



## Uso da rochagem como técnica sustentável de recuperação de solos degradados<sup>(1)</sup>.

**Vanessa Silveira Jorge**<sup>(2)</sup>; **Juliana Mariano Alves**<sup>(3)</sup>; **Fred Newton da Silva Souza**<sup>(3)</sup>.

(1) Trabalho executado com apoio do Núcleo de Desenvolvimento e Avaliação do Desempenho Ambiental, da Fundação Universidade do Tocantins – NUDAM/UNITINS.

(2) Graduando em Engenharia Agrônômica; Fundação Universidade do Tocantins; Palmas, TO; [vanessa.sjorge@gmail.com](mailto:vanessa.sjorge@gmail.com); (3) Professor(a); Fundação Universidade do Tocantins – NUDAM/UNITINS.

**RESUMO:** A degradação compreende um processo complexo, pois seus efeitos decorrem de inúmeros fenômenos físico, químico e biológico, os quais reduzem a fertilidade das terras e a qualidade das águas, provocando alterações nos ecossistemas naturais. Visando proporcionar o restabelecimento das condições de equilíbrio e sustentabilidade, a presente pesquisa avaliou diferentes estratégias de aplicação de pó de rocha (biotita-xisto) em diferentes estratégias de uso em associação com outros produtos na recuperação de um solo degradado. As pesquisas foram realizadas na Escola Família Agrícola de Porto Nacional-TO, onde a experimentação agrícola é utilizada como ferramenta de capacitação e formação profissional, com ampla e efetiva participação dos estudantes e professores do ensino médio. A avaliação dos tratamentos de recuperação do potencial produtivo da área levou em conta parâmetros referentes aos atributos físico-químicos do solo. Os resultados revelaram-se bastante promissores, pois evidenciam os efeitos potenciais do pó de rocha sobre a acidez do solo, alumínio trocável e biodisponibilidade de nutrientes.

**Termos de indexação:** rochas silicáticas; áreas degradadas; pastagem.

### INTRODUÇÃO

O Banco Mundial aponta que os solos agrícolas do mundo vêm se degradando a uma taxa de 0,1% ao ano. Neste mesmo sentido, estudos da FAO revelam que anualmente mais de cinco milhões de hectares de terras aráveis são degradadas devido a más práticas agrícolas, secas e pressão populacional, além de inúmeras ações antrópicas de exploração inadequada dos recursos naturais. (Tavares, et. al. 2008)

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUD), através do GLSOD (Global Assessment of Soil Degradation – Projeto de Avaliação Mundial da Degradação do Solo), registrou que 15% dos solos do planeta (20 bilhões de ha) podem ser classificados como degradados devido às atividades humanas. Segundo Oldeman (1994) o maior problema residente nestas

constatações é que a maioria destes solos degradados ou em processo de degradação encontra-se em países menos desenvolvidos.

No continente Sul Americano, segundo o GLSOD, tem-se 244 milhões de ha de solo degradado, sendo o desmatamento responsável por 41%, o superpastejo por 27,9%, as atividades agrícolas por 26,2%, a exploração intensa da vegetação por 4,9%. No Brasil, todas as estimativas apontam o desmatamento e as atividades agropecuárias como os principais fatores de degradação dos nossos solos. (Oldeman, 1994)

Aliado a essa crescente quantidade de terras agrícolas em processo de degradação, que leva a perdas de produtividade dos sistemas de produção agrícola, organismos internacionais como FAO e FMI anunciam a “Era dos alimentos caros”, sobretudo em decorrência de: estoques mundiais baixos; alto preço do petróleo; demanda crescente; e aumento da população mundial (8,3 bilhões de pessoas em 2030). Tais constatações criam maior preocupação mundial com a sustentabilidade da agricultura, e a expectativa por iniciativas políticas de recuperação de solos degradados. (Stefano & Salgado, 2008)

De acordo com o uso atribuído ao solo a definição de degradação adotada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT-NBR 10703) compreende a “alteração adversa das características do solo em relação aos seus diversos usos possíveis, tanto os estabelecidos em planejamento, como os potenciais”.

Em regiões onde a agricultura constitui a principal atividade econômica, o empobrecimento dos recursos naturais é gradativo, em grande parte decorrente da degradação dos solos. Conforme Bertoni & Lombardi Neto (1995), a erosão do solo agrícola tem se caracterizado como um dos mais preocupantes problemas causados pela agricultura seja pelos danos ambientais associados, ou pelas implicações à própria produção agrícola. A perda de solo, provocada pela erosão, reduz a produtividade da terra, principalmente, devido a perda de nutrientes e a degradação de sua estrutura física (Wolman, 1985).

Ciente da importância do manejo e conservação do solo para a sustentabilidade da agricultura, o presente projeto objetivou avaliação de diferentes



estratégias de aplicação de pó de rocha (biotita-xisto) na recuperação de um solo degradado, na Escola Família Agrícola de Porto Nacional-TO

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Escola Família Agrícola – EFA, em Porto Nacional, Região Central do Tocantins, que dispôs de condições de infraestrutura, maquinário, insumos, e contou com a participação direta de alunos, professores e gestores que auxiliam na realização do experimento.

Conforme descrevem Barbosa et al. (2006), a recuperação de áreas degradadas deve pautar-se pelo restabelecimento das condições fundamentais à revegetação do solo, alcançadas mediante a retenção de água e o aporte de nutrientes. Ainda segundo os autores, o plano de recuperação de áreas degradadas envolve basicamente três etapas: i) caracterização da área em estudo quanto às condições de fertilidade do solo, drenagem natural e topografia; ii) condicionamento da drenagem a fim de evitar o surgimento de pontos de erosão; iii) definição das estratégias de recuperação do solo; iv) avaliação dos efeitos das diferentes intervenções técnicas.

### Caracterização da área em estudo

Trata-se de uma área de Cerrado de 7,5 ha desmatada para implantação de pastagem, cujas características de um solo pobre exposto a processos erosivos, uma breve análise permitiu classificá-lo como um Neossolo Litólico, onde o acúmulo significativo de concreções no horizonte superficial não representa limitações à mecanização, em um laudo analítico constatou teor de argila é característico desse tipo de solo (28%), com destaque para elevada acidez e baixa disponibilidade de nutrientes.

### Preparo do solo

A adequação da área experimental teve início em outubro de 2013, por meio de uma aração e duas gradagens foram suficientes para corrigir as irregularidades do terreno.

### Estratégias de recuperação do solo

As estratégias de intervenção propostas para recuperação do solo foram pautadas por dois princípios básicos: recompor o potencial de produção vegetal; e reduzir os elementos tóxicos que limitam o desenvolvimento da vegetação.

Todos os tratamentos tiveram como base o pó de rocha (biotita-xisto), proveniente dos rejeitos do Garimpo de Esmeraldas de Monte Santo-TO. O pó de rocha apresenta granulometria 86% menor que

50 mesh (0,3 mm), e composição multinutriente: 10% de MgO; 8% de CaO; 2,2% de K<sub>2</sub>O; e outros elementos de interesse para a nutrição de plantas. Na **Tabela 1** são descritos os tratamentos, os quais envolvem diferentes estratégias de utilização do pó de rocha, seja em substituição às fontes convencionais (KCl e Calcário), ou em associação a outras fontes alternativas (fosfato natural, gesso agrícola ou composto orgânico).

Cada tratamento ocupa uma área de 10 x 13m (130m<sup>2</sup>), de maneira que o experimento totaliza 1.040m<sup>2</sup>. Para efeito de amostragem e avaliação dos tratamentos foram eliminadas as bordaduras (2 metros nas extremidades e nas laterais), de maneira que a área útil de cada parcela (AUP) foi de 54m<sup>2</sup>. (**Figura 1**)

Depois da aplicação a lanço dos tratamentos, foi semeado gramíneas do gênero *Andropogon*, a semeadura, em novembro de 2013, também feita a lanço (1,5 kg por tratamento) de forma a garantir satisfatória densidade (sementes/m<sup>2</sup>). Dada as limitações das gramíneas em sintetizar e fixar nitrogênio atmosférico, foram realizadas duas adubações de cobertura durante os estágios iniciais de desenvolvimento da pastagem 30 e 60 dias após o plantio, utilizando-se 60 Kg ha<sup>-1</sup> de N (sulfato de amônio).

### Avaliação das diferentes intervenções técnicas

A recuperação da capacidade produtiva do solo depende da adequação de algumas características do solo, especialmente pelas capacidades retenção de água e de troca catiônica, e pelos teores dos nutrientes e dos elementos tóxicos (Barbosa et al., 2006). Neste sentido, no dia 15 de março de 2014 foram coletadas sete amostras simples de solo por tratamento, das quais resultou uma amostra composta submetida a análises químicas laboratoriais para avaliação dos efeitos das diferentes intervenções técnicas (tratamentos). Tais análises foram realizadas no Laboratório de Análises Agronômicas e Ambientais (FULLIN, Linhares- ES), e consideraram os seguintes parâmetros do solo: acidez ativa e trocável; cálcio, magnésio, sódio e potássio trocáveis; capacidade de troca de cátions.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de solo mostram que todos os tratamentos apresentaram efeito positivo sobre o pH do solo (**Figura 1**). O maior incremento de pH resultou dos efeitos do tratamento T5, o qual envolve a associação do pó de rocha com calcário agrícola e gipsita, todos fontes adicionais de cálcio. A linha tracejada compreende a situação de



referência do solo (baseline) antes de qualquer tratamento ou cultivo.

Todos os tratamentos que envolveram pó de rocha, seja isoladamente ou em associação com os agrominerais, também resultaram com efeitos na redução da acidez do solo. Tais efeitos contribuem para a melhoria das condições que determinam a biodisponibilidade de nutrientes às plantas cultivadas.

Os teores de cálcio foram menores em todos os tratamentos quando comparados ao valor de referência (**Figura 2**). Tal situação mostra coerência em relação ao encontrado na literatura sobre mecanismos de interação que controlam a biodisponibilidade de nutrientes. Tendo em vista as condições de elevada acidez e baixa capacidade de troca de cátions da grande maioria dos solos brasileiros, as interações mais importantes envolvem K, Ca e Mg (Rosolem, 2005). Tal resultado também pode ser resultante da maior absorção pelas plantas, o que implica em redução dos teores disponíveis no solo.

Ainda comparando os efeitos dos diferentes tratamentos sobre a biodisponibilidade de Ca, nota-se maior redução dos teores desse nutriente quando o pó de rocha foi associado a outra fonte de Ca (calcário e gipsita).

Os teores de magnésio-Mg na solução do solo foram fortemente influenciados pelas fontes aplicadas desse nutriente. Os resultados mostram que a associação do pó de rocha com o calcário dolomítico potencializou a biodisponibilidade de Mg (**Figura 3**).

Os efeitos dos tratamentos na biodisponibilidade de potássio-K foi mais expressiva do que com Ca e Mg. Os resultados mostram que o pó de rocha é comprovadamente uma fonte alternativa de K (**Figura 4**). Nota-se que os teores de K na solução do solo (K trocável) foram maiores entre os tratamentos que receberam aplicação do pó de rocha em associação ao composto orgânico (T4, T6, T7). Isso comprova os efeitos da matéria orgânica do solo, que ao contribuir para a formação de ácidos orgânicos favorece a solubilização dos minerais e a liberação dos elementos químicos.

A biodisponibilidade de fósforo-P fornecido pela aplicação de fosfato natural também apresentou relação direta com a matéria orgânica (**Figura 5**). Isso decorre dos efeitos relacionados ao aumento da taxa de solubilização mineral, mas também, devido a matéria orgânica ser fonte de P.

A comparação dos efeitos dos diferentes tratamentos sobre a CTC total do solo mostra redução de até 40% nos teores de alumínio trocável ( $Al^{3+}$ ), com reflexos diretos sobre a participação do Al na CTC (T) dos solos.

## CONCLUSÕES

As estratégias de uso do pó de rocha apresentaram efeitos positivos nos atributos físico-químicos do solo, especialmente sobre o pH, teores de alumínio trocável, e biodisponibilidade de K e Mg. Em campo, constatou-se ainda um expressivo desenvolvimento vegetativo das plantas, os quais serão adequadamente avaliados na próxima etapa da pesquisa (em andamento).

Todas as estratégias de uso do pó de rocha representam alternativas válidas e de baixo custo para a recuperação de solos degradados, o que torna a técnica da rochagem viável para todo e qualquer produtor.

Além disso, a destinação adequada dos resíduos minerais que dão origem ao pó de rocha constitui uma interessante alternativa de renda para as cooperativas de garimpeiros de Monte Santo, capaz também de contribuir para redução do passivo ambiental resultante do processo de exploração mineral.

## REFERÊNCIAS

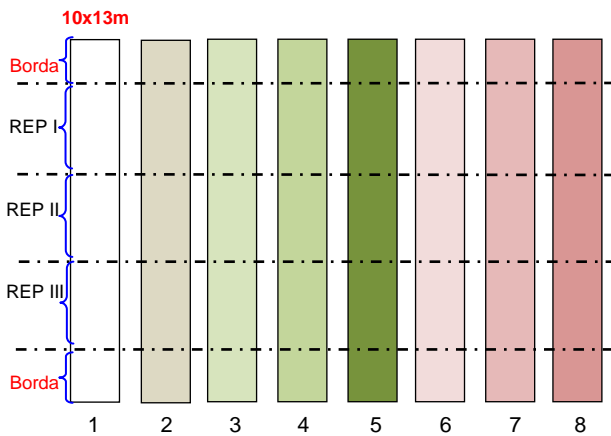
- BARBOSA, L.M. Manual de recuperação de áreas degradadas do Estado de São Paulo: Matas Ciliares do Interior Paulista. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006.
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. São Paulo: Editora Ícone, 1995. 356 p.
- LAL, R., HALL, G. F. & MILLER, F. P. Soil degradation. I Basic processes. In: Land Degradation & Rehabilitation, London, v. 1, n. 1, p. 51-69, jul/aug, 1989.
- OLDEMAN, L. R. The global extent of soil degradation. In: Soil Resiliense and sustainable Land Use. GREENLAND, D. J. & SZABOCLS, I (Eds), Cab International, Wallingford, UK. p. 99-118. 1994.
- Rosolem, C.A. Interação do potássio com outros íons. In: Yamada, T.;Roberts,T.L. (Ed.). Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba: Potafos,2005. Cap.9, p239-256.
- STEFANO, F. & SALGADO, E. O desafio de alimentar 6 bilhões de pessoas. Revista Exame. Edição 919, Ano 42 – N. 10, p. 124-131, 2008.
- TAVARES, S. R. L. et. al. Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da Ciência do Solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação. Rio de Janeiro. EMBRAPA Solos, 2008.
- WOLMAN, M. G. Soil erosion and crop productivity: a worldwide perspective in soil erosion and crop productivity. Madison: Soil Science Society of America, 1985. (WordWatch Paper, 60).



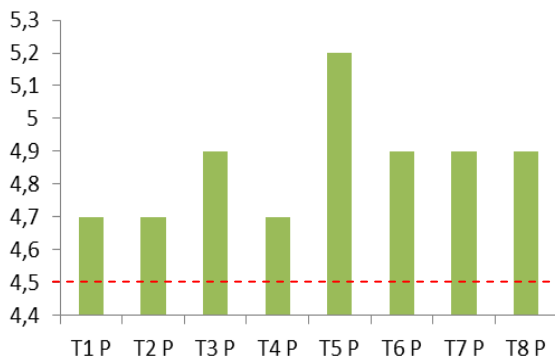
A **Tabela 1** Descrição das estratégias de recuperação do solo (tratamentos).

Tratamentos	Fonte de K	Dose de K	Produtos Associados			
			CA	CO	GA	FN
1. Test_Absolut	-		-	-	-	-
2. Convencional	KCl	150	-	-	-	-
3. PR_Completo	PR	150	+	+	+	+
4. PR-CA	PR	150	-	+	+	+
5. PR-CO	PR	150	+	-	+	+
6. PR-GA	PR	150	+	+	-	+
7. PR-FN	PR	150	+	+	+	-
8. PR	PR	150	-	-	-	-

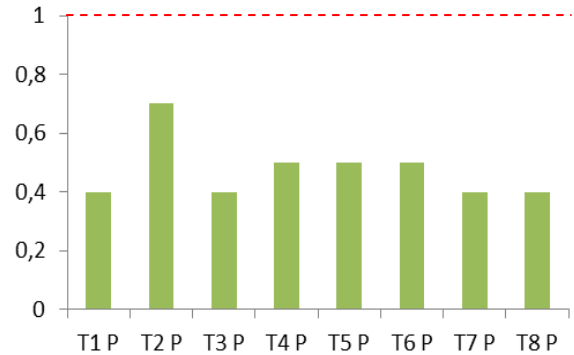
Legenda: KCl (cloreto de potássio); PR (pó de rocha); CA (calcário agrícola); CO (composto orgânico); FN (fosfato natural); GA (gesso agrícola).



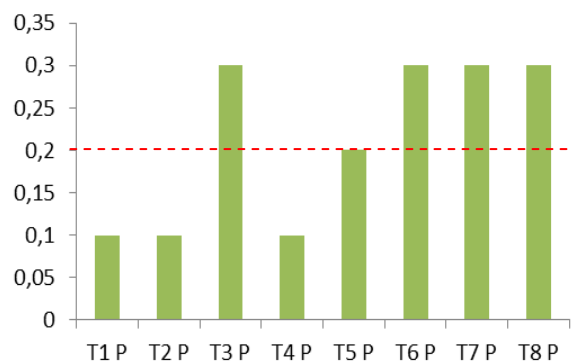
**Figura 1.** Área degradada em estudo na EFA, com destaque para: a) disposição dos tratamentos na área em estudo; b) detalhes das repetições e bordaduras nos tratamentos.



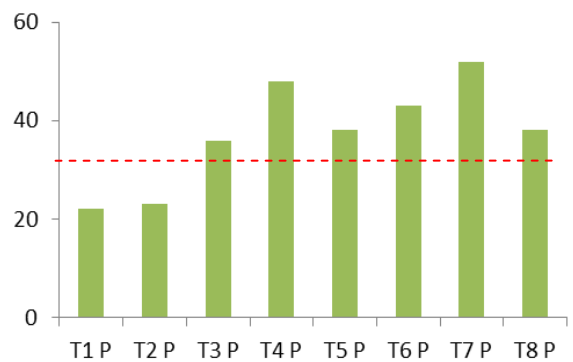
**Figura 1** – Efeito dos tratamentos no pH (em H<sub>2</sub>O) dos solos.



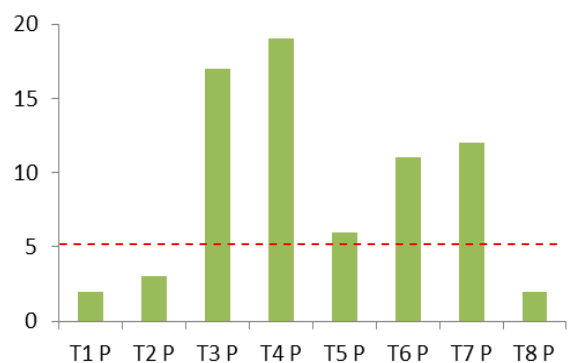
**Figura 2** – Efeito dos tratamentos no teor total de Cálcio (cmolc/dm<sup>3</sup>).



**Figura 3.** Efeito dos tratamentos no teor total de Magnésio (cmolc/dm<sup>3</sup>).



**Figura 4.** Efeitos dos tratamentos no teor total de Potássio (mg/dm<sup>3</sup>).



**Figura 5.** Efeitos dos tratamentos no teor total de Fósforo (mg/dm<sup>3</sup>).