

Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Rafaelly do Nascimento
(Organizadoras)



2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
M514	Meio ambiente e desenvolvimento sustentável [recurso eletrônico] / Organizadoras Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco, Juliana Yuri Kawanishi, Rafaelly do Nascimento. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; v. 1) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-72477-54-3 DOI 10.22533/at.ed.543191111 1. Desenvolvimento sustentável. 2. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Pacheco, Juliana Thaisa Rodrigues. II. Kawanishi, Juliana Yuri. III. Nascimento, Rafaelly do. IV. Série. CDD 363.7
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2019

APROVEITAMENTO DO LODO DE ESGOTO PROVENIENTE DE TANQUE SÉPTICO VISANDO A RECUPERAÇÃO DE SOLOS DEGRADADOS

Laércio dos Santos Rosa Junior

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós
Graduação em Engenharia Civil
Belém – Pará

Hélio da Silva Almeida

Universidade Federal do Pará – Doutor em
Engenharia de Recursos Naturais na Amazônia

Lia Martins Pereira

Universidade Federal do Pará – Programa de Pós
Graduação em Engenharia de Recursos Naturais
na Amazônia

Bruno Silva de Holanda

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós
de Graduação em Ciências Ambientais
Belém – Pará

Iury Gustavo Mendonça de Souza

Engenheiro Civil, Mestre em Processos
Construtivos e Saneamento Urbano
São Luís – Maranhão

Naira Pearce Malaquias

Universidade Federal do Pará, Programa de
Pós Graduação em Processos Construtivos e
Saneamento Urbano
São Luís – Maranhão

Luciana dos Santos Cirino

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós
de Graduação em Ciências Ambientais
Belém – Pará

Ana Gabriela Santos Dias

Escola Superior da Amazônia, Programa
de Especialização em Gestão Ambiental e

Desenvolvimento Sustentável
Belém – Pará

Allan Bruce Paiva de Moraes

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós
Graduação em Engenharia Civil
Belém – Pará

Elton Pires Magalhães

Instituto Federal do Pará, Tecnólogo em
Saneamento Ambiental
Belém – Pará

Thaís dos Santos Palmeira

Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto
de Ciências Agrárias
Belém – Pará

Cleyanne Kelly Barbosa Souto

Universidade Federal do Pará, Faculdade de
Engenharia Sanitária e Ambiental
Belém – Pará

RESUMO: Neste trabalho, o uso de lodo para recuperação de solos degradados foi investigada a partir do aproveitamento de lodo proveniente de tanque séptico. A metodologia empregada foi realizada a partir de coletas, em intervalos trimestrais nos meses de maio, agosto e novembro de 2018 no sistema de tratamento de esgoto do Restaurante Universitário (Setor Básico), da Universidade Federal do Pará (UFPA). O lodo coletado foi armazenado e, posteriormente, submetido às

etapas de secagem, moagem, armazenamento e caracterização. Os bio-sólidos foram caracterizados por análises morfológicas como Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e físico-químicas como a Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS), além de teor de cinzas, condutividade elétrica, pH e determinação de metais pesados. A análise morfológica dos bio-sólidos revelou que a superfície porosa pode indicar a possibilidade de utilização desse material como meio adsorvente. A composição química elementar apresentou elementos essenciais para a nutrição do solo, como carbono (C) e oxigênio (O); macronutrientes como potássio (K), enxofre (S), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e micronutrientes como ferro (Fe). O pH aproximou-se do valor neutro (próximo de 7). O valor condutividade elétrica igual a $\pm 1726 \mu\text{S}/\text{cm}$ está de acordo com os limites observados na literatura, bem como as concentrações de metais pesados, com exceção do zinco. Assim, os resultados deste trabalho demonstram que o aproveitamento do lodo de esgoto séptico mostrou-se tecnicamente viável para o aproveitamento desse material, de modo a diminuir o seu descarte no meio ambiente e gerando fontes alternativas de energias.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo; Esgoto; Tanque Séptico; Bio-sólido.

USE OF SEPTIC TANK SEWAGE SLUDGE FOR DEGRADED SOILS RECOVERY

ABSTRACT: In this work, the use of sludge to recover degraded soils was investigated from the use of sludge from septic tank. The methodology used was based on collections at quarterly intervals in May, August and November 2018, in the sewage treatment system of the University Restaurant (Basic Sector), Federal University of Pará (UFPA). The collected sludge was stored and subsequently subjected to drying, milling, storage and characterization. The biosolids were characterized by morphological analyzes such as Scanning Electron Microscopy (SEM) and physicochemical analyzes such as Dispersive Energy Spectroscopy (DES), in addition to ash content, electrical conductivity, pH and heavy metals determination. The morphological analysis of the biosolids revealed that the porous surface may indicate the possibility of using this material as adsorbent medium. The elemental chemical composition presented essential elements for soil nutrition, such as carbon (C) and oxygen (O); macronutrients such as potassium (K), sulfur (S), calcium (Ca) and magnesium (Mg) and micronutrients such as iron (Fe). The pH approached the neutral value (close to 7). The electrical conductivity value equal to $\pm 1726 \mu\text{S}/\text{cm}$ is in agreement with the limits observed in the literature, as well as the concentrations of heavy metals, except for zinc. Thus, the results of this work showed that the use of septic sewage sludge proved to be technically feasible for the use of this material, in order to reduce its disposal in the environment and generating alternative sources of energy.

KEYWORDS: Sludge; Sewer; Septic tank; Biosolid.

INTRODUÇÃO

Um dos subprodutos sólidos dos sistemas de tratamento de esgoto, gerado em

maior percentual, é o lodo (Andreoli *et al.*, 2014), rico em matéria orgânica, que pode apresentar teores satisfatórios de nitrogênio, fósforo, zinco, cobre, ferro, manganês e molibdênio. Esse material contribui para um grave problema ambiental, devido à falta de um local adequado para sua disposição (RIGO *et al.*, 2014).

A Região Metropolitana de Belém, quanto aos sistemas individuais de tratamento de esgoto doméstico, a exemplo daqueles que utilizam tanque séptico, tem a retirada e consequente disposição final do lodo a cargo de empresas chamadas “limpa fossa”, que na maioria das vezes despejam o lodo em estações de tratamento de esgoto, quando existentes, o que pode interferir na eficiência do tratamento da estação (MELO, 2017). Esse descarte torna-se um inconveniente, pois o lodo quando retirado do tanque por carros “limpa fossa” geralmente é misturado a outros resíduos, o que altera as características desse tipo de lodo.

Nesse contexto, o uso do lodo enquanto biossólido para recuperação de solos degradados torna-se uma alternativa viável para o aproveitamento desse resíduo, a partir de sua retirada dos tanques sépticos, na medida em que o uso planejado dessa biomassa pode trazer benefícios para o meio ambiente, pois dá uma funcionalidade para o resíduo e melhora a qualidade do solo.

OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo avaliar as características físicas, químicas e microscópica do lodo de esgoto proveniente de tanque séptico visando a restauração de solo degradados.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização desta pesquisa foram realizadas três coletas de lodo, em intervalos trimestrais nos meses de maio, agosto e novembro de 2018 no sistema de tratamento de esgoto do Restaurante Universitário (RU) (Setor Básico), da Universidade Federal do Pará – UFPA, na Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto, em Belém/PA. O sistema existente para o tratamento do esgoto doméstico gerado no restaurante é constituído por Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio (Figura 1).



Figura 1: Tanque séptico do RU

Fonte: Autoria própria (2018)

O lodo coletado foi armazenado em sacos plásticos que foram encaminhadas ao Laboratório Multiusuário de Tratabilidade de Água e Esgoto (LAMAG/FAESA/UFPa), onde foi submetido às etapas de preparação que consistiram em: secagem, moagem e armazenamento. O lodo foi exposto à secagem natural, por um período de duas semanas. A Figura 2 apresenta o lodo antes (a) e após a secagem (b).



Figura 2: Lodo antes (a) e após a secagem natural (b)

Fonte: Autoria própria (2018)

As massas de lodo restantes após a secagem foram misturadas e compuseram uma amostra de, aproximadamente, 2 kg. Essa biomassa foi desagregada em moinho de bolas e posteriormente peneirada, visando-se diminuir sua granulometria e aumentar sua uniformidade, respectivamente. Por fim, as amostras foram caracterizadas de acordo com os parâmetros e métodos apresentados no Quadro 1.

Parâmetro	Unidade	Método
Sólidos Totais	mg/L	APHA; AWWA; WEF (2012) – Método 2540-B
Sólidos Totais Voláteis	mg/L	APHA; AWWA; WEF (2012) – Método 2540-B
Sólidos Totais Fixos	mg/L	APHA; AWWA; WEF (2012) – Método 2540-B
C.O e M.O	g/Kg	Walkley e Black (1934)
Macronutrientes (N, P, K)	g/Kg	Carmo <i>et al.</i> (2000)
Micronutriente (Na)	g/Kg	Carmo <i>et al.</i> (2000)
Teor de umidade do lodo seco	%	Método gravimétrico (Seção 2540-B)
pH em água (1:10)	-	APHA; AWWA; WEF (2012) – Método 4500 B
Condutividade Elétrica	μS/cm	APHA; AWWA; WEF (2012) – Método 2510 B
Caracterização microscópica	-	MEV e EDS
Determinação de metais pesados (Cd, Pb, Cu, Cr, Ni e Zn)	mg/Kg	Espectroscopia de Absorção Atômica (AA)

Quadro 1: Parâmetros e métodos utilizados

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na determinação dos sólidos totais, fixos e voláteis o resultados demonstraram que o lodo de tanque séptico estudado nesse trabalho apresenta composição predominantemente orgânica, pois em um total de $44566,67 \pm 19980,21$ mg/L de sólidos, cerca de $16366,67 \pm 1977,09$ mg/L (36,72 %) são fixos e $28200,00 \pm 19217,87$ mg/L (63,28 %) são voláteis, o que representa um benefício para aplicação do lodo enquanto substrato para solos empobrecidos.

A presença de carbono orgânico e matéria orgânica foram considerados satisfatórios, se comparados com os resultados obtidos por Melo (2017) que também verificou o potencial do lodo de esgoto séptico para aplicação no solo. Neste trabalho obteve-se $116,76 \pm 52,01$ g/Kg de carbono orgânico e $201,42 \pm 89,72$ g/Kg de matéria orgânica, já no trabalho da referida autora foram obtidos $74,08$ g/Kg e $94,38$ g/Kg de carbono orgânico e matéria orgânica, respectivamente.

Os macronutrientes investigados (N, P, K) também representaram resultados expressivos quando comparados com aqueles obtidos por Marinho (2015) que apresentou $18,4$ g/Kg, $0,061$ g/Kg e $0,005$ g/Kg de N, P, K, respectivamente. Neste estudo os quantitativos obtidos foram $23,38$ g/Kg, $3,36$ g/Kg e $0,85$ g/Kg. O mesmo ocorreu na comparação do Na obtido, sendo $1,65$ g/Kg neste trabalho e $0,31$ g/Kg no

trabalho do outro autor.

O cálculo do teor de umidade do lodo seco no valor de 30% indica que a exposição natural não foi suficiente para secar completamente o material. Entretanto a redução de 70% da umidade permitiu evitar gasto de energia elétrica com o aquecimento térmico, já que a umidade restante não interferiu na manipulação e caracterização da amostra, o que representa economia de custos.

O pH em torno de 6,81, próximo da neutralidade oferece mais uma condição favorável para a aplicação do biossólido no solo. Os biossólidos com pH neutro, possuem capacidade de restringir a lixiviação de metais tóxicos e melhorar a fertilidade do solo (Agrafioti *et al.*, 2013).

A condutividade elétrica de 1726 $\mu\text{S}/\text{cm}$ deve ser testada de acordo com o tipo de cultura que deseja-se cultivar no solo, pois materiais com alta salinidade devem ser aplicados em doses controladas de modo a evitar potencial toxidez do solo (Song *et al.*, 2012).

Por meio da caracterização morfológica (Figura 1), através da microscopia eletrônica de varredura (MEV), foi possível verificar que as partículas do material estão agregadas e possuem superfície visivelmente porosa, o que contribui com a possibilidade de utilização do biossólido enquanto meio adsorvente em solos degradados.

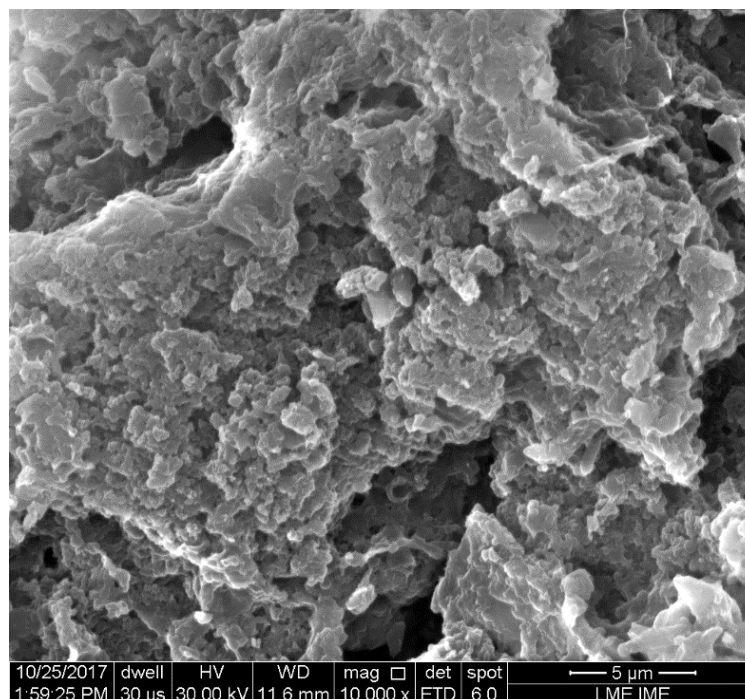


Figura 1: Micrografia do biossólido

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Por fim, a espectroscopia por energia dispersiva (Figura 2) revelou a presença de elementos químicos cuja essencialidade é comprovada enquanto nutrientes do solo, segundo Mendes (2007), como o carbono (C) e o oxigênio (O), que compõem cerca de 90% da matéria seca de uma planta; além de macronutrientes como potássio

(K), enxofre (S), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e micronutrientes como o ferro (Fe). Quanto aos picos de platina detectados pela EDS, entende-se que os mesmos estão presentes em virtude dos filmes de platina utilizados no metalizadores do microscópio eletrônico de varredura.

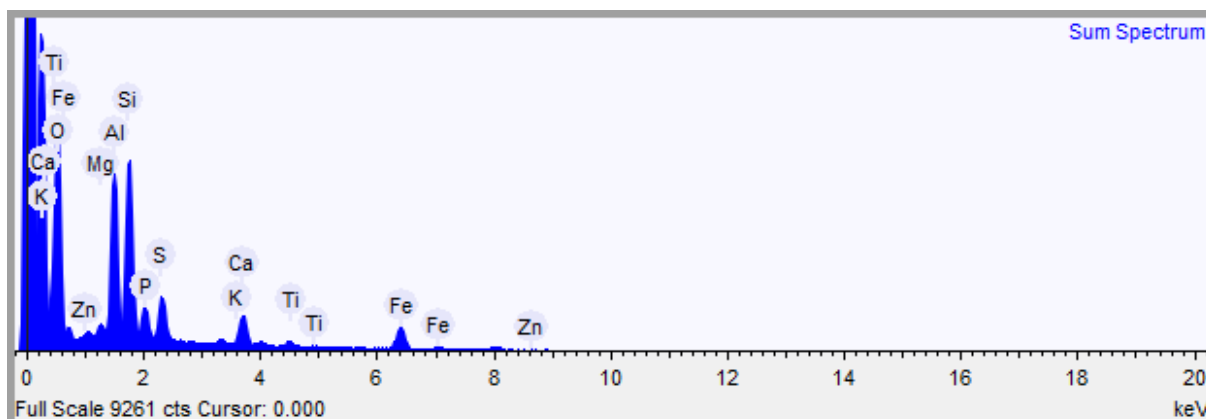


Figura 2: EDS do biossólido de lodo séptico

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

No que diz respeito a determinação de metais, no Brasil ainda não há um levantamento sistemático que considere a caracterização química do lodo de esgoto gerado em diferentes localidades e métodos de tratamento. Dessa forma, não se tem um padrão específico quanto a utilização do lodo para recuperação de solos degradados. Contudo, os resultados deste trabalho foram comparados com os limites estabelecidos pela Resolução Conama N° 357/2006, que dispõe sobre a aplicação do lodo de esgoto na agricultura.

Metais	Concentrações máximas permitidas pela Resolução CONAMA N° 375/2006*	Lodo do tanque séptico
Cádmio (Cd)	39,00	8,15±0,34
Chumbo (Pb)	300,00	17,44±3,47
Cobre (Cu)	1500,00	221,52±1,99
Cromo (Cr)	1000,00	194,45±10,82
Níquel (Ni)	420,00	97,55±2,26
Zinco (Zn)	2800,00	4577,68±341,15

*Em base seca

Tabela 1: Concentração de metais pesados presentes no lodo estudado

Fonte: Autores (2019)

Por meio dos resultados percebe-se que a concentração dos metais pesados investigados estão todas abaixo do máximo permitido pela Resolução CONAMA 375/2006, com exceção do zinco que apresenta concentração elevada. Isso também

é perceptível na determinação por EDS, pois o zinco é o único metal pesado, descrito na resolução, em destaque. Um dos fatores que pode explicar a elevada concentração de zinco é a solubilização de hidróxidos de zinco, ligada à dissolução de materiais sintéticos e produtos químicos de limpeza.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados alcançados, a caracterização físico-química e morfológica do bioossólido formado a partir do lodo de tanque séptico permitiu admitir a possibilidade de que esse resíduo possa ser utilizados como substrato mineral do solo, devido presença de nutrientes fundamentais e de propriedades específicas como a elevada porosidade, que permitem a recuperação de solos degradados.

Assim o aproveitamento do lodo de esgoto proveniente de tanque séptico mostrou-se tecnicamente viável para aplicação desse material, de modo a diminuir o seu descarte inadequado no meio ambiente e gerando fontes alternativas de energias.

REFERÊNCIAS

- AGRAFIOTI, E.; BOURAS, G.; KALDERIS, D. & DIAMADOPOULOS, E. **Biochar production by sewage sludge pyrolysis**. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 101: 72-78, 2013.
- APHA; AWWA; WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 23th edn, American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Fedration, Washington DC, USA, 2017.
- ANDREOLI, C. V.; VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. **Lodo de esgotos: tratamento e disposição final**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (2006). **Resolução Nº 375**: Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente, 32 p.
- CARMO, C.A.F. de S. do; ARAÚJO, W.S. de; BERNARDI, A.C. de C.; SALDANHA, M.F.C. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 41p.
- MELO, J. C. E. **Caracterização de lodo de tanque séptico para o levantamento de alternativas de disposição adequada de lodo**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental). Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém. 2017.
- MENDES, A. M. S. **Introdução à fertilidade do solo: Curso de Manejo e Conservação do Solo e da Água**. Barreiras: UFBA, 2007. 64 p.
- RIGO, M. M.; RAMOS, R. R.; CERQUEIRA, A. A.; SOUZA, P. S. A.; MARQUES, M. R. C. **Destinação e reúso na agricultura do lodo de esgoto derivado do tratamento de águas residuárias domésticas no Brasil**. *Gaia Scientia*, v. 8, n. 1, p. 174-186, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/278026813_Destinacao_e_reuso_na_agricultura_do_lodo_de_esgoto_derivado_do_tratamento_de_aguas_residuarias_domesticas_no_Brasil>. Acesso em: 20 out. 2018.
- SONG, W.; GUO, M. **Quality variations of poultry litter biochar generated at different pyrolysis**

temperatures. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. p. 138-145, 2012.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, v. 37, n. 1, p. 29-38, Jan. 1934.