

# **Aplicação de resíduos de ardósias como fertilizantes naturais**

## **Application of slate residues as natural fertilizers**

**Maiccon Martins Barros**

Bolsista PCI, Eng. Civil, M.Sc.

**Roberto Carlos da Conceição Ribeiro**

Supervisor, Eng. Químico, D. Sc.

### **Resumo**

A grande maioria dos solos tropicais brasileiros são latossolos, que mesmo dotados de boas características físicas, apresentam, em forma quase generalizada, características químicas inadequadas, tais como elevada acidez, altos teores de alumínio trocável e deficiência de nutrientes, especialmente de cálcio, de potássio, de magnésio e de fósforo. Solos dessa natureza, uma vez corrigidos quimicamente, apresentam grande potencial agrícola, possibilitando melhorias na nutrição da planta, resultando em boas produtividades. Dessa forma, vários produtos e métodos são utilizados com intuito de reposição de nutrientes como, por exemplo, o uso de rochas na agricultura, principalmente as rochas básicas e ultrabásicas, que, além de corrigir a acidez do solo, contribui com a reposição dos nutrientes. Esta técnica é denominada de rochagem (*rocks for crops*), ou remineralização do solo, resume-se na adição do pó de rocha ao solo que, pelo intemperismo químico, no qual a água possui ação solvente, decompõe o pó de rocha lentamente, desse modo os nutrientes são liberados gradualmente. Nesse contexto, aparece o setor de rochas ornamentais podendo ser uma fonte de fertilizantes naturais e corretivos de solos.

**Palavras chave:** Solos, rochagem, resíduo, ardósia, fertilizante natural.

### **Abstract**

The vast majority of Brazilian tropical soils are latosols, which, even with good physical characteristics, have, in an almost generalized form, inadequate chemical characteristics, such as high acidity, high levels of exchangeable aluminum and nutrient deficiency, especially calcium, potassium, magnesium and phosphorus. Soils of this nature, once chemically corrected, have great agricultural potential, enabling improvements in plant nutrition, resulting in good yields. Thus, several products and methods are used in order to replace nutrients, for example, the use of rocks in agriculture, especially basic and ultrabasic rocks, which, in addition to correcting soil acidity, contribute to nutrient replacement. This technique is called rocks for crops, or soil remineralization, it is summed up in the addition of rock dust to the soil which, by chemical weathering, in which water has a solvent action, decomposes the rock dust slowly, from this so the nutrients are released gradually. In this context, the sector of ornamental rocks, and can be a source of natural fertilizers and soil correctives.

**Key words:** Soils, rocks for crops, residue, slate, natural fertilizer.

## 1. Introdução

### 1.1. Alternativas aos fertilizantes químicos

A importância das práticas sustentáveis na agricultura moderna e a agricultura orgânica estão rapidamente ganhando importância entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento (AQUINO et al, 2020). A necessidade de alternativas aos fertilizantes químicos a cada dia se torna mais essencial. Encontrar opções locais para fertilizantes químicos não é apenas importante para países como o Brasil, onde a agricultura é uma parte significativa da economia do país e é altamente dependente dos fertilizantes químicos importados (até 73% do consumo é importado - ANDA, 2019), mas também para qualquer país que busque uma agricultura sustentável. O uso adequado de fertilizantes se tornou uma ferramenta indispensável na luta mundial de combate à fome e subnutrição.

### 1.2. KCl (Cloreto de potássio)

A utilização de potássio na agricultura ocorre por meio da adição de macronutriente primário, geralmente em forma de sal – KCl, a partir de minerais como silvinita (KCl.NaCl) e carnalita (KMgCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O). Devido à alta solubilidade dos sais, estes são largamente aplicados na agricultura; entretanto, a solubilidade que facilita a sua assimilação pelas plantas também causa grandes perdas por lixiviação (TEIXEIRA et al., 2010).

O potássio tem funções importantes na fertilização de cultivares, que atinge desde a melhoria na quantidade e qualidade da proteína das plantas, diminuição da incidência de doenças e estimulação do processo curativo e redução do estresse abiótico causado pelo frio. Entretanto, para algumas culturas sensíveis a cloreto, o uso do sal KCl não é recomendado, devendo ser aplicado por meio de outras fontes minerais (TEIXEIRA et al., 2010).

### 1.3. Rochagem e Calagem

Nesse contexto, a rochagem, 'remineralização' ou 'pó de rocha' ("*rock for crops*") são termos utilizados para designar uma técnica de fertilização natural capaz de contribuir para recompor os nutrientes necessários à produção e associada à qualidade, em solos empobrecidos pelo intemperismo/lixiviação ou pelo uso inadequado e intensivo. É um processo alternativo ou complementar de fertilização, que consiste na adição de pó de rocha ('petrofertilizante') para aumentar a fertilidade dos solos, sem afetar o equilíbrio do meio ambiente. A rochagem pode contribuir para a redução do consumo de fertilizantes industriais que exigem grande quantidade de energia para sua fabricação e ser um agente dinamizador de produtividade e qualidade. Já a calagem, é um termo relacionado com o processo de correção da acidez do solo por meio da aplicação de materiais como pós de mármore e calcário, capazes de liberar cálcio e magnésio ao solo e conferir a correção do pH do mesmo (Barros; Ribeiro, 2020).

De acordo com o biólogo Bernardo Knapik “O pó de rocha não agride o meio ambiente porque não se dissolve rapidamente. Ele é trabalhado pelos micro-organismos e pelas raízes e, assim, o solo se regenera. Já o adubo sintético é solúvel, a planta aproveita o que pode, e o que ela não absorve pode causar problemas ambientais”, compara (EPAGRI, 2009).

#### **1.4. Ardósia e resíduo de ardósia**

Binda (2020) definiu ardósias como uma rocha metamórfica que se assemelha à argila e é composta por materiais extremamente finos como: muscovita, mica, quartzo, óxido de titânio, clorita, entre outros, possui densidade de aproximadamente 2,7 g / cm<sup>3</sup>.

O Brasil é detentor de grande parte das reservas mundiais de ardósia (MANSUR et al., 2000). A região sudeste do Brasil detém a liderança nacional na área de rochas ornamentais e de revestimento, correspondendo a 75% da produção (FEAM, 2014). Quanto à produção de ardósia, mais especificamente, Minas Gerais e Santa Catarina são os principais produtores, sendo Minas Gerais responsável por aproximadamente 90% da produção nacional (CARRUSCA, 2001).

Em Ituporanga, no Vale do Itajaí, o pó de ardósia é usado na produção de cebola. “Usamos esse material associado à adubação verde e percebemos que o teor de potássio subiu rapidamente. Além disso, a acidez do solo diminuiu”, conta o agrônomo Hernandes Werner, pesquisador da Estação Experimental de Ituporanga (EPAGRI, 2009).

## **2. Objetivos**

O objetivo desse trabalho foi verificar a possibilidade de utilização de resíduos gerados no beneficiamento de ardósias como fertilizantes naturais de potássio.

## **3. Material e Métodos**

### **3.1. Materiais**

O Solo é oriundo do município de Areal localizado no estado do Rio de Janeiro. O resíduo de ardósia grossa do município de Trombudo Central no estado de Santa Catarina. A Solução Nutritiva foi cedida pela Embrapa Solos, Jardim Botânico - Rio de Janeiro, assim como o calcário dolomítico.

### **3.2. Métodos**

#### **3.2.1. Determinação de potássio disponível no solo**

Os métodos de análise de amostras de terra para fins de fertilidade adotados nos laboratórios do Estado do Rio de Janeiro são detalhados no Manual de Métodos de Análises de Solos (EMBRAPA, 1997). Para determinação

de potássio disponível no solo foi realizada a análise através do fotômetro de chama no Laboratório de Análises de Solos e Plantas (LASP) na Embrapa Solos.

### 3.2.2. pH

A determinação do pH foi realizada em suspensão terra-água, na proporção de 1:2,5. Após o preparo da suspensão, foi feita a agitação, seguida de repouso, por período de 1 hora. No momento da leitura em potenciômetro, fez-se nova agitação.

### 3.2.3. Correção do solo

A quantidade de calcário a ser aplicada é sempre relacionada com o volume de solo, e não apenas com a superfície. Para calcular a necessidade de calagem a ser usada por cova, foi calculado o volume de solo a ser corrigido e usado a quantidade equivalente do calcário dolomítico. A necessidade de calagem expressa em t ha<sup>-1</sup> foi transformada em grama por litro de solo, bastando multiplicar o número referente à necessidade de calagem por 0,5.

### 3.2.4. Avaliação da eficiência agronômica do fertilizante em vasos

Os experimentos serão conduzidos em casa-de-vegetação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo duas fontes variáveis no estudo (KCL e resíduo de ardósia), quatro doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (50, 100, 150 e 200 % da dose recomendada), além da testemunha absoluta perfazendo um total de 9 tratamentos e 36 unidades experimentais (tabela 1). Para o cálculo das doses foi utilizado o manual de calagem e adubação do Rio de Janeiro (2013), de acordo com a análise do solo. Os solos utilizados foram coletados da camada superficial (0-20 cm).

Tabela 1. Resumo dos tratamentos com as devidas composições a serem avaliadas.

<b>Tratamentos</b>	<b>Solução Nutritiva</b>	<b>Dose 50% (mg)</b>	<b>Dose 100% (mg)</b>	<b>Dose 150% (mg)</b>	<b>Dose 200% (mg)</b>
Testemunha (T0)	Tabela 2	-	-	-	-
KCl (T1)	Tabela 2	8,3	16,6	24,9	33,2
Res. Ardósia (T2)	Tabela 2	224,1	448,2	672,3	896,4

Tabela 2. Nutrientes, concentrações requeridas, fontes e quantidades das mesmas, utilizadas para a adubação básica em experimentos em vaso (solução nutritiva).

Nutriente	Conc. (mg/Kg solo)	Fonte	Quant. Fonte/L solução
N	160	Ureia	14,22 g
P	300	Superfosfato simples	137,30 g
S	40	MgSO <sub>4</sub>	9,3 g
B	0,81	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	136,9 mg
Cu	1,33	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	133,1 mg
Fe	1,55	FeCl <sub>3</sub> .6H <sub>2</sub> O	224,6 mg
Mn	3,66	MnSO <sub>4</sub> .4H <sub>2</sub> O	80,1 mg
Mo	0,15	NaMoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	10,3 mg
Zn	4,00	ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	529,8 mg

Obs: Aplicar 100 mL da solução em cada vaso.

As unidades experimentais utilizadas serão vasos plásticos de capacidade para 1 a 5 kg que serão preenchidas com solo e pesadas, adotando-se o peso de 1 kg para todos. O solo coletado será seco ao ar e peneirado com peneira de malha de 2 mm (nº10 ABNT) e homogeneizado. A planta indicadora explorada será o milho. O experimento será conduzido até cerca de 40 a 60 dias. Ao término, a parte aérea das plantas será coletada e encaminhada ao Laboratório de Análises de Solos e Plantas (LASP) para a determinação dos teores de P com intuito de avaliar o coeficiente de aproveitamento do adubo aplicado. Uma amostra do solo de cada vaso também será retirada quando da coleta da parte aérea. Estes procedimentos serão repetidos por mais duas vezes para se determinar o efeito residual dos fertilizantes.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1. Potássio disponível do solo

Após a análise foi quantificada a concentração de potássio do solo estudado em 6 ppm (6 mg/kg ou dm<sup>3</sup>).

Desde a década de 1970, no Estado do Rio de Janeiro, são realizadas reuniões entre os profissionais de instituições de ensino e os da pesquisa, visando ao aperfeiçoamento das interpretações vigentes. Essas reuniões resultaram no estabelecimento dos níveis (baixo, médio, alto e muito alto) de acordo com a quantidade de P e K do solo, que são apresentados na Tabela 3. Particularmente para a cultura da cana-de-açúcar, adotam-se, no Estado do Rio de Janeiro, valores distintos para P e K (FREIRE *et al*, 2013).

Tabela 3. Interpretação dos resultados de análises de rotina de fósforo e potássio, no Estado do Rio de Janeiro, com extrator Mehlich-1.

Nível	P (mg dm <sup>3</sup> )	K (mg dm <sup>3</sup> )
Baixo	Até 10	Até 45
Médio	11-20	46-90
Alto	21-30	91-135
Muito alto	>30	>135

Como é possível observar na tabela 3, para valores de até 45 mg/dm<sup>3</sup> de potássio (K) considera-se o solo de nível baixo. O valor do solo analisado (6 mg/dm<sup>3</sup>) foi bem inferior ao limite deste nível, podendo ser considerado um solo significativamente pobre em relação ao potássio, que é ótimo para este estudo.

#### 4.2. pH obtido

O pH obtido do solo foi de 4,90, como observado no manual de calagem e adubação do Rio de Janeiro (2013), este valor é considerado fortemente ácido, diante disso foi necessário a correção do mesmo como exposto no item 4.3.

Nas planilhas do manual de calagem e adubação do Rio de Janeiro (2013), que trazem as recomendações de calagem e adubação para várias culturas, foram consideradas informações sobre respostas das culturas à adubação, obtidas nas condições do Estado do Rio de Janeiro. Para algumas culturas, foram também consideradas indicações de outros estados, quando essas podiam ser adaptadas às condições de solo e clima do Rio de Janeiro (FREIRE *et al*, 2013).

#### 4.3. Correção do solo (calagem)

Devido ao valor de pH ácido apresentado no item anterior foi realizada a correção do solo com a adição de calcário e após o procedimento foi obtido valor de pH igual a 7,0, se enquadrando como neutro, de acordo com o manual de calagem e adubação do Rio de Janeiro (2013).

#### 4.4. Avaliação da eficiência agrônômica do fertilizante em vasos

Os últimos ajustes para início do experimento se encontram em andamento com 36 vasos com 1 kg de solo cada, todos com a incorporação da solução nutritiva (tabela 2), tendo a testemunha como T0 (apenas solução nutritiva), T1 variando as dosagens de KCL em 50,100,150 e 200%, igualmente para o resíduo de ardósia T2, observados na tabela 1.

Após os componentes serem colocados nos vasos, serão incorporadas em cada vaso dez sementes de milho híbrido, após alguns dias ocorrerá a germinação que marca o início do experimento, com o passar dos dias serão avaliadas as melhores germinações, dentre as dez, apenas duas permanecerão até o fim do procedimento, o restante será cortado pela raiz.

## 5. Conclusão

Devido à pandemia do Covid-19, pôde-se desenvolver um levantamento bibliográfico sobre o assunto proporcionando a geração do livro da STA “Fertilização e correção de solos utilizando resíduos de rochas ornamentais”. Após a retomada das atividades laboratoriais pôde-se caracterizar o solo e verificou-se que o mesmo apresentava teor de potássio de 6 mg/kg e pH de 4,9. Esse solo foi submetido à presença de calcário dolomítico para correção do pH (7,0) e também a um teor padrão de KCl para comparação com os ensaios utilizando resíduo de ardósia que se encontram em andamento com acompanhamento do crescimento de pés de milho.

## 6. Agradecimentos

Ao CETEM, CNPq e Embrapa Solos.

## 7. Referências Bibliográficas

ANDA, 2019. **Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas**. Disponível em: <http://anda.org.br/estatisticas/>. (Acessado em 20 de Outubro, 2020).

AQUINO, J.M. et al. **The potential of alkaline rocks from the Fortaleza volcanic province (Brazil) as natural fertilizers**. Journal of South American Earth Sciences 103 (2020) 102800.

BARROS, M. M.; RIBEIRO, R. C. C. . **Fertilização e correção de solos utilizando resíduos de rochas ornamentais**: Estado da Arte.. 1. ed. Rio de Janeiro: Série Tecnologia Ambiental, 2021. v. 1. 98p .

BINDA, F.F. et al. **Friction elements based on phenolic resin and slate powder**. Journal of Materials Research and Technology, 2020;9(3):3378-3383.

CARRUSCA, E. **Aproveitamento Industrial de Resíduos de Ardósia como Insumo Mineral na Fabricação de Cimento**. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente) - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2001.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

EPAGRI. SC: **adubação com pó de rocha é barata e ecologicamente correta**. Disponível em [https://www.cetem.gov.br/agrominerais/noticias/2009/09\\_05\\_30\\_not\\_epagri.pdf](https://www.cetem.gov.br/agrominerais/noticias/2009/09_05_30_not_epagri.pdf). Acesso: 01 de Novembro, 2021.

FREIRE, L. R. Recomendações gerais. In: FREIRE, L. R. *et al.* **Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília, DF: Embrapa; Seropédica, Ed. Universidade Rural, 2013. p. 243-256.

MANSUR, H.S. et al. **Caracterização de Pó de Ardósia Proveniente de Rejeitos Quanto a Cristalinidade e Comportamento Térmico**. Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 14ª edição, 2000, São Pedro, São Paulo - SP.

TEIXEIRA, A.M.S. et al. **Estudo do Uso de Serpentinó como Corretivo de Solos Agrícolas**. II Simpósio de Minerais Industriais do Nordeste, 2010.