



## Atividade de Fosfatase Ácida e Alcalina do Solo de Área Minerada em Diferentes Estágios de Regeneração Ambiental <sup>(1)</sup>.

**Evani dos Santos Duarte <sup>(2)</sup>; Márcia Cistina Oliveira Ribeiro <sup>(3)</sup>; Izabelle Gonçalves Melo <sup>(4)</sup>; Gilma Divina Teixeira <sup>(5)</sup>; Ana Maria Faggi <sup>(6)</sup>; Ivanildo Evódio Marriel <sup>(7)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da Embrapa Milho e Sorgo, CNPq e FAPEMIG.

<sup>(2)</sup> Bióloga pela Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira; Universidad de Ciências Empresariales y sociales; Itabira, Minas Gerai, evaniduarte@yahoo.com.br; <sup>(3)</sup> Mestranda em Estudos Ambientales; Universidad de Ciências Empresariales y Sociales; <sup>(4)</sup> Mestranda em Bioengenharia de Sistemas Ecológicos; Universidade Federal de São João Del Rei - UFSJ; Bolsista CAPES; <sup>(5)</sup> Bióloga pela Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, João Monlevade, Minas Gerais; <sup>(6)</sup> Professora Universidad de Ciências Empresariales y sociales; Buenos Aires; <sup>(7)</sup> Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo; Caixa Postal 285, 35701-970, Sete Lagoas, MG.

**RESUMO:** A qualidade biológica do solo representa componente importante da estabilidade e funções de ecossistemas. A atividade de enzimas envolvidas na ciclagem de nutrientes constituem bioindicadores sensíveis para detecção de alterações ambientais em funções de atividade antrópica. O objetivo deste trabalho foi avaliar alterações dos atributos biológicos do solo de áreas mineradas, em diferentes de estágio de recuperação, utilizando se atividades das enzimas fosfatase ácida e fosfatase alcalina como bioindicadores. Foram avaliados cinco sítios de áreas impactadas em diferentes estágios de recuperação, com 1, 5, 10, 15 anos, após a implantação de cobertura vegetal, e uma área adjacente com vegetação nativa, considerada como controle. A revegetação destas áreas foi efetuada utilizando se um coquetel de misturas de deferentes espécies gramíneas e leguminosa. Os maiores níveis de atividade de ambas as enzimas foram detectados na área nativa da Mata Atlântica. As alterações positivas para a atividade da fosfatase ácida em função do tempo de recuperação sugere sua indicação como bioindicador de qualidade do solo e recuperação do solo no ambiente estudado

**Termo de indexação:** recuperação, bioindicadores, enzimas.

### INTRODUÇÃO

As atividades mineradoras, embora importantes do ponto de vista econômico, são práticas que trazem consequências para o ambiente. As áreas tornam-se degradadas, perdendo a vegetação nativa e a fauna, além da remoção ou alteração da camada fértil do solo, causando impacto qualitativo e quantitativo na atividade microbiológica do solo.

A remoção da cobertura vegetal pode afetar as propriedades do solo, especialmente seus atributos biológicos e bioquímicos. Este fato resulta em alterações, da quantidade e qualidade

de matéria orgânica e, conseqüentemente, da fertilidade do solo (Wic Baena, 2013), bem como mudanças no tamanho e atividade da comunidade microbiana do solo (Rietl & Jackson, 2012).

Dentre as propriedades bioquímicas do solo, as enzimas são importantes para catalisar inúmeras reações necessárias para decomposição de resíduos orgânicos, formação da matéria orgânica e estrutura do solo ciclagem de nutrientes (Mendes et al., 2001).

Devido à sensibilidade às variações bióticas e abióticas estes, atributos bioquímicos são considerados como indicadores de qualidade do solo. As fosfatases s são fundamentais na nos processos de transformação de compostos de fósforo orgânico e disponibilizando fontes inorgânicas de P para as plantas (Amador et al., 1997).

Neste trabalho, avaliou-se a atividade das enzimas fosfatase ácida e alcalina em área minerada sob diferentes estágios de recuperação ambiental, como bioindicadores de qualidade do solo.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em área pertencente à VALE S/A, no município de Itabira, MG, com Lat.19°39'28"S e Long. 43°16'07"W, em ambiente dominado por depósitos naturais de minério de ferro, onde predomina o bioma Mata Atlântica.

Foram analisados das enzimas fosfatase ácida e alcalina, em uma área sob diferentes períodos de recuperação ambiental, com 1, 5, 10 e 15 anos após a implantação de um coquetel de sementes de diferentes espécies vegetais (*Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha*, Aveia Preta, Capim Gordura, Capim Jaraguá, Girassol, Nabo Forrageiro, Sorgo, Milheto, Azevem, *Crotalaria ochroleuca*, *Crotalaria juncea*, Mucuna Preta e Feijão Candu), além de uma área adjacente com vegetação nativa, considerada como controle.

No plantio, efetuou-se uma adubação constituída de superfosfato simples, cloreto de



potássio, FTE, ureia, fosfato natural e esterco bovino.

As amostragens de solo para as análises de parâmetros microbiológicos foram efetuadas de acordo com o protocolo preconizado por Barros et al. (2009). Inicialmente, foi feito a limpeza do local de coleta para retirada de vegetação, quando existente e estabelecidos três quadrantes de 3 x 3 m, distantes um do outro, em pelos menos torno de 20 metros. Foram retiradas amostras compostas de três subamostras cada, em duas profundidades (0 a 20 cm e 20 a 40 cm), e colocadas em sacos plásticos com a umidade natural e caixa de isopor com gelo para transporte até o laboratório e conservadas em geladeira, para as determinações microbiológicas.

Antes das análises, as amostras foram passadas em peneira de malha de 2 mm de abertura.

A atividade da fosfatase ácida e alcalina foi determinada segundo as metodologias proposta por Ivani & Tabatabai, (1977). As atividades das fosfatases ácida e alcalina foram determinadas por espectrofotometria, quantificando o *p*-nitrofenol liberado após incubação de 1,0 g de solo em 0,2 mL de tolueno, 4 mL de tampão universal modificado (MUB) pH 6,5 para realização da atividade fosfatase ácida e pH 11 para realização da atividade fosfatase alcalina e 1 mL de solução de *p*-nitrofenil fosfato (0,025 M), a 37°C, por 1 h, em seguida as amostras foram filtradas, e leitura realizada em espectrofotômetro (400 nm). Os valores de atividade foram expressos em mg *p*-nitrofenol g<sup>-1</sup> solo h<sup>-1</sup>.

Os dados das atividades enzimáticas foram submetidos à análise de variância (ANOVA), onde analisaram-se as diferenças das médias dos atributos bioquímicos entre as áreas em cada profundidade, separadamente.

Quando as variáveis foram diferentes estatisticamente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, sendo esses procedimentos realizados com o auxílio do programa estatístico ASSISTAT 7.6.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

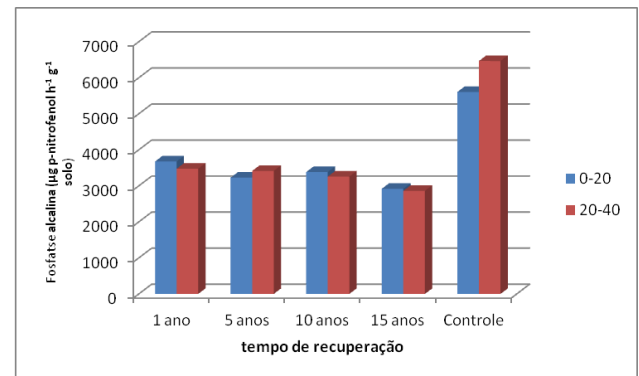
De modo geral, a atividade enzimática das fosfatases alcalina e ácida apresentaram comportamentos similares, uma vez que as diferenças em função do tempo de recuperação foram não significativas, nos dois casos (**Figura 1 e 2**).

Os valores observados oscilaram entre 2212, e 3675 ug NH<sub>4</sub>/h/fg solo, para as enzimas fosfatase ácida e alcalina, respectivamente. Embora não significativas, nota-se tendências de alterações inversas, em função do tempo de recuperação.

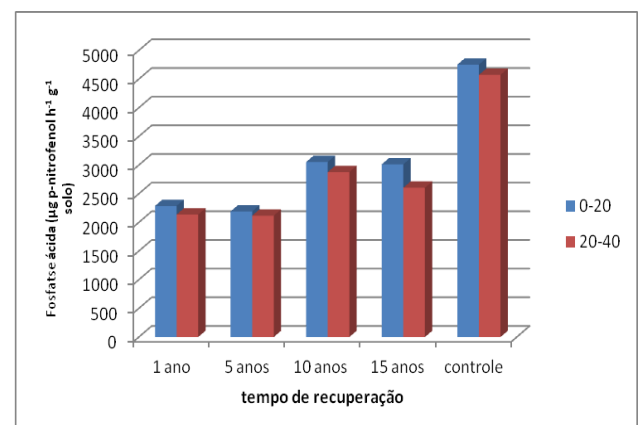
As atividades enzimáticas foram superiores nas amostras do ecossistema Mata Atlântica, considerado como controle. Esses dados corroboram com os relatados por Jakelaitis et al. (2008) e Nunes et al. (2009), que mostram valores mais elevados para essa enzima em solos de floresta nativa. O mesmo foi observado por Evangelista et al. (2012) em solos de vegetação nativa no Cerrado brasileiro.

Esses resultados podem ser explicados pela maior quantidade de nutrientes e principalmente de carbono orgânico (Gatiboni et al., 2008; Lanna et al., 2010).

Diferente do observado neste trabalho, Liu et al. (2008) relatou redução significativa da atividade de fosfatase ácida, e sabe-se que a atividade da fosfatase, em geral, é influenciada pela disponibilidade de P (Nannipieri et al., 1979).



**Figura 1.** Atividade da fosfatase ácida das amostras de solo sob diferentes estágios de recuperação. Valores médios de três repetições.



**Figura 2.** Atividade da Fosfatase Alcalina das amostras nos tratamentos de diferentes estágios de recuperação. Valores médios de três repetições.

As análises estatísticas revelaram que não houve diferenças significativas para a atividade



desta enzima em função dos diferentes estágios de recuperação.

As enzimas são indicadores sensíveis que são utilizados no monitoramento de alterações ambientais, podendo ser utilizada como ferramenta para orientar o planejamento e avaliação de uso e/ou conservação de solos (Doran & Parkin, 2005).

### CONCLUSÕES

Os estudos sobre bioindicadores mostram que os microrganismos do solo, por suas características tais como a abundância e atividade bioquímica e metabólica, além de proporcionar respostas mais rápidas a mudanças no ambiente, apresentam um alto potencial de uso na avaliação da qualidade do solo.

### AGRADECIMENTOS

À Fapemig, CNPq pelo apoio financeiro. À Universidade de Ciências Empresariales y Sociales e a Embrapa Milho e Sorgo pelo apoio estrutural.

### REFERÊNCIAS

DICK, R. P. Soil enzyme activities as integrative indicators of soil health. In: Pankhurst CE, Doube BM, Gupta VVSR, agricultura orgânica sustentável. Embrapa. Brasília, p.435-448. 2005.

DORAN, J. W. PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. Uso de leguminosas herbáceas para adubação verde. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L, ed. Agroecologia; Princípios e técnicas para uma Rietl, A. J; Jackson, C. R. Effects of the ecological restoration practices of prescribed burning and Amador, J.A.A.; Glucksman, M.; Lyons, J.B.; Gorees, H.H. Spatial distribution of soil phosphatase activity within a riparian forest. Soil Sci. Baltimore, v.16, p.808-825, 1997.

GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J; RHEINHEIMER, D. S.; BRUNETTO, G. Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatases ácidas durante a diminuição do fósforo disponível no solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 43, n. 8, p. 1085-1091, 2008.

LANNA, A. C.; SILVEIRA, P. M.; SILVA, M.; FERRARESI, T. M.; KLIEMANN, H. J. Atividade da fosfatase Ácida no solo com feijoeiro influenciado pela cobertura vegetal e sistemas de plantio. Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 34, n. 6, 193. 3-1939p. 2010.

Mechanical thinning on soil microbial enzyme activities and leaf litter decomposition. Soil Biology & Biochemistry, v. 50, p. 47-57, 2012.

Mendes, I.C; Vivaldi, L. Dinâmica da biomassa e atividade microbiana em uma área sob mata de galeria na região do DF. In: Ribeiro, J. F.; Fonseca, C. E. L. da; Sousa silva, J. C. (Ed.). Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria. Planaltina: Embrapa-CPAC, p. 664-687, 2001.

NUNES, L. A. P. L.; DIAS, L. E; BARROS, I. J. N. F.; KASUYA, M. C. M.; CORREIA, E. F. Impacto do monocultivo de café sobre os indicadores biológicos do solo na zona da área remanescente de Cerrado mineira. Ciência Rural, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2467-2474, 2009. (Ed). Biological indicators of soil health. Wellingford: CAB International; p. 121–56. 1997.

Wic Baena, C.; Andrés-Abellán, M.; Lucas-Borja, M.E.; Martínez-García, E.; García-Morote, F.A.; Rubio, E.; López-Serrano, F.R. Thinning and recovery effects on soil properties in two sites of a Mediterranean forest, in Cuenca Mountain (South-eastern of Spain). Forest Ecology and Management, v 308, p. 223–230, 2013.