

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA E BIOLÓGICA DO PERCOLADO DO ATERRO SANITÁRIO DA CIDADE DE LIMEIRA-SP

Núbia Natália de Brito-Peigrini¹; Ronaldo Teixeira Peigrini²; José Euclides Stipp
Paterniani³

RESUMO

Este trabalho apresenta uma avaliação das características física, química e biológica de percolado proveniente da massa de resíduos sólidos e pós permanência em média de 24 horas em uma lagoa de captação localizada no aterro sanitário da cidade de Limeira-SP. Os pontos de coleta foram denominados Ponto 0: entrada de percolado “in natura” na lagoa e Ponto 1: percolado pós lagoa. O estudo foi realizado através do monitoramento de parâmetros físicos (pH, cor, turbidez, condutividade e temperatura), químicos (alcalinidade, fósforo, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e COT) e biológicos (bactérias heterotróficas) durante um período de 50 dias.

Palavras-chave: percolado, monitoramento, aterro sanitário.

PHYSICAL, CHEMICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE SANITARY LANDFILL LEACHATE IN LIMEIRA-SP CITY.

Abstract

This work presents an evaluation of the physical, chemical and biological characteristics of the waste leachate originated from solids waste mass and after permanence in average of 24 hours in the captation pond, which is located on the sanitary landfill in Limeira-SP. The points were denominated Point 0: entrance of leachate *in natura* in the pond and Point 1: exit of leachate from the pond. The study was accomplished through of the monitoring of physical (pH, color, turbidity, conductivity and temperature), chemical (alkalinity, acidity, phosphorus, amoniacal nitrogen, nitrite, nitrate and TOC) and biological (heterotrophic bacterial) parameters during a period of 50 days.

Keywords: leachate, monitoring, sanitary landfill.

Trabalho recebido em 25/03/2007 e aceito para publicação em 25/05/2007.

¹Tecnóloga em Química AgroIndustrial, Estudante de Doutorado, Faculdade de Engenharia Agrícola-FEAGRI (UNICAMP) Campinas SP- Rua Paschoal Marmo nº1888 Jardim Nova Itália Limeira-SP, E-mail: nubia.brito@agr.unicamp.br ou nnatalia@ceset.unicamp.br.

²Químico, Prof. Doutor do Centro Superior de Educação Tecnológica-CESET (UNICAMP) Limeira SP- Rua Paschoal Marmo nº1888 Jardim Nova Itália Limeira-SP, E-mail: peigrini@ceset.unicamp.br.

³Engenheiro Civil, Prof. Doutor da Faculdade de Engenharia Agrícola-FEAGRI (UNICAMP) Campinas SP- Cidade Universitária Zeferino Vaz C. Postal 6011 Cep: 13083-875, E-mail: pater@agr.unicamp.br.

1. INTRODUÇÃO

O percolato gerado em aterros é decorrente da lixiviação de águas da chuva e de bactérias existentes nos resíduos sólidos que secretam enzimas dissolvendo a matéria orgânica e formando líquidos, os quais são responsáveis pela mobilização de uma mistura complexa de constituintes orgânicos e inorgânicos (BERTAZZOLI & PELEGRINI, 2002; MARNIE, et al., 2005).

A composição físico-química de percolados é extremamente variável dependendo de fatores que vão desde as condições pluviométricas, tempo de disposição, idade do aterro, condições ambientais e características do próprio resíduo sólido (BERTAZZOLI & PELEGRINI, 2002; JEONG-HOON et al., 2001; MARNIE et al., 2005). No entanto, os principais compostos presentes nesse efluente são: matéria orgânica, matéria inorgânica, metais pesados, compostos organohalogenados (AOX), bactérias heterotróficas, dentre outros (LIN & CHANG, 2000).

Os sinergismos destes compostos podem ocasionar elevadas toxicidades (BERNARD et al., 1997) para os ambientes aquáticos que são altamente vulneráveis às substâncias químicas tóxicas. Um exemplo disso é que percolados de aterros sanitários pós

tratamento biológico têm sido suspeitos de causarem distúrbios na reprodução de peixes em lagos na Suécia (DAVE & NILSSON, 2005). As diversas classes de compostos são agressivas aos ecossistemas podendo ser quantificadas através do monitoramento de parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as características física, química e biológica de percolato proveniente da massa de resíduos sólidos e pós permanência em média de 24 horas em uma lagoa de captação localizada no aterro sanitário da cidade de Limeira-SP.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no aterro sanitário de Limeira, o qual é administrado pela empresa pública EMDEL (Empresa de Desenvolvimento de Limeira S/A), desde abril de 1993 (GUIZARD et al., 2006). Ele está localizado na Rodovia Tatuibi, s/n, Horto Florestal, a 9 km do centro da cidade de Limeira, tendo por acesso a Rodovia Limeira – Tatuibi. GUIZARD e colaboradores (2006) apresentam uma descrição detalhada sobre a estrutura física, histórico de operação e diagnóstico ambiental do referido aterro.

O percolato do aterro sanitário de Limeira é conduzido por gravidade a uma

lagoa denominada de captação, cujo tempo de detenção hidráulica é, em média, de 24 horas. Esta lagoa é utilizada para coletar o percolado que sai da massa de resíduos e possui as dimensões de 20 x 20 x 2 metros, sendo impermeabilizada com manta PEAD de 3 mm.

O estudo foi realizado durante 50 dias, no período de 19 de maio a 27 de junho de 2005, por meio do monitoramento dos seguintes parâmetros: pH, cor, turbidez, condutividade elétrica, temperatura, alcalinidade, fósforo, nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato, os quais foram analisados de acordo com a metodologia preconizada por Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition, (APHA 1998). A concentração de Carbono Orgânico Total (COT ou TOC) foi analisada de acordo com a metodologia descrita na norma ISO 8245 (1999), utilizando o aparelho TOC Euro Glass 1200. O ensaio de bactérias heterotróficas foi realizado segundo norma CETESB L5.201 (CETESB, 1996).

Os pontos de coleta do resíduo líquido foram escolhidos da seguinte forma:

Ponto 0: entrada de percolado “in natura” na lagoa de captação;

Ponto 1: percolado pós lagoa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o estudo observou-se um aumento da coloração do percolado pós lagoa indicando uma provável evaporação da água e, conseqüentemente, um aumento na concentração da matéria cromófora (Figura 1).

A cor pode ser altamente interferente nos processos fotossintéticos naturais nos leitos dos rios provocando alterações na biota aquática (KNAPP et al., 1997; KAPDAN et al., 2000; KIRBY et al., 2000). A cor no percolado significa a presença de matéria orgânica decomposta, especialmente de substâncias húmicas que são constituídas de macromoléculas, como ácidos amorfos predominantemente aromáticos e hidrofílicos, proveniente da decomposição de plantas e resíduos de animais (SANTOS & REZENDE, 2002).

No estudo da turbidez, na entrada da lagoa (Ponto 0), foi observado em média 19,04 NTU e na saída da lagoa (Ponto 1) esse parâmetro atingiu, em média, 68,7 NTU (Figura 2). A turbidez em águas é causada geralmente pela presença de partículas em suspensão e colóides derivados de argila, lama, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, plâncton e outros organismos microscópicos (CAMPOS et al., 2005).

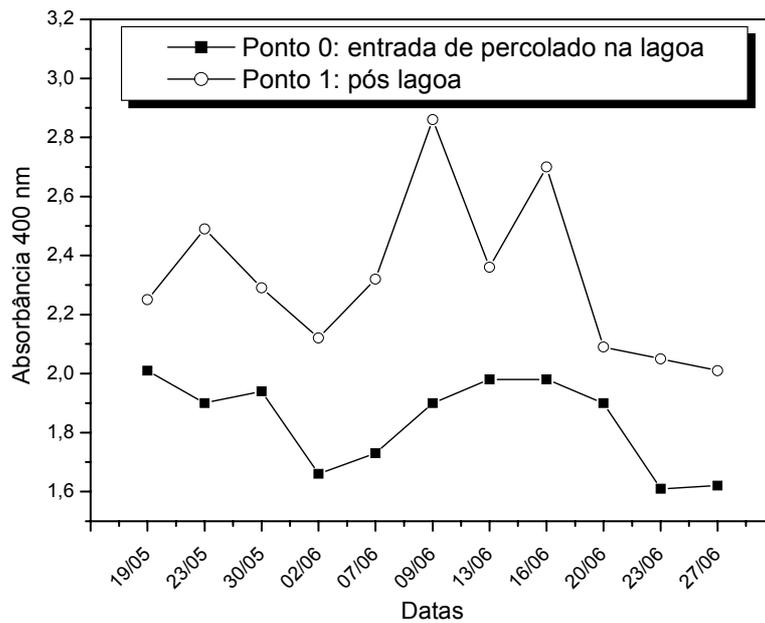


Figura 1. Determinação da coloração, no comprimento de onda de 400 nm, do percolato “in natura” gerado pelo aterro sanitário de Limeira – SP, antes e após lagoa de captação, em 2005.

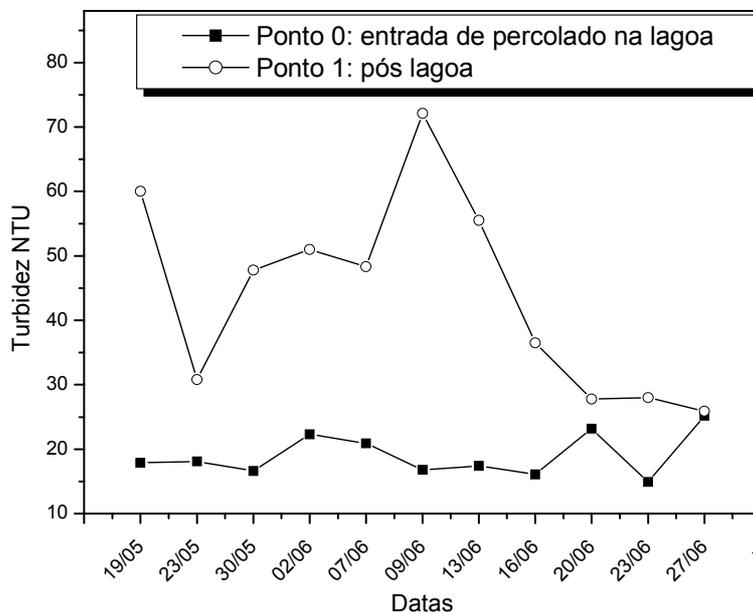


Figura 2. Determinação da turbidez no percolato “in natura” gerado pelo aterro sanitário de Limeira – SP, antes e após lagoa de captação, em 2005.

A área específica do material em suspensão é elevada e as partículas podem acomodar uma grande quantidade de poluentes e até microrganismos patogênicos, o que torna de suma importância a determinação desse parâmetro.

A Figura 3 apresenta a evolução da concentração da matéria orgânica através do teor de Carbono Orgânico Total (COT). O percolado de resíduos sólidos é uma matriz que apresenta muitas variações do COT em função da constante concentração de material em decomposição seguida de diluições pela água da chuva. Os compostos orgânicos são originados, em grande parte, da degradação de substâncias que facilmente são metabolizadas como carboidratos, proteínas e gorduras. Em aterros com idade superior a 10 anos, mas ainda em funcionamento, como é o caso em estudo, é comum apresentar compostos orgânicos derivados de decomposição rápida, de médio tempo de vida e materiais resistentes a biodegradação. Esses últimos são responsáveis pelo maior índice de impacto ambiental provocado pelo percolado.

No estudo, também foi observado um aumento da concentração de COT indicando, como nos parâmetros anteriores, uma provável evaporação da

água no período em que o percolado permaneceu em repouso na lagoa (Figura 3).

Nos estudos de determinação dos teores de fósforo total (Figura 4), foi possível observar, nas primeiras semanas de monitoramento, um pequeno aumento da concentração desse parâmetro químico na lagoa. Este elemento é um importante nutriente para diversos organismos e por isso mesmo merece muita atenção. O descarte de percolados de aterro com elevadas concentrações de fósforo, sem tratamento adequado, pode provocar o fenômeno de eutrofização aos corpos receptores. Entretanto, se tratado corretamente pode ser uma importante fonte deste nutriente.

Outro parâmetro também de muita importância ambiental são as determinações dos valores de pH. Segundo Werker & Hall (1999) os ecossistemas sempre estão sujeitos aos impactos provocados por suas variações. Muitas bactérias não podem se proliferar em níveis de pH abaixo de 4,0 ou acima de 9,5 sendo que, geralmente, o pH ótimo para o crescimento bacteriano está entre 6,5 e 7,5. Neste sentido, um estudo rigoroso dos níveis de pH faz-se necessário para avaliar a viabilidade da vida em qualquer ambiente aquático.

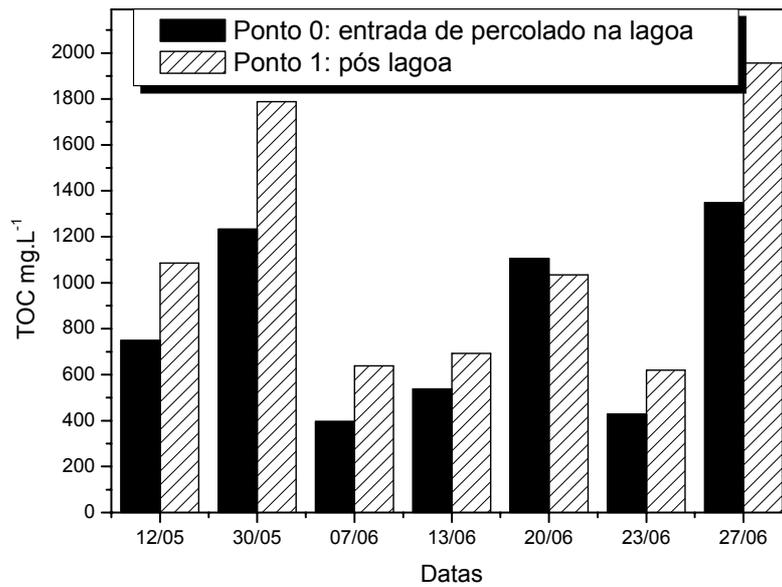


Figura 3: Determinação do COT, no percolato “in natura” gerado pelo aterro sanitário de Limeira – SP, antes e após lagoa de captação, em 2005.

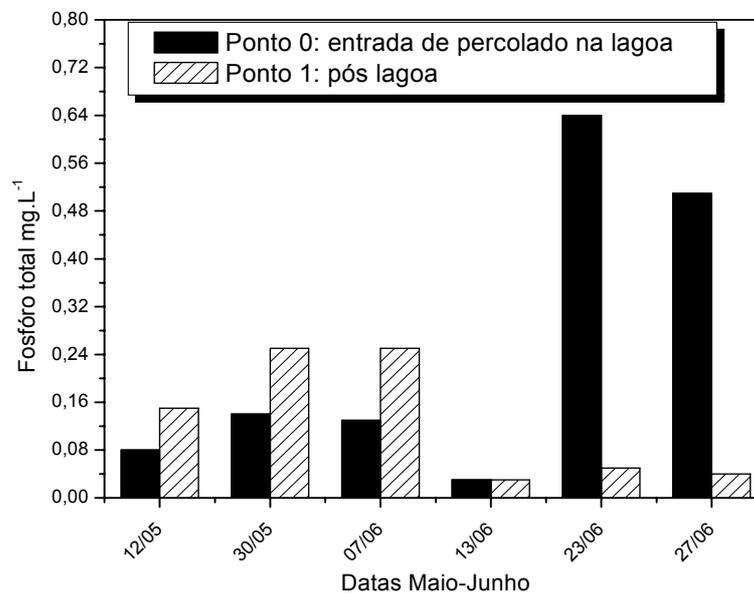
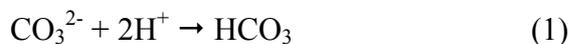


Figura 4: Estudo da concentração de fósforo no percolato “in natura” gerado pelo aterro sanitário de Limeira – SP, antes e após lagoa de captação, em 2005.

No estudo do pH (Figura 5) observou-se que os valores variaram de 7,1 à 7,9 e de 7,3 à 8,3 na entrada da lagoa (Ponto 0) e no pós lagoa (Ponto 1) respectivamente.

A decomposição dos resíduos no aterro estudado está associada a terceira e última fase, na qual ocorre um equilíbrio entre a população de bactérias acetogênicas e arqueas metanogênicas. As arqueas metanogênicas passam a atuar na conversão dos ácidos orgânicos a metano, gás carbônico e água ocorrendo, desta forma, uma elevação do pH acima de 7,0 (CHRISTENSEN et al., 2001).

Esta atividade também pode elevar a alcalinidade do percolado que no caso desse estudo apresentou-se superior a 5000 mg L⁻¹ (Figura 6). Os valores de pH só não são mais elevados em função da fase de decomposição do percolado e da sua própria característica de produzir um tampão (eq. 1 a 4).



Uma alcalinidade elevada dificulta os tratamentos biológicos, os quais atuam melhor em concentrações

máximas em torno de 400 a 500 mg L⁻¹ (SPERLING, 1996).

Somando-se a isto, condutividades elétricas elevadas também podem dificultar os processos biológicos, provocando a morte dos microrganismos por desidratação. Os resultados encontrados apresentam valores de 12,0 a 14,0 mS (Figura 7). A condutividade refere-se à presença de compostos iônicos solúveis e na faixa de 1 a 10 mS correspondem às características de águas residuárias.

Nas determinações de compostos de nitrogênio, observa-se que as concentrações de nitrogênio amoniacal apresentaram pequenas reduções no período que o percolado permaneceu na lagoa (em média 24 horas). As concentrações de nitrito permaneceram praticamente constantes e as concentrações de nitrato apresentaram pequenos aumentos, indicando um possível início de nitrificação na lagoa (Figuras 8 a 10).

Segundo Adin (2003), tem sido reportada uma combinação, com sucesso, da atividade de nitrificação/desnitrificação em lagos com concentrações de oxigênio dissolvido maiores que 1 mg L⁻¹. Este fenômeno pode ter acontecido na lagoa em estudo, na qual a concentração de oxigênio dissolvido foi em torno de 4,1 mg L⁻¹.

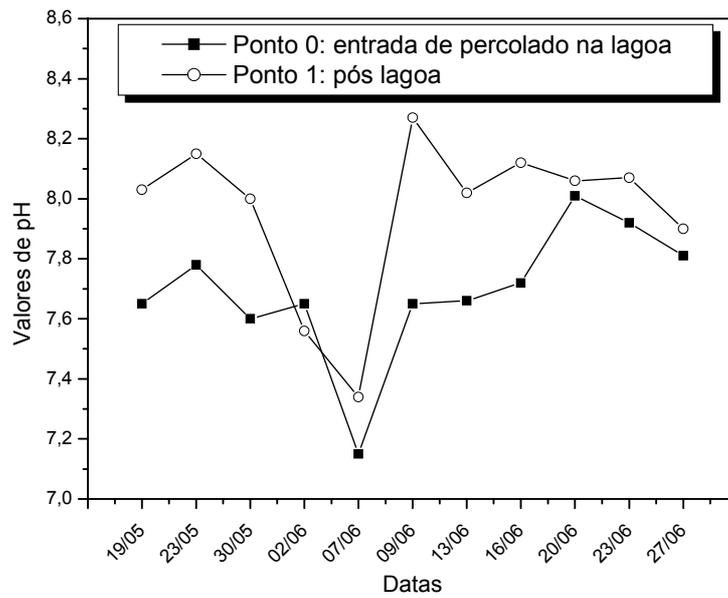


Figura 5: Determinação dos valores de pH no percolato “in natura” gerado pelo aterro sanitário de Limeira – SP, antes e após lagoa de captação, em 2005.

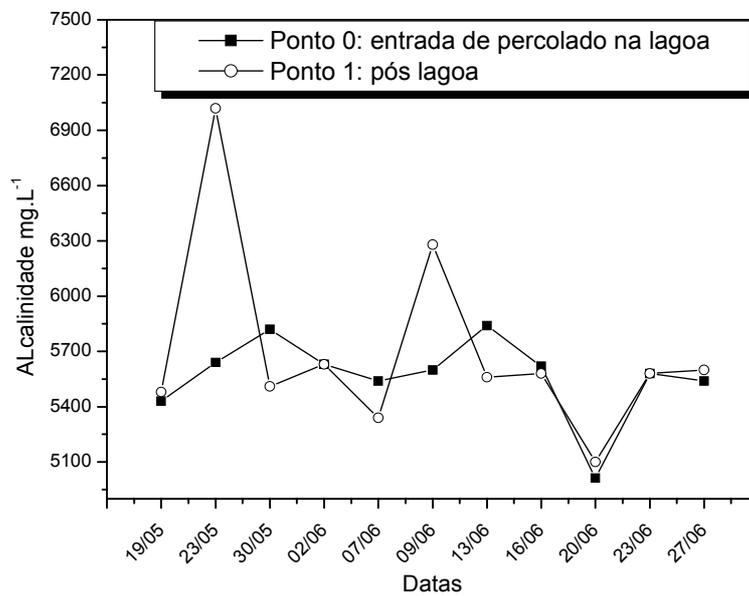


Figura 6: Determinação da alcalinidade, no percolato “in natura” gerado pelo aterro sanitário de Limeira – SP, antes e após lagoa de captação, em 2005.

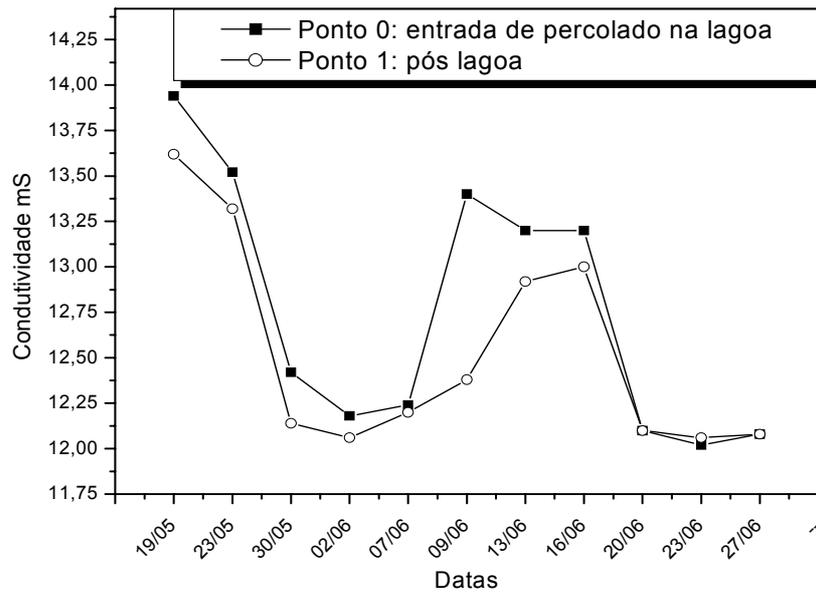


Figura 7: Determinação da condutividade elétrica, no percolato “in natura” gerado pelo aterro sanitário de Limeira – SP, antes e após lagoa de captação, em 2005.

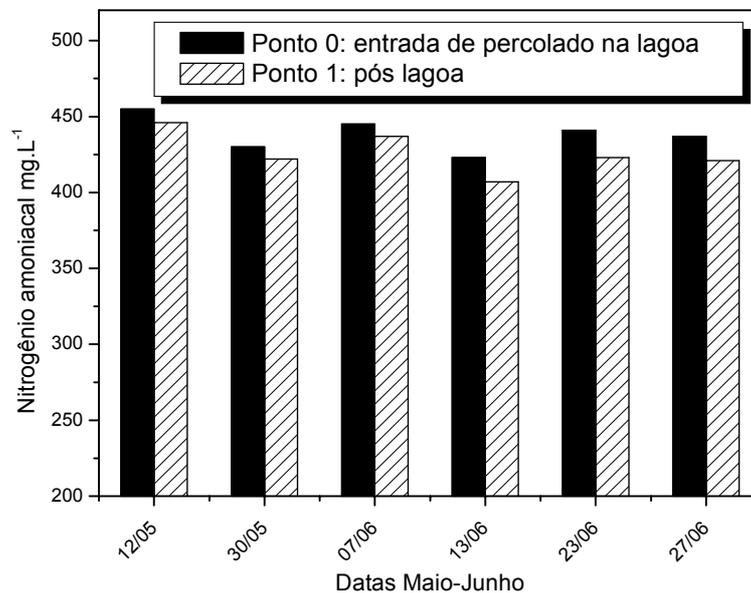


Figura 8: Estudo da concentração de nitrogênio amoniacal no percolato “in natura” gerado pelo aterro sanitário de Limeira – SP, antes e após lagoa de captação, em 2005.

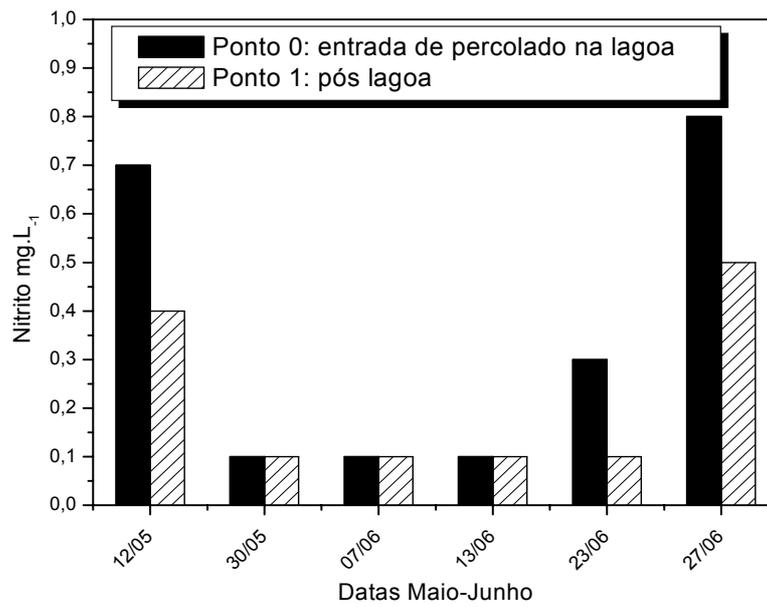


Figura 9: Estudo da concentração de nitrito no percolato “in natura” gerado pelo aterro sanitário de Limeira – SP, antes e após lagoa de captação, em 2005.

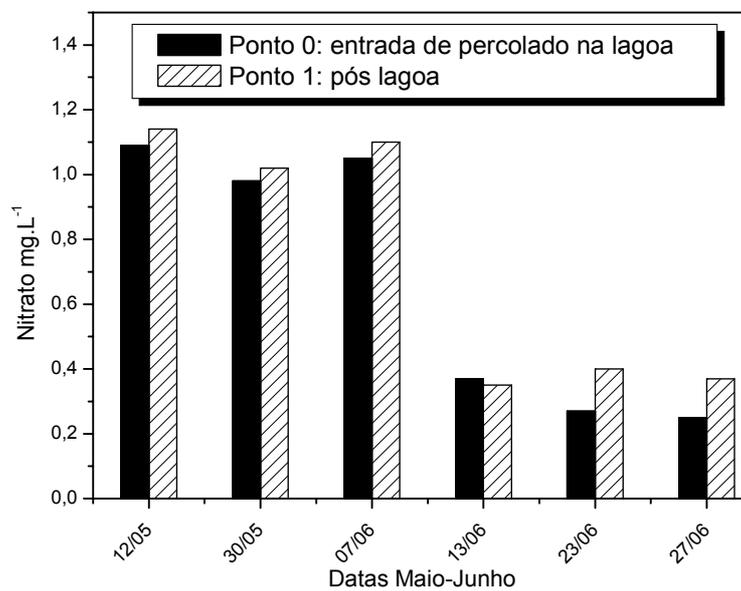


Figura 10: Estudo da concentração de nitrato no percolato “in natura” gerado pelo aterro sanitário de Limeira – SP, antes e após lagoa de captação, em 2005.

Durante o monitoramento, a concentração de bactérias heterotróficas apresentou aumentos consideráveis, provavelmente em função do excesso da concentração da carga orgânica e elevação

da temperatura (22°C na entrada e 29°C na saída), criando condições propícias para o desenvolvimento destas bactérias (Figura 11).

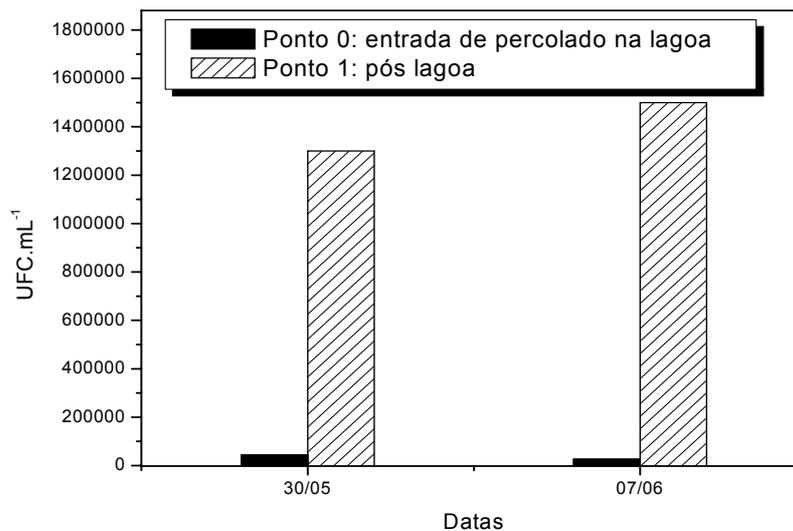


Figura 11: Determinação da densidade de bactérias heterotróficas no percolato “in natura” gerado pelo aterro sanitário de Limeira – SP, antes e após lagoa de captação, em 2005.

A determinação da densidade de bactérias heterotróficas aeróbias e anaeróbias facultativas é extremamente importante para se verificar as condições higiênicas das águas; avaliar a eficiência das diversas etapas de operação das estações de tratamento, no que se refere à remoção dessas bactérias; e determinar as possíveis causas de deterioração da

qualidade da água, dentre outros (CETESB, 1996).

4. CONCLUSÕES

As análises físicas, químicas e biológicas realizadas no período de 50 dias, permitem concluir que o percolato de resíduos sólidos possui substâncias poluentes em quantidade suficiente para causar interferência a uma biota aquática,

com potencial risco ao meio ambiente e saúde pública.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo auxílio concedido para realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

- ADIN, A. Slow granular filtration for water reuse. **Water Science and Technology**, v.3, n.4, p. 123-130, 2003.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION-APHA. **Standard Methods for the Water and Wastewater**. 20 ed. New York: APHA 1998.
- BERNARD, C.; COLIN, J. R.; ANNE, L. D. Estimation of the hazard of landfills through toxicity testing of leachates. **Chemosphere**, v.35, n.11, p. 2783-2796, 1997.
- BERTAZZOLI, R.; PELEGRINI, R. Descoloração e degradação de poluentes orgânicos em soluções aquosas através do processo fotoeletroquímico. **Química Nova**, v.25, n. 3, p. 477-482, 2002.
- CAMPOS, S. X.; BERNARDO, L. D.; VIEIRA, E. M. Influência das características das substâncias húmicas na eficiência da coagulação com sulfato de alumínio. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.10, n.3, p. 194-199, 2005.
- CHRISTENSEN, T.; KJELDSEN, P.; BJERG, P. L.; JENSEN, D. L.; CHRISTENSEN, J. B.; BAUN, A.; ALBRECHTSEN, H.; HERON, G. Biogeochemistry of landfill leachates plumes. **Applied Geochemistry**, v.16, p. 659-718, 2001.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL-CETESB-NT L 5201. **Bactérias Heterotróficas Contagem em Placas**. 1996.
- DAVE, G.; NILSSON, E. Increased reproductive toxicity of landfill leachate after degradation was caused by nitrite. **Aquatic Toxicology**, v.73, n. 1, p. 11-30, 2005.
- GUIZARD, J. B. R.; RAFALDINI, M. E.; PONTES, F. F. F.; BRONZEL, D.; PERES, C. R.; FERREIRA, E. R.; REIS, F. A. G. V. Aterro sanitário de Limeira: diagnóstico ambiental. **Engenharia Ambiental**, v.3, n.1, p. 72-81, 2006. Disponível em: <<http://www.unipinhal.edu.br/ojs/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=47&layout=abstract>>. Acesso em 29 de março de 2007.
- INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION-ISO 8245. **Guidelines for the Determination of Total Organic Carbon (TOC) and Dissolved Organic Carbon (DOC)**. 1999.
- KAPDAN, I. K. et al. Biological decolorization of textile dyestuff by *Coriolus versicolor* in a packed column reactor. **Environmental Technology**, v. 21, n. 2, p. 231-236, 2000.
- KNAPP, J. S.; ZHANG, F.; TAPLEY, K. Decolourisation of orange II by wood-rotting fungus. **Journal Chemistry Technology and Biotechnology**, v.69, n.3, p.289-296, 1997.
- KIRBY, N.; MARCHANT, R.; MSMULLAN, G. Decolourisation of synthetic dyes by *Phlebia tremellosa*. **Fems Microbiology Letters**, v.188, n. 91, p. 93-96, 2000.

- JEONG-HOON, I. M.; HAE-JIN, W.; MYUNG-WON, C.; KI-BACK, H., CHANG-WON, K. Simultaneous organic and nitrogen removal from municipal landfill leachate using an anaerobic-aerobic system. **Water Research**, v.35, n.10, p. 2043-2410, 2001.
- LIN, S. H.; CHANG, C. C. Treatment of landfill leachate by combined electron-fenton oxidation and sequencing bath reactor method. **Water Research**, v.34, n. 17, p. 4243-4249, 2000.
- MARNIE, L. W.; BITTON, G.; TOWNSEND, T. Heavy metal binding capacity (HMBC) of municipal solid waste landfill leachates. **Chemosphere**, v.60, n. 2, p. 206-215, 2005.
- SPERLING, M. V. **Princípios básicos do tratamento de esgotos**, vol 2. Minas Gerais: SEGRAC, 1996.
- SANTOS, F. F.; REZENDE, M. O. O. Influência no meio reacional no comportamento fotoquímico do inseticida paration etílico. **Química Nova**, v.25, n. 1, p. 1-15, 2002.
- WERKER, A. G.; HALL, E. R. The influence of pH on the growth-linked biodegradation kinetics of selected resin acids found in pulp mill effluent. **Tappi Journal**, v.82, n. 7, p. 169-177, 1999.