

Caracterização de lodo de uma estação de tratamento de efluentes de um laboratório de análises de solos.

Keila Fernanda Soares Hedlund¹, Arci Dirceu Wastowski², Genesio Mario da Rosa³, Tainara Casa Nova Silva⁴, Gilneia Mello do Amaral⁵

¹Universidade Federal de Santa Maria (keilahedlund@hotmail.com)

²Universidade Federal de Santa Maria (wastowski@uol.com.br)

³Universidade Federal de Santa Maria (genesiomario@yahoo.com.br)

⁴Universidade Federal de Santa Maria (tainaracasanova@gmail.com)

⁵Universidade Federal de Santa Maria (gil.a@hotmail.com)

Resumo

O efluente produzido em um laboratório de análises de solos passa por um tratamento químico-físico, onde são gerados dois sub-produtos, o efluente tratado e o lodo. O objetivo do presente trabalho foi caracterizar o lodo gerado na unidade de tratamento, através da caracterização dos elementos químicos constituintes, por meio da técnica de Espectrometria de Fluorescência de Raios X por Energia Dispersiva (EDXRF). O lodo apresentou altas concentrações de constituintes químicos. Com base na resolução CONAMA Nº 420, percebe-se que os elementos químicos cobre (Cu), cromo (Cr) e molibdênio (Mo) encontraram-se acima dos valores permitidos pela legislação para pelo menos um dos ambientes (agrícola, residencial e/ou industrial), demonstrando que o lodo produzido na estação não pode ser descartado em ambiente impróprio.

Palavras-chave: Laboratório de análises de solos. Caracterização de lodo. Elementos químicos.

Área Temática: Impactos Ambientais.

Characterization of a sludge treatment plant effluent of a laboratory analysis of soils.

Abstract

The effluent produced in a laboratory analysis of soil undergoes a physical-chemical treatment, which generate two sub-products, the treated effluent and sludge. The objective of this study was to characterize the sludge generated in the treatment unit, through the characterization of the constituent elements by means of the technique of Fluorescence Spectrometry Energy Dispersive X-ray (EDXRF). The sludge showed high concentrations of chemical constituents. Based on the Resolution CONAMA No. 420, it is clear that the chemical elements copper (Cu), chromium (Cr) and molybdenum (Mo) were found above the values allowed by law for at least one of the environments (agricultural, residential and / or industrial), demonstrating that the sludge produced at the station can not be discarded in improper environment.

Key words: *Les analyses de laboratoire des sols. Characterization of sludge. Chemical elements.*

Theme Area: *Environmental Impacts.*

1 Introdução

Decorrente do processo de industrialização e urbanização, ocorridos especialmente no último século, a geração de resíduos aumentou e mudou tanto quantitativamente como qualitativamente, consequentemente acarretando problemas ambientais, pois os processos naturais de dispersão, diluição e degradação deixam de ser suficientes (MANOSSO, 2006). Atualmente busca-se constantemente otimizar os processos produtivos através da implantação de tecnologias mais eficientes para o tratamento de seus efluentes, visando à redução da concentração desses elementos tóxicos (FERNANDES & MAINIER, 2009). Assim, a partir das pressões sociais e governamentais para que as indústrias adequam o sistema de produção com transparência ambiental, às universidades, em seus laboratórios, trabalham associadas para o desenvolvimento de pesquisas ligadas ao tratamento de resíduos, à descontaminação de solos e águas e à redução de emissões atmosféricas (ALVES *et al.*, 2005).

Contudo também são gerados resíduos em laboratórios que podem ser prejudiciais ao homem e ao meio ambiente, de acordo com Gerbase *et al.* (2005) os resíduos gerados nos laboratórios são diferenciados dos gerados nas indústrias, uma vez que apresentam baixo volume, e grande diversidade de composições, desta maneira dificultando a escolha do tratamento ou/e uma disposição final adequada para todas as substâncias. Os reagentes químicos são empregados praticamente em todo o experimento de laboratório, gerando desta forma algum tipo de resíduos com soluções ácidas e alcalinas, solventes orgânicos e substâncias químicas perigosas, como os metais pesados tóxicos (ALVES *et al.*, 2005).

Os metais tóxicos são substâncias tóxicas que provocam a poluição ambiental, tais espécies químicas podem ser encontradas no ar, devido a incineração de lixo que provoca de cinzas ricas em metais, ou no solo e corpos d'água devido a emissão de efluentes industriais, principalmente os provenientes de indústrias metalúrgicas e, também por laboratórios que não efetuam o tratamento do efluente (TARLEY; ARRUDA, 2003).

Sabe-se que certas concentrações de metais pesados podem ser prejudiciais tanto para a biota quanto para os seres humanos, de acordo com Moreira e Moreira (2004) os metais pesados tem alto poder deletério, uma vez que podem danificar toda e qualquer atividade biológica, tendo, por exemplo, como resposta biológica a potencial susceptibilidade de todos os sistemas enzimáticos. Como os metais tóxicos não se degradam biológica ou quimicamente, diferente das substâncias orgânicas, estes configuraram elementos nocivos ao homem e ao ambiente, ocasionando grande preocupação devido seu efeito tóxico (TARLEY; ARRUDA, 2003).

Dentre as alternativas para o controle da poluição a “redução na fonte” e a “reciclagem/reuso/recuperação” são as que apresentam maior utilização. O tratamento do efluente de laboratório quase não é aplicado nos resíduos gerados, os quais na maioria das vezes são segregados, armazenados e transportados, sem muita preocupação com o tratamento e/ou disposição dos mesmos (ALVES *et al.*, 2005). Sem contar que a maioria das vezes o resíduo gerado é simplesmente descartado no lixo comum ou na rede de esgoto local pela pia do laboratório, sem qualquer tratamento prévio (ALVES *et al.*, 2005; GERBASE *et al.*, 2005).

Atualmente a neutralização/precipitação química é o tratamento de efluentes de laboratório mais utilizado, sendo este destacado por possuir baixo custo, onde através da adição de hidróxido de sódio (NaOH) o pH do efluente é neutralizado, ocorrendo a formação de precipitados de hidróxidos metálicos (TARLEY & ARRUDA, 2003).

Neste cenário é de fundamental importância a verificação de constituintes químicos no meio, segundo Wastowski *et al.* (2010), a espectrometria de fluorescência de raios X por energia dispersiva – EDXRF é uma técnica que dever ser destacada para a obtenção de informações qualitativas e quantitativas da composição de amostras. Ocupando um local de

destaque pela obtenção de resultados rápidos (de constituintes metálicos e não-metálicos) e por ser uma técnica não destrutiva de amostras, onde a energia da radiação é utilizada diretamente na identificação de espécies químicas em questão (NAGATA *et al.*, 2001).

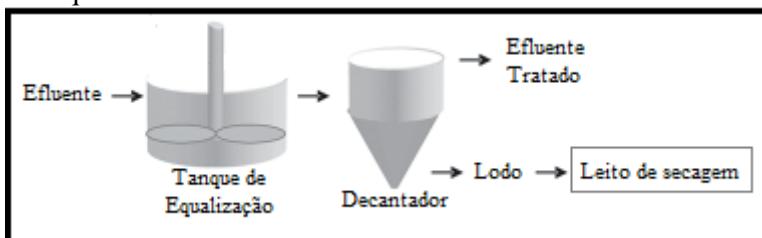
Deste modo o presente trabalho teve como objetivo caracterizar o lodo gerado em uma estação de tratamento de efluentes de um laboratório de análises de solos, através da caracterização dos elementos químicos constituintes no lodo, por meio da técnica de Espectrometria de Fluorescência de Raios X por Energia Dispersiva (EDXRF).

2 Metodologia

O experimento foi realizado no Laboratório de Análises e Pesquisas Químicas (LAPAQ – CESNORS/UFSM), onde foram desenvolvidos os procedimentos para a caracterização do lodo. O lodo de efluente caracterizado no presente estudo provém de laboratório de análise de solos, onde são realizadas técnicas de caracterização deste, as quais utilizam diversos elementos que podem ser prejudiciais ao meio ambiente, como os metais pesados tóxicos.

Todo o efluente gerado no laboratório de análise de solos é encaminhado, por tubulação, para a unidade de tratamento de efluente. A unidade trabalha com pequena vazão, e é composta por um tanque de equalização, com capacidade de 5 mil litros, seguido por um decantador, como ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Esquema do tratamento de efluentes do laboratório de análises de solos.



O sistema empregado para o tratamento do efluente gerado no laboratório é caracterizado por neutralização/precipitação química, onde no tanque de equalização são adicionados alcalinizantes (aumentam o pH e precipita os metais) e polímeros, que coagulam as partículas suspensas no efluente. O efluente gerado no laboratório é composto por solos, água e produtos químicos, entre eles metais pesados, que são utilizados nas análises laboratoriais. Quando o tanque de equalização é completo pelo efluente são adicionados os produtos químicos e em seguida o efluente é conduzido para o decantador, o qual gera dois sub-produtos o efluente tratado e o lodo. O efluente tratado no sistema recebe como destinação a infiltração no solo, ou é reutilizado em lagos alocados no próprio pátio da unidade de tratamento. Já o lodo proveniente do decantador é acondicionado em leitos de secagem, e posteriormente é encaminhado para aterro sanitário licenciado.

A coleta do lodo ocorreu no leito de secagem da estação de tratamento, com o auxílio de pás. O lodo coletado foi homogeneizado e armazenado em galões, no laboratório, a temperatura ambiente. Em seguida foi determinada a umidade do lodo, onde foram coletas três amostras em cadinhos, que após pesados foram submetidos à estufa em temperatura de 150 °C durante 24 horas, após este período os cadinhos foram armazenados em dessecadores e depois de frios foram pesados, as amostras retornaram a estufa e o procedimento foi repetido até ocorrer a estabilidade do peso seco do cadinho mais a amostra.

Ainda foram coletadas duas amostras de lodo homogeneizado, que após o período de 48 horas em estufa a 50 °C foram maceradas e posteriormente submetidos a caracterização

dos elementos químicos constituintes, por meio do Shimadzu EDX-720, através da técnica de Espectrometria de Fluorescência de Raios X por Energia Dispersiva (EDXRF). Para cada análise no equipamento foram utilizadas aproximadamente 3 g de lodo, alocado em uma cela de polietileno com 32 mm de diâmetro externo e 23 mm de altura com o fundo revestido de um filme de Mylar® de 6 µm de espessura.

3 Resultados

O teor de umidade apresentada pelo lodo de efluente de laboratório, no dia de sua coleta, foi de 36,33%. Segundo Von Sperling (2005) a umidade influencia diretamente nas propriedades mecânicas do lodo, sendo que estas podem interferir no manuseio e disposição final deste. Como o lodo apresentou um teor de umidade de 36,33%, consequentemente o teor de sólidos secos foi de 63,67%, assim a propriedade mecânica do lodo, de acordo com Von Sperling (2005), se enquadra como lodo em grânulos.

Qualquer sistema que empregue em uma de suas etapas o processo físico-químico produz lodo químico, o qual pode ser proveniente de decantador primário (VON SPERLING, 2005), então o lodo produzido na estação de efluentes do laboratório de análises de solos é enquadrado como lodo químico.

Na caracterização dos teores de elementos químicos do lodo de efluente através do EDXRF, verificou-se a presença de 19 elementos, em ambas as amostragens, e suas respectivas repetições, sendo estes, ordem decrescente de quantidade ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) presente no lodo de efluente: silício (Si), ferro (Fe), alumínio (Al), magnésio (Mg), cálcio (Ca), titânio (Ti), cromo (Cr), enxofre (S), fósforo (P), potássio (K), manganês (Mn), vanádio (V), zircônio (Zr), cobre (Cu), molibdênio (Mo), zinco (Zn), estrôncio (Sr), nióbio (Nb) e ítrio (Y).

Como pode ser observado no Quadro 1 a concentração dos elementos variaram de 81.974,02 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, para silício, até 24,95 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, para ítrio. A grande variedade de elementos químicos encontrados no lodo, e suas altas concentrações, se devem principalmente por três fatores: a utilização de produtos químicos durante o tratamento do efluente; o emprego de substâncias químicas para a caracterização de solos e elementos naturalmente encontrados em solos.

Quadro 1 – Teores de elementos químicos do lodo de efluente, obtidos através de espectrometria de fluorescência de raios X por energia dispersiva (EDXRF).

Elementos	Concentração ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	Elementos	Concentração ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
Silício (Si)	81.974,02	Manganês (Mn)	1.417,56
Ferro (Fe)	78.050,57	Vanádio (V)	588,79
Alumínio (Al)	57.938,78	Zircônio (Zr)	1.667,15
Magnésio (Mg)	20.878,27	Cobre (Cu)	209,11
Cálcio (Ca)	16.419,78	Molibdênio (Mo)	113,43
Titânio (Ti)	16.186,35	Zinco (Zn)	108,47
Cromo (Cr)	5.671,02	Estrôncio (Sr)	47,13
Enxofre (S)	5.362,09	Nióbio (Nb)	29,39
Fósforo (P)	2.509,20	Ítrio (Y)	24,95
Potássio (K)	2.005,64		

Com base nos dados da resolução CONAMA 420 de 2009 que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas pode-se perceber que o elemento (Tabela 1) cromo (Cr) encontra-se acima dos valores permitidos pela

legislação para o ambiente agrícola, residencial e industrial. Já o elemento químico cobre (Cu), encontra-se em valores acima do estabelecido apenas para propriedade agrícola e o molibdênio (Mo) para propriedade industrial. Contudo o elemento zinco (Zn) encontra-se presente em concentrações abaixo do estabelecido pela resolução. Os demais elementos químicos presentes no lodo de efluente não são abrangidos ou não apresentam limite máximo de concentração segundo a resolução CONAMA 420.

Tabela 1: Teores de elementos químicos do lodo de efluente e teores permitidos pela resolução CONAMA 420 em solos.

Elementos	Investigação - CONAMA 420 (mg.kg⁻¹)			Lodo de efluente (mg.kg⁻¹)
	Agrícola	Residencial	Industrial	
Cobre (Cu)	200	400	600	209,11
Cromo (Cr)	150	300	400	5.671,02
Molibdênio (Mo)	50	100	120	113,43
Zinco (Zn)	450	1000	2000	108,47

O elemento químico que apresentou maior concentração acima do estabelecido na resolução foi o cromo (Cr), que mesmo no pior cenário apresenta concentração cerca de 1500% a mais que o permitido. Sabe-se que a disposição e destinação final ambientalmente adequada de resíduos objetiva evitar problemas negativos ao meio ambiente e a saúde pública, como a poluição de rios e do solo. Assim, devido a presença de constituintes tóxicos no lodo proveniente do efluente de laboratório de análise de solos, deve-se estudar à melhor destinação para o lodo produzido na estação.

Conclusão

A técnica de Espectrometria de Fluorescência de Raios X por Energia Dispersiva (EDXRF) se mostrou satisfatória para a identificação dos constituintes químicos do lodo, onde foram identificados 19 elementos químicos, dos quais o cobre (Cu), cromo (Cr) e molibdênio (Mo) encontraram-se acima dos valores permitidos pela resolução CONAMA Nº 420 para pelo menos um dos ambientes (agrícola, residencial e/ou industrial).

Atribuem-se as altas concentrações de constituintes químicos, aos produtos empregados no tratamento do efluente, a utilização de produtos químicos usados nas análises laboratoriais e ainda deve-se considerar a presença de elementos químicos naturalmente encontrados em solos da região. O lodo produzido na estação não pode ser descartado em ambiente impróprio, devendo receber uma disposição final ambientalmente adequada.

Referências

ALVES, L. de C.; CAMMAROTA, M. C.; FRANÇA, F. P. de. **Inibição de lodo biológico anaeróbio por constituintes de efluente de laboratório de controle de poluição.** Eng. sanit. ambient. v.10, n. 3, 236-242, 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2009. **Resolução Conama nº 420.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>>. Acesso em 25/08/2013.

4º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Fiema Brasil - Bento Gonçalves – RS, Brasil, 23 e 25 de Abril de 2014

FERNANDES, L. H.; MAINIER, F. B. **Processo Eletroquímico: Opção para a remoção do metal cádmio de efluentes industriais.** XI ENGEMA, Fortaleza, de 3-5 de novembro de 2009. Disponível em: <http://engema.org.br/upload/pdf/edicoesanteriores/XI/ENGEMA2009_131.pdf>. Acesso em: 14 de mar. 2013.

GERBASE, A. E.; COELHO, F. S.; MACHADO, P. F. L.; FERREIRA, V. F.; **Gerenciamentos de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. Química.** Nova, v. 28, n. 1, 3, 2005.

MANOSSO, H. C. **Desenvolvimento de eletrodos de troca iônica eletroquímica para o tratamento de rejeito contendo íons crômio ou césio.** Tese em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear. Instituto de pesquisa energética e nuclear autarquia associada à Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

MOREIRA F. R.; MOREIRA J. C. **Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde.** Rev. Panam Salud Publica, v. 15, n. 2, 119–29, 2004.

NAGATA, N.; BUENO, M. I. M. S.; PERALTA-ZAMORA, P. G. **Métodos matemáticos para correção de interferências espectrais e efeitos interelementos na análise quantitativa por fluorescência de raios-x.** Química Nova, v. 24, n. 4, 531 – 539. 2001.

TARLEY, C. R. T.; ARRUDA, M. A. Z. **Adsorventes naturais: potencialidades e aplicações da esponja natural (*Luffa cylindrica*) na remoção de chumbo em efluentes de laboratório.** Revista Analytica, n. 4, 25-31, 2003.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3º Ed. Vol. 1. Belo Horizonte: Departamento de Eng. Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005.

WASTOWSKI, A. D.; da Rosa, G. M.; Cherubin, M. R.; Rigon, J. P. G. **Caracterização dos níveis de elementos químicos em solo, submetido a diferentes sistemas de uso e manejo, utilizando Espectrometria de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva (EDXRF).** Química Nova, v. 33, n. 7, 1449 – 1452. 2010.