque mecanismos e novas rotas tecnológicas para reduzir sua dependência do mercado externo. Nesse contexto, a utilização dos remineralizadores surge como uma excelente alternativa.

O Brasil é um país dotado de uma vasta geodiversidade, tem a capacidade de explorar diferentes tipos de rochas em diversas regiões. Isso possibilita alcançar padrões de fertilidade adequados às necessidades específicas de cada localidade, ao mesmo tempo em que promove o desenvolvimento regional com menores impactos, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental. (Borges; Batista; Almeida; Dias e Jorge, 2023)

A aplicação do pó de rocha no solo também modifica suas propriedades biológicas, pois tanto os microrganismos do solo quanto as plantas liberam ácidos orgânicos extracelularmente, os quais solubilizam minerais presentes no pó de rocha, incluindo potássio e fontes de fósforo insolúveis (Gyaneshwar et al., 2002; Penha, 2016).

Sabe-se que alguns dos elementos minerais constituem a principal fonte de nutrientes no solo, sendo que as raízes e os microrganismos desempenham papel crucial no desenvolvimento das plantas (Uroz et al., 2010). Os ácidos orgânicos aumentam a solubilidade dos fosfatos e reduzem sua adsorção aos minerais de argila, o que amplia sua disponibilidade. Além disso, esses ácidos quelatam metais como ferro e alumínio, além de servirem como fonte de carbono para os microrganismos, estimulando suas populações na rizosfera e, conseqüentemente, afetando o desenvolvimento radicular (Bolan et al., 1998). Outra vantagem é que o uso do pó de rocha facilita a atividade e a dinâmica dos fungos micorrízicos, promovendo uma melhor absorção dos nutrientes disponíveis no solo (Brito et al., 2019).

Os remineralizadores incluem, em sua composição, elementos como silício, cálcio e magnésio, além de poderem conter, em proporções menores, nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) - uma combinação de nutrientes essenciais e benéficos para o crescimento das plantas. A partir de rochas específicas finamente moídas, com ou sem tratamento biológico ou industrial parcial, é possível suprir parte das necessidades nutricionais das plantas. Além disso, esses remineralizadores têm o potencial de atuar como condicionadores do solo, aumentando a atividade biológica e tendo reflexos positivos não apenas na fertilidade, mas também nos atributos físicos do solo. É fundamental destacar que os solos são resultantes do intemperismo das rochas, no qual as atividades biológicas e orgânicas desempenham papéis cruciais. Portanto, ao adicionar rochas moídas ao solo, está-se, na verdade, promovendo seu rejuvenescimento ou remineralização, fornecendo elementos essenciais para o desenvolvimento da vida. Isso antecipa etapas da liberação natural de nutrientes, que são geralmente

prolongadas devido ao equilíbrio entre erosão e intemperismo. (Borges; Batista; Almeida; Dias e Jorge, 2023)

A rochagem é o termo utilizado para descrever a tecnologia que emprega rochas moídas (remineralizadores) ou seus subprodutos industriais no solo, visando recuperá-lo e, conseqüentemente, alterar seu padrão de fertilidade natural. Essa prática é baseada na expectativa de que os remineralizadores possam, ao longo do tempo, liberar parte ou a totalidade de seus minerais constituintes, fornecendo nutrientes para as plantas em solos altamente intemperizados. Isso ocorre em um equilíbrio dinâmico entre a quantidade de nutrientes liberados e a demanda das plantas, acompanhando o ciclo de absorção das culturas. Assim, os remineralizadores podem contribuir para a conservação dos recursos naturais, aumentar a produtividade e conferir sustentabilidade ao solo, possivelmente atuando também como condicionadores físicos e físico-químicos do solo. Esse conjunto de benefícios atende à demanda por um novo paradigma na agricultura tropical, especialmente em solos com baixa presença de argilas silicatadas, caracterizados por serem ácidos e pobres em nutrientes. (Borges; Batista; Almeida; Dias e Jorge, 2023)

Para tornar os remineralizadores uma tecnologia viável que atenda a esses fundamentos, é essencial conhecer a distribuição geológica das rochas, bem como sua composição e outros requisitos petrográficos. Nesse contexto, as informações e mapas fornecidos pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), em escala de 1:250.000, representam uma excelente fonte de pesquisa e orientação para o avanço dessa tecnologia. É de suma importância compreender a composição mineralógica e química das rochas passíveis de utilização para disponibilizar os nutrientes necessários para os solos e plantas. Nessa perspectiva, na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, há estudos promissores sobre o uso de Basalto, Verdete de Abaeté e Kamafugito. (Borges; Batista; Almeida; Dias e Jorge, 2023)

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na casa de vegetação, bloco 4N no campus Umuarama, seguindo um delineamento em blocos casualizados, onde foram aplicados oito tratamentos distintos: (T1) 100% de adubação convencional (grupo de controle), (T2) 50% basalto + 50% adubo, (T3) 100% basalto, (T4) 50% kama fugito + 50% adubo, (T5) 100% kama fugito, (T6) 50% verdete + 50% adubo e (T7) 100% verdete. Cada tratamento foi replicado em três blocos (conforme imagens 1 e 2).

Para a condução do projeto, realizou-se o plantio de uma variedade comercial de milho, em vasos segmentados por três anéis unidos por fita adesiva, ao longo de 50 dias, compreendendo o período de 17 de março de 2023 a 05 de maio de 2023. Cada vaso foi subdividido em três anéis de 10 cm de profundidade cada, totalizando um vaso de estrutura composta. Foram semeadas quatro sementes iniciais, que após o processo de germinação foram reduzidas para duas plantas por vaso; as plantas arrancadas permaneceram no substrato para evitar perda de nutrientes.

O solo utilizado, latossolo vermelho distrófico de textura argilosa, foi submetido à correção de acidez por meio de calagem. As adubações de plantio e cobertura seguiram as doses recomendadas após análise prévia do solo, com irrigações regulares para evitar estresse hídrico nas plantas.

A avaliação da estabilidade de agregados foi conduzida por meio de peneiramento úmido, utilizando peneiras de diferentes granulometrias (2, 1, 0,5 e 0,25 mm), com subsequente secagem em estufa a 105°C. Os diâmetros médios geométricos (DMG) e diâmetros médios ponderados (DMP) foram calculados conforme a metodologia de Kemper & Chepil (1965).

Quanto às amostras foliares, passaram por uma sequência de lavagens, incluindo solução de detergente biodegradável, HCl 0,1 N e água destilada, seguida de secagem em estufa a 65°C. Posteriormente, as amostras foram moídas e digeridas em solução de Nitro-perclórico para a avaliação dos teores de K, P, Ca e Mg. (Imagens 3, 4 e 5 fornecem uma visualização do processo).



Figura 1: Casa de vegetação do campus Umuarama, Universidade Federal de Uberlândia.



Figura 2: Disposição dos vasos em casa de vegetação do campus Umuarama, Universidade Federal de Uberlândia.



Figura 3: Peneiramento úmido das análises para DMP e DMG.



Figura 4: Moinho vegetal utilizado para moer as amostras foliares.



Figura 5: Amostras foliares já digeridas em solução de nitro-perclórico.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o diâmetro médio ponderado (Tabela 1), verificou-se que não houve interação entre os fatores(tratamentos) estudados. No entanto, ao estudar os tratamentos individualizados viu-se que o tratamento 7 (Verdete total) foi superior aos tratamentos 2 (Basalto + Adubo) e 3 (Basalto total), não diferindo dos demais tratamentos. No estudo entre anéis, em separado, viu-se que no anel 2(segundo) apresentou valores superior ao do anel 1 (primeiro), e não se diferindo do terceiro anel 3 (terceiro).

Tabela 1. Teste de média para o diâmetro médio ponderado, em decorrência da aplicação de pó de rocha e classificados após a retenção em três anéis, fevereiro de 2024, Uberlândia-MG.

Médias					
Tratamentos		Anéis			
		1	2	3	
1	Adubo solúvel total	1,49	1,96	1,70	1,71 AB
2	Basalto + Adubo	1,45	1,71	1,66	1,60 B
3	Basalto total	1,50	1,72	1,80	1,67 B
4	Kamafugito + Adubo	1,79	2,12	1,82	1,91 AB
5	Kamafugito total	1,67	2,18	1,86	1,90 AB
6	Verdete + Adubo	1,77	1,84	1,87	1,82 AB
7	Verdete total	1,90	2,14	2,33	2,12 A
Médias		1,65 b	1,95 a	1,864 ab	

Letras distintas maiúscula na coluna e minúscula na linha, diferem estatisticamente para 5% de significância no teste de Tuckey.

Ao examinar os dados com as médias da análise nutricional foliar entre os tratamentos (Tabela 2), observa-se que não há diferença significativa nos valores de K, P, Ca e Mg. Braga (2015), ao conduzir um experimento sobre os teores de K na parte aérea de plantas de milho com diferentes tratamentos, incluindo pó de rocha de kamafugito, constatou que os resultados são indiferenciados estatisticamente, apresentando a mesma resposta em todos os tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Teste de média para a análise nutricional foliar, em decorrência da aplicação de pó de rocha, fevereiro de 2024, Uberlândia-MG.

Tratamentos		Médias			
		P	K	Ca	Mg
		g/kg			
1	Adubo solúvel total	0,26 a	45,80 a	19,66 a	6,17 a
2	Basalto + Adubo	0,21 a	45,45 a	20,08 a	6,52 a
3	Basalto total	0,27 a	43,12 a	20,07 a	7,62 a
4	Kamafugito + Adubo	0,25 a	33,56 a	20,92 a	8,77 a
5	Kamafugito total	0,23 a	47,45 a	20,46 a	6,85 a
6	Verdete + Adubo	0,21 a	42,97 a	20,61 a	7,18 a
7	Verdete total	0,25 a	45,14 a	18,63 a	6,38 a

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si segundo teste Tukey a 5% de probabilidade

Quanto à estabilidade de agregados, determinados por via úmida no aparelho de Yoder, não foram observadas diferenças significativas entre a fonte do fertilizante solúvel e os pós de rochas nos tratamentos, indicando ausência de interação entre os tipos de fontes e a estabilidade dos agregados

do solo. Provavelmente o curto prazo de 60 dias na condução da pesquisa não foi suficiente para interação mais intensa entre os pós de rocha e as partículas que compunham o solo, em especial a fração coloidal mineral e orgânica. Como relatado em diversas pesquisa sobre pó de rocha um dos seus efeitos quando aplicado no solo e o estímulo ao crescimento da população de diversos organismo vivos como micélios, fungos, hifas e outros os quais contribuem de modo acentuado não só para melhorar a disponibilidade dos nutrientes essenciais as plantas, mas também no processo de agregação e melhoria da estabilidade dessa agregação e conseqüentemente da estrutura do solo. Os resultados observados por Carvalho, Gabriel Pereira et al. (2022) corroboram com os observados no estudo, uma vez que os autores não observaram variações significativas para o diâmetro médio geométrico (Tabela 3). Como o tipo de pó de rocha, comparativamente ao solo adubado com fertilizantes solúveis, não interferiu nos parâmetros DMP (Tabela 1) e DMG (Tabela 2), no curto prazo, recomenda que pesquisa dessa natureza deve ser conduzida por vários ciclos de cultivos, se possível em rotação com diferentes gramíneas e período superior a dois anos.

É importante ressaltar que, embora as fontes de remineralizadores não tenham apresentado impacto nas características físicas e nutricionais mencionadas, é necessário enfatizar a relevância de investigações mais aprofundadas, num período de tempo maior e com rotações na cultura.

A compreensão das relações desses resíduos com a física do solo e a disponibilização de nutrientes para as culturas demanda uma abordagem mais detalhada e necessárias, já que a qualidade física e ambiental do solo ser tão importante para a produtividade das plantas quanto a nutrição que são dadas. Assim, a continuidade de pesquisas é fundamental para elucidar completamente o potencial desses remineralizadores como condicionadores de solo. Essas análises mais aprofundadas permitirão uma avaliação mais abrangente de como esses resíduos podem contribuir efetivamente para práticas agrícolas sustentáveis.

Tabela 3. Teste de média para o diâmetro médio geométrico, em decorrência da aplicação de pó de rocha e classificados após a retenção em três anéis, fevereiro de 2024, Uberlândia-MG.

Tratamentos		Médias			
		Anéis			
		1	2	3	
1	Adubo solúvel total	0,87	1,94	1,10	1,30 A
2	Basalto + Adubo	0,90	1,12	1,05	1,02 A
3	Basalto total	0,87	1,11	1,11	1,03 A
4	Kamafugito + Adubo	1,16	1,58	1,20	1,31 A
5	Kamafugito total	1,06	1,59	1,27	1,30 A
6	Verdete + Adubo	1,13	1,26	1,26	1,21 A
7	Verdete total	1,21	1,42	1,69	1,44 A
Médias		1,03 b	1,43 a	1,24 ab	

Letras distintas maiúscula na coluna e minúscula na linha, diferem estatisticamente para 5% de significância no teste de Tuckey.

5. CONCLUSÃO

Dado ao pouco tempo de condução da pesquisa para proporcionar maior interação entre os remineralizadores com a fração coloidal do solo bem como estímulos no crescimento da população macro e micro biológicas do solo que de fato tem efeito na agregação, os resultados obtidos neste estudo indicam a continuidade desta para que as fontes de remineralizadores analisadas possam exercer sua influência formação e estabilidade dos agregados do solo como tem sido evidenciados por vários agricultores e mesmo pesquisadores que fazem uso destes remineralizadores.

Ressalta-se que são necessários novos estudos, inclusive com outros materiais rochosos, textura ou granulometria e até mesmo adições de adjuvantes para melhoria da performance junto aos atributos físicos do solo.

6. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Janete Magali de Araújo et al. **Microrganismos e agro biodiversidade: o novo desafio para a agricultura**. Guaíba/Rs: Agrolivros, 2008. Cap. 12. p. 277-296
- BASTOS, Renato Saldanha Bastos. MENDONÇA, Eduardo de Sá. ALVAREZ V, Victor Hugo. CORRÊA, Marcelo Metri. COSTA, Liovando Marciano. **Formação e Estabilização de agregados do solo influenciados por ciclos de umedecimento e secagem após adição de compostos orgânicos com diferentes características hidrofóbicas**. R. Bras. Ci. Solo, 29:21-31, 2005.
- BORGES, Elias Nascentes. BATISTA, aráina Hulmann, ALMEIDA, Cinara Xavier. DIAS, Marcelo Alves Rocha. e JORGE, Ricardo Falqueto. Viabilidade e uso dos remineralizadores ou pós de rochas na atividade agropecuária. In. COSTA, Liovando Marciano da. (Org) **Intensidade de uso e ocupação dos solos das bacias hidrográficas dos rios Araguari e Paranaíba: diretrizes sustentáveis para o desenvolvimento do agronegócio**. Ed. Pod. 1ª ed. Rio de Janeiro, 2023.
- BRAGA, Juliana Aparecida. 2015. **Fonte alternativa de K obtida da produção de KCl a partir da rocha silicática potássica (verdete) na cultura de milho**. Trabalho de conclusão de curso - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- BRITO, Rychaellen Silva de Brito et al. **Rochagem na agricultura: importância e vantagens para adubação suplementar**. South American Journal Of Basic Education, Technical And Technological., Rio Branco, Ac, v. 6, n. 1, p. 528-540, 14 maio 2019.
- COÊLHO, Jackson Dantas. **Milho: produção e mercados. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil**, ano 6, n.210, dez. 2021.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos – safra 2022/23 – décimo levantamento**. Julho 2023. Brasília: Conab, 2023.
- CORREIA JUNIOR, Nelson Ribeiro. **Alterações químicas do solo e avaliação agronômica das culturas de milho e sorgo em resposta à aplicação de doses de pó de basalto**. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2022.
- MARTINS, Caroline Cândida. **Potássio: fontes alternativas, tratamentos térmicos, tratamentos térmicos e disponibilidade para plantas de milho (Zea Mays L.)**. 2014. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)- Universidade Federal do Espírito Santo.

MEDEIROS, Fernanda de Paula et al. Experimentação participativa com pó de rocha. Edição Especial dos Anais do V Simpósio Mineiro de Ciência do Solo: **Agroecologia e A Compreensão do Solo Como Fonte e Base Para A Vida**, Viçosa, Mg, v. 15, n. 1, p. 1-4, 08 abr. 2020.

PENHA, M.N.C. **Caracterização Analítica de Rochas Silicatadas e Avaliação do seu Potencial Agrícola como fonte de Potássio**. São Carlos/SP. 91p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Química – Universidade Federal de São Carlos. 2016

PIZA, P. A. T. et al. **Verdete da região do Cedro de Abaeté (MG) como fonte alternativa para potássio**. Geociências, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 345-356, 2011.

SANTOS, R.H.S.; DA SILVA, F.; CASALI, V.W.D. et al. **Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.36, n.11, p.1395-1398, 2001.

SUSTAKOWSKI, Monica Carolina. **Teor de nutrientes, propriedades físicas do solo e produtividade da soja após a aplicação de pó de rocha associado a plantas de cobertura**. 2021. 72 f., Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondo, Paraná, 2021.