

ISSN 1517-2627

Setembro, 2017

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Documentos 192

Seminário PIBIC Embrapa Solos 2016/2017

Caio de Teves Inácio

Claudio Lucas Capeche

Alba Leonor da Silva Martins

Jacqueline Silva Rezende Mattos

Liliane de Carvalho

Rio de Janeiro, RJ

2017

Combinando insumos para a revegetação eficiente do rejeito da Barragem do Fundão, Mariana, MG⁽¹⁾

Beatriz da Silva Marinho⁽²⁾; Fabiano de Carvalho Balieiro⁽³⁾; Silvio de Lucena Tavares⁽³⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Embrapa.

⁽²⁾ Estudante de Engenharia de Recursos Hídricos e do Meio Ambiente, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. E-mail: beatrizmarinho@id.uff.br;

⁽³⁾ Pesquisador, Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ. Contato: <https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/>

RESUMO: O rejeito da Barragem do Fundão, que atingiu inúmeros municípios de MG e ES, impactou a paisagem e o ambiente local, com consequências sem precedentes sobre a fauna, a flora e atividades agropecuárias. Com o objetivo de propor estratégias de contenção desse rejeito, a Embrapa Solos conduziu um experimento em colunas, de condicionamento químico e físico do rejeito de forma a maximizar o crescimento vegetal. Insumos químicos e orgânicos foram testados, assim como o *topsoil* e o crescimento do capim-vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) avaliado por 11 semanas. O crescimento em altura apresentou grande variabilidade dentro dos tratamentos. O insumo que mais influenciou a produção de biomassa da parte aérea foi o corretivo (calcário dolomítico). O *biochar* e os fertilizantes sozinhos reduziram o crescimento aéreo, comparativamente ao tratamento testemunha (somente o rejeito). As raízes se concentraram no primeiro anel da coluna, embora os condicionadores tivessem sido aplicados aos dois primeiros. As raízes de vetiver foram bastante prejudicadas pela acomodação das partículas (fração areia fina) do rejeito, que parecem induzir a hipoxia em quase todo o perfil.

Termos para indexação: remediação, barragem, vetiver.

INTRODUÇÃO

Em 5 de novembro de 2015, a Barragem do Fundão, localizada em Minas Gerais e de responsabilidade da empresa Samarco, rompeu-se, causando enormes prejuízos aos ecossistemas atingidos (Valor Econômico 19/01/2016). O acidente foi considerado um dos maiores desastres ambientais nos últimos anos no Brasil.

Oriunda da barragem, a lama de rejeito, composta basicamente de ferro e manganês, impactou diversas cidades de Minas Gerais até atingir o mar, no Espírito Santo. Seu avanço destruiu e remodelou a paisagem ribeirinha dos rios Gualaxo do Norte e Carmo, até a confluência deste com o Rio Piranga, além de atingir áreas residenciais e de grande potencial agropecuário (Relatório Técnico da Embrapa Solos, 2015).

Tendo em vista o panorama do desastre, foi proposto por este trabalho estratégias de condicionamento do rejeito visando à revegetação eficiente do substrato. Com isso, espera-se o recobrimento do material, sua contenção e a minimização do assoreamento dos cursos d'água locais.

Para tanto, este estudo utilizou uma espécie com elevada plasticidade na adaptação em ambientes diferentes e severamente degradados, o vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Robert). Essa espécie, além da enorme plasticidade, tem sistema radicular agressivo e profundo (TAVARES, 2009) podendo exercer papel essencial na contenção de sedimentos com baixa coesão, como os de Mariana. Foram testados diferentes tipos de insumos (separadamente e em combinação), como corretivo, fertilizantes, carvão vegetal parcialmente carbonizado (*biochar*) e solo de superfície (*topsoil*) no condicionamento da camada superficial de colunas de rejeito. A condução de plantas em colunas desmontáveis permite ainda estudar a distribuição do sistema radicular das plantas sob efeito dos diferentes condicionadores.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Embrapa Solos, durante os meses de março, abril e maio de 2017, com rejeito trazido da área afetada, em junho de 2016.

Montagem e preenchimento das colunas

Para a montagem das colunas de lixiviação, foram utilizados sete anéis de PVC de 5 cm de altura e diâmetro sobrepostos. Cada unidade experimental consistiu de seis anéis colados, sendo, o 1º anel sem preenchimento, devido à necessidade de se adicionar água de irrigação e impedir perda do material (rejeito e/ou insumo adicionado); o 2º e o 3º anéis preenchidos com os diferentes tratamentos (Tabela 1); o 4º e o 5º anéis preenchidos apenas com rejeito; e um último anel (6º) preenchido com brita e lâ de vidro, de forma a permitir a drenagem da solução.

Os tratamentos foram confeccionados a partir da mistura ao rejeito de corretivo, fertilizantes, solo de superfície (*topsoil*) e biochar, conforme doses constantes na Tabela 1. Um tratamento adicional foi usado, em que apenas o rejeito fez parte do preenchimento das colunas. Esse tratamento recebeu a denominação de Testemunha Absoluta.

Todos os tratamentos foram repetidos três vezes (repetições), e o experimento foi conduzido segundo delineamento inteiramente casualizado e ao ar livre.

Plantio das mudas

Após o cuidadoso preenchimento das colunas com os tratamentos, mudas de capim-vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Robert) foram transplantadas, e sua altura, padronizada (a partir do corte da parte aérea) em 15 cm. O comprimento do sistema radicular foi também padronizado a partir do corte próximo ao coleto.

Em seguida, com o auxílio de um tubo *falcon*, de 50 ml e 3 cm de diâmetro, foi feita uma pequena cova na superfície do rejeito e centro de cada coluna. As mudas foram transplantadas, e o material retirado foi utilizado para fixar essas mudas nas covas. Para o melhor assentamento da terra, após o replantio, foi adicionada água de irrigação, dando início ao experimento.

As colunas, com os respectivos tratamentos e mudas, ficaram expostas às condições climáticas locais (cidade do Rio de Janeiro) semelhantes durante 11 semanas (17/03 a 25/05), sendo irrigadas duas vezes na semana. Após a 11ª semana, as mudas foram cortadas na altura do substrato, e a parte aérea foi levada para estufa de ventilação forçada (65 °C/72 h) para determinação da matéria seca. Da mesma forma, mas após lavagem das raízes do substrato, foi determinado o peso seco das raízes de cada anel da coluna. A lavagem das colunas se deu com auxílio de peneira de 1 mm de malha. Testes foram realizados anteriormente de forma a se confirmar a ausência de perda de raízes pelo procedimento adotado.

Em função da proximidade de data de corte e secagem das amostras, optou-se pela apresentação dos dados baseando-se nas diferenças dos desvios-padrão entre os tratamentos, especialmente entre o Testemunha Absoluto e os demais, com diferentes condicionadores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como se pode observar na Figura 1 ao longo das 11 semanas, tendo o experimento ficado exposto às condições climáticas locais, as plantas de vetiver

apresentaram elevada variabilidade no crescimento, dentro dos tratamentos. Decorrente disso, os diferentes condicionadores parecem não alterar o crescimento do vetiver. Os tratamentos que permitiram o maior crescimento foram o Testemunha (R), R+F e R+F+Co e B+Co+Solo. Vale comentar que, nas três últimas semanas de coleta de dados, o crescimento tendeu a se estabilizar, momento em que se decidiu pelo corte das plantas. Em alguns tratamentos, foi observado ainda o surgimento de folhas secas, como no tratamento R+B+F, amareladas nas bordas, como nos tratamentos R+F+Co, e arrocheadas em suas bordas nos tratamentos R+B+F+Co.

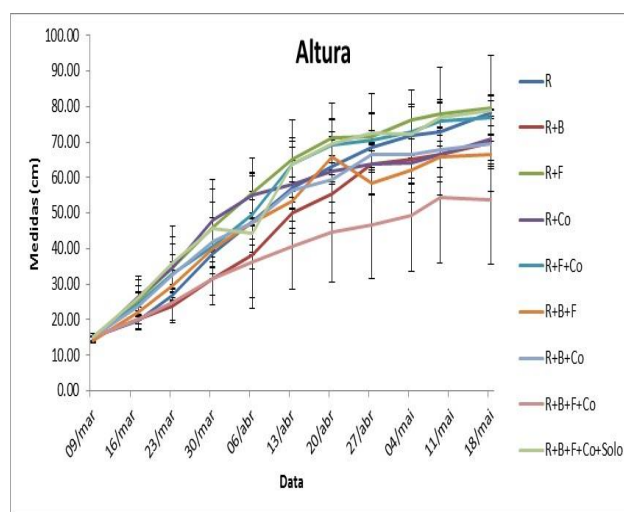


Figura 1. Altura média (\pm desvio-padrão) da parte aérea do vetiver, durante 11 semanas sob rejeito e diferentes condicionadores de solo. R: rejeito; R+F: rejeito+fertilizantes; R+B: rejeito+*biochar*; R+Co: rejeito+corretivo; R+F+Co: rejeito+fertilizantes+corretivo; R+B+F: rejeito+*biochar*+fertilizante; R+B+Co: rejeito+*biochar*+corretivo; R+B+F+Co: rejeito+*biochar*+fertilizante+corretivo.

Com relação à produção de matéria seca de parte aérea das plantas, foi observado que nenhum condicionador propiciou incremento, em relação ao rejeito apenas. Alguns tratamentos chegaram a inibir a produção de biomassa de vetiver, como o R+F e R+B+F. O *biochar* tem sido difundido como um condicionador de solo interessante, mas seus efeitos são dependentes da forma de pirólise, dose usada e a cultura (NOVOTNY et al., 2015), talvez por isso seja interessante avaliá-lo em outras condições (dose ou mesmo procedência) nesse substrato. Por outro lado, a ausência de resposta aos fertilizantes aplicados indica que ou o rejeito atende às demandas nutricionais do capim-vetiver, pelo menos na fase inicial de crescimento, ou as reservas de nutrientes no material de propagação do capim-vetiver atendeu a tal demanda. Da mesma forma, era esperado que a presença do *topsoil* favorecesse o desenvolvimento das plantas, como demonstrado por outros autores em áreas severamente degradadas (BENDFELDT et al., 2001; REIS, 2006). Porém, vale

destacar que as chuvas e o calor excessivo podem ter influenciado a performance das plantas.

Os insumos afetaram positivamente a produção de biomassa de raízes, mas esse efeito se concentrou apenas no primeiro anel da coluna, embora os condicionadores tivessem sido aplicados nos dois primeiros anéis (Figura 3). Associando esse resultado ao fato de as raízes terem seu crescimento estimulado também na camada de drenagem, pode-se inferir que o rejeito, por meio de suas finas partículas, impedem a circulação de oxigênio no substrato.

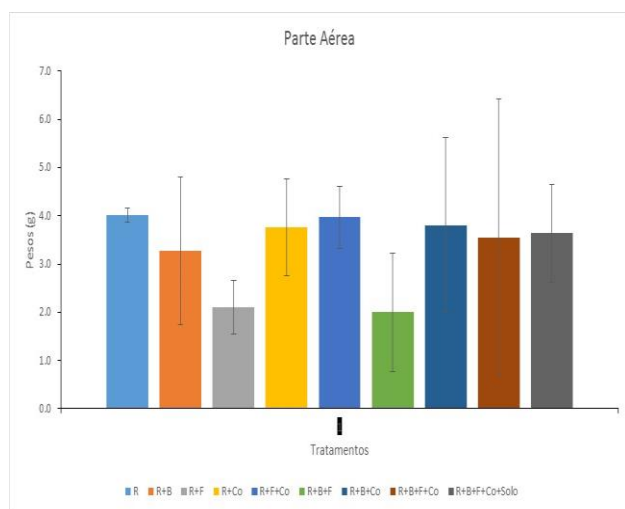


Figura 2. Biomassa da parte aérea (média ± desvio-padrão, g anel⁻¹) de plantas de vetiver submetidas a diferentes condicionadores de rejeito. R: rejeito; R+F: rejeito+fertilizantes; R+B: rejeito+biochar; R+Co: rejeito+corretivo; R+F+Co: rejeito+fertilizantes+corretivo; R+B+F: rejeito+biochar+fertilizante; R+B+Co: rejeito+biochar+corretivo; R+B+F+Co: rejeito+biochar+fertilizante+corretivo.

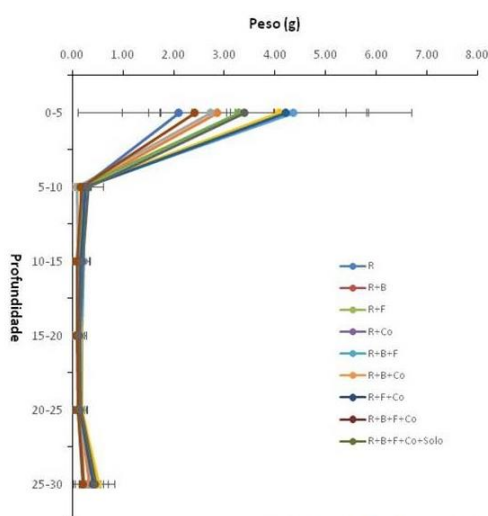


Figura 3. Biomassa seca (média ± desvio-padrão, g anel⁻¹) das raízes nas colunas. R: rejeito; R+F: rejeito+fertilizantes; R+B: rejeito+biochar; R+Co: rejeito+corretivo; R+F+Co: rejeito+fertilizantes+corretivo; R+B+F: rejeito+biochar+fertilizante; R+B+Co: rejeito+biochar+corretivo; R+B+F+Co: rejeito+biochar+fertilizante+corretivo.

CONCLUSÕES

O capim-vetiver é uma planta com performance reconhecida para revegetação de áreas severamente impactadas. Nas condições experimentais testadas e usando o rejeito de mineração de ferro de Mariana, foi observada ausência de efeito dos condicionadores usados no crescimento aéreo do vetiver.

O crescimento das raízes, porém, foi bastante afetado pela acomodação do rejeito no perfil da coluna, favorecendo a hipoxia dessa camada. Essa espécie, com aparente sensibilidade à falta de oxigênio ao substrato, pode não ser uma boa alternativa na estabilização do rejeito.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao laboratório de desenvolvimento de fertilizantes da Embrapa Solos, com a doação do corretivo e fertilizantes.

REFERÊNCIAS

BENDFELDT, E.S.; BURGER, J.A.; DANIELS, L. Quality of amended mine soils after sixteen years. *Soil Science America Journal*, v. 65, n.6, p.1736-1744, 2001.

EMBRAPA SOLOS. *Embrapa Solos: relatório de gestão/atividades 2014*. Rio de Janeiro, 2015. 74 p. il. color.

Jornal Valor Econômico (19/01/2016).

<http://www.valor.com.br/opiniaio/4321684/tragedia-poe-em-xeque-os-padroes-da-mineracao> (acesso em 07/07/2017).

NOVOTNY, E.H.; MAIA, C.M.B.F.; CARVALHO, M.T.M.; MADARI, B.E. BIOCHAR: PYROGENIC CARBON FOR AGRICULTURAL USE - A CRITICAL REVIEW. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* [online]. 2015, vol.39, n.2 [cited 2017-10-10], pp.321-344. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832015000200321&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0100-0683. <http://dx.doi.org/10.1590/01000683rbcbs20140818>.

REIS LL. *Monitoramento da recuperação ambiental de áreas de mineração de bauxita na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Porto Trombetas (PA)*. 2006, 159f. Tese (Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

TAVARES, S.R.L., 2009, Fitorremediação em solo e água de áreas contaminadas por metais pesados provenientes da disposição de resíduos perigosos. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 371pp.

Tabela 1. Caracterização e quantidade dos insumos presentes em cada tratamento proposto para o condicionamento do rejeito.

Tratamento	Rejeito	Biocarvão	Fertilizante	Corretivo
R - testemunha absoluta	Presente	-	-	-
R+B	Presente	2,5% v:v	-	-
R+F	Presente	-	350 g de P (na forma de super triplo) + 80 g de K (KCl) + 100 g de N (ureia). m ⁻³	-
R+CO	Presente	-	-	2 kg de calcário dolomítico.m ⁻³
R+B+F	Presente	2,5% v:v	350 g de P (na forma de super triplo) + 80 g de K (KCl) + 100 g de N (ureia). m ⁻³	-
R+B+CO	Presente	2,5% v:v	-	2 kg de calcário dolomítico.m ⁻³
R+F+CO	Presente	-	350 g de P (na forma de super triplo) + 80 g de K (KCl) + 100 g de N (ureia). m ⁻³	2 kg de calcário dolomítico.m ⁻³
R+Solo+B+F+CO	Presente mais solo	2,5% v:v	350 g de P (na forma de super triplo) + 80 g de K (KCl) + 100 g de N (ureia). m ⁻³	2 kg de calcário dolomítico.m ⁻³
R+B+F+CO	Presente	2,5% v:v	350 g de P (na forma de super triplo) + 80 g de K (KCl) + 100 g de N (ureia). m ⁻³	2 kg de calcário dolomítico.m ⁻³