



Contribuição de espécies arbóreas na recuperação da matéria orgânica do solo em áreas degradadas por mineração de bauxita ⁽¹⁾.

Rafael Silva Santos⁽²⁾; Ernst Eduard Jan Verburg⁽³⁾; Rafael Gomes Paes⁽⁴⁾; Rafael da Silva Teixeira⁽⁵⁾; Silvano Rodrigues Borges⁽⁶⁾; Ivo Ribeiro da Silva⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Companhia Brasileira de Alumínio – Votorantim Metais.

⁽²⁾ Estudante de Graduação em Agronomia; Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, MG; silvasantosrfl@gmail.com; ^(3,4) Eng. Agrônomo; Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁵⁾ Eng. Agrônomo, Doutorando do Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁶⁾ Eng. Florestal, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁷⁾ Professor Associado do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

RESUMO: A mineração de bauxita ocasiona significativas perturbações no solo. Sua extração requer a retirada da vegetação e solo superficial, afetando diretamente características químicas e físicas do solo. O objetivo desse trabalho foi avaliar os estoques de carbono orgânico total (COT), carbono orgânico lábil (COL) e nitrogênio total (NT) em florestas de Eucalipto, Angico Vermelho e Mix de espécies nativas sob diferentes adubações em área de mineração de bauxita em fase de reabilitação. O estudo é composto por um fatorial 3 x 2 (floresta de eucalipto, arbórea leguminosa e mix de espécies nativas), sem adubação (T) e com adubação (C+Q). Amostras de solo foram coletadas pós-mineração (tempo zero) e 48 meses após o plantio das espécies florestais. O COT para todos os tratamentos ainda se encontra em média 3,5 vezes menor em relação aos teores antes da mineração. Em relação ao NT o angico (C+Q) e o eucalipto (C+Q) diferiram estatisticamente do solo pós mineração apresentando valores 2 vezes maior em relação ao mesmo. Apenas o COL do angico (C+Q) se diferenciou dos demais tratamentos, sendo estatisticamente igual a mata de referência. O uso da adubação (C+Q) no eucalipto e angico se mostrou viável para elevação dos teores de NT. O cultivo do Angico associada a adubação (C+Q) promoveram a recuperação dos teores de COL antes da mineração, indicando potencialidades na recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita.

Termos de indexação: Recuperação de áreas degradadas, COL, COT.

INTRODUÇÃO

Durante a mineração de bauxita, processos como a retirada da vegetação e decapeamento da camada de estéril provocam profundas alterações na qualidade do solo (Schwenke et al., 2000; Ward, 2000). A matéria orgânica do solo (MOS) é considerada um atributo fundamental para o sucesso da reabilitação de solos minerados

(Williamson e Johnson, 1994; Carneiro et al., 2008). A manutenção da MOS proporciona benefícios as propriedades químicas e físicas do solo, além de disponibilizar nutrientes ao ser decomposta pela microbiota presente.

A MOS é constituída por diversos compostos, nos quais o C desempenha papel regulador sobre a ciclagem e transformações dos demais elementos (Carneiro et al., 2008).

Dentre os componentes da MOS, as frações mais lábeis são as mais susceptíveis a ação dos microrganismos. Por serem dinâmicas e sensíveis às modificações no ambiente, tais frações podem ser utilizadas como indicadores do uso e manejo do solo (Passos et al., 2007; Zhang et al., 2007).

O uso de espécies florestais visando a recuperação de áreas degradadas tem sido amplamente reportado na literatura (Schiavo et al., 2009; Pereira & Rodrigues, 2012;), apresentando como principais vantagens um baixo requerimento nutricional e contribuição com grande volume de serapilheira e raízes aumentando os estoques de C no solo.

O objetivo desse trabalho foi avaliar os estoques de carbono orgânico total (COT), carbono lábil (COL) e nitrogênio total (NT) em florestas de Eucalipto, Angico Vermelho e Mix de espécies nativas com diferentes adubações em área de mineração de bauxita em processo de reabilitação.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em um experimento estabelecido há cinco anos no município de São Sebastião da Vargem Alegre-MG. A área do experimento foi minerada para bauxita e se encontra, atualmente, reconfigurada com o solo removido na ocasião do “decapeamento”.

Para o plantio do eucalipto (*Eucalyptus urophylla*), Angico-Vermelho (*Anadenanthera peregrina*) e o mix das nativas (8 espécies pioneiras + 8 espécies secundárias e clímax, em quiquêncio) foram abertas covas de 30 x 30 x 30 cm, as parcelas com espécies arbóreas nativas foram plantadas com



espaçamento de 2 m x 1,5 m (3333 plantas ha⁻¹), enquanto o eucalipto e o angico-vermelho foram plantados no espaçamento de 3 x 2 m (1667 plantas ha⁻¹). Entre as parcelas e entre as subparcelas foram adotados corredores de 2 m de largura. Nos tratamentos sem fertilização não foi aplicado nenhum tipo de corretivos ou fertilizantes, enquanto as parcelas com fertilização foram aplicadas superficialmente e incorporados aproximadamente 3,91kg/planta (base seca) de cama de aviário ao solo, com enxadão, na camada de 0-15 cm de profundidade. Por ocasião do plantio das mudas cada cova recebeu 450 g de calcário dolomítico e 420 g de fosfato natural reativo, que foram misturados ao solo da cova. Na entrelinha do eucalipto e angico foram aplicados e incorporados ao solo (0-15 cm) 23,475 t ha⁻¹ de cama de aviário e 2,25 t ha⁻¹ de calcário, já no mix das espécies nativas foram aplicados e incorporados ao solo (0-15 cm) 17 t ha⁻¹ de cama de aviário e 1,5 t ha⁻¹ de calcário.

O experimento foi instalado em blocos casualizados, com parcelas subdivididas, com três repetições. Nas parcelas principais foram plantadas as espécies florestais (eucalipto, Angico-Vermelho e mix de nativas), enquanto as subparcelas receberam as adubações (T= testemunha sem adubação e C + Q = fertilizada).

A instalação do experimento foi realizada após a reconfiguração da área com o solo do decapeamento. As subparcelas medem 18 m x 10 m, com área total de 180 m².

Amostras de solo foram coletadas após o processo de mineração, considerado o tempo zero, e quatro anos depois. Amostras de solos de uma mata nativa próxima ao experimento foram coletadas como referência. A partir das amostras coletadas foi determinado o COT pelo método de oxidação via úmida, com aquecimento externo (Yeomans & Bremner, 1998) e o NT pelo método Kjeldahl (Bataglia et al., 1983). A determinação do teor de C oxidável por permanganato 0,033 mol L⁻¹ (C Orgânico Lábil – COL) foi realizada de acordo com metodologia descrita por Shang & Tiessen (1997).

Os dados foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste Tukey ($\alpha = 5\%$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após quatro anos desde a mineração da área o COT na camada de 0-10 cm não recuperou seus teores de referência (Mata de referência), mesmo submetidos aos diferentes manejos, constituindo-se em média 3,5 vezes menores (**Figura 1**).

Há grande dificuldade em aumentar teores de C em solos tropicais, sobretudo em áreas que

sofreram intensa perturbação do sistema, seja ela via substituição da cobertura vegetal ou revolvimento do solo. Estudos realizados por Turner & Lambert (2000), em plantações de *Eucalyptus grandis* de 0 e 35 anos na Austrália encontraram decréscimo do C superficial (0-10cm) e em profundidade (0-50 cm) em função da não estabilização por completo da floresta após intervenção drástica (*clear cut*). Em revisão literária realizada por Guo e Gifford (2002) observou-se por meio de diversas publicações que há decréscimo nos estoques de C no solo após mudanças em seu uso.

Pegoraro et al., (2011), só após de 28 anos (quatro rotações) do cultivo de eucalipto ocorreu uma taxa média de ciclagem da MOS de 1,18%, correspondendo a um incremento anual de 0,39 e 0,20 t ha⁻¹ de carbono orgânico respectivamente, na entrelinha e linha de cultivo. Desta forma a recuperação e construção da matéria orgânica do solo poderá ser lento a depender do manejo adotado.

Os teores de NT após os 4 anos se manteve abaixo dos valores encontrados para a mata de referência em todos os tratamentos (**Figura 1**). Entretanto, o cultivo de angico (C+Q) e eucalipto (C+Q) proporcionaram teores de NT 2 vezes maiores em relação aos teores do solo pós mineração. Este fato apresenta um indicativo da importância da adubação assim como o uso de espécies leguminosas para o manejo de áreas degradadas. Franco et al., (1994) utilizando leguminosas arbóreas para reabilitação de área minerada em Porto de Trombetas-PA, encontrou uma adição de 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N. Ward (2000), utilizando *Mimosa scrabella* para recuperação de áreas de mineração de bauxita relata aumento no teor de NT 9 anos após o início do processo de recuperação, adicionando em média 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N por meio da deposição dos resíduos vegetais.

Em relação aos teores de COL, apenas o angico (C+Q) proporcionou teores iguais ao da Mata de referência. Este fato proporciona uma prospecção futura de recuperação dos teores totais de C, uma vez que o compartimento lábil constitui - se como indicador às alterações futuras.

CONCLUSÕES

O cultivo de angico, eucalipto e mix de espécies nativas de 4 anos não recuperaram os teores de COT e NT presentes no solo antes da mineração de bauxita.



A adubação (C+Q) no eucalipto e angico proporcionaram aumento dos teores de NT após o início do manejo de recuperação da área.

O cultivo do angico associada a adubação (C+Q) promoveram a recuperação dos teores de COL antes da mineração, indicando potencialidades na recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Companhia Brasileira de Alumínio – Votorantim Metais pelo financiamento do projeto e concessão da área de estudo, a CAPES pelo financiamento da bolsa de iniciação científica PIBIC e a FAPEMIG pelo auxílio financeiro para participação no evento.

REFERÊNCIAS

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. P. Métodos de análise química de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 48 p. (Boletim Técnico 78).

CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; SOARES, A. L. L. Carbono orgânico, nitrogênio total, biomassa e atividade microbiana do solo em duas cronosseqüências de reabilitação após a mineração de bauxita. *Revista Brasileira de Ciências Solos*, 32:621-632, 2008.

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; DIAS, L. E.; FARIA, S. M. Revegetação de áreas de mineração de bauxita em Porto Trombetas - PA com leguminosas arbóreas noduladas e micorrizadas. In: SIMPÓSIO SULAMERICANO, 1., Foz do Iguaçu, 1994. Anais. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1994. p. 679.

GUO, L. B.; GIFFORD, R. M. Soil carbon stocks and land use change: A meta analysis. *Global Change Biology*, 8:345-360, 2002.

PASSOS, R. R.; RUIZ, H. A.; CANTARUTTI, R. B.; MENDONÇA, E. S. Carbono orgânico e nitrogênio em agregados de um Latossolo Vermelho distrófico sob duas coberturas vegetais. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 31:1109-1118, 2007.

PEGORARO, R. F.; SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; FONSECA, S.; DAMBROZ, C. S. Estoques de carbono e nitrogênio nas frações da matéria orgânica em argissolo sob eucalipto e pastagem. *Ciência Florestal*, 21:261-273, 2011.

PEREIRA, J. S.; RODRIGUES, S. C. Crescimento de espécies arbóreas utilizadas na recuperação de área degradadas. *Caminhos da Geografia*, 13:102-110, 2012.

SHANG, C.; TIESSEN, H. Organic matter lability in tropical Oxisol: Evidence from shifting cultivation,

chemical oxidation, particle size, and magnetic fractionations. *Soil Science*, 162:795-807, 1997.

SCHIAVO, J. A.; BUSATO, J. G.; MARTINS, M. A.; CANELLAS, L. P. Recovery of degraded areas revegetated with reference to organic matter humification. *Scientia Agricola*, 66:353-360, 2009.

SCHWENKE, G. D.; MULLIGAN, D. R.; BELL, L. C. Soil stripping and replacement for the rehabilitation of bauxite-mined land at Weipa. I. Initial changes to soil organic matter and related parameters. *Australian Journal of Soil Research*, 38:345-369, 2000.

TURNER, J.; LAMBERT, M. Change in organic carbon in forest plantation soils in eastern Australia. *Forest Ecology and Management*, 133:231-247, 2000.

WARD, S. C. Soil development on rehabilitation bauxite mines in south-west Australia. *Australian Journal of Soil Research*, 38:453-464, 2000.

WILLIAMSON, J. C.; JOHNSON, D. B. Conservation of mineral nitrogen in restored soils at opencast coal mine sites: II. The effects of inhibition of nitrification and organic amendments on nitrogen losses and soil microbial biomass. *European Journal of Soil Science*, 45:319-326, 1994.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Soil Science and Plant Analysis*, 19:1467-1476, 1988.

ZHANG, M.; FU, X. H.; FENG, W. T.; ZOU, X. Soil organic carbon in pure rubber and tea-rubber plantations in South-Western China. *Tropical Ecology*, 48:201-207, 2007.

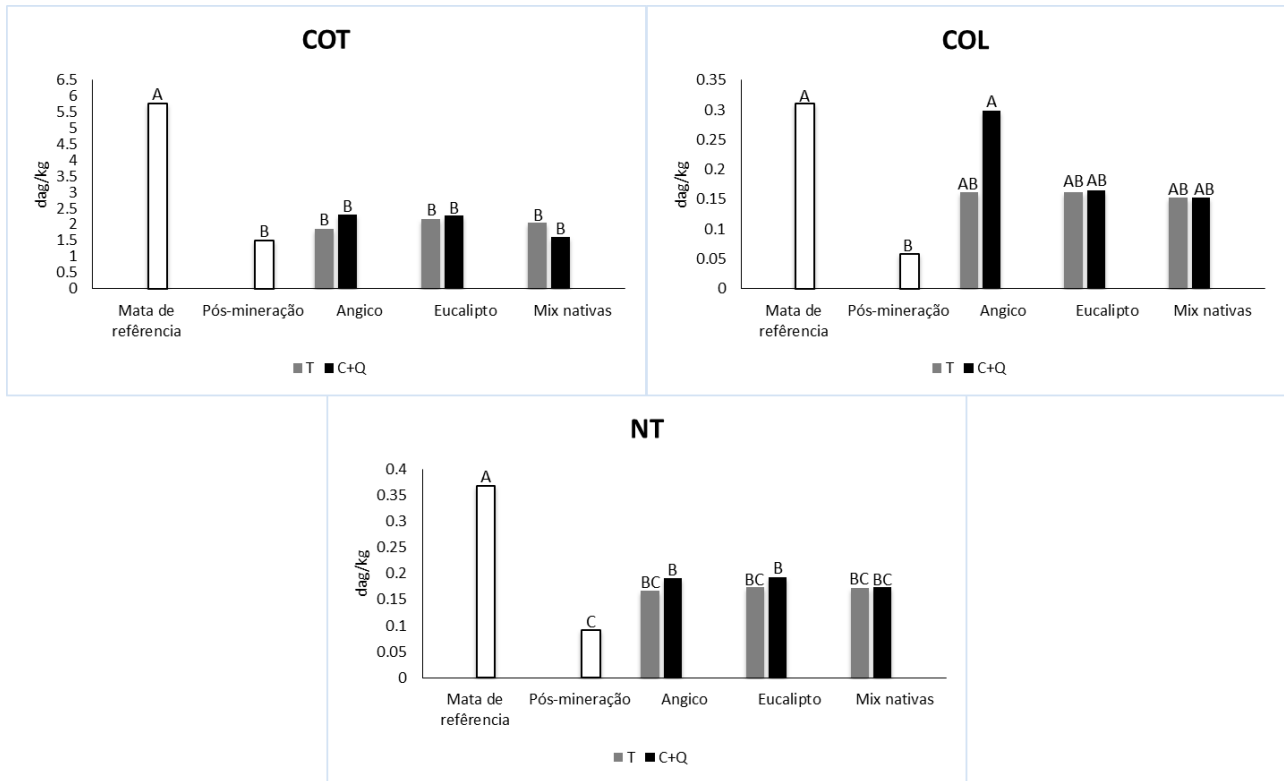


Figura 1 – Estoques de Carbono Orgânico Total (COT), Carbono Orgânico Lábil (COL) e Nitrogênio Total (NT) na profundidade de 0-10 cm entre diferentes tratamentos por um período de 4 anos. C+Q = adubação complementar com cama de aviário + adubação química; T = adubação padrão da empresa. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% pelo teste Tukey.