



Biomassa e atividade microbiana como indicadores da qualidade do solo em áreas de mineração de ferro e no seu entorno

José Ferreira Lustosa Filho⁽¹⁾; João Marcelo de Carvalho⁽¹⁾; Silvio Ramos⁽²⁾; Antonio Eduardo Furtini Neto⁽³⁾; Ramon Braga⁽⁴⁾; José Oswaldo Siqueira⁽³⁾

⁽¹⁾ Doutorandos do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, Lavras (MG).

E-mail: filhoze04@hotmail.com;

⁽²⁾ Instituto Tecnológico Vale-Mineração, 35400-000 Ouro Preto-MG.

⁽³⁾ Instituto Tecnológico Vale-Desenvolvimento Sustentável, 66055-090 – Belém-PA.

⁽⁴⁾ Vale S.A., 34000.000 - Nova Lima-MG.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de carbono da biomassa microbiana, respiração basal do solo e quociente metabólico em áreas da mineração de ferro e no seu entorno. A coleta das amostras foi realizada na mina Capão Xavier (Nova Lima– MG). Foram avaliadas três áreas/materiais: rejeito da mineração de ferro, *topsoil* de área de canga e solo da mata adjacente à mineração de ferro. As amostras foram coletadas na profundidade de 0–20 cm e analisadas na Universidade Federal de Lavras. As áreas avaliadas mostraram diferentes valores para o carbono da biomassa microbiana, respiração basal do solo e quociente metabólico. Para o rejeito da mineração de ferro, os resultados evidenciaram menor teor de carbono da biomassa microbiana e maior quociente metabólico, enquanto que a mata adjacente observou resultados inversos.

Termos de indexação: Quociente metabólico, mineração de ferro, canga.

INTRODUÇÃO

O Quadrilátero Ferrífero é uma das mais importantes províncias minerais do mundo, com área de aproximadamente 7.200 km² de crostas superficiais de ferro, distribuídos nos topos de montanhas em altitudes que variam de 1000 a 2000 m acima do nível do mar (Skiryicz et al., 2014). A produção brasileira de minério de ferro em 2013 atingiu 386,3 milhões de toneladas, com um teor médio de 63,6% de ferro, sendo cerca de 68,8% extraído nessa região (DNPM, 2014).

O monitoramento da qualidade do solo pode ser realizado a partir de indicadores microbiológicos, tais como carbono da biomassa microbiana (Cmic), respiração do basal do solo (RBS) e quociente metabólico (qCO_2). O Cmic é considerado como possível indicador de qualidade do solo, podendo ser influenciado pelo clima e manejo. Esta é a fração ativa e biodegradável da matéria orgânica e mudanças que ocorrem no solo podem ser detectáveis muito mais rapidamente pela biomassa microbiana e seus metabólitos, do que nos teores de

C do solo, (Gama-Rodrigues et al., 2005); Silva et al., 2010)

A disponibilidade de carbono no solo contribui para o aumento da RBS que, é definida como a soma total de todas as funções metabólicas nas quais o CO₂ é produzido (Pragana et al., 2012). De acordo com Islam & Weil (2000) a liberação de altas taxas de C-CO₂ provenientes da respiração microbiana pode indicar tanto um distúrbio ecológico como um alto nível de produtividade do ecossistema. Neste sentido, Anderson & Domsch (1993) propuseram o qCO_2 , quantificado pela razão entre a respiração basal por unidade de biomassa microbiana do solo por unidade de tempo, como atributo que possibilita a identificação de solos contendo biomassa mais eficiente na utilização de carbono e energia, os quais refletem áreas ou ambientes com menor grau de distúrbio ou estresse (Chaer & Tótola, 2007).

Apesar da importância do Cmic, RBS e do qCO_2 serem bastante reconhecidas, são escassas essas análises em áreas mineradas, principalmente com a extração de ferro. Neste sentido, a utilização desses atributos é de grande importância para o estabelecimento de índices de qualidade do solo. Com isso, este trabalho teve como objetivo avaliar os teores de carbono da biomassa microbiana, a respiração basal do solo e o quociente metabólico em três áreas de mineração de ferro.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostragens foram realizadas em diferentes áreas da mina Capão Xavier, localizada em Nova Lima-MG. A mina está inserida no quadrilátero ferrífero e possui superposição de rochas metamórficas pré-cambrianas de direção geral predominante norte-sul e mergulho variando de 40 a 50° para leste, representadas pela coluna estratigráfica do Supergrupo Minas (EcoLab, 2002).

O clima da região de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Cwa, com chuvas de verão, verões quentes e invernos secos, temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C (Antunes, 1986).



Foram amostrados e analisados as seguintes áreas/materiais: rejeito da mina - obtidos após a extração do ferro e utilizados para a construção das pilhas de rejeito; *topsoil* de canga - ambiente rupestre bastante preservado sobre afloramentos rochosos ferruginosos; e solo da mata adjacente - vegetação secundária em diferentes estágios de regeneração natural, originalmente pertencente ao Bioma Mata Atlântica. Os materiais coletados foram analisados quanto às propriedades químicas (**Tabela 1**).

As amostragens foram realizadas na profundidade de 0-20 cm. Em cada área foram criadas três parcelas de 6 x 25 m, retirando-se 10 amostras simples, em zig-zag para cada parcela, perfazendo um total de três amostras compostas (três repetições) por área. Após as coletas, os materiais foram enviados e analisados na Universidade Federal de Lavras. As amostras foram peneiradas em malha de 4 mm, procedendo-se à uniformização da umidade para 50% da capacidade de campo, acondicionadas em sacos plásticos e mantidas em refrigeração (4 °C).

O Cmic foi avaliado pelo método fumigação-extração (Vance et al., 1987), que consiste na extração do Cmic, após a aplicação de clorofórmio às amostras, provoca morte dos microrganismos e liberação componentes celulares. A RBS foi determinada pelo CO₂ evoluído a partir de 20 g de solo, incubado durante 72 horas, extraído com solução de NaOH 0,05 mol L⁻¹ e titulado com HCl 0,05 mol L⁻¹ (Isermeyer, 1952). O qCO_2 foi calculado pela razão entre a RBS e o Cmic (Anderson & Domsch, 1993).

Os resultados foram submetidos à análise de variância. As comparações múltiplas de médias foram realizadas pelo teste de Tukey a 5%, utilizando-se o SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O solo da mata adjacente apresentou teor elevado de Cmic (147,45 $\mu\text{g g}^{-1}$ de solo), significativamente maior do que os valores obtidos nas demais áreas (**Figura 1a**). Os valores de Cmic do rejeito da mina foram 60% menores que o solo da mata adjacente ao rejeito da mina. A ausência de perturbações na área da mata adjacente tornou possível a existência de maiores teores de biomassa microbiana, indicando o maior equilíbrio da microbiota do solo nesta área.

Para a respiração basal do solo (RBS) o *topsoil* de canga apresentou o maior valor seguido do solo da mata adjacente (**Figura 1b**). Tais valores observados estão relacionados à maior quantidade

de matéria orgânica nessas áreas (**Tabela 1**), promovendo maior atividade microbiana e consequente decomposição pela biota do solo, liberando C-CO₂.

Verificou-se que o solo da mata adjacente apresentou o menor valor para o qCO_2 (**Figura 1c**). Segundo Saviozzi et al. (2002), o qCO_2 indica a eficiência da biomassa microbiana em utilizar o carbono disponível para biossíntese. Com isso, o menor qCO_2 na nessa área evidencia que a biomassa microbiana é mais eficiente no uso do C, diminuindo as perdas por CO₂ e incorporando mais C nos tecidos microbianos (Sampaio et al., 2008). Contudo, os maiores valores observados no rejeito da mineração e no *topsoil* de canga podem ser indicativos de estresse sobre os microrganismos, uma vez que a reparação dos danos causados por distúrbios no solo requer desvio de energia do crescimento e reprodução para a manutenção celular (Matias et al., 2009). Com isso, segundo estes autores, quando a biomassa microbiana está sob estresse, haverá direcionamento de mais energia para a manutenção celular, em lugar do crescimento, de forma que uma proporção de carbono da biomassa será perdida como CO₂.

CONCLUSÕES

As áreas avaliadas mostraram diferentes valores para o carbono da biomassa microbiana, respiração basal do solo e quociente metabólico.

Para o rejeito da mineração de ferro, os resultados evidenciaram menor teor de carbono da biomassa microbiana e maior quociente metabólico, enquanto que a mata adjacente observou resultados inversos.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Lavras, a VALE S.A. e ao Instituto Tecnológico Vale pela apoio na logística e nas coletas das amostras. Ao Laboratório de Microbiologia do Solo do DCS/UFLA. À Capes, CNPq e FAPEMIG pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON JPE, DOMSCH KH. The metabolic quotient (qCO_2) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. *Soil Biol. Biochem.* 1993; 25:393-395.
- ANTUNES F. Caracterização climática do estado de Minas Gerais. *Informe Agropecuário*, 1986;12:9-13.
- CHAEER GM, TÓTOLA MR. Impacto do manejo de resíduos orgânicos durante a reforma de plantios de eucalipto sobre indicadores de qualidade do solo. *Rev Bras Cienc do Solo*, 2007; 31:1381-1396.



DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL - DNPM. Sumário mineral. Brasília: 2014; 34:144.

ECOLAB- ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL DE CAPÃO XAVIER – EIA. MBR. Relatório. Belo Horizonte, 2002.

GAMA-RODRIGUES EF, BARROS NF, GAMA-RODRIGUES AC, SANTOS GA. Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. Rev Bras Cienc do Solo, 2005; 9:893-901.

ISLAM KR, WEIL RR. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. Agric. Ecosyst. Environ, 2000; 79:9-16.

ISERMEYER H. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Bodenatmung und Karbonate im Boden. Pflanzenernäh Bodenk, 1952; 56:26-38.

MATIAS MCB, SALVIANO AAC, LEITE LFC, ARAÚJO ASF. Biomassa microbiana e estoques de C e N do solo em diferentes sistemas de manejo, no Cerrado do Estado do Piauí. Acta Sci. Agron, 2009; 31:517-521.

PRAGANA RB, NÓBREGA RSA, RIBEIRO MR, LUSTOSA FILHO JF. Atributos biológicos e dinâmica da matéria orgânica em Latossolos Amarelos na região do Cerrado piauiense sob sistema plantio direto. Rev Bras Cienc do Solo, 2012; 36:851-858.

SAMPAIO DB, ARAUJO ASF, SANTOS VB. Avaliação de indicadores biológicos de qualidade do solo sob sistemas de cultivo convencional e orgânico de frutas. Ci. Agrotec., 2008; 32:353-359.

SAVIOZZI A, BUFALINO P, LEVI-MINZI R, RIFFALD R. Biochemical activities in a degraded soil restored by two amendments: A laboratory study. Biol Fertil Soils, 2002; 35:96-101.

SILVA RR, SILVA MLN, CARDOSO EL, MOREIRA FMS, CURI N, ALOVISI AMT. Biomassa e atividade microbiana em solo sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica Campos das Vertentes – MG. Rev Bras Cienc do Solo, 2010; 34:1585-1592.

SKIRY CZ A, CASTILHO A, CHAPARRO C, CARVALHO N, TZOTZOS G, SIQUEIRA JO. Canga biodiversity, a matter of mining Front Plant Sci, 2014;5:1-9.

VANCE ED, BROOKES PC, JENKINSON DS. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. Soil Biol. Biochem, 1987; 19:703-707.

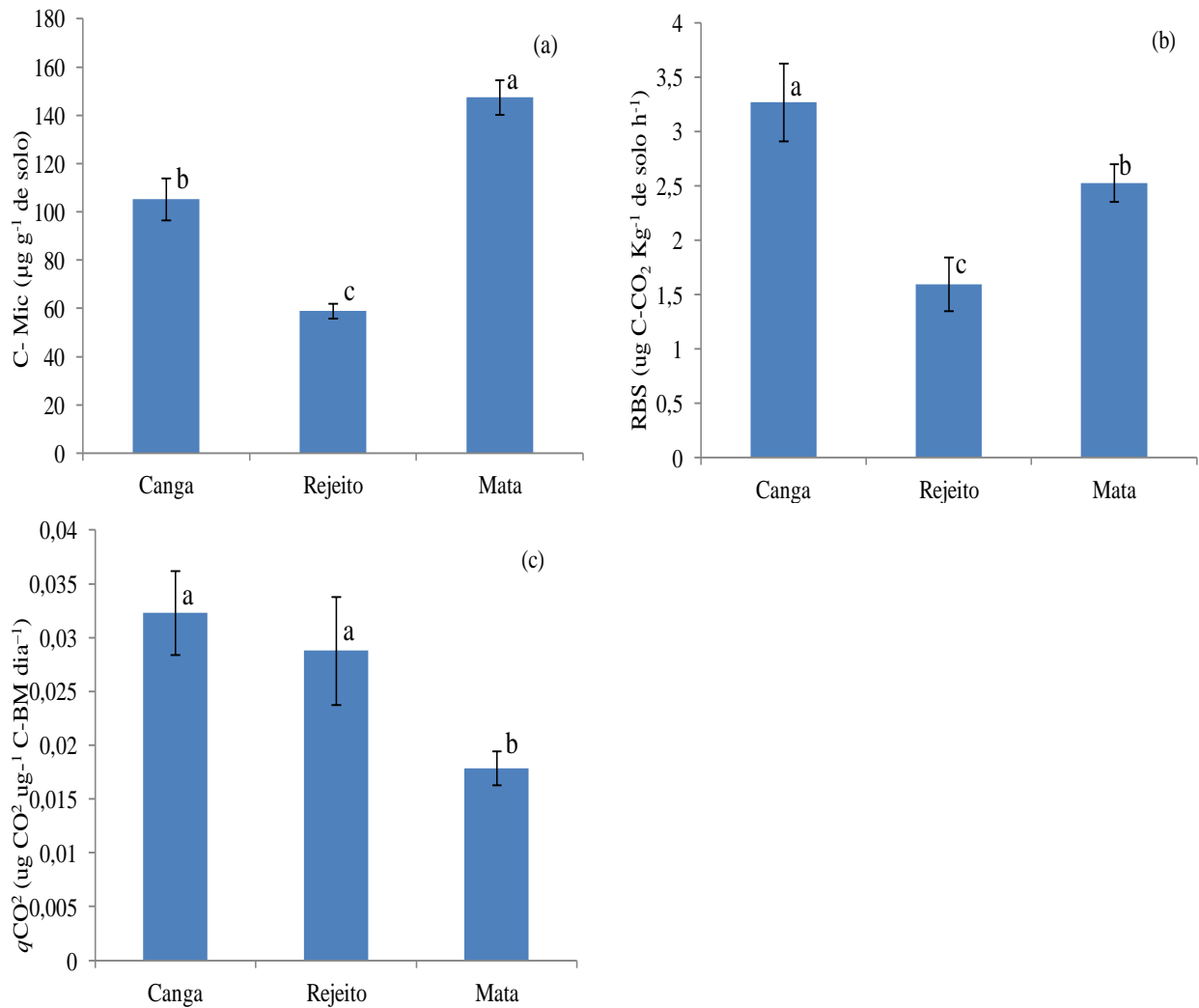


Figura 1 – Carbono da biomassa microbiana- Cmic (a), respiração basal do solo- RBS (b) e quociente metabólico- qCO_2 (c) em áreas de canga, rejeito mineração e mata adjacente. Barras seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %. I- Erro padrão.

Tabela 1. Teores médios das análises químicas do solo nas áreas de canga (CA), rejeito da mineração (RE) e mata adjacente à mineração (MT).

Áreas	pH	K	P	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m	MO	Zn	Fe	Mn
	H ₂ O	..mg dm ⁻³mg dm ⁻³mg dm ⁻³mg dm ⁻³mg dm ⁻³Cmol _c dm ⁻³Cmol _c dm ⁻³%%%%%mg dm ⁻³mg dm ⁻³mg dm ⁻³
CA	5,9	27,3	0,9	0,4	0,2	0,1	3,4	0,6	0,7	4,0	15,8	14,1	3,5	0,5	48,7	15,6
RE	5,2	8,0	10,5	0,2	0,1	0,1	0,9	0,3	0,4	1,2	26,0	23,8	0,4	0,8	22,4	6,6
MT	4,8	32,0	3,1	0,4	1,1	1,1	13,2	1,6	2,7	14,8	10,8	40,2	5,0	3,1	73,6	147,9

M.O- matéria orgânica; SB- soma de bases; t- capacidade de troca de cátions efetiva; T- capacidade de troca de cátions a pH 7,0; m- saturação por alumínio