CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 - Conclusões

Os resultados dos ensaios de sorção de contaminantes (equilíbrio em lote ou *Batch Test*) pelo Método CSI indicaram a capacidade do uso do solo argiloso do Aterro Sanitário de Rio das Ostras como tratamento dos três lixiviados para redução de cor e de valores de DQO das concentrações dos íons amônio, potássio, sódio.

Estes resultados se mostraram promissores, principalmente para redução de cor e redução da concentração do íon cálcio. Os valores de redução de cor ultrapassam 50% para os lixiviados das três localidades. Os maiores valores de redução de cor, em média 60%, puderam ser observados nos ensaios utilizando o lixiviado do Aterro de Morro do Céu. A redução da concentração do íon cálcio ficou acima de 70%, tanto no Aterro de Morro do Céu quanto no de Rio das Ostras. Outro parâmetro, com destaque, foi a redução na faixa de 50 - 60 % dos valores de DQO no lixiviado de Rio das Ostras e com cerca de 30% em Morro do Céu. A redução de cor e dos valores de DQO para o caso do aterro de grande porte foi avaliada pelo Método ECI de sorção de contaminantes onde a concentração de lixiviado foi mantida e variou-se a concentração de solo. Nesse procedimento, a redução de cor variou de 65 a 80%, apresentando uma tendência ao uso de concentrações de solo na faixa de 1 a 5 g/l. A capacidade de sorção do solo para os compostos que dão origem a cor foi de aproximadamente 30 mg-Pt/g solo.

Os resultados indicam que um solo argiloso como do Aterro de Rio das Ostras pode ser parte de um processo de tratamento de lixiviado integrado, principalmente na etapa de polimento (etapa final).

Os ensaios de difusão realizados resultaram em coeficientes de difusão molecular (D_e) simulados pelos modelos computacionais POLLUTE, versão 7, e do MPHMTTP (Multi Phase Heat and Mass Transfer Program) para o solo e o lixiviado do Aterro Sanitário de Rio das Ostras. Os D_e dos íons cloreto e sódio foram respectivamente 0,065 e 0,6 m²/ano, quando se utilizou MPHMTTP e 0,06 e 0,03 m²/ano, quando utilizou POLLUTE; e o D_e para os íons amônio e potássio determinado foi 0,1 e 0,08 m²/ano para o POLLUTE e 0,1 e 0,09 m²/ano para o MPHMTTP, o que indicou um bom ajuste para os dois modelos computacionais. Nenhum dos dois modelos apresentou ajuste satisfatório para o íon cálcio. Foi encontrada uma redução

de cor do lixiviado na faixa de 30% durante a difusão um valor menor do que o encontrado nos ensaios de sorção.

5.2 Sugestões

Os ensaios de redução de cor permitem algumas linhas de atuação: estudo do efeito da variação da concentração na faixa de 1 a 15 g de solo por litro de lixiviado; adicionar o solo ao hidróxido de cálcio, utilizado em diversos processos como pré-tratamento de lixiviado, finalmente seria o uso da sorção em lixiviado pré-tratado de forma estudar a redução da cor e valores de DQO.

Os resultados para redução dos valores de DQO em todos os casos acima também precisariam ser avaliados.

REFERÊNCIAS

ABNT, NBR 8419, 1984 – Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos - Procedimento

ALMEIDA, M. L. O. d'; VILHENA, André (Coord.). *Lixo municipal – Manual de gerenciamento integrado*. 2ª Ed. Revisto ampliado. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

APHA, AWWA, WPCF. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 20th ed, New York, 1998.

AZIZ, H. A.; ALIAS, S.; ADLAN, M. N.; ASAARI, F. A. H.; ZAHARI, M. S. Colour removal from landfill leachate by coagulation and flocculation processes. *Bioresource Technology*, January 2007; 98(1): 218-220.

BELTRÃO, K. Gi. Q. de B.; JUCÁ, J. F. T.. *Alternativa de tratamento terciário para chorume em aterros sanitários: sistema de barreira bioquímica*. XI SILUBESA – Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 28/mar a 02/abr/2004 – Rio Grande do Norte.

BERTAZZOLI, R.; PELEGRINI, R. Descoloração e degradação de poluentes orgânicos em soluções aquosas através do processo fotoeletroquímico. *Química Nova*, 2002; 25(3): 477-482.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; BARROS, M. T.; SPENCER, M.. *Introdução à engenharia ambiental*. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

BRASIL, MINISTERIO DO INTERIOR. *Diretrizes Nacionais de Limpeza Urbana: 1ª Fase – Formulação do Programa*. Rio de Janeiro: Sema/CNDU/Abes, 1983.

CALLI, B.; MERTOGLU, B.; INANC, B.. Landfill Leachate Management in Istanbul: applications and alternatives. *Chemosphere*, May 2005; 59 (6): 819-829,.

CAMPOS, J. C.; SILVA, U. A. da; VARGAS, A. B. *Tratamento Biológico de Chorume Oriundo do Aterro Sanitário do Município de Pirai (RJ)*. XI SILUBESA – Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 28/mar a 02/abr/2004 – Rio Grande do Norte.

COELHO, A. C. V.; SANTOS, P. de S. Argilas Especiais; Argilas Quimicamente Modificadas – Uma Revisão. *Química Nova*, 2007; 30 (5): 1282-1294.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986.

EPA – United State Environmental Protection Agency (1992) – Batch – Type procedures for estimating soil adsorption of chemicals, in Technical Resource Document, 100 p.

EUROPEAN COMMUNITY. Council Directive 99/31/EC of April 1999 on The Landfill of Waste. Official Journal of European Union, Brussels, Belgium, 16.07.199, L182.

FERREIRA, J. A. Resíduos sólidos: perspectivas atuais. In: *Resíduos sólidos, ambiente e saúde – Uma visão multidisciplinar*. SISSINO, Cristina Lúcia Silveira; OLIVEIRA, Rosália Maria de (Org). Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000. p.19-40.

FOLETTI, E. L.; VOLZONE, C. E.; PORTO, L. M. *Clarification of cottonseed oil how structural properties of treated bentonites by acid affect bleaching efficiency*. Latin American Applied Research, Jan-Mar 2006; Vol. 36 nº 1, Baía Blanca.

GANIGUÉ, R.; LÓPEZ, H.; BALAGUER, M.D.; COLPRIM, J. Partial Ammonium Oxidation as nitrite of high ammonium content urban landfill leachates. *Water Research*, August 2007; 41(15): 3317-3326.

GIORDANO, G. *Análise e formulação de processos para tratamento de chorumes gerados em aterros de resíduos sólidos urbanos*. Tese de Doutorado, Dep. de Ciências dos Materiais e Metalurgia. PUC – RIO, set. 2003.

GIORDANO, G.; FERREIRA, J. A.; PIRES, J. C. de A.; RITTER, E.; CAMPOS, J. C.; ROSSO, T. C. de A. *Tratamento do chorume do Aterro Metropolitano de Gramacho – Rio de Janeiro – Brasil*. In: XXVIII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitária Y Ambiental, 2002, Cancun, México. Anais do XXVIII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitária Y Ambiental.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

LANGE, L. C.; ALVES, J. F.; AMARAL, M., C. S.; MELO JÚNIOR, W. R. Tratamento de lixiviado de aterro sanitário por processo oxidativo avançado empregando reagente de Fenton. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, abr/jun 2006; V.II, nº 2. Rio de Janeiro.

LEITE, A. L. *Migração de íons inorgânicos em alguns solos tropicais, com ênfase nos processos de sorção e difusão molecular*. Tese de Doutorado – Escola de Engenharia, Universidade de São Carlos, São Carlos/SP, 2001.

MANNARINO, C. F.. *Uso de Wetland sub-superficial no tratamento de efluente de estação de chorume por lodos ativados*. Dissertação de Mestrado apresentado no Centro de Tecnologia e Ciências da Faculdade de Engenharia. Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente UERJ, outubro 2003.

MEIRA, J. C. R.. *O Chorume do Aterro Sanitário de Goiânia: tratamento por floculação/degradação fotoquímica e custos operacionais*. Dissertação de Mestrado apresentado no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, julho 2003.

MONJE-RAMIREZ, I.; ORTA de VELÁSQUEZ, M. T.. Removal and transformation of recalcitrant organic matter from stabilized saline landfill leachates by coagulation-ozonation coupling processes. *Water Research*, May 2004; 38 (9): 2359-2367.

MOSER, G. I. F.; SOBRINHO, P. A.. *Estudo de nitrificação de líquido percolado de aterro sanitário utilizando-se sistemas de lagoa aerada e lodos ativados*. XI SILUBESA – Simpósio

Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 28/mar a 02/abr/2004 – Rio Grande do Norte.

MUMIN, M. A.; KHON, M. M. R.; AKHTER, K. F.; UDDIN, M. J. Potentiality of open burnt clay as an absorbent for the removal of Congo Red from aqueous solution. *Int. Journal Environmental Science*, 2007; 4(4): 525-532.

NTAMPOU, X.; ZOUBOULIS, A. I.; SAMARAS, P..Appropriate combination of physico-chemical methods (coagulation/flocculation and ozonation) for the efficient treatment of landfill leachates. *Chemosphere*, Volume 62, (5) February 2006: 722-730.

OZTURK, I.; ALTIMBAS, M.; KOYUNCU, I.; ARIKAN, O.; GOMEZ-YANGIN, C.. Advanced physico-chemical treatment experiences on young municipal landfill leachates. *J Waste Management*, 2003; 23: 441-446.

PACHECO, J. R.; PERALTA-ZAMORA, P. G. Integrações de processos físico-químicos e oxidativos avançados para remediação de percolado de aterro sanitário (chorume). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 2004; vol 9, nº 4, Rio de Janeiro, out/dez.

PINTO, C. de S.. *Curso Básico de Mecânica dos Solos em 16 aulas*. Oficina de textos. São Paulo, 2000.

PIRES, J. A.. *Estudo de Barreira de Proteção com solo compactado em célula experimental no Aterro Sanitário de Rio das Ostras (RJ)*. Dissertação de Mestrado apresentado no Centro de Tecnologia e Ciências da Faculdade de Engenharia. Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente UERJ, março 2007.

RICKLEFS, R. A Economia da Natureza, Guanabara Koogan, 5ª Edição, 2003.

RITTER, E.; CAMPOS, J. C. Avaliação de sorção e difusão molecular de íons inorgânicos de chorume e da argila orgânica do Aterro Metropolitano de Gramacho (RJ). *Solos e Rochas*, 2006; 29 (11): 77-88.

RITTER, E. *Efeito da Salinidade na Difusão e sorção de alguns íons orgânicos em um solo argiloso saturado*. Tese de Doutorado – Programa de Engenharia Civil, COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 1998.

RITTER, E.; MOTA, M. F. P.; CAMPOS, J., C.; VENTURA, M. A. *Soil contamination profiles at Marambaia, M.S.W. Landfill, Brazil*. 5th International Congress on Environmental Geotechniques Proceedings, CD-ROM, 2006.

ROSSI, M.; GIANAZZA, M.; ALAMPRESE, C.; STANGA, F. *Food Chemistry*, 2003; 82: 291-296.

ROWE, K. R.; QUIGLEY, R. M.; BOOKER J. R. *Clayey Barrier Systems for Waste Disposal Facilities*. E&FN SPON, 390p, 1975.

SHU, Hung-Yee; FAN, Hung-Jung; CHANG, Ming-Chin; HSIEH, Wen-Pin. Treatment of MSW landfill leachate by a thin gap annular UV/H₂O₂ photoreactor with multi-UV lamps. *Journal of Hazardous Materials B* 129, 2006; 129: 73-75.

SILVA, V. da. *Variáveis de Acidez em função da mineralogia do solo*. Dissertação de mestrado, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, 2006.

SISINNO, C. L. S.. *Destino dos resíduos sólidos urbanos e industriais no Estado do Rio de Janeiro: Avaliação da toxicidade dos resíduos e suas implicações para o ambiente e para a saúde humana*. Doutorado apresentado na Escola Nacional de Saúde Pública, Novembro 2002.

SISSINO, C. L. S.; OLIVEIRA, R. M. de. *Impacto Ambiental dos Grandes Depósitos de Resíduos Urbanos e Industriais*. In: Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde – Uma Visão Multidisciplinar. SISSINO, C. L. S.; OLIVEIRA, Rosália Marie de (Org.). Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ – 2000, pg. 59-78.

TCHOBANOGLUS, G; THIESEN H.; VIGIL S.. *Integrated Solid Waste Management Engineering Principles and Management Issues*. McGraw-Hill, Inc. 1993.

TIZAOUI, C.; BOUSELMI, L.; MANSOURI, Loubna; GHRABI, Ahmed. Landfill leachate treatment with ozone and ozone/hydroxyl peroxide systems. *Journal of Hazardous Materials*, 2007; 140: 316-324.

WU, J J., WU C-C; MA, H-We; Chang C-C. Treatment of landfill leachate by ozone-based advanced oxidation processes. *Chemosphere*, 2004; 54: 997-1003.

YONG, R. N.; MOHAMED, A. M.; WARKENTIN, B. P. *Principles of Contaminant Transport in Soils*. Elsevier Science B.V. 1992.

ZIYANG, L; YOUCAI, Z.. Size-fraction and characterization of refuse landfill leachate by sequential filtration using membranes with varied porosity. *Journal of Hazardous Materials* – available on line. 13 January 2007.