

Linha Editorial:

Avaliação das características químicas e física do solo em área de extração mineral de ouro na região da Cuamba em Peixoto de Azevedo-MT, Brasil

Lucas Evangelista da Silva (UNIFAMA)*

Julio Cesar Santin (UNIFAMA)**

Resumo: As atividades de mineração de ouro no Estado do Mato Grosso vêm crescendo exponencialmente a cada ano e conseqüentemente a degradação do solo e vegetação vem sofrendo os efeitos que muitas vezes se torna irreversível sua recuperação. O presente trabalho teve como objetivo avaliar e comparar a fertilidade do solo em diferentes ambientes na área de extração mineral de ouro, na antiga área de extração mineral de ouro atualmente desativada, mas contendo pastagem nativa e vegetação nativa às margens do rio Peixoto. Foram realizadas três amostras simples gerando uma amostra composta na profundidade de 0-20 cm totalizando três amostras de solo. Após as coletas foi feito o pré-tratamento das amostras em Terra fina seca ao ar, destorroadas e peneiradas com peneira de 2 mm. Foram avaliados os atributos químicos relacionados à fertilidade do solo [pH água, pH_{CaCl₂}, cátions trocáveis (Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺), acidez trocável (Al³⁺); acidez potencial (H + Al)] e fósforo disponível. A partir dos resultados das análises químicas de solo foram calculados os valores de soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (CTC_{pH7,0}), saturação por alumínio (m) e saturação por bases (V), conforme Lopes e Alvarez (1999). Os resultados foram interpretados utilizando-se os critérios adotados por Souza e Lobato (2004) e Ronquim (2010). O pH em água foi mais alcalino na área de pastagem com 6,2. Na área EMO (extração mineral de ouro) apresentou concentração alta de fósforo (15,4 mg/dm³). As áreas nativa e EMO apresentaram alumínio respectivamente 0,24 e 0,72 Cmolc/dm³. Houve maior porcentagem de areia (48%) em relação a silte e argila nas áreas de vegetação nativa e extração mineral de ouro, sendo as áreas de vegetação nativa e pastagem classificadas como argilosa e área de extração mineral classe textural Franco argilosa. As áreas estudadas apresentaram baixa fertilidade do solo classificando como solos pouco férteis e saturação por alumínio alta na área de extração mineral de ouro e baixa na área nativa.

Palavras-chave: Atributos químico; Degradação; Solo.

*Lucas Evangelista da Silva, graduado em Tecnologia do Agronegócio.

**Engenheiro Agrônomo, Mestre em Ciência do Solo. Atualmente docente do ensino superior na União das Faculdades do Mato Grosso-UNIFAMA, Rua Jequitiba, nº 40, Jardim Aeroporto. Cep.: 78520-000. E-mail: jcsantin@gmail.com

Evaluation of soil fertility in the gold mining of Cuamba in Peixoto de Azevedo-MT, Brazil

Abstract: The Gold mining activities in the State of Mato Grosso have been growing exponentially every year and consequently the degradation of soil and vegetation has suffered the effects that many times its recovery becomes irreversible. The objective of the present work was to evaluate and compare soil fertility in different environments, such as in the area of gold mineral extraction, in the former gold mining area currently deactivated, but containing native pasture and native vegetation on the banks of the Peixoto River. Three simple samples were generated generating a composite sample at depth of 0-20 cm totaling three soil samples. After the samples were collected, the samples were pretreated in fine dry earth in the air, discharged and sifted with a 2 mm sieve. The chemical attributes related to soil fertility (pH water, pHCaCl₂, exchangeable cations (Ca²⁺, Mg²⁺ and K⁺), exchangeable acidity (Al³⁺) were evaluated; potential acidity (H + Al)] and available phosphorus. The values of base sum (SB), cation exchange capacity at pH 7.0 (CTC_{pH7,0}), aluminum saturation (m) and base saturation (V) were calculated from the soil chemical analysis results, according to Lopes and Alvarez (1999). The results were interpreted using the criteria adopted by Souza and Lobato (2004) and Embrapa (2010). The pH in water was more alkaline in the pasture area with 6.2. In the EMO area (mineral extraction of gold) it presented high concentration of phosphorus (15,4 mg/dm³). The native and EMO areas presented aluminum, respectively, 0,24 and 0,72 Cmolc/dm³. The studied areas presented low soil fertility classifying as low fertility soils and high aluminum saturation in the area of gold mineral extraction and low in the native vegetation area. There was a higher percentage of sand (48%) in relation to silt and clay in the native areas and mineral extraction of gold, with native vegetation and pasture areas classified as clayey and mineral extraction area. The studied areas presented low soil fertility classifying as low fertility soils and high aluminum saturation in the area of gold mineral extraction and low in the native area.

Keyword: Chemical attributes; Degradation; Soil.

1. INTRODUÇÃO

Diferentemente da agricultura, da pecuária e outras atividades que causam impactos em grandes áreas, a exploração mineral causa impacto pontual, em pequenas áreas, mas na maioria das vezes de elevada intensidade (PIRES; PIERANGELI, 2011).

Segundo Souza et al. (2008) a atividade garimpeira no município de Peixoto de Azevedo localizado no norte mato-grossense vem atuando frequentemente sobre o leito do rio em suas margens, destruindo não somente as matas ciliares, mas também degradando fortemente o solo da margem do rio, dificultando substancialmente sua recuperação ou regeneração natural.

Durante a instalação de um garimpo, a maior parte da vegetação é suprimida dando espaço para máquinas e outros equipamentos (MIRANDA, 1997). Alterações edáficas, tais como, compactação (RIBEIRO *et al.*, 2006) e drenagem ácida (MELLO; ABRAHÃO, 1998) e remoção da camada fértil resultam na redução da capacidade produtiva dos solos, refletindo no ambiente como um todo.

A degradação do solo é caracterizada pela perda de seus horizontes férteis e por alterações na sua estrutura (CAMPELLO, 1999) como consequência desse processo ocorre o seu empobrecimento, com a diminuição da capacidade produtiva e maiores gastos com a produção agrícola ou com a recuperação. A degradação está associada também à redução da cobertura vegetal, o que geralmente leva à intensificação da erosão e o consequente assoreamento de rios, açudes e reservatórios (DANTAS, 2016).

A degradação pelas atividades de mineração se dá pelos processos de desmatamento e pela geração de uma quantidade significativa de estéreis e rejeitos, subprodutos inerentes ao processo de lavra e beneficiamento do minério, sendo que a disposição destes materiais afeta de forma qualitativa e quantitativa o meio ambiente (DANTAS, 2016).

Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a fertilidade do solo em área de extração mineral de ouro, área nativa e pastagem na região da Cuamba no município de Peixoto de Azevedo-MT.

2. METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido na região da Cuamba uma área de extração mineral de ouro pertencente ao proprietário Adelar dos Santos que fica a 16 km da cidade de Peixoto de Azevedo-MT. Foram determinadas três áreas distintas cujas coordenadas são: área Nativa 10°10'3.17"S e 55° 4'38.87"O; pastagem 10°10'19.91"S e 55° 4'55.79"O e área de extração de ouro 10°10'16.32"S e 55° 5'2.83"O. Devido a poucas informações a respeito da fertilidade do solo em áreas de extração mineral de ouro no município de Peixoto de Azevedo-MT, este estudo consistiu de uma coleta piloto tendo como ponto de partida para que futuros trabalhos que possam dar continuidade mais aprofundada a pesquisa.

O clima da região é o Aw segundo Köppen, tropical chuvoso, com precipitação pluviométrica elevada (entre 2.500 a 2.750 mm); e duas estações bem definidas (chuvas no verão e seca no inverno), o solo da região predominantemente é o Argissolo Vermelho Amarelo, com caráter

alumínico na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (EMBRAPA, 1999). Segundo Ferreira (2001) são classificados como solos Podzólicos vermelhos a amarelos distróficos de textura argilo-arenosa que foram desenvolvidos sobre relevos ondulados.

As amostras de solos foram coletadas no dia 11 de maio de 2018 em três áreas amostrais, área de extração mineral de ouro que se encontra em atividade, antiga área de extração mineral de ouro desativada e recuperada por pastagem e coqueirais por oito anos e uma área de vegetação nativa localizada às margens do rio Peixoto para fins de comparações.

Foram coletadas amostras de solo com o auxílio de um trado holandês, na profundidade de 0-20 cm. As amostras foram analisadas para atributos químicos relacionados à fertilidade do solo conforme Embrapa (1997), sendo determinadas as variáveis: pH em CaCl₂; pH em água; fósforo (P) e potássio (K⁺) extraídos com a solução Mehlich-1; magnésio (Mg²⁺), cálcio (Ca²⁺) e alumínio (Al³⁺) determinados com KCl 1 mol L⁻¹; e fósforo extraídos com a solução Mehlich-1; conforme Alvarez *et al.* (2000). A partir dos resultados das análises químicas de solo foram calculados os valores de soma de bases (SB) e capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (CTCpH7,0), saturação por alumínio (m) e saturação por bases (V), conforme Lopes e Alvarez (1999) e físico para classe textural do solo (areia, silte e argila).

Após as coletas foi feita o pré-tratamento das amostras onde foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas com peneira de 2 mm. As amostras foram etiquetadas, enviadas e analisadas no laboratório de solos da UNEMAT Campus Alta Floresta-MT. As interpretações dos atributos químicos da fertilidade do solo foram feitas utilizando-se os critérios adotados por Souza e Lobato (2004) e Ronquim (2010). A classe textural do solo foi baseado por Gomes e Silva (1995).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As áreas nativa e pastagem foram classificadas como argilosa e a área de extração mineral de ouro como classe textural Franco Argiloso. Com base nas três áreas em estudo foi encontrado maior porcentagem de areia (48%) em relação a silte e argila (Tabela 1).

O conhecimento a respeito da textura do solo é muito importante para sua classificação taxonômica, uma vez que proporciona o entendimento dos processos pedogenéticos que atuam em determinado terreno, considerando que a topografia da paisagem compromete o controle do movimento de água e atributos do solo (CAMPOS *et al.*, 2007).

No trabalho realizado por Souza *et al.* (2016) também é possível observar maior concentração

de areia em vários pontos das áreas de garimpo em estudo. Segundo os mesmos autores, a atividade garimpeira facilita a remoção das partículas mais finas tanto pela água da chuva quanto pelo processo de garimpo em si, que usa fortes jatos de água para desagregação das partículas. A vegetação nativa localizada às margens do rio Peixoto, uma parte sofreu por um processo de atividade garimpeira resultando em uma área menor em relação ao que era antes, essa atividade pode ter influenciado na textura do solo resultando-se em maior porcentagem de areia em relação a silte e argila.

Observou-se que o pH em água na área de vegetação nativa e área de mineração de ouro apresentaram valores 5,4 e 5,6 respectivamente, já a área de pastagem apresentou valor próximo da alcalinidade com 6,2. Quando a extração utilizada é o cloreto de cálcio observou-se os menores valores encontrados na área de vegetação nativa e extração mineral (4,7 e 4,4 respectivamente) (Tabela 1).

Os resultados encontrados neste estudo foram semelhantes ao estudo realizado por Pierangeli *et al.* (2009) exceto na área de vegetação nativa, onde relataram valores médios de pH iguais a 5,6 em área de garimpo de ouro na região do Alto Guaporé; 6,3 em área de pastagem e 6,4 em vegetação nativa.

Tabela 1. Características química e física de três áreas distintas nas profundidades de 0-20 cm

Atributos ⁽¹⁾	Área de vegetação Nativa	Pastagem	EMO ⁽³⁾
Areia (g/Kg)	480	455	480
Silte (g/Kg)	78	103	190
Argila (g/Kg)	442	442	330
pH H ₂ O	5,4	6,2	5,6
pH CaCl ₂	4,7	5,2	4,4
P ⁽²⁾ (mg/dm ³)	7,4	2,2	15,4
K (mg/dm ³)	89	71	17
Ca (Cmol _c /dm ³)	0,52	0,15	0,59
Mg (Cmol _c /dm ³)	0,43	0,12	0,54
Al (Cmol _c /dm ³)	0,24	0,0	0,72
H+Al (Cmol _c /dm ³)	4,23	2,90	1,53
CTC pH7 (Cmol _c /dm ³)	5,4	3,4	2,7
SB (Cmol _c /dm ³)	1,2	0,5	1,2
V (%)	21,8	13,5	43,5
m (%)	16,9	0,0	38,0

⁽¹⁾pH H₂O=potencial hidrogeniônico em água; pH CaCl₂=Potencial hidrogeniônico em cloreto de cálcio; P=Fósforo; K= Potássio; Ca= Cálcio; Mg= Magnésio; Al= Alumínio; H+Al= Acidez potencial; CTC pH7=Capacidade de troca catiônica em pH7; SB= Soma de Bases; V=Saturação por bases; m= Saturação por alumínio. ⁽²⁾ Extrator usado Mehlich.1. ⁽³⁾Extração Mineral de Ouro.

Pierangeli *et al.* (2009) identificaram, por exemplo, que menores valores de pH em solos ocorrem em áreas exploradas pelo garimpo. Os resultados encontrados por Santos *et al.* (2016) em três áreas de garimpo foram encontrados valores de pH variando de 4,6-6,7 na mineração

São Francisco; 6,1-6,5 no garimpo da Lavrinha; e 5,7-7,4 no garimpo Pau a Pique.

Segundo a classificação agrônômica feita por Souza e Lobato (2004) as áreas em estudo apresentaram acidez média na área de vegetação nativa, enquanto nas áreas de pastagem e extração mineral de ouro apresentaram pH adequados.

Conforme a classificação feita por Souza e Lobato (2004) a concentração de fósforo foi alta na área de extração mineral de ouro, média na área de vegetação nativa e baixa na área de pastagem o que torna preocupante uma vez que o fósforo é um dos elementos mais exigidos em maior quantidade pelas plantas, além do nitrogênio e potássio.

A concentração de potássio foram altas na área nativa (89 mg/dm³) e pastagem (71 mg/dm³ Pastagem) e médio na área de extração mineral (17 mg/dm³) quando comparadas com valores descrito por Souza e Lobato (2004) que estabelece alta >80 mg/dm³ quando a CTC_{pH7,0} é igual ou maior que 4 Cmolc/dm³; alta e médio >40 mg/dm³ e entre 16 a 30 mg/dm³ respectivamente quando a CTC_{pH7,0} é menor que 4 Cmolc/dm³.

Para cálcio as concentrações foram baixas nas três áreas (0,52 Cmolc/dm³ AVN; 0,15 Cmolc/dm³ pastagem e 0,59 Cmolc/dm³ EMO). Souza e Lobato (2004) estabelece que valores <1,5 Cmolc/dm³ são considerados concentrações baixas. Já as concentrações de magnésio, consideradas pelos mesmos autores, são baixos quando menores que 0,5 Cmolc/dm³ sendo registrada nas áreas de vegetação nativa (0,43 Cmolc/dm³) e pastagem (0,12 Cmolc/dm³) e adequado entre 0,5 a 2,0 Cmolc/dm³ sendo este registrado na área de extração mineral (0,59 Cmolc/dm³).

As áreas em estudo vem sofrendo com a degradação do solo devido a sua exploração garimpeira. A área de pastagem sofreu com a garimpagem e a 8 anos vem sendo recuperada com vegetação. A área de vegetação nativa sofreu parte da sua área com o desmatamento durante a exploração do ouro as margens do rio Peixoto e a área de extração mineral de ouro na região da Cuamba continua em atividade sendo todo ano parte da área arrendada para exploração.

A concentração de alumínio foi maior na área de extração mineral de ouro (0,72 Cmolc/dm³) e sua acidez potencial (H+Al) foi menor nesta área quando comparado com as demais áreas. A deposição do alumínio na área nativa pode estar sofrendo a influência das cheias do rio em meses de altas precipitações que acaba depositando materiais sobre as margens.

A acidez potencial caracteriza o poder tampão de acidez do solo e sua estimativa acurada é

fundamental para se estimar a capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (CTC) (Campos *et al.* 2017). De acordo com CFSEMG (1999) as áreas de vegetação nativa e pastagem apresentaram acidez média que compreende de 2,5-5,0 Cmolc/dm³ e área de extração mineral de ouro apresentou acidez potencial baixa com concentração que compreende 1,0-2,5 Cmolc/dm³. Esta baixa concentração na área de extração mineral de ouro reflete na lavagem do solo que fazem com que os micro e macronutrientes presentes no solo sejam lixiviados e conseqüentemente favorecendo a presença de hidrogênio e alumínio adsorvidos ao solo tornando-se o meio mais ácido.

Observou-se maior capacidade de troca catiônica (CTC) na área de vegetação nativa e menor na área de extração mineral de ouro. Este menor valor pode estar correlacionado com a degradação do solo, uma vez que a extração do ouro na região do Cuamba ocorre por meio de lavagem do solo.

Quando os valores são comparados com a CFSEMG (1999) as áreas de pastagem e extração mineral de ouro foram classificadas como CTC baixa e área de vegetação nativa CTC média.

A saturação por bases (V) é um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade do solo, sendo utilizada até como complemento na nomenclatura dos solos. Os solos podem ser divididos de acordo com a saturação por bases: solos eutróficos (férteis) = V% \geq 50%; solos distróficos (pouco férteis) = V% $<$ 50%. Na área em estudo a saturação por bases em todas as áreas estiveram abaixo de 50% classificando-os como solos distróficos, ou seja pouco férteis (Tabela 1).

De acordo com a classificação feita por Souza e Lobato (2004), as áreas nativas e de pastagem apresentaram saturação por alumínio classificado como baixa e a área de extração mineral de ouro classificado como alta.

4. CONCLUSÃO

- Houve maior porcentagem de areia (48%) em relação a silte e argila nas áreas de vegetação nativa e extração mineral de ouro, sendo as áreas de vegetação nativa e pastagem classificadas como argilosa e área de extração mineral classe textural Franco argilosa.

-As áreas estudadas apresentaram baixa fertilidade do solo classificando como solos pouco férteis e saturação por alumínio alta na área de extração mineral de ouro e baixa na área de vegetação nativa e pastagem.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ V., H. V.; NOVAIS, R. F.; DIAS, L. E.; OLIVEIRA, J. A. Determinação e uso do fósforo remanescente. **Boletim informativo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 27–32, 2000.

CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; MONTANARI, R.; SIQUEIRA, D. S. Variabilidade espacial da textura de solos de diferentes materiais de origem em Pereira Barreto, SP. *Revista Ciência Agronômica*, v. 38, p. 149-157, 2007.

CAMPELLO, E. F. C. A influência de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio na sucessão vegetal em áreas degradadas na Amazônia 121p. Dissertação (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Pós-Graduação em Ciência Florestal, Viçosa: UFV, 1999.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – CFSEMG. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação/ Antonio Carlos Ribeiro, Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Vitor Hugo Alvarez V. (Eds.) Viçosa, MG: 1999. 359p.

DANTAS, F. D. **Uso de espécies florestais para recuperação de áreas degradadas por atividades mineradoras de ouro**. 107f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Engenharia Florestal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Cuiabá, 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: CNPS, 1997. 212 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa- Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p.129-148.1999.

FERREIRA, J.C.V. Mato Grosso e seus municípios. Cuiabá: Secretaria de Estado da Educação, 2001.p.556 e 557.

GOMES, M. P.; SILVA, A. A. Programa para classificação textural do Solo em Portugal, 1995. Disponível em:<https://nowlin.css.msu.edu/software/triangle_form_pt.html>. Acesso em: 29 de Maio de 2019.

LOPES, A. S.; ALVAREZ V., V. H. Apresentação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª aproximação. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 21-24. MACEDO, J. Os solos da região dos Cerrados. In: ALVAREZ V. V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Ed.). O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa: SBCS 1996. p.135-155.

MELLO, J. W. V.; ABRAHÃO, W. A. P. Geoquímica da drenagem ácida. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. de (Org.). Recuperação de áreas degradadas. Viçosa: SBRAD, 1998. p.46-57.

MIRANDA, J. G. de. A produção de ouro no Estado de Mato Grosso. 1997. 120f. Dissertação (Mestrado em Administração e Política de Recursos Minerais) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

PIERANGELI, M. A. P.; EGUCHI, E. S.; RUPPIN, R. F.; COSTAS, R. B. F.; VIERIA, D. F. 2009. Teores de As, Pb, Cd e Hg e fertilidade de solos da região do Vale do Alto Guaporé, sudoeste do estado de Mato Grosso. **Rev. Acta Amazônica** [online]. V. 39, n. 61, pg. 69. Disponível em <acta.inpa.gov.br/redirect.php?volume=39&edicao=1>. Acessado em 15/05/2019.

PIRES, T. B.; PIERANGELI, M. A. P. Composição Florística e fertilidade do solo no garimpo de ouro da Lavrinha, Pontes e Lacerda, MT, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 6, n. 3, p.239-254, 2011.

RIBEIRO, A. I.; LONGO, R. M.; TEIXEIRA FILHO, A.; MELO, W. J. Diagnóstico de uma área compactada por atividade mineraria, na Floresta Amazônica, empregando métodos geoestatísticos à variável resistência mecânica à penetração do solo. **Rev. Acta Amazônica**, Manaus, v. 36, n. 1, p. 83-90, 2006.

RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26p. Boletim de Pesquisa e desenvolvimento, 8.

SANTOS, S. dos; PIERANGELI, M. A. P.; IGNÁCIO, A. R. A.; SOUZA, C. A. Teores de As, Cd e Pb em solos e sedimentos de áreas de garimpo de ouro nos municípios de Pontes e Lacerda e Nova Lacerda, Vale do Alto Guaporé, MT. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.09, n.06, pg.1805-1814, 2016.

SOUZA, L. C. D.; CARVALHO, M. A. C.; CORRÊA, B. S.; SILVA, M. P. Consequências da atividade garimpeira nas margens do rio Peixoto de Azevedo no perímetro urbano do município de Peixoto de Azevedo-MT. **Rev. De Biologia e Ciências da terra**, V.8, n.2, pg. 1-12, 2008.

SOUZA, D. M.; LOBATO, E. **Cerrado**: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.