



ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO PERCOLADO DO ATERRO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ-RN¹

D. da C. L. Coelho²; K. B. da Silva³; A. O. Medeiros Júnior⁴; C. H. R. dos Santos⁵;
R. O. Batista⁶; N. da S. Dias⁷

RESUMO: O objetivo no presente trabalho foi analisar a variabilidade e composição físico-química do percolado produzido no Aterro Sanitário Municipal de Mossoró, estado brasileiro do Rio Grande do Norte, visando seu reaproveitamento nas atividades agrícolas. As atividades de campo foram desenvolvidas de julho a setembro do ano de 2015, onde foram realizadas quatro coletas do percolado no respectivo aterro sanitário, com intervalo em torno de quinze dias entre coletas. A metodologia utilizada para realizar as análises físico-químicas das amostras coletadas foi de acordo com as recomendações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Características como o pH, a condutividade elétrica, sólidos suspensos, o risco severo de salinização do solo, o nitrogênio total e fósforo total, potássio, sódio e cloreto, bem como metais pesados, como o ferro e o níquel acima dos limites, foram as que se apresentaram mais impactantes ao meio ambiente, porém, este resíduo líquido apresenta-se ainda com grande potencial para utilização em atividades de fertirrigação de culturas mais resistentes, como por exemplo o capim elefante, girassol e mamona.

PALAVRAS-CHAVE: chorume, sustentabilidade, fertirrigação.

ANALYSIS PHYSICAL-CHEMICAL OF COMPOSITION OF PERCOLATED FROM SANITARY LANDFILL OF MUNICIPALITY MOSSORÓ-RN

SUMMARY: The objective of the present work was to analyze the variability and physicochemical composition of the percolated produced at the Sanitary Landfill Municipal of Mossoró, in the Brazilian state of Rio Grande do Norte, aiming at its reutilization in agricultural

¹ Trabalho extraído de tese de doutorado

² Doutora, Professora Adjunta, UFERSA, Av. Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, CEP: 59.625-900, Mossoró – Rio Grande do Norte, Fone (84) 98830-9726. E-mail: daniela.coelho@ufersa.edu.br

³ Doutor em Manejo de Solo e Água, UFERSA, Mossoró – Rio Grande do Norte. E-mail: ketsonbruno@hotmail.com

⁴ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFERSA, Mossoró – Rio Grande do Norte. E-mail: j.osmarx@hotmail.com

⁵ Graduando em Bacharelado em Ciência e Tecnologia, UFERSA, Mossoró – Rio Grande do Norte. E-mail: c.henriquesantos@live.com

⁶ Doutor, Professor Adjunto, UFERSA, Mossoró – Rio Grande do Norte. E-mail: rafaelbatista@ufersa.edu.br

⁷ Doutor, Professor Adjunto, UFERSA, Mossoró – Rio Grande do Norte. E-mail: nildo@ufersa.edu.br

activities. The field activities were carried out from July to September of the year 2015, where four collections of the percolated were carried out in the respective sanitary landfill, with an interval of about fifteen days between collections. The methodology used to perform the physical-chemical analysis of the samples collected was in accordance with the recommendations of the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater and the Brazilian Agricultural Research Company - EMBRAPA. Characteristics such as pH, electrical conductivity, suspended solids, the severe risk of soil salinization, total nitrogen and total phosphorus, potassium, sodium and chloride, as well as heavy metals such as iron and nickel above the limits were the which presented more impact to the environment, however, this liquid residue still presents great potential for use in fertirrigation activities of more resistant crops, such as elephant grass, sunflower and castor bean.

KEYWORDS: slurry, sustainability, fertigation.

INTRODUÇÃO

A disposição de rejeitos de resíduos sólidos urbanos (RSU) nos aterros sanitários leva a ocorrência de degradação do material orgânico presente nesses resíduos, com consequente geração de um líquido turvo de coloração escura e odor desagradável, altamente poluidor e alta carga orgânica e inorgânica, com substâncias tóxicas e recalcitrantes, comumente chamado de chorume (Matos et al., 2013; Bedin, 2011; Mendonça, 2010; Lauermann, 2007; Brentano, 2006). Ao ocorrer a infiltração de água, geralmente sendo água proveniente de precipitações pluviométricas, ocorre a mistura destas águas com o chorume produzido, originando o denominado percolato de aterros sanitários (PATS) (Gutierrez et al., 2010).

Segundo a Norma Brasileira 8.419 (ABNT, 2004), o chorume pode ser definido como sendo o líquido produzido pela decomposição de substâncias contidas nos resíduos sólidos, que tem como características a cor escura, o mau cheiro e a elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

O PATS pode ser definido ainda como um líquido que atravessa um meio poroso (no caso o solo do aterro sanitário), constituído de características físico-químicas, bioquímicas e microbiológicas e água de infiltração (Marnie et al., 2005), dependendo assim do índice pluviométrico do local, do escoamento superficial, da possível ascensão de águas subterrâneas nas células do aterro e do volume de resíduos orgânicos dispostos nestas (Coelho, 2013; Silva, 2008), bem como do tempo de disposição (tempo de operação e idade do aterro sanitário), da

forma do aterro e altura da camada de resíduos, e das características (origem e composição) do próprio resíduo disposto (Giordano et al., 2011; Celere et al., 2007).

Mais importante do que o volume de percolado gerado nos aterros sanitários, é a composição desse resíduo líquido, o qual, como já foi mencionado, é formado por uma complexa mistura altamente impactante ao meio ambiente (Coelho, 2016).

A falta de tratamento e/ou o tratamento ou manejo da disposição inadequados desse resíduo líquido pode ocasionar graves impactos ambientais, como a poluição do solo, dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos (Matos et al., 2013) e das plantas.

A ausência de trabalhos com um maior nível de detalhamento e precisão com relação ao tema abordado é uma preocupação e dificuldade encontrada para o melhor gerenciamento dos resíduos sólidos e principalmente o percolado produzido nos aterros sanitários, tornando-se necessário o desenvolvimento de pesquisas que propiciem uma melhor e mais precisa caracterização do percolado, visando acima de tudo destaque com relação aos poluentes presentes, considerando o comportamento dos seus constituintes no meio solo, águas superficiais e subterrâneas e plantas, juntamente com novas técnicas de tratamento e disposição desses resíduos líquidos no meio ambiente (Coelho, 2016).

Neste contexto, o objetivo no presente trabalho foi analisar a variabilidade e composição físico-química do percolado produzido no Aterro Sanitário Municipal de Mossoró, estado brasileiro do Rio Grande do Norte, visando o seu potencial de reaproveitamento nas atividades agrícolas.

MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi desenvolvida no município de Mossoró, estado brasileiro do Rio Grande do Norte, sob coordenadas geográficas são 5° 11' 31'' de latitude sul, 37° 20' 40'' de longitude oeste, e altitude de 18 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSw^h, sendo um clima seco, muito quente e com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono, com uma precipitação pluviométrica bastante irregular, com média anual de 673,9 mm; a temperatura média de 27 °C e umidade relativa do ar média de 68,9 % (Alvares et al., 2013).

O percolado utilizado no estudo foi proveniente do Aterro Sanitário Municipal de Mossoró-RN, o qual está localizado às margens da BR 110, no sentido Mossoró/Areia Branca, sob as coordenadas geográficas 5° 10' 54,94'' de latitude sul, 37° 16' 40,70'' de longitude oeste, e altitude de 34 m.

O respectivo aterro sanitário é operado pela empresa Sanepav – Saneamento Ambiental LTDA, onde se gera uma vazão média de 50 L h⁻¹ de lixiviado, decorrente da decomposição de 150 t dia⁻¹ de resíduos sólidos urbanos (RSU) aterrados, o que resulta em um valor per capita de 0,62 kg hab⁻¹ dia⁻¹ de RSU (Sanepav, 2015).

As atividades de campo foram desenvolvidas de julho a setembro do ano de 2015, onde foram realizadas quatro coletas do percolado no Aterro Sanitário Municipal de Mossoró-RN, sendo estas realizadas em torno de quinze dias de intervalo entre coletas (15/07; 06/08; 20/08; e 09/09 do ano 2015).

As coletas do percolado foram realizadas por meio da captação do percolado diretamente da lagoa de acumulação de lixiviado, utilizando bomba de recalque, para um reservatório/caixa de transferência de 1.000 litros, onde posteriormente foi transferido para o local do experimento na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e retiradas as amostras; posteriormente, as amostras do percolado não diluído foram identificadas e conservadas em caixas isotérmica com gelo à 4,0 °C.

Em seguida, estas amostras foram encaminhadas para laboratórios específicos com a finalidade de se realizar análises físico-químicas, seguindo as recomendações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (Rice et al.; 2012) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (Silva, 2009).

No Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta (LASAP) da UFERSA foram determinadas, através da metodologia da Embrapa (1997), as concentrações de cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), cloreto (Cl⁻), carbonato (CO₃⁻) e bicarbonato (HCO₃⁻²) por método titulométrico, expressos em mmolc L⁻¹; sódio (Na⁺) e potássio (K⁺) por fotômetro de chama, também expressos em mmolc L⁻¹; as concentrações de cobre (Cu), zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn), níquel (Ni), cádmio (Cd), e chumbo (Pb) por espectrofotometria de absorção atômica, expressas em mg L⁻¹. Com os valores de Na⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ determinou-se a relação de adsorção de sódio (RAS) por meio da metodologia de Richards (1954).

Ainda no LASAP, foram determinados os valores de sólidos suspensos (SS) pelo método gravimétrico com a utilização de membranas de fibra de vidro (0,45 µm de diâmetro de poro), e sólidos totais (ST) pelo método gravimétrico, ambos expressos em mg L⁻¹; e a turbidez por meio de turbidímetro de bancada, expresso em NTU (Unidade de Turvação Nefelométrica).

Já no Laboratório de Saneamento Ambiental (LASAM) da UFERSA, foram determinadas as concentrações da Demanda Bioquímica de Oxigênio, pelo método de cinco dias à temperatura de 20 °C (DBO₅²⁰), e da Demanda Química de Oxigênio (DQO), pelo método do refluxo fechado – colorimétrico, segundo orienta a metodologia do *Standard Methods for the*

Examination of Water and Wastewater (Rice et al.; 2012), com os valores expressos em mg L^{-1} .

Com relação ao nitrogênio total (N_{total}) e fósforo total (P_{total}), estes foram determinados no Laboratório de Catálise, Ambiente e Materiais (LACAM), da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), por meio da técnica de colorimetria, segundo orienta a metodologia do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (Rice et al.; 2012), com os valores expressos em mg L^{-1} .

Nos locais das amostragens determinou-se os valores de pH com peagâmetro portátil, e condutividade elétrica (CE) utilizando condutivímetro portátil, expressos em dS m^{-1} .

Os dados das características físico-químicas do percolado não diluído do Aterro Sanitário Municipal de Mossoró-RN foram submetidos à estatística descritiva (média e desvio padrão).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, estão apresentados os resultados referentes à composição físico-química do percolado de aterro sanitário (PATS) não diluído utilizado no estudo, proveniente do Aterro Sanitário Municipal de Mossoró-RN.

O valor médio encontrado para o pH durante o período experimental foi igual a 9,02, com valores máximo e mínimo de 9,17 e 8,95, respectivamente. O valor médio do pH encontrado encontra-se minimamente fora da faixa de 5,0 a 9,0 especificada pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 430/2011 (BRASIL, 2011), a qual dispõe sobre as condições e padrões de lançamentos de efluentes tratados em corpos hídricos.

Segundo Giordano et al. (2011) e Eduardo (2007), quando o pH atinge valores superiores a 8,0, significa que o aterro sanitário atingiu a fase metanogênica, característico de aterro sanitário que está ficando velho, principalmente se ocorrer a recirculação do percolado nas próprias células do aterro sanitário, como é o caso do Aterro Sanitário Municipal de Mossoró-RN, onde o percolado é recirculado e aplicado no cultivo de gramíneas nos taludes.

A condutividade elétrica (CE) apresentou uma variação significativa ao longo do período experimental em que foram realizadas as coletas. Variando de 6,00 a 19,95 dS m^{-1} , e com valor médio igual a 14,10 dS m^{-1} , a CE foi bastante superior ao limite de 3 dS m^{-1} estabelecido pela Portaria nº 154/2002 (CEARÁ, 2002) para cultivos agrícolas irrigados com águas de reuso.

A CE de percolados de aterros sanitários apresenta-se geralmente elevada, devido principalmente às elevadas concentrações de sais e compostos amoniacais (Giordano et al., 2011).

A concentração média de sólidos suspensos presentes no PATS foi de 830,00 mg L⁻¹, sendo bastante superior ao limite de 50 mg L⁻¹ estabelecido pela Portaria nº 154/2002 (CEARÁ, 2002) para lançamento em corpo hídrico de efluente tratado predominantemente doméstico.

Comparando com outros tipos de águas residuárias, os valores médios das concentrações de sólidos suspensos (SS) e sólidos totais (ST) não se encontram tão fora da faixa encontrada, no entanto, se comparado o valor de SS com o de ST, observa-se um valor médio de ST cerca de dez vezes maior, indicando que esse resíduo líquido é altamente prejudicial e preocupante, podendo causar aumento da turbidez e da coloração dos corpos hídricos, além de entupimento dos macroporos das camadas superficiais do solo, causando o selamento superficial (Matos, 2006; Coelho, 2013).

Assim como no trabalho de Coelho (2013) e de Coelho et al. (2015), os nutrientes nitrogênio total (N_{total}) e fósforo total (P_{total}) apresentaram-se em concentrações elevadas, sendo considerados como poluentes importantes do PATS, principalmente devido às diversas formas de oxidação que podem assumir no meio ambiente. Por outro lado, mostra que esse resíduo líquido tem uma importância significativa para a fertirrigação de culturas agrícolas.

As concentrações encontradas de N_{total} e P_{total} no presente estudo foram muito superiores aos valores limítrofes de 10,00 mg L⁻¹ e 2,00 mg L⁻¹, respectivamente, encontrados por Almeida (2010) para qualidade da água de irrigação.

Com relação ao potássio, este apresentou concentração média igual a 78,02 mmol_c L⁻¹, bastante superior ao valor de 0,05 mmol_c L⁻¹ (2,0 mg L⁻¹) sugerido por Almeida (2010) para qualidade da água de irrigação.

Para o sódio foi encontrado valor médio de 186,17 mmol_c L⁻¹, superior ao valor de 40,00 mmol_c L⁻¹ encontrado e sugerido por Almeida (2010) para qualidade da água de irrigação.

O valor médio encontrado para o cloreto no PATS foi igual a 42,60 mmol_c L⁻¹, sendo este superior ao valor de 30,00 mmol_c L⁻¹ encontrado e sugerido por Almeida (2010) para qualidade da água de irrigação, onde, de acordo com Ayers & Westcot (1999), nessa concentração, o cloreto apresenta-se como tóxico para as culturas agrícolas.

Para os demais elementos, tendo por base a tabela de concentrações máximas permitidas para alguns elementos químicos presentes em águas residuárias para aplicação em culturas agrícolas citada por Ayers & Westcot (1999) e Matos (2007), observa-se que apenas o ferro (5,67 mg L⁻¹) e o níquel (0,28 mg L⁻¹) apresentaram concentrações maiores do que os limites de 5,00 mg L⁻¹ e 0,20 mg L⁻¹, respectivamente. Já o manganês (0,18 mg L⁻¹), o cobre (0,02 mg L⁻¹), o zinco (0,38 mg L⁻¹) e o chumbo (0,11 mg L⁻¹) apresentaram-se em concentrações

inferiores aos valores de $0,20 \text{ mg L}^{-1}$, $0,20 \text{ mg L}^{-1}$, $2,00 \text{ mg L}^{-1}$ e $5,00 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente. Por fim, o cádmio apresentou valor médio igual ao limite de $0,01 \text{ mg L}^{-1}$.

Comparando os valores encontrados para o ferro, manganês, cobre, zinco, chumbo e níquel, com os valores máximos permitidos pela Resolução do CONAMA nº 430/2011 (BRASIL, 2011), para lançamento de efluentes tratados em corpos hídricos, observou-se que todos estão abaixo dos valores de $15,0 \text{ mg L}^{-1}$, $1,0 \text{ mg L}^{-1}$, $1,0 \text{ mg L}^{-1}$, $5,0 \text{ mg L}^{-1}$, $0,5 \text{ mg L}^{-1}$, e $2,0 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente.

Com relação à DBO, o valor de $154,25 \text{ mg L}^{-1}$ encontrado no percolado do Aterro Sanitário do Município de Mossoró-RN, apresentou-se superior ao valor de $120,00 \text{ mg L}^{-1}$, estimado pela Resolução do CONAMA nº 430/2011 (BRASIL, 2011), para lançamento de efluentes tratados em corpos hídricos, porém inferior ao limite de $200,00 \text{ mg L}^{-1}$ estabelecido pela Portaria nº 154/2002 (CEARÁ, 2002).

O parâmetro de biodegradabilidade do percolado do Aterro Sanitário de Mossoró-RN, representado pela relação DBO/DQO, foi igual a 0,02, onde, de acordo com Öman & Junestedt (2007), relações de DBO/DQO menores que 0,3 são típicas de aterros sanitários considerados antigos.

Considerando que o Aterro Sanitário Municipal de Mossoró foi inaugurado no início do ano de 2008, e que a relação DBO/DQO foi igual a 0,02, verifica-se que o aterro sanitário em estudo pode ser enquadrado em uma fase de maduro para velho, com oito anos de funcionamento.

CONCLUSÕES

Observou-se uma variabilidade bastante representativa em relação à caracterização do percolado do Aterro Sanitário do Município de Mossoró-RN, tanto em relação às coletas realizadas dentro do período experimental, como comparando com outros estudos.

Características como o pH, a condutividade elétrica, sólidos suspensos, o risco severo de salinização do solo, o nitrogênio total e fósforo total, potássio, sódio e cloreto, bem como metais pesados, como o ferro e o níquel acima dos limites, foram as que se apresentaram mais impactantes ao meio ambiente, porém, este resíduo líquido apresenta-se ainda com grande potencial para utilização em atividades de fertirrigação de culturas mais resistentes, como por exemplo o capim elefante, girassol e mamona.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, O. A. Qualidade da água de irrigação. 1 ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 227p.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v.22, p. 711-728, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 8.419. Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – Procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004, 13p.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Traduzida por GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMACENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (Estudos FAO 29, 1999).
- BEDIN, M. F. M. Avaliação da toxicidade do percolado proveniente de dois locais de disposição de resíduos sólidos urbanos, aterro de Passo Fundo e de Carazinho. Passo Fundo: UPF, 2011. 46p. Monografia (Engenharia Ambiental) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamentos de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília, 2011.
- BRENTANO, D. M. Desenvolvimento e aplicação do teste de toxicidade crônica com *Daphnia magna*: avaliação de efluentes tratados de um aterro sanitário. Florianópolis: UFSC, 2006. 145f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- CEARÁ (2002). Portaria nº 154, de 22 de julho de 2002. Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras.
- CELERE, M. S.; OLIVEIRA, A. S.; TREVILATO, T. M. B.; SEGURA-MUÑOZ, S. I. Metais presentes no chorume coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, p. 939-947, 2007.

COELHO, D. C. L. Atributos químicos de um argissolo e produção de capim elefante decorrentes da aplicação de percolado de aterro sanitário. Mossoró: UFERSA, 2013. 100f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró. <http://dx.doi.org/10.12702/D.C.L.Coelho-DC-000000003>.

COELHO, D. C. L.; BATISTA, R. O.; SILVA, P. C. M.; MESQUITA, F. O. Produção de capim elefante utilizando percolado de aterro sanitário. Bioscience Journal. Uberlândia, v. 31, n. 3, p. 830-840, 2015. <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v31n3a2015-22400>.

COELHO, D. C. L. Aplicação de percolado de aterro sanitário no cultivo de girassol no semiárido brasileiro. Mossoró: UFERSA, 2016. 160f. Tese (Doutorado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.

EDUARDO, J. Avaliação das características microbiológicas e físico-químicas do lixiviado (chorume) no processo de tratamento do Aterro Metropolitano de Gramacho (RJ-Brasil). Rio de Janeiro: UERJ, 2007. 98f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

GIORDANO, G.; BARBOSA FILHO, O.; CARVALHO, R. J. Processos físico-químicos para tratamento do chorume de aterros de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, RJ: Coletânea em Saneamento Ambiental, COAMB/ FEM / UERJ, 2011. 178p. (Série Temática: Tecnologias Ambientais – Volume 4).

GUTIERREZ, K. G.; MATOS, A. T.; ROSSMANN, M. Influência da presença de camada de resíduos de construção civil na remoção de metais pesados em percolado recirculado de aterro sanitário. Revista Ambiente e Água, Taubaté, v. 5, n. 2, p. 87-98, 2010.

LAUERMANN, A. Caracterização química dos efluentes gerados pelo aterro controlado de Santa Maria e retenção de chumbo e zinco por um argissolo da depressão central do Rio Grande do Sul. Santa Maria: UFSM, 2007. 72f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

MARNIE, L. W.; BITTON, G.; TOWNSEND, T. Heavy metal binding capacity (HMBC) of municipal solid waste landfill leachates. Chemosphere, Oxford, v.60, n.2, p.206-215, 2005.

MATOS, A. T. Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos. Viçosa, MG: Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais, 2006, 125p. (Série Caderno Didático, n.37).

MATOS, A. T. Disposição de águas residuárias no solo. Viçosa, MG: Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais, 2007. 140p. (Caderno didático n. 38).

MATOS, A. T.; SILVA, D. F.; LO MONACO, P. A. V.; PEREIRA, O. G. Produtividade e composição química do capim-tifton 85 submetido a diferentes taxas de aplicação do percolado de resíduo sólido urbano. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 188-200, 2013.

MENDONÇA, J. M. S. Avaliação da ecotoxicidade de percolados em áreas de disposição de resíduos na região metropolitana de Natal/RN. Natal: UFRN, 2010. 72f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

ÖMAN, C. B.; JUNESTEDT, C. Chemical characterization of landfill leachate – 400 parameters and compounds. Waste Management, Amsterdam, v.6, n.18, 2007, p. 1010-1016.

RICE, E. W.; BAIRD, R. B.; CLESCERI, A. D. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22. ed. Washington: APHA, AWWA, WPCR, 2012. 1496p.

RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington, US Department of Agriculture, 1954. 160p. (USDA Agricultural Handbook, 60).

SANEPAV Saneamento Ambiental LTDA. 2015. Disponível em: <<http://www.sanepav.com.br/>>.

SILVA, F. C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

SILVA, D. F. Efeito da aplicação de percolado de resíduo sólido urbano em solo cultivado com capim-tifton 85. Viçosa, MG: UFV. 2008. 148 f. Tese (Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Tabela 1. Características físico-químicas do percolado não diluído, proveniente do Aterro Sanitário Municipal de Mossoró-RN, ao longo do período experimental.

| Características físico-químicas | Amostragem de 15 de julho de 2015 | Amostragem de 06 de agosto de 2015 | Amostragem de 20 de agosto de 2015 | Amostragem de 09 de setembro de 2015 | Média | Desvio Padrão |
|--|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---------|---------------|
| pH | 8,97 | 9,17 | 8,99 | 8,95 | 9,02 | 0,10 |
| CE (dS m ⁻¹) | 19,95 | 15,15 | 15,30 | 6,00 | 14,10 | 5,84 |
| DQO (mg L ⁻¹) | 7312 | 6448 | 5948 | 6956 | 6666,00 | 595,67 |
| DBO (mg L ⁻¹) | 115 | 127 | 153 | 222 | 154,25 | 47,87 |
| DBO/DQO | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,01 |
| ST (mg L ⁻¹) | 2416 | 16752 | 220 | 18048 | 9359,00 | 9343,12 |
| SS (mg L ⁻¹) | 960 | 980 | 800 | 580 | 830,00 | 185,11 |
| Turbidez (NTU) | 133 | 288 | 234 | 318 | 243,25 | 81,30 |
| N _{total} (mg L ⁻¹) | 541,35 | 473,08 | 309,27 | 415,16 | 434,72 | 98,25 |
| P _{total} (mg L ⁻¹) | 1,65 | 30,50 | 32,33 | 43,69 | 27,04 | 17,90 |
| Fe (mg L ⁻¹) | 7,619 | 5,269 | 4,807 | 4,977 | 5,67 | 1,31 |
| Mn (mg L ⁻¹) | 0,126 | 0,174 | 0,206 | 0,224 | 0,18 | 0,04 |
| Cu (mg L ⁻¹) | 0,050 | 0,018 | 0,003 | 0,004 | 0,02 | 0,02 |
| Zn (mg L ⁻¹) | 0,478 | 0,372 | 0,322 | 0,366 | 0,38 | 0,07 |
| Pb (mg L ⁻¹) | 0,220 | 0,170 | 0,040 | 0,010 | 0,11 | 0,10 |
| Ni (mg L ⁻¹) | 0,242 | 0,285 | 0,246 | 0,328 | 0,28 | 0,04 |
| Cd (mg L ⁻¹) | 0,009 | 0,013 | 0,003 | 0,001 | 0,01 | 0,01 |
| K ⁺ (mmol _c L ⁻¹) | 75,44 | 85,77 | 67,69 | 83,17 | 78,02 | 8,16 |
| Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹) | 177,34 | 203,03 | 160,57 | 203,73 | 186,17 | 21,02 |
| Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹) | 18,00 | 12,50 | 6,00 | 3,50 | 10,00 | 6,54 |
| Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹) | 22,00 | 2,50 | 1,50 | 54,00 | 20,00 | 24,55 |
| Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹) | 32,20 | 39,20 | 53,00 | 46,00 | 42,60 | 8,93 |
| CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹) | 0,00 | 4,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 |
| HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹) | 10,50 | 8,20 | 6,60 | 8,10 | 8,35 | 1,61 |
| RAS ((mmol _c L ⁻¹) ^{0,5}) | 39,65 | 74,14 | 82,92 | 38,00 | 58,68 | 23,21 |

Nota: pH - potencial hidrogeniônico; CE - condutividade elétrica; DQO - demanda química de oxigênio; DBO - demanda bioquímica de oxigênio; DBO/DQO - relação DBO/DQO; ST - sólidos totais; SS - sólidos suspensos; Turbidez - turbidez do líquido; N_{total} - nitrogênio total; P_{total} - fósforo total; Fe - ferro; Mn - manganês; Cu - cobre; Zn - zinco; Pb - chumbo; Ni - níquel; Cd - cádmio; K⁺ - potássio; Na⁺ - sódio; Ca²⁺ - cálcio; Mg²⁺ - magnésio; Cl⁻ - cloreto; CO₃²⁻ - carbonato de cálcio; HCO₃⁻ - bicarbonato de cálcio e RAS - razão de adsorção de sódio.