

AValiação DA APLICAÇÃO DE RESÍDUOS DE CORTE DE GRANITO E *Eichhornia crassipes* EM SOLOS DE BAIXA FERTILIDADE

ROGÉRIO PIRES SANTOS^{1*} IVANETE BUENO CARDOSO SANTOS² GERALDO ANTÔNIO REICHERT³

¹MSc. Engenharia Ambiental; Doutorando Engenharia de Minas, Metalurgia e Materiais UFRGS - Prof. do Instituto Federal de Educação Sul-rio-grandense – IFSUL/Campus Camaquã-RS, rogerio.santos@camaqua.ifsul.edu.br

²Discente do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental – Universidade Luterana do Brasil-ULBRA, ivanetebueno@gmail.com

³ Engenheiro Civil. Mestre em Engenharia e Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo IPH/UFRGS. Engenheiro do Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Porto Alegre. Professor do Curso de Engenharia Ambiental e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais da Universidade de Caxias do Sul – UCS, gareichert@cpovo.net

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: O presente trabalho objetiva verificar os efeitos da rochagem com resíduos de corte de granito consorciado com macrófita *Eichhornia crassipes* sobre Planosolo Háplico Solódico. O experimento foi conduzido em casa de vegetação utilizando-se *Paspalum notatum* como indicador. Foram realizadas análises do solo, determinação da composição química de *E. crassipes* e de massa e comprimento das gramíneas cultivadas em diferentes dosagens de resíduos de corte de granito de *E. crassipes* em consórcio. Os resultados indicam que o consórcio de resíduos promoveu melhoria nas condições químicas e biológicas do solo, enquanto as gramíneas apresentaram maior crescimento e teor de massa nos tratamentos com maior concentração de resíduos.

PALAVRAS CHAVE: Rochagem; Fungos Micorrízicos Arbusculares; Planosolo Háplico Solódico.

EVALUATION OF THE APPLICATION OF GRANITE CUTTING RESIDUES AND *Eichhornia crassipes* IN LOW FERTILITY SOILS

ABSTRACT: The present work objective to verify the effects of the stonemeal with granite cuttings consortium with macrophyte *Eichhornia crassipes* on Planosol Haplic Solodic. The experiment was conducted in a greenhouse using *Paspalum notatum* as indicator. Soil analysis, determination of the chemical composition of *E. crassipes* and mass and length of the grasses were carried out. The results indicate that the waste consortium promoted improvement in soil conditions, while the grasses presented the highest growth in the treatments with the highest concentration of residues.

KEYWORDS: Stonemeal; Arbuscular Mycorrhizal Fungi; Planosol Haplic Solodic.

INTRODUÇÃO

Solos tropicais apresentam alta taxa de degradação, sendo necessária adoção de medidas corretivas para recuperar a fertilidade. Uma técnica pouco utilizada no Brasil é a rochagem, que consiste na utilização de resíduos de rochas como remineralizador.

Segundo Leonardos et al. (1976), a rochagem proporciona a diversificação de fontes de nutrientes. No entanto, devido aos baixos teores solúveis de nutrientes disponíveis a técnica tem sido pouco utilizada. A maior desvantagem está relacionada à dificuldade de liberação dos nutrientes (Harley & Gilkes, 2000).

Porém, a utilização de resíduos de rochas pode apresentar vantagens quando da utilização correta, pois além de permitir que resíduos de exploração sejam aproveitados, constitui-se em adubação mais completa e com vários nutrientes (Cola & Simão, 2012).

O objetivo do presente trabalho foi testar a eficiência do consórcio de resíduos de diferentes cadeias produtivas como condicionadores de solos com baixa fertilidade, promovendo a conservação da atividade microbiológica e proporcionando solução sustentável a destinação final dos resíduos descritos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação a partir de amostra de Planosolo Háptico Solódico proveniente do município de Cristal, RS. Estabeleceram-se três tratamentos: solo de área amostral e resíduos de corte de granito (8, 16 e 32 t ha⁻¹), combinado com 8 t ha⁻¹ de aguapé (*Eichhornia crassipes*), além de um tratamento adicional com solo da área amostral preservado, todos com três repetições. O resíduo de corte de granito (RCG) foi coletado em marmoraria. *E. crassipes* foi coletado em um lago artificial em Nova Petrópolis, RS. Todos resíduos foram secos ao ar e as macrófitas moídas em moinho de facas para ter, ao final, o diâmetro de 0,05 mm. A espécie vegetal utilizada como indicadora foi o capim pensacola (*Paspalum notatum*). A gramínea foi cultivada em vasos de poliestireno com capacidade para 3 kg de substrato, em agosto de 2016 e irrigados sempre que necessário, sendo mantidos em casa de vegetação. As plantas foram avaliadas quanto ao crescimento, após 90 dias de plantio (altura (cm.), massa de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular (g.)). A análise do RCG foi baseada em Fluorescência de Raios X (FRX) e de tecido vegetal para composição química por digestão nitro-perclórica, calcinação e digestão sulfúrica. A taxa de colonização de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) foi estimada pelo método de placa quadriculada (Giovanetti & Mosse, 1980). As análises estatísticas constaram da comparação de médias entre os tratamentos (ANOVA) e teste de Tukey a 95% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise foliar de *E. crassipes* corroborou o encontrado por outros autores (Malavolta, 1989; Schneider, 1995; Henry-Silva, 2001) conforme verifica-se na Tabela 1. Destaca-se o elevado teor de potássio no tecido vegetal das macrófitas, o qual é um nutriente que na forma livre regula e participa de muitos processos essenciais tais como fotossíntese, abertura e fechamento, de estômatos, absorção de água do solo, atividades enzimáticas e síntese proteica.

Tabela 1. Constituição química da macrófita aquática *E. crassipes*

Macronutrientes (g/kg)		Micronutrientes (mg/kg)	
N	23,8	Zn	141,9
P	10,2	Cu	29,1
K	54,8	Mn	54,0
Ca	11,6	Fe	120,7
Mg	3,0	B	30,4
S	2,5		

Determinação a partir de metodologia proposta por Malavolta; Vitti e Oliveira (1997), sendo P, K, Na, Cu, Zn, Ca, Mg, S, Fe determinados por digestão nítrico-perclórica, B determinado por calcinação e N determinado por digestão sulfúrica.

À medida que foi elevada a dosagem de RCG, houve maior disponibilidade de Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺ nos diferentes tratamentos favorecendo o crescimento das gramíneas. A composição química média do resíduo de corte de granito pode ser visualizada na Tabela 2.

Referente à matéria orgânica (MO), a adição de macrófitas proporcionou melhoria no teor da mesma (de 1,9 % para 2,2 %). A adição de MO proporciona melhores condições físico-químicas e biológicas para o solo.

Tabela 2. Caracterização química de amostras de resíduos de corte de granito por FRX segundo diferentes autores

Teor (%)	Calmon <i>et al.</i> (1997)	Gonçalves (2000)	Moreira <i>et al.</i> (2002)
SiO ₂	59,95	59,62	65,95
Fe ₂ O ₃	6,05	9,49	7,89
Al ₂ O ₃	10,28	12,77	12,84
CaO	6,51	4,83	3,01
MgO	3,25	1,96	1,47
K ₂ O	4,48	5,30	4,19
TiO ₂	0,92	---	0,93
SO ₃	---	0,03	---
Na ₂ O	3,39	2,72	2,39

Fonte: Adaptado de Moura, Gonçalves e Leite (2002)

Neste sentido, pode-se ainda afirmar que à medida que a dosagem de RCG foi elevada, a maior parte da capacidade de troca de cátions (CTC) do solo foi ocupada por cátions essenciais como Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺, proporcionando ao substrato resultante boas condições para a nutrição das plantas em oposição a grande parte da CTC ocupada por cátions potencialmente tóxicos como H⁺ e Al³⁺, na amostra controle (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetros químicos do solo para amostra controle e diferentes tratamentos com resíduos de corte de granito e macrófita aquática *E. crassipes*

Tratamento	mg/dm ³			Cmol _c /dm ³		mg/dm ³					
	S	P	K	CTC	pH 7	K	Cu	Zn	B	Mn	Na
Controle	2,3	1,9	0,235	15,3		92	1,4	1,0	0,4	27,1	36,0
8 t ha ⁻¹	12,1	11,8	0,512	12,4		200,0	2,2	3,2	0,4	26,0	>15,0
16 t ha ⁻¹	12,3	18,0	0,527	12,2		206,0	3,7	3,7	0,4	28,0	>15,0
32 t ha ⁻¹	13,1	20,6	0,486	12,0		190,0	5,6	4,9	0,5	31,0	>15,0

Referente à massa de matéria seca obtida observou-se um aumento diretamente proporcional à dosagem de RCG nos diferentes tratamentos em comparação ao controle conforme Tabela 4.

Tabela 4. Massa de matéria seca em gramas nos diferentes tratamentos e controle

Tratamento	Massa (g)*
Controle	1,82 b
8 t ha ⁻¹	4,96 a
16 t ha ⁻¹	5,48 a
32 t ha ⁻¹	6,46 a
F	13,19
CV%	20,44

*Média de 3 repetições .F = Estatística do teste F. CV% = Coeficiente de variação em % . Significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05). As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Outro indicador da qualidade do substrato produzido é a saturação por bases, a qual foi maior em todos os tratamentos, elevando-se a 59% no tratamento com 32 t ha⁻¹ de RCG alterando a classificação de solo de Distrófico para Eutrófico (Tabela 5).

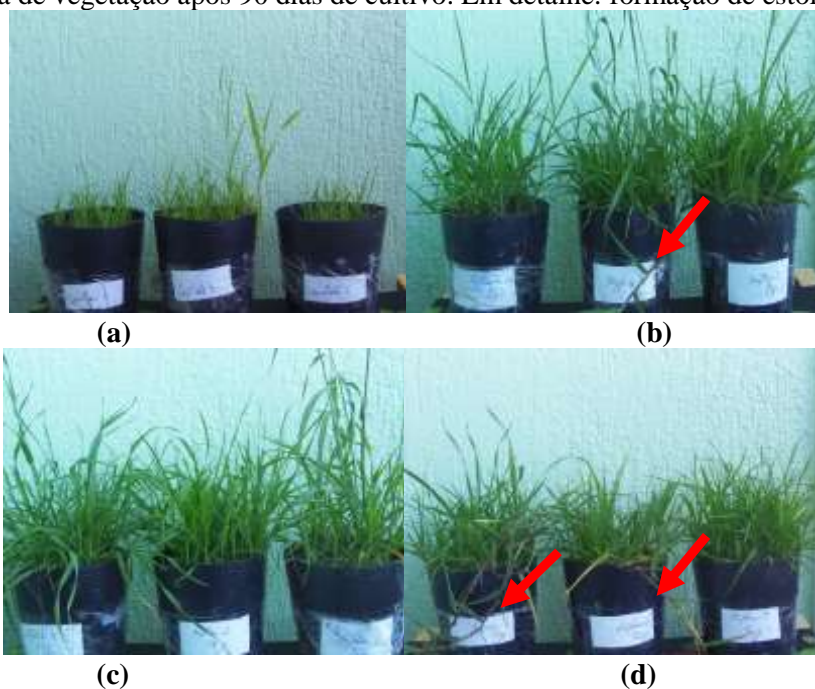
Tabela 5. Parâmetros físicos e químicos do solo para amostra controle e diferentes tratamentos com resíduos de corte de granito e macrófita aquática *E. crassipes* considerando saturação por bases

Tratamento	Cmol _c /dm ³					CTC	Saturação			% m/v	
	pH	Ca	Mg	Al	H+Al		Al	Bases	Índice	MO	Argila
Controle	5,2	3,2	2,2	1,3	9,7	6,9	18,8	36,8	5,3	1,9	47
8 t ha ⁻¹	5,3	3,6	1,4	0,5	6,9	6,0	0,5	44,5	5,6	2,1	39
16 t ha ⁻¹	5,6	4,0	2,2	0,3	5,5	7,0	0,3	55,1	5,8	2,2	39
32 t ha ⁻¹	5,7	4,3	2,3	0,2	4,9	7,3	0,2	59,0	5,9	2,2	41

No mesmo sentido, a análise da taxa de colonização de fungos micorrízicos arbusculares (FMA), mostrou-se significativa e diretamente proporcional a elevação na dosagem de RCG, sendo fundamental na absorção de nutrientes (15,66% de taxa de colonização na amostra controle; 39,30% na dosagem de 8 t ha⁻¹; 78,30% na dosagem de 16t ha⁻¹ e 91% na dosagem de 32t ha⁻¹.)

A colonização micorrízica promove o aumento da absorção de nutrientes pelas plantas, especialmente dos elementos de baixa mobilidade no solo, como é o caso do fósforo (P), levando ao maior crescimento e produtividade (Clark, 1997) como se pode verificar na Figura 1.

Figura 1. Estágio final de crescimento de unidades amostrais com plantio de gramínea *Paspalum notatum* em casa de vegetação após 90 dias de cultivo. Em detalhe: formação de estolões



Tratamentos (resíduo de corte de granito nas diferentes dosagens consorciado com 8 t ha⁻¹ de *E. Crassipes*): a: controle; b: 8 t ha⁻¹; c: 16t ha⁻¹; d: 32t ha⁻¹.

CONCLUSÃO

O consorciamento de resíduos descritos proporcionou melhorias significativas no crescimento da gramínea *P. notatum* e no solo produzido, considerando as variáveis físicas, químicas e biológicas, sendo que o aumento gradual de resíduos consorciados resultou, inclusive, na elevação da saturação por bases (de 36,8 para 59%), promovendo a re-classificação do solo de Distrófico para Eutrófico, sendo positivo ainda para a elevação da taxa de colonização de FMA (elevação gradual da taxa de colonização em função do aumento na dosagem de resíduos consorciados de 15,66 a 91%).

Desta forma, a utilização da rochagem consorciada com macrófitas aquáticas proporcionou solução viável para destinação final de resíduos de diferentes etapas e ciclos produtivos, favorecendo o fechamento do ciclo dos resíduos e proporcionando alternativa sustentável para a recuperação de solos degradados e de baixa fertilidade com indícios de ausência de toxicidade para a microbiota do solo.

Recomenda-se, no entanto, a continuidade do presente estudo a fim de aprofundar as relações ecológicas e bioquímicas no solo e os efeitos do consorciamento de diferentes resíduos e dosagens, bem como avaliar a segurança ambiental na aplicação da técnica em solo em maior escala espacial e temporal.

REFERÊNCIAS

- Clark, R.B. Arbuscular mycorrhizal adaptation, spore germination, root colonization, and host plant growth and mineral acquisition at low pH. *Plant Soil*, Dordrecht, v.192, p. 15-22,1997.
- Cola, G.P.A; Simão, J.B.P. Rochagem como forma alternativa de suplementação de potássio na agricultura agroecológica. *Revista Verde*. Mossoró, v. 7, n. 4, p. 15-27, 2012.
- Leonardos, O. H., Fyfe, W. S.; Kronberg, B. I. Rochagem: O método de aumento da fertilidade em solos lixiviados e arenosos. In: 29º Congresso Brasileiro de Geologia, 1976. Belo Horizonte. Anais...Belo Horizonte,1976.
- Giovanetti, M.; Mosse,B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.*, 84:489-500, 1980.
- Harley, A. D.; Gilkes, R. J. Factors influencing the release of plant nutrient elements from silicate rock powders: a geochemical overview. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. v.56, p. 11-36,2000.
- Henry-Silva, G. G. Utilização de macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta*) no tratamento de efluentes de piscicultura e possibilidades de aproveitamento da biomassa vegetal. 79 fl. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura em Águas Continentais).Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2001.
- Malavolta, E; Malavolta,M.L; Cabral,C.P; Antomiolli,F. Sobre a composição mineral do aguapé (*Eichhornia crassipes*) An. Esalq, Piracicaba, v. 46, p. 155-162, 1989.
- Schneider, I.A.H. Biossorção de metais pesados com a biomassa de macrófitos aquáticos.175 fl. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas, Metalurgia e Materiais). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1995.