BIODEGRADABILIDADE DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO BASEADA EM PARÂMETROS COLETIVOS NÃO ESPECÍFICOS

Biodegradability Leached of Landfill Based Collective Not Specific Parameters

Elivete Carmen Clemente Prim[1]
Armando Borges de Castilhos Jr.[2]
Iracema de Souza Maia [3]
Heloísa Alves Pereira dos Santos [4]
Cibelle Zaia Machado [5]

Endereço de contato: Rua Delfino Conte, Campus Reitor João David Ferreira Lima, Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, LARESO – Laboratório de Resíduos Sólidos – Bairro Trindade – Florianópolis – Santa Catarina – CEP 88040 970 – Brasil. Tel.:+55(48)37217754. E-mail: natti_b@hotmail.com

ABSTRACT
Although it is known that the leachate distinct characteristics of domestic sewage, the lack of more specific information is usually employ this type of effluent parameters for the design of leachate treatment systems. The present study aimed to characterize the leachate from a landfill, based on collective non-specific parameters to assess their biodegradability, supporting the choice of techniques most appropriate treatment. Was performed to characterize the leachate, based on conventional parameters, and tests for anaerobic biodegradation, aerobic and inert COD. The results indicated by preliminary analysis of the relationship BOD / COD in the raw leachate, which was 0.35 a moderate biodegradability, suggesting that the leachate is not in a very advanced state stabilization. The anaerobic biodegradability obtained was 33.44 (reactor A5) and 77.71% (reactor A1), after 3278 and 2466 hours of testing, respectively. The maximum aerobic biodegradability was 54%, but the time required to reach the percentage degradation was much lower than that required for the degradation under anaerobic conditions. Regarding COD inert leachate was obtained as a result 41% of COD initial may be noted that the decay most significant of soluble COD occurred until the 3rd day, but this percentage was obtained at the end of 23 days. The results reiterated the importance of collective analysis parameters not specific to a deeper characterization and effective leachate from landfills in view the range of organic and inorganic compounds present.

KeyWords: Biodegradability, Landfill, leachate, Non-specific parameters collective

[1] Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Doutora e Pós-doutora em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental - PPGEA (UFSC). Pesquisadora da CAPES/UFSC. Email – eliveteprim@gmail.com

[2] Universidade Federal de Santa Catarina.

[3] Universidade Federal de Santa Catarina

[4] Universidade Federal de Santa Catarina.

[5] Universidade Federal de santa Catarina.

BIODEGRADABILIDADE DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO BASEADA EM PARÂMETROS COLETIVOS NÃO ESPECÍFICOS

RESUMO

Embora se saiba que o lixiviado apresenta características distintas dos esgotos domésticos, pela carência de informações mais específicas, empregam-se usualmente parâmetros deste tipo de efluente para o projeto de sistemas de tratamento de lixiviado. O presente estudo teve como objetivo caracterizar o lixiviado de um aterro sanitário, baseado em parâmetros coletivos não específicos a fim de avaliar sua biodegradabilidade, subsidiando a escolha por técnicas de tratamento mais adequado.Foi realizada a caracterização do lixiviado, baseada em parâmetros convencionais, bem como ensaios de biodegradabilidade anaeróbia, aeróbia e de DQO inerte. Os resultados obtidos indicaram, através da analise prévia da relação DBO/DQO no lixiviado bruto, que foi de 0,35, uma biodegradabilidade moderada, sugerindo que o lixiviado não se encontra em um estado muito avançado de estabilização. A biodegradabilidade anaeróbia obtida foi de 33,44 (para o reator A5) e 77,71% (reator A1), após 3.278 e 2.466 horas de ensaio, respectivamente. A biodegradabilidade aeróbia máxima foi de 54%, porém o tempo necessário para atingir este percentual de biodegradabilidade foi muito inferior àquele necessário para a degradação em condições anaeróbias. Em relação à DQO inerte do lixiviado, obteve-se como resultado 41% da DQO inicial, podendo-se notar que o decaimento mais significativo da DQO solúvel ocorreu até o 3º dia, porém este percentual obteve-se ao final do 23º dia. Os resultados reiteraram a importância da análise de parâmetros coletivos não específicos para uma caracterização mais aprofundada e eficaz dos lixiviados de aterros sanitários tendo em vista a gama de compostos orgânicos e inorgânicos presentes.

Palavras chave: Aterro sanitário, Biodegradabilidade, Lixiviado, Parâmetros coletivos não específicos.

Introdução

O principal fator que contribui para a degradação dos resíduos em aterros sanitários é a bioconversão da matéria orgânica em formas solúveis e gasosas. No aterro, o conjunto desses fenômenos implica na lixiviação pela água de moléculas muito diversas, fazendo com que os lixiviados ao longo do tempo, apresentem alta heterogeneidade e variabilidade de parâmetros físico-químicos e biológicos, dificultando a escolha de uma técnica efetiva de tratamento (CASTILHOS JUNIOR et al. 2003). Muito embora se saiba que o lixiviado apresenta características distintas dos esgotos domésticos, pela carência de informações mais específicas, tem-se empregado usualmente parâmetros deste tipo de efluente para o projeto de sistemas de tratamento de lixiviado. No entanto, estudos vêm constatando que esta opção não é adequada, resultando em sistemas ineficientes.

Contudo, faz-se necessário caracterizar os lixiviados de aterros sanitários com vistas em diminuir as incertezas na escolha do tipo de tratamento mais adequado. A caracterização baseada em parâmetros coletivos não específicos, tais como DQO inerte e biodegradabilidade aeróbia e anaeróbia, fornece informações para a compreensão dos fenômenos que ocorrem em praticamente todas as etapas do tratamento, possibilitando o aperfeiçoamento das tecnologias e evitando futuros problemas relacionados às baixas eficiências e os custos elevados de manutenção e operação (MORAVIA, 2010; LANGE e AMARAL, 2009).

A biodegradabilidade indica o percentual de compostos susceptíveis à decomposição pela ação dos microrganismos, podendo ser classificados em relação à facilidade de degradação em rapidamente, moderadamente ou lentamente biodegradáveis. Os compostos rapidamente biodegradáveis apresentam-se geralmente na forma solúvel, consistindo de moléculas mais simples, utilizadas diretamente pelas bactérias heterotróficas, enquanto que compostos moderadamente e lentamente biodegradáveis geralmente apresentam-se na forma particulada. Já os compostos recalcitrantes são aqueles que resistem à biodegradação e tendem a persistir e acumular no ambiente. Tais materiais não são necessariamente tóxicos aos microrganismos, mas simplesmente são resistentes ao ataque metabólico (MORAVIA, 2010). A tendência com o passar do tempo de aterramento dos resíduos é a diminuição da carga poluente e aumento do pH, enquanto a biodegradabilidade diminui, já que os compostos facilmente biodegradáveis tendem a ser consumidos num primeiro momento. Neste sentido O presente estudo teve como objetivo caracterizar o lixiviado de um aterro sanitário, baseado em parâmetros coletivos não específicos a fim de avaliar sua biodegradabilidade.

Materiais e Métodos

A metodologia aplicada neste estudo consiste na caracterização qualitativa do lixiviado bruto de um aterro sanitário, utilizando-se de parâmetros biológicos, físicos e químicos, tais como: potencial Hidrogeniônico, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, entre outros, bem como, parâmetros não convencionais, denominados de parâmetros coletivos não específicos, como o ensaio de biodegradabilidade aeróbia e anaeróbia e o ensaio de DQO inerte. Os métodos são apresentados a seguir.

Caracterização Qualitativa do Lixiviado Bruto

A caracterização qualitativa do lixiviado bruto é realizada conforme parâmetros e métodos descritos na Tabela 1. Foram caracterizadas 7 amostras coletadas a cada 15 dias em um aterro sanitário localizado no município de Itajaí/SC.

Tabela 1 Caracterização qualitativa do lixiviado bruto

Parâmetro	**Método**
DBO	Manométrico – Medidor de bancada Hach BOD Trak – SM 5210D
DQO	Colorimétrico – Refluxo fechado -
Nitrito	Colorimétrico – Espectrofotômetro Hach DR 2800 – SM 4500-NO3
Nitrato	Colorimétrico – Espectrofotômetro Hach DR 2800 – SM 4500-NO2
NTK	Digestão/Destilação Kjeldahl – Bloco digestor e Destilador
N-amoniacal	Destilação Kjeldahl –Destilador semi-automático
Fósforo	Colorimétrico – Espectrofotômetro Hach DR 2800 – SM 4500-P
Sólidos Suspensos	Gravimétrico. Filtração em membrana filtrante 0,45 µm
ST, STV, STF	Gravimétrico – SM 2540B, E
Parâmetro	Método
Cor	Colorimétrico – Espectrofotômetro Hach DR 2800 - SM 2120C
Turbidez	Nefelométrico – Turbidímetro Hach 2100N – SM 2130B
Sulfeto	Colorimétrico – Espectrofotômetro Hach DR 2800 – SM 4500-S2-
pH	Potenciométrico

Ensaio de Biodegradabilidade Anaeróbia

O aparato experimental utilizado no ensaio é composto por 8 frascos tipo Kolbe de 250 mL de capacidade, 5 deles preenchidos com amostra (lixiviado+nutrientes+lodo anaeróbio) e 3 brancos (nutrientes+lodo anaeróbio). Os frascos são completamente vedados e colocados em banho-maria à temperatura controlada de 35°C. Na tampa de cada frasco insere-se uma haste de vidro vazada para que ocorra a liberação do gás metano produzido. O gás é conduzido por capilaridade através de mangueiras de silicone primeiramente até os frascos de segurança colocados na parte superior do aparato, e depois é forçado a descer e penetrar nos gasômetros (frascos invertidos), que contém uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 3%, ligados a frascos tipo erlenmeyer que recebem a solução que extravasa à medida que o gás é produzido. O aparato utilizado no ensaio é apresentado na Figura 1.

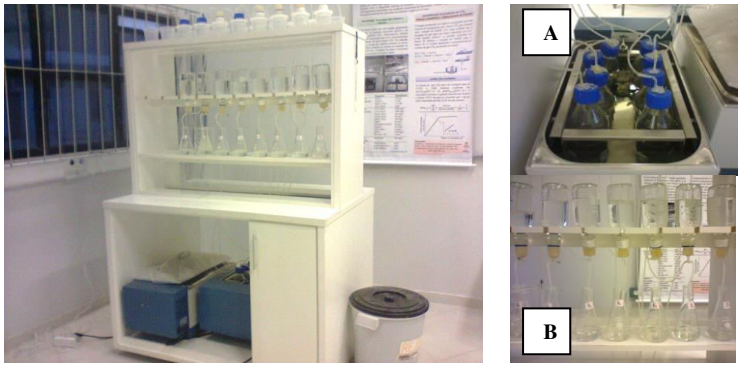


Figura 1: Aparato experimental utilizado no ensaio de biodegradabilidade anaeróbia com destaque para os frascos tipo Kolbe(A) e gasômetros

(B).

Ensaio de DQO Inerte

O ensaio seguiu o Método de Germili (GERMILI *et al*, 1991) e determina a fração inerte de DQO através da diferença entre os valores de depleção de DQO do lixiviado e de uma solução de glicose. Em um reator foi inserido um litro de lixiviado bruto enquanto no outro foi adicionado um litro de solução de glicose com concentração de 4.400 mg/L. Cada recipiente recebeu inóculo em quantidade suficiente para atingir uma concentração de 100 mg/L do mesmo, e 100 mL de solução de nutrientes.

O inóculo utilizado foi coletado no mesmo dia da montagem do experimento e foi proveniente do lodo de recirculação de reatores de lodos ativados da estação de tratamento de efluentes da região central de Florianópolis, ETE Insular/CASAN, apresentando SSV igual a 16,7 g/L. O lixiviado foi coletado no dia anterior ao da montagem do reator e apresentou concentração de DQO igual a 4.409,9 mg/L.

Os dois reatores foram preparados em frascos tipo erlenmeyer de dois litros, utilizando compressores de ar (bombas de aquários) e difusores de bolhas para promover a oxigenação e a agitação. O teste foi executado durante 23 dias, sobre abrigo da luz e temperatura mantida entre 20-25°C. O pH foi checado em todos os dias de coletas de amostras e mantido entre 6,5 e 8,0 utilizando soluções de NaOH (6N) e H_2SO_4 (2N).

Ensaio de Biodegradabilidade Aeróbia

Este ensaio foi realizado através da adaptação do método de Zahn-Wellens (OECD, 1992), consistindo na determinação da biodegradabilidade aeróbia do lixiviado por meio da quantificação do decaimento da DQO solúvel (filtrada). Os dois reatores foram preparados em balões de dois litros (Figura 2), utilizando as mesmas amostras de lixiviado e inóculo escolhidas para o ensaio de DQO Inerte, sendo que a montagem dos dois experimentos foi realizada simultaneamente. Introduziu-se no reator 500 mL de meio mineral e uma quantidade apropriada de lixiviado bruto e inóculo para atingir, respectivamente, 1000mg/L de DQO e 2,5 g de STV (sólidos totais voláteis) por litro. Um branco foi preparado nas mesmas condições do reator, contendo apenas inóculo e meio mineral. Tanto o reator quanto o branco tiveram seus volumes completados com água deionizada. A oxigenação e agitação dos recipientes foram garantidas através de compressores de ar (bombas de aquário) e difusores de bolhas. Os balões foram completamente envoltos por alumínio para evitar contato com a luz (Figura 3), e a temperatura dos líquidos mantida entre 20-25°C. O teste foi executado durante 28 dias. Durante esse período o pH foi checado de dois em dois dias e mantido entre 6,5 e 8,0 utilizando soluções de NaOH (6N) e H2SO4 (2N). (2N).

Figura 2: Ensaio de DQO inerte - (esquerda) e de Biodegradabilidade Aeróbia - (direita).

Figura 3: Ensaio de Biodegradabilidade Aeróbia – recipientes envoltos por alumínio.

Resultados e Discussões

Caracterização Qualitativa – Lixiviado Bruto

A Tabela 2 resume as principais características do lixiviado ao longo do monitoramento. Pode-se avaliar que a relação DBO/DQO média foi igual a 0,35. Segundo Souto (2009) esta relação, bastante utilizada para avaliar a biodegradabilidade do lixiviado, é uma análise simplista, principalmente para valores baixos, tendo em vista que

pode apenas indicar que os microrganismos utilizados no ensaio da DBO não foram capazes de degradar os compostos orgânicos naquele espaço de tempo, não confirmando sua baixa degradabilidade. O mesmo autor indica que aterros em fase ácida têm pH igual a 8,3 para 90% dos resultados do levantamento, variando de 4,4 a 8,4, enquanto que na fase metanogênica os lixiviados apresentaram pH entre 5,9 e 9,2, e 8,8 para 90% dos resultados do levantamento.

Tabela 2: Caracterização do Lixiviado Bruto

Parâmetros	n	Méd.	Máx.	Mín.	Parâmetros	n	Méd.	Máx.	Mín.
pH	7	7,90	8,45	7,81	NTK (NH4 mg.L-1)	7	1799	2898	39
DBO (mg.L-1)	7	1330	2220	290	NH4 (mg.L-1)	7	1476	2335,2	189
DQOt (mg.L-1)	7	3800	5616	1758	STV (mg.L-1)	7	2028	3071	1120
DQOs (mg.L-1)	7	2507	4054	1008	STF (mg.L-1)	7	7001	9203	4233
DBO5/DQOt	7	0,35	0,40	0,16	ST (mg.L-1)	7	9029	12076	5374
Nitrito (mg.L-1)	7	1,07	1,41	0,52	Cor (mg Pt-Co)	7	2987	4448	1600
Nitrato (mg.L-1)	7	29,75	100,08	8,52	Turbidez (NTU)	4	59	129	22
Fósforo (mg.L-1)	7	36,64	74,35	7,75	Sulfetos (mg.L-1)	7	0,35	0,73	0,15

Amaral (2007) coloca que para aterros jovens a relação DBO/DQO pode variar de 0,5 a 0,8 enquanto que esta relação pode cair a 0,07 em aterros antigos. Baseado nestes autores, é possível perceber a complexidade para determinar a fase de degradação em que se encontra o lixiviado, tendo em vista que o mesmo apresentou, de acordo com o pH, características de um aterro em fase ácida, enquanto a relação DBO/DQO obtida para a média dos resultados demonstra características de transição entre aterros jovens e antigos.
Souto (2009) avalia que os resíduos recém-dispostos e próximos à superfície estão ainda submetidos a processos aeróbios e que os resíduos nas camadas mais antigas e profundas encontram-se na fase metanogênica estável. Esta diferenciação, porém, não aparece ao analisar o lixiviado de uma célula ou de uma determinada área do aterro. Portanto, evidencia-se que a variabilidade da composição do lixiviado, aliada às condições operacionais do aterro influenciam as características e dificultam a caracterização deste efluente.

Ensaio de Biodegradabilidade Anaeróbia

A amostra utilizada no teste foi coletada no dia 11/07/12, e apresentou DQO de 9427 mg/L e STV de 1362 mg/L. O ensaio foi monitorado no período de 11/07/12 a 26/11/12. A produção acumulada de metano, em mL, nos 4 reatores que mantiveram-se em operação está ilustrada na Figura 4.

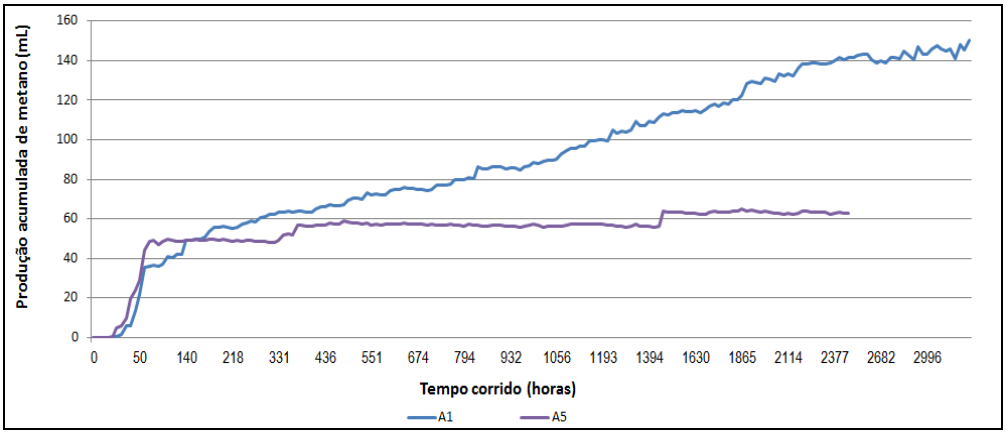
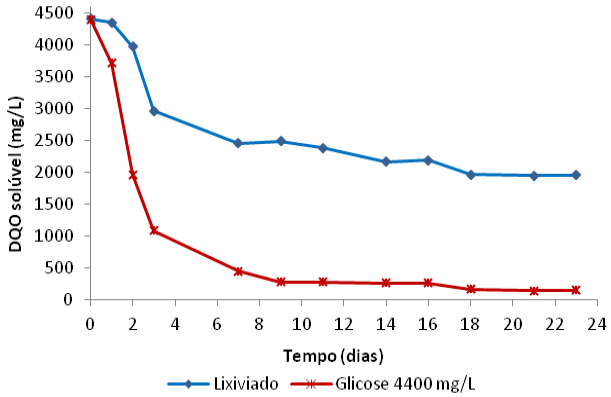


Figura 4: Ensaio de biodegradabilidade Anaeróbia - Produção acumulada de metano ao longo do tempo

O reator A2 apresentou problemas de funcionamento logo nas primeiras horas, e teve que ser descartado. Posteriormente, descartou-se os resultados dos reatores A3 e A4 que apresentaram comportamento anômalo se comparado aos resultados obtidos nos demais reatores, e este comportamento foi atribuído a possíveis problemas técnicos associados à parte mecânica do experimento, que pode ter permitido a entrada de ar nos gasômetros, interferindo nos resultados. Por fim, foram considerados apenas os resultados obtidos nos reatores A1 e A5 para o cálculo da biodegradabilidade do lixiviado analisado. A massa de DQO incubada nos reatores, com dedução de 10%, conforme sugestão de Amaral *et al.* (2008), foi de 598,5 mg, que equivaleria a 237 mL gás metano.
A biodegradabilidade anaeróbia obtida foi de 77,71% para A1, após 3.278 horas (136 dias) e 33,44% para A5, que apresentou um comportamento bastante diferente. Observa-se que a produção de metano em A5 apresentou um pico até a 50ª hora, e depois a produção praticamente cessou. Amaral (2007) obteve biodegradabilidade anaeróbia de 67%. Os resultados mostraram também que a alta concentração de DQO inerte (aproximadamente 38% a processos aeróbios e 42% a processos anaeróbios) encontrada justifica a baixa biodegradabilidade representada tanto pela baixa relação DBO/DQO quanto pelos baixos valores de biodegradabilidade aeróbia (53%) e anaeróbia (67%) obtidos, e reforça a hipótese de que a parcela da DQO não classificada como proteínas, carboidratos e lipídeos, denominada de "outros" e presente em todas as frações do lixiviado apresenta natureza refratária.

Ensaio de DQO Inerte

Os reatores do ensaio de DQO inerte foram monitorados utilizando-se os parâmetros pH e DQO solúvel até que a atividade biológica fosse encerrada. As análises de DQO solúvel foram realizadas no dia da montagem dos reatores e nos dois dias seguintes, e posteriormente foram analisadas as amostras coletadas de 2 em 2 dias até o final do período. Observa-se através da Figura 5 que os valores de DQO solúvel apresentaram um decaimento significativo até o 3º dia, e depois passaram a apresentar um decaimento mais lento, até atingir concentrações praticamente constantes a partir do 18º dia do experimento, fazendo com que o mesmo fosse encerrado no 23º dia.
Lange e Amaral (2009) consideraram que a atividade biológica foi encerrada em seus experimentos após obterem valores de DQO constantes por 48 horas. O decaimento contínuo de DQO solúvel a partir das primeiras horas de ensaio sugere a não necessidade de aclimatação do lodo empregado como inóculo (MORAVIA, 2010). De acordo com Moravia (2010), este fato pode estar ligado às características semelhantes entre a matéria orgânica rapidamente biodegradável do lixiviado e a presente no esgoto doméstico.



O experimento apresentou como valor para DQO inerte do lixiviado 1.814,35 mg/L, o que equivale a aproximadamente 41% da sua DQO inicial (4.409,9 mg/L). Essa concentração de DQO inerte está próxima aos valores obtidos por Lange e Amaral (2009) e Moravia (2010), os quais também executaram esse ensaio para caracterizar lixiviados de aterros sanitários brasileiros, o que confirma a elevada concentração de compostos refratários nesses efluentes.

Figura 5: Variação da DQO solúvel no lixiviado e em solução de glicose ao longo do tempo.

Ensaio de Biodegradabilidade Aeróbia

Foram realizadas 7 amostragens nos reatores ao longo do ensaio para análises de DQO. A primeira foi coletada 3h após a montagem do reator e do branco; em outras 4 ocasiões entre o 2° e o 26° dia; e nos 27° e 28° dias de ensaio. A biodegradação máxima foi alcançada no 16º dia do experimento, equivalendo a 54%. Como é possível observar na Figura 6, a degradação da m.o. decaiu significativamente a partir do 21º dia.

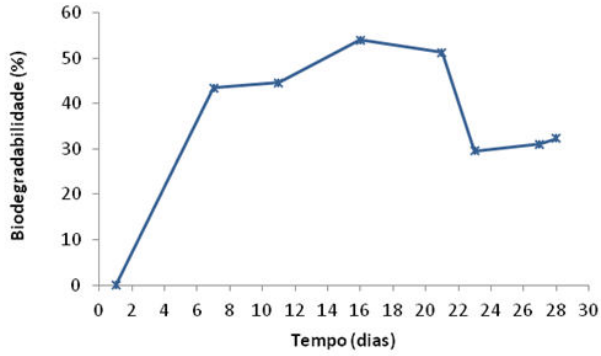


Figura 6: Porcentagem de biodegradabilidade do lixiviado bruto ao longo do tempo.

O aumento nos valores de DQO obtidos a partir dessa data pode estar relacionado à mortandade dos microrganismos, causada por um aumento da temperatura ocorrido no 19º e 20º dias de monitoramento. Nesse período estima-se que a temperatura dos reatores tenha alcançado 30°C, portanto, fora da faixa adequada (entre 20-25°C). Outro fator relacionado à baixa biodegradabilidade aeróbia é a alta concentração de DQO inerte apresentada pelo lixiviado. Moravia (2010) observou que o lixiviado bruto utilizado apresentou uma fração de DQO inerte em torno de 40% e biodegradabilidade aeróbia máxima de 46,6%, semelhante aos resultados obtidos no presente estudo (41% de DQO inerte e 54% de biodegradabilidade aeróbia máxima).

Conclusão

Os valores de DBO/DQO no lixiviado bruto de 0,35 indicam uma biodegradabilidade moderada, sugerindo que o lixiviado não se encontra em um estado muito avançado de estabilização. A biodegradabilidade anaeróbia obtida foi de 33,44 (para o reator A5) e 77,71% (reator A1), após 3.278 e 2.466 horas de ensaio, respectivamente. A biodegradabilidade aeróbia máxima foi de 54%, porém o tempo necessário para atingir este percentual de biodegradabilidade foi muito inferior àquele necessário para a degradação em condições anaeróbias. Em relação à DQO inerte do lixiviado, obteve-se como resultado 41% da DQO inicial, podendo-se notar que o decaimento mais significativo da DQO solúvel ocorreu até o 3º dia, porém este percentual obteve-se ao final do 23º dia. Os resultados reiteraram a importância da análise de parâmetros coletivos não específicos para uma caracterização mais aprofundada e eficaz dos lixiviados de aterros sanitários tendo em vista a gama de compostos orgânicos e inorgânicos presentes.

Referências Bibliográficas

1. AMARAL, M. C. S. Caracterização de lixiviados de aterros sanitários empregando parâmetros coletivos e identificação de compostos orgânicos. 2007. 231 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2007.
2. CASTILHOS JUNIOR, A.B.; MEDEIROS, P.A.; FIRTA, I.N.; LUPATINI, G.; SILVA, J.D. Resíduos Sólidos Urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte. Rio de Janeiro: ABES, 2003. 280p.
3. GERMILI, E., ORHON, D., ARTAN, N. (1991). Assessment of the initial inert soluble COD in industrial wastewaters. Water Science and Technology. V. 23, pp. 1077-1086.
4. KJELDSEN P. I., BARLAZ, M. A., ROOKER, A. P., BAUN, A., LEDIN, A., CHRISTENSEN, T. H. Present and long-term composition of MSW landfill leachate: a review. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, v.32, 2002.
5. LANGE, L.C.; AMARAL, M.C.S. Geração e características do lixiviado. In: GOMES, L.P. (coord.). Estudos de caracterização e tratabilidade de lixiviados de aterros sanitários para as condições brasileiras. RJ: ABES, 2009, v. 1, p. 26-59.
6. MORAVIA, W.G. Avaliação do tratamento de lixiviado de aterro sanitário através de processo oxidativo avançado conjugado com sistema de separação por membranas. 261p. Tese (Doutorado em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.
7. OECD. Guideline for Testing of Chemicals, 302 B. Adopted by the Council on 17th July 1992. Zahn-Wellens/EMPA Test.
8. RENOU, S.; GIVAUDAN, J.G.; POULAIN, S.; DIRASSOUYAN, F.; MOULIN, P. Landfill leachate treatment: Review and opportunity. Journal of Harzardous Materials.150 (3): 468-493.2008.
9. SOUTO, G. D. B. Lixiviado de aterros sanitários brasileiros – estudo de remoção do nitrogênio amoniacal por processo de arraste com ar (“stripping”). Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de SãoPaulo. São Carlos – SP. 2009.