

ANÁLISE QUÍMICA DE SEDIMENTOS E SOLOS APÓS IMPACTO DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM SÃO FRANCISCO

José Damato Neto(*), Alan Iatarola Umbelino, Germano Geraldo Cusati, Vinícius Silva Monteiro, Valmir Barbosa Rosado

Fundação Presidente Antônio Carlos – FUPAC, josedamato@yahoo.com.br

RESUMO

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de estudar as alterações promovidas nos solos e nos cursos d'água em áreas afetadas pelo rompimento da Barragem São Francisco da MINERAÇÃO RIO POMBA CATAGUASES LTDA, ocorrido em 10 de janeiro de 2007 no município de Mirai-MG. A barragem era destinada à contenção dos finos do beneficiamento de bauxita, produzido pela operação de deslamagem de minério de bauxita. O trabalho envolveu expedições técnicas com o intuito de percorrer toda a área abrangida estimando o volume de sedimentos depositados e coletando amostras representativas de solos e sedimentos carregados. Dessa maneira, foram amostrados os sedimentos resultantes do rompimento da barragem e solo sob sedimento. Os resultados permitiram concluir que: A) Quimicamente a diferença fundamental entre o depósito e o solo é o teor de matéria orgânica; B) Métodos de recuperação que priorizam a elevação do teor de matéria orgânica deverão ser adotados, visando seu uso agrícola; C) O material depositado não trará consequências danosas à qualidade química do solo.

PALAVRAS-CHAVE: solo, minério, barragem

INTRODUÇÃO

Em 10 de janeiro de 2007, no município de Mirai-MG, ocorreu a ruptura do maciço que formava a Barragem São Francisco da MINERAÇÃO RIO POMBA CATAGUASES LTDA. A barragem era destinada à contenção dos finos do beneficiamento de bauxita, constituídos essencialmente por argila, silte e areia, produzido pela operação de deslamagem de minério de bauxita na instalação de beneficiamento denominada Unidade São Francisco, implantada e operada pela Mineração Rio Pomba Cataguases Ltda.

Quando da ruptura do barramento, houve a extravasão de um grande volume de finos do beneficiamento de bauxita, ou seja, de sedimento na direção das áreas à jusante, o que provocou, além de impactos ambientais e danos materiais, comoção nas populações humanas atingidas. Os efeitos deste incidente foram percebidos a grandes distâncias, tanto no meio rural como nos núcleos urbanos à jusante. Seguiu-se intensa mobilização por parte de órgãos e instituições públicas, das diversas esferas de governo, tanto daqueles ligados ao atendimento emergencial à população, quanto à fiscalização ambiental.

Os sedimentos, principalmente argila, ficaram em suspensão e foram sendo naturalmente depositados ao longo das várzeas. O que levou aos fazendeiros a alegarem que as áreas de várzeas tornaram-se improdutivas.

Quando ocorre incidentes desta natureza é muito importante o diagnóstico das alterações que ocorreram e o entendimento, para que possa ser elaborado um plano de recuperação mais eficiente e sustentável.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi estudar as alterações químicas promovidas nos solos em áreas afetadas pelo rompimento da barragem ocorrido em 10 de janeiro de 2007.

MATERIAL E MÉTODOS

O rio Muriaé nasce na Serra das Perobas, em Mirai (MG), possuindo cerca de 295 Km de extensão, com área de bacia hidrográfica de 7.980 km² e largura média de 40,4 m. Tem como afluentes os rios Fubá, Preto, Glória, Gavião e Carangola e banha os Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, sendo oito municípios, Mirai (MG), Muriaé (MG), Patrocínio do Muriaé (MG), Laje do Muriaé (RJ), Itaperuna (RJ), Italva (RJ), Cardoso Moreira (RJ) e Campos dos Goytacazes (RJ).

Devido às dimensões supracitadas, o objeto deste diagnóstico refere-se à extensão das calhas principais dos Rios Muriaé no trecho mineiro, a qual corresponde a 38,73 km no município de Muriaé e 19,97 km no município de Mirai (Rio Fubá e córrego Bom Jardim), perfazendo uma extensão total de 58,70 km. Este trecho foi avaliado de maneira a serem descritos os impactos do incidente sobre o solo. A averiguação do incidente enfatizou os locais mais afetados, bem como uma visualização global do trecho. Para tanto foram realizadas caminhamentos e, em alguns casos uso de veículos.

O estudo de solos foi realizado por meio de avaliações in loco das áreas afetadas. Para isto foram realizadas expedições técnicas com o intuito de percorrer toda a área abrangida, coletar amostras representativas de solos e sedimentos carreados e medição do volume de sedimentos depositados. Dessa maneira, foram amostrados os sedimentos resultantes do rompimento da barragem e solo sob sedimento. Para distinguir esses sedimentos foi aberto trincheiras com profundidade suficiente para separá-los por diferença bem nítida da cor. Foram utilizados quatro pontos de coleta de solo (P1, P2, P3 e P4).

Os dados obtidos foram sistematizados, estabelecendo-se comparações entre solos da camada superficial em condição original (Solo sob sedimento) e do sedimento depositado.

As análises constaram de pH em água e solução de KCl; Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} - extraídos por KCl e determinados por titulação; Na^+ , K^+ e fósforo disponível - extraídos por Mehlich-1 sendo o último determinado por colorimetria; acidez extraível (H- Al) - extraída com acetato de cálcio a pH 7 e determinada por titulação; C orgânico - pelo método de Walkley-Black (Defelipo & Ribeiro, 1981).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH do solo é um bom indicativo da maior ou menor disponibilidade de nutrientes para as plantas e a possível toxidez por alumínio, sendo valores entre 5,5 e 6,0 ideais para a grande maioria das plantas (Souza et al., 2007). Pode-se verificar que os solos das áreas amostradas, e também dos sedimentos, apresentam pH próximo aos valores agronomicamente recomendados (Quadro 1), porém os valores do pH dos sedimentos em todos os pontos são superiores os do solos sob sedimentos. Estes resultados demonstram que os solos locais apresentam pH próximo da neutralidade e que o tratamento do efluente na lagoa visando à floculação de sólidos pela aplicação de sulfato de alumínio com posterior correção com cal pode ter contribuído para elevação do pH do material sedimentado a valores próximos daqueles agronomicamente pretendidos. Outra possibilidade é o fato de que os solos sob sedimento conterem teores relativamente maiores de matéria orgânica (Quadro 2) o que pode proporcionar uma ligeira acidificação devido a ionização do H de grupos fenólicos, carboxílicos e, principalmente, de álcoois terciários da matéria orgânica (McBride, 1994). Em outras palavras, o complexo orgânico funciona como ácido mais forte. Isto significa que solos que possuem mais matéria orgânica podem desenvolver pH mais baixo que os solos mais minerais (Brady, 1989), considerando que ambos tenham valores de saturação de bases próximos. Estes valores de pH refletem-se na atividade nula ou muito pequena de alumínio na solução do solo, que foi confirmado pela determinação do Alumínio trocável (Quadro 1). Desta maneira a correção do solo nas áreas atingidas deverá ser feita mais com o intuito de fornecimento de cálcio e magnésio que para correção do alumínio trocável ou elevação do pH.

Os teores de fósforo para as amostras coletadas, de maneira geral, são considerados muito baixos (inferiores a 4 mg dm^{-3}) (CFSEMG, 1999). Deve-se lembrar que o material aportado em razão do incidente é de mesma origem do material de formação do solo e estes são pobres em P. Assim, a adição de fertilizante rico em P é condição necessária para restabelecimento da produtividade das áreas atingidas. O uso, por exemplo, de silicatos favorecerá a liberação de P para a solução do solo, pois o silicato compete com o fosfato pelos mesmos sítios de troca no solo, aumentando a liberação do último.

Quadro 1. Teores de pH, P, K, Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ em amostras de sedimentos e de solos na área de influência do incidente ocorrido em 10 de janeiro de 2007 na MINERAÇÃO RIO POMBA CATAGUASES Ltda.

Amostra	Identificação	PH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺
		Água	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	cmolc dm ⁻³	cmolc dm ⁻³	cmolc dm ⁻³
P1	Sedimentos	5,31	1,9	69	0,85	0,40	0,00
	Solo sob Sedimentos	4,86	2,4	57	1,08	0,40	0,10
P2	Sedimentos	5,47	2,7	109	0,97	0,46	0,00
	Solo sob Sedimentos	5,25	2,6	75	0,54	0,19	0,19
P3	Sedimentos	5,63	2,7	60	0,62	0,31	0,00
	Solo sob Sedimentos	5,13	4,1	43	0,70	0,29	0,05
P4	Sedimentos	5,60	2,6	40	0,65	0,31	0,00
	Solo sob Sedimentos	4,88	1,9	26	0,88	0,42	0,29

Quanto ao potássio, os teores são classificados como médio (41 – 70 mg dm⁻³) quanto a fertilidade (CFSEMG, 1999) com exceção do ponto 4 em que foram classificadas como baixo (16 – 40 mg dm⁻³) tanto para a amostra de sedimento quanto para o solo sob sedimento. Na área minerada observou-se a presença de Feldspato-potássio e muscovita na profundidade onde se encontra a bauxita, podendo-se atribuir ao material de origem os valores de potássio no sedimento.

Os teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ estão em níveis baixo quanto à fertilidade (CFSEMG, 1999) tanto nas amostras de sedimento quanto do solo sob sedimento (Quadro 1) não tendo diferença expressiva entre as amostras de um mesmo ponto. Recomenda-se uma correção da deficiência destes elementos nas áreas analisadas com calcário, garantindo um bom e vigoroso desenvolvimento vegetal.

Os resultados apresentados no Quadro 1 indicam que após as correções e adubações, aliadas à incorporação destes materiais e de matéria orgânica ao solo, a recomposição paisagística tanto natural quanto a induzida pelo homem será favorecida. Pode-se observar que, em termos químicos, haverá um substancial enriquecimento do ambiente e as plantas tenderão a responder mais rapidamente no sentido de revegetação. Com o passar do tempo, haverá a formação de material orgânico autóctone que acelerará a formação e desenvolvimento de estrutura física do solo. Os resultados indicam que o material depositado apresenta condições de fertilidade semelhante e, para alguns elementos, melhor que as próprias condições anteriores.

Os teores de matéria orgânica são baixos e variaram de 1,04 a 1,7 dag kg⁻¹ em todas as amostras dos sedimentos para todos os pontos. Com relação ao solo sob sedimento os teores de MO variaram de médio a alto (Quadro 2). O baixo teor de MO nos sedimentos constitui o principal dano provocado pelo acúmulo de sedimento nas várzeas, sobre o solo natural, uma vez que um dos principais processos físicos para o solo (agregação) depende da MO (Santos & Camargo, 2000). A partir do efeito sobre a agregação do solo, indiretamente são afetados outros atributos físicos do solo, como a densidade, a porosidade, a aeração, a capacidade de retenção e a infiltração de água, entre outras, que são fundamentais à capacidade produtiva do solo. Após a aproximação das partículas minerais, a MO apresenta importância fundamental como um dos fatores determinantes da estabilização dos agregados. Resultados semelhantes têm sido encontrados por outros autores (Roth et al., 1991; Angers, 1992; Borges et al., 1997; Silva & Mielniczuk, 1997) que observaram a importância da MO na estabilidade dos agregados.

Quanto à acidez potencial (H+Al) todos estão em níveis baixos (quanto à fertilidade (CFSEMG, 1999), mas vale salientar que o solo apresentou valores mais altos que o sedimento acompanhando os valores de Matéria Orgânica (P2 > P1 > P4 > P3) indicando que pode haver uma correlação positiva entre MO e H+Al.

Quadro 2. Valores de H+Al, SB, CTC (t), CTC (T), V, P-rem e MO em amostras de sedimentos e de solos na área de influência do incidente ocorrido em 10 de janeiro de 2007 na MINERAÇÃO RIO POMBA CATAGUASES Ltda.

Amostras	Identificação	H+Al cmolcdm ⁻³	SB cmolcdm ⁻³	(t) cmolcdm ⁻³	(T) cmolcdm ⁻³	V %	P-rem mgL ⁻¹	MO dag kg ⁻¹
P1	Sedimento	0,8	1,43	1,43	2,23	64,1	5,9	1,04
	Solo sob sedimento	2,1	1,63	1,73	3,73	43,7	14,1	3,91
P2	Sedimento	1,0	1,71	1,71	2,71	63,1	7,4	1,70
	Solo sob Sedimento	2,6	0,92	1,11	3,02	30,5	10,9	4,43
P3	Sedimento	0,8	1,08	1,08	1,88	57,4	6,0	1,30
	Solo sob Sedimento	0,8	1,10	1,15	1,90	57,9	11,8	2,22
P4	Sedimento	1,0	1,06	1,06	2,06	51,5	6,1	1,43
	Solo sob Sedimento	1,8	1,37	1,37	3,47	39,5	16,9	3,26

Obs.: SB – soma de bases; CTC (t) – Capacidade de troca catiônica efetiva; CTC (T) – capacidade de troca catiônica a pH 7; V – Índice de saturação de bases; P-rem – fósforo remanescente; MO (matéria orgânica) – C.Org x 1,724 Walkley-Black.

As características apresentadas no Quadro 2 indicam que as amostras de solo e de sedimento apresentam baixa fertilidade, necessitando ser melhorado, o que será obtido com a correção do solo utilizando a aplicação de fertilizante e uma fonte de material orgânico, com posterior incorporação. Estas operações garantirão um ambiente produtivo agronomicamente.

CONCLUSÕES

Quimicamente a diferença fundamental entre o depósito e o solo é o teor de matéria orgânica. Métodos de recuperação que priorizam a elevação do teor de matéria orgânica deverão ser adotados, visando seu uso agrícola. O material depositado não trouxe consequências danosas à qualidade química do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANGERS, D.A. Changes in soil aggregation and organic carbon under corn and alfafa. Soil Sci. Soc. Am. J., 56:1244-1249, 1992.
2. BORGES, E.N.; Lombardi Neto, F.; Corrêa, G.F.; Costa, L.M. Misturas de gesso e matéria orgânica alterando atributos físicos de um latossolo com compactação simulada. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.21, n.1, p.125-130, 1997.
3. BRADY, N.C. Natureza e propriedades dos solos. 7.Ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos. 878p. 1989.
4. CFSEMG – Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5º Aproximação. RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. Viçosa-MG. 359p.1999.
5. DEFELIPO, B.V., RIBEIRO, A.C. Análise Química do Solo. Viçosa - MG, UFV, 17p.1981.(boletim de extensão 29).
6. McBRIDE, M.B. Environmental chemistry of soils. Oxford, Oxford Press University, 1994. 406p.
7. ROTH, C.H.; CASTRO FILHO, C. & MEDEIROS, G.B. Análise de fatores físicos e químicos relacionados com a agregação de um Latossolos Roxo distrófico. R. Bras.Ci. Solo, 15:241- 248, 1991.



8. SANTOS, G.A.; & CAMARGO, F.A.O. Macromoléculas e substâncias húmicas. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Gênese, 2000. p.27-40
9. SILVA, I.F. & MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. R. Bras. Ci. Solo, 21: 113-117, 1997.
10. SOUSA, D.M.G.; MIRANDA, L.N.; & OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J.C.L. Eds. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.205-274. 2007.