

CARACTERIZAÇÃO DE PERCOLADOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM ESCALA PILOTO, SIMULANDO A DISPOSIÇÃO EM LIXÕES E ATERROS SANITÁRIOS

ROSÂNGELA FRANCISCA DE PAULA VITOR MARQUES¹, LUCIANO DOS SANTOS RORIGUES², ANTÔNIO MARCIANO DA SILVA³ JOYCE DA CRUZ FERRAZ DUTRA⁴

¹ Doutora em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Universidade Federal de Lavras, (35)3829-1684, roeflorestal@hotmail.com

² Professor Adjunto do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Universidade Federal de Minas Gerais

³ Professor Emérito, Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras

⁴ Graduada em aquacultura, Universidade Federal de Minas Gerais

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: No presente estudo objetivou-se a caracterização da qualidade do percolado de resíduos sólidos urbanos (RSU's) em escala piloto, com 60% de matéria orgânica. Foram utilizados 3 recipientes, considerando as densidades de resíduos compactados com base em literatura, totalizando 87 kg de RSU por recipiente. Em cada recipiente foram depositados RSU's contendo 60% de matéria orgânica, 20% de rejeito e 20% de material reciclável, situação simulando a disposição em "lixões", ou ainda um aterro sanitário com base na caracterização gravimétrica realizada para municípios do Sul de Minas Gerais. O período de monitoramento foi de janeiro a maio de 2014. Foram realizadas análises físicas, químicas e bacteriológicas semanalmente, visando caracterizar o percolado gerado. As variáveis avaliadas foram DQOt, DQOf, DQOp, SSV, SS, Nitrito, Nitrito, Fosfato, Nitrogênio amoniacal, AT, AVT, pH, Coliformes termotolerantes, E. coli. Os valores das concentrações dos percolados foram cotejados com os padrões de lançamento da Deliberação Normativa COPAM-CERH 01/2008 e classificados quanto à idade dos aterros e em relação às fases de decomposição dos resíduos. Os percolados apresentaram potencial poluidor, que decaiu de forma significativa, como consequência do processo de degradação e de lixiviação, requerendo tratamento prévio antes de lançamentos em corpos de água. O período de monitoramento foi caracterizado como fase de formação de ácidos, característica de áreas de disposição de resíduos relativamente novas.

PALAVRAS-CHAVE: Porcentagem de matéria orgânica, idade do aterro, fase de decomposição

LEACHATE CHARACTERIZATION OF MUNICIPAL SOLID WASTE ON A PILOT SCALE, SIMULATING THE DISPOSAL IN DUMPS AND LANDFILLS

ABSTRACT: The present study aimed to characterize the leachate quality of urban solid waste (USW) on a pilot scale, with 60% organic matter. 3 containers were used, considering the waste densities compressed based on literature, totaling 87 kg of MSW per container. In each container they were deposited USW containing 60% organic matter, 20% waste and 20% recyclable material, situation mimicking the disposal in "dumps" or a landfill based on gravimetric characterization performed for South municipalities of Minas General. The monitoring period was from January to May 2014 were carried out physical, chemical and bacteriological weekly, to characterize the leachate generated. The variables were DQOt, DQOf, DQOp, SSV, SS, nitrate, nitrite, phosphate, ammonia nitrogen, AT, AVT, pH, thermotolerant coliforms, E. coli. The values of the concentrations of leachate were compared with discharge standards of Normative Resolution COPAM-CERH 01/2008 and classified according to age of the landfill and in respect of waste decomposition stages. The leachate showed potential polluter, which declined significantly as a result of the degradation and the leaching process, requiring prior treatment before release into streams. The monitoring period was characterized as acid formation stage, characteristic of relatively new waste disposal sites.

KEYWORDS: Percentage of organic matter, the landfill age, stage of decomposition

INTRODUÇÃO: A crescente quantidade de resíduos sólidos gerados e a falta de informações confiáveis a respeito das características quantitativas e qualitativas destes, bem como de percolados, acarreta uma maior dificuldade de se criar um modelo adequado de gestão de resíduos pelo poder público municipal. No aterro sanitário há a geração do lixiviado que provoca danos à saúde humana e impactos ambientais, se não tratados, apresenta elevada carga poluidora, possui características de alta variabilidade e complexidade advindas dos resíduos sólidos urbanos. De acordo com HAMADA e MATSUNAGA (2000), a composição química do chorume varia muito dependendo da idade do aterro. Em termos gerais, os processos de reação bioquímica que ocorrem num aterro podem ser aeróbios e/ou anaeróbios. A cobertura diária do lixo promove processos aeróbios e degradação anaeróbia que se divide em duas fases: Fermentação ácida e fermentação metanogênica. Na fermentação ácida, os organismos facultativos ou anaeróbios decompõem as substâncias orgânicas iniciais, proteínas, graxas e hidratos de carbono em CO_2 , H_2 e ácidos graxos menores. Na fermentação metanogênica, organismos estritamente anaeróbios decompõem os produtos da fermentação ácida e os convertem em CH_4 , substâncias húmicas e água. TCHOBANOGLIOUS et al. (1993), apresentaram, os parâmetros físico-químicos dentro de uma faixa de variação que oscila de acordo com a idade do aterro sanitário, classificando em aterros novos e antigos. Neste contexto, a pesquisa torna-se relevante por caracterizar percolados de RSU's com 60% de matéria orgânica (usualmente caracterizados em lixões ou mesmo aterros sanitários sem tratamento prévio), visando o fornecimento de informações técnicas e subsídios para uma gestão adequada dos RSU's.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento em escala piloto foi conduzido no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no Núcleo Didático e Científico de Engenharia de Água e Solo, do Departamento de Engenharia, no município de Lavras - MG. nas coordenadas geográficas de 21° 13' 41,57" S e 44° 59' 27,34" W, a 909 m de altitude.

Foram utilizados 3 recipientes, considerando as densidades de resíduos compactados com base em literatura, totalizando 87 kg de RSU por recipiente. Em cada recipiente foram depositados RSU's contendo 60% de matéria orgânica, 20% de rejeito e 20% de material reciclável, situação simulando a disposição em "lixões", ou ainda um aterro sanitário com base na caracterização gravimétrica realizada por FRANCO (2012) para municípios do Sul de Minas Gerais. Os recipientes contendo os resíduos foram tampados para que não houvesse interferência de chuva.

O experimento foi dividido em duas fases, sendo que a Fase 1 ocorreu no período de 14/01/2014 a 20/03/2014, totalizando 66 dias, onde foram aplicados 4 litros de água a cada dois dias em cada recipiente de RSU's, totalizando uma lâmina de água de 29,1 mm mensal. A Fase 2 ocorreu no período 21/03/2014 a 20/05/2014, ou seja 61 dias com aplicação de 8 litros de água em cada recipiente a cada 2 dias, sendo a Lâmina de água mensal de 58,2 mm.

Para a avaliação do potencial poluidor foram coletadas amostras simples do percolado dos RSU's visando sua caracterização por meio de análises físicas, químicas e bacteriológicas. As coletas foram realizadas semanalmente, sendo o período de monitoramento de 14 de janeiro a 20 de maio de 2014, perfazendo um total de 20 coletas. As variáveis avaliadas foram DQO total, DQO filtrada, sólidos suspensos voláteis (SSV), sólidos suspensos (SS), nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), fosfato, nitrogênio amoniacal (NH_3), alcalinidade total (AT), ácidos voláteis totais (AVT), pH, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*. As análises foram realizadas conforme descrito no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA et al, 2005).

Os valores das concentrações dos percolados foram cotejados com os constantes na Deliberação Normativa COPAM-CERH 01/2008 e comparados à classificação realizada por TCHOBANOGLIOUS et al. (1993) quanto à idade dos aterros e POHLAND E HARPER (1986) em relação à fases de decomposição dos resíduos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: De acordo com a Tabela 1 os valores do pH, variaram de 6,3 a 7,3 sendo que o mesmo se apresenta na fase ácida. Já na Fase 2, variaram de 6,5 a 7,0, com valores médios de 6,8. Quanto à fase de degradação, até a sétima coleta os valores de pH correspondem à fase ácida, somente a partir da oitava coleta observa-se um aumento do pH caracterizando uma fase metânica instável.

TABELA 1. Estatística descritiva para os valores de pH, alcalinidade total (AT) e Ácidos Voláteis Total (AVT) **DQO_t**, **DQO_f**, **DQO_p**, **SS**, **SSV** nas Fases 1 e 2

Fase		pH	AT	AVT	DQO _t	DQO _f	DQO _p	SS	SSV
			(mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	(mg.L ⁻¹ HAc)	(mg.L ⁻¹)				
1	Média	6,8	18533,3	21360,0	5624,7	1607,3	4044,32	2044,0	1692,0
	S	0,3	5414,1	9792,2	3631,4	535,5	3403,69	847,8	806,6
2	Média	6,8	9480,0	7952,0	673,6	608,8	258,77	1064,0	756,0
	S	0,2	5099,1	2834,8	470,9	365,5	281,37	1072,6	801,5
Padrao de lançamento					180,0			100,0	

Valores em negrito superam o os padrões de lançamento da DN COPAM-CERH 01/2008.

Analisando os resultados encontrados para a alcalinidade total (AT) do percolado na Fase 1, observou-se uma variação de 14200 a 30667 mg.L⁻¹CaCO₃ estes valores encontram-se bem elevados se comparados com os apresentados por TCHOBANOGLOUS et al. (1993), cuja faixa de variação, para aterros com idade de até dois anos de operação, está entre 1.000 e 10.000 mg.L⁻¹CaCO₃, indicando maior capacidade do meio em resistir a mudanças do pH. Para a Fase 2, houve uma variação de 2200 a 18867 mg.L⁻¹CaCO₃ e, segundo POHLAND E HARPER (1986) os valores de AT tanto da Fase 1 como da Fase 2 estão dentro da fase da formação de ácidos. A concentração média de AVT foi de 21360,0 mg.L⁻¹ de HAc., enquadrando-se na fase de formação de ácidos (POHLAND E HARPER, 1986).

Em relação a matéria orgânica observou-se que os menores valores foram obtidos para a Fase 2 devendo se ao fato de que a Fase 1 é caracterizada por uma matéria orgânica de fácil degradação e Fase 2 a uma matéria orgânica recalcitrante. As concentrações de DQO apresentaram significativas variações, oscilando na Fase 1 entre 2504 a 12175 mg.L⁻¹ e na Fase 2 de 74 a 1455mg.L⁻¹, correspondendo a Fase de formação de ácidos (POHLAND & HARPER,1986). Essas concentrações não condizem com as sugeridas por TCHONOBANOGLOUS et al. (1994), que afirmam que as concentrações de DQO podem variar desde 3.000 mg.L⁻¹ até 60.000 mg.L⁻¹, com valores típicos por volta dos 18.000 mg.L⁻¹ para aterros considerados jovens com idade de aterramento de até dois anos. Observou-se também que os valores de DQOp são maiores que os valores de DQOf seguindo, portanto, comportamento semelhante à DQOt. Cabe ressaltar, que a DQOp é devida à maior presença de sólidos fixos que ficou retida no fundo dos recipientes e a DQOf é representada pela parcela de DQOt que pode ser degradada biologicamente em condições anaeróbias.

Os valores de DQOt e SS apresentaram-se bastante elevados, tanto na Fase 1 e como na 2, em relação ao padrão estabelecido pela DN COPAM-CERH 01/2008 que é de 180mg.L⁻¹, para DQOt e 100 mg.L⁻¹ para SS, sinalizando que antes do lançamento do percolado no curso d'água há necessidade de tratá-lo.

Pela Tabela 2 observou-se para o fosfato na Fase 1 uma variação de 0,45 a 2,37 mg.L⁻¹ e na Fase 2 de 0,20 a 2,45 mg.L⁻¹. O nitrogênio amoniacal apresentou variações 22,4 a 235,2 mg.L⁻¹ na Fase 1 e de 5,6 a 126,0 mg.L⁻¹ na Fase 2. Observou-se redução da Fase 1 para a Fase 2 para o percolado podendo o mesmo estar associado à conversão do nitrogênio amoniacal em nitrito pelo processo de nitrificação, podendo esse comportamento ser observado mesmo em aterros jovens. Com relação ao padrão de lançamento estabelecido pela DN COPAM CERH 01/2008, as concentrações médias de nitrogênio amoniacal no percolado das Fases 1 e 2 foram superiores ao limite para o lançamento de percolados em corpos d'água (20 mg.L⁻¹).

Dentre as formas de nitrogênio apresentadas (nitrito e nitrato), o nitrito foi detectado em maior quantidade na Fase 2, muito possivelmente devido a fatores que podem ter inferido, como algum tipo de material presente nos RSU's liberando maiores concentrações de nitrito, ou água aplicada nos recipientes contendo RSU's. Os valores de nitrito variaram de . 0,25 a 8,41 mg.L⁻¹ na Fase 1 e na Fase 2 de 0,95 a 13,75 mg.L⁻¹. Para a variável nitrato, observou-se uma variação foi de 0,64 a 8,23 mg.L⁻¹ na Fase 1 e na fase 2 de 0,93 a 11,13 mg.L⁻¹. As Fases 1 e 2 de acordo com TCHOBANOGLOUS et al. (1993) são consideradas como de aterros sanitários novos.

Os nutrientes fosfato, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato enquadram-se na fase da formação de ácidos de acordo com POHLAND E HARPER (1986) e são considerados de aterros sanitários novos (TCHOBANOGLIOUS et al, 1993).

TABELA 2. Estatística descritiva da concentração de nutrientes e variáveis bacteriológicas nas Fases 1 e 2.

Fase		Fosfato	N-amoniacal (mg.L ⁻¹)	Nitrito	Nitrato	Cterm (NMP.100mL ⁻¹)	E. coli
1	Média	1,29	126,7aA	3,58	4,76aA	6,2x10 ⁴	29,3x10 ³
	S	0,56	73,0	2,94	2,79	54808	9157
2	Média	1,06	35,3aB	3,70	5,90aA	12,9x10 ⁴	29,3x10 ³
	S	0,84	36,5	3,95	4,95	122534	9157
Padrão de lançamento			20,0				

Cterm = Coliformes termotolerantes; Cterm e E.coli = média geométrica; Valores em negrito superam o os padrões de lançamento da DN COPAM-CERH 01/2008.

Os coliformes apresentaram uma variação nas Fases 1 e 2, da ordem de de 10⁴ a 10⁵. Para a E. coli variação da ordem de 10² a 10³. A faixa de variação para os coliformes termotolerantes, de acordo com POHLAND E HARPER (1986) encontra-se na fase de formação dos ácidos.

CONCLUSÕES: Os percolado gerado apresentou potencial poluidor bastante elevado, requerendo tratamento prévio antes de seus lançamentos em corpos de água. Este potencial poluidor decaiu de forma significativa no decorrer do tempo de monitoramento, como consequência do processo de degradação e de lixiviação. O período de monitoramento foi caracterizado como a fase de formação de ácidos, característica de áreas de disposição de resíduos relativamente novas, o que efetivamente ocorreu, porém com elevado potencial poluidor.

AGRADECIMENTOS: Fundação Estadual de Meio Ambiente

REFERÊNCIAS

- APHA Standard methods: for examination of water and wastewater. 21th ed. Baltimore: APHA, AWWA, WPCP, 2005.
- FRANCO, C. S., SILVA, A. M, OLIVEIRA, L. F. C.; Resíduos sólidos domiciliares, panorama no sul de Minas : geração e hábitos. 2012, 22p. Lavras: Universidade Federal de Lavras: UFLA, 2012.
- HAMADA, J. e MATSUNAGA, I. Concepção do Sistema de Tratamento de Chorume para Aterro Sanitário de Ilhéus - BA. In: IX SILUBESA – Simpósio Luso- Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 1515-1524p. 2000
- MINAS GERAIS. Deliberação normativa conjunta COPAM/CERH-MG, nº01, de 05 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de percolados, e dá outras providências. Disponível em: < <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>>. Acesso em: 22 jan. 2011.
- POHLAND, F. G.; HARPER, S. R. Critical review and summary of leachate and gas production from landfills. EPA/600/2-86/073. Hazardous Waste Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, United Staes Enviromental Protection Agency, 1985. 165p. (U.S. EPA Cooperative Agreement CR-809997, Georgia Tech Projet nº E-20-G01).
- TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H. e VIGIL, A. S. Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues. McGraw-Hill International Editions. Civil Engineering Series, p 978. 1993.