

## III-020 - AVALIAÇÃO DE RISCOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS SUBMETIDOS AO PROCESSO DE COMPOSTAGEM

**Bruno Lucio Meneses Nascimento<sup>(1)</sup>**

Biólogo pela Universidade Estadual do Maranhão. Mestre em Agronomia- Solos e Nutrição de Plantas. Doutor em Engenharia Civil, Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Ceará. Professor do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão-UEMASUL/ Campus Açailândia

**Ronaldo Stefanutti**

Engenheiro Agrônomo. Dr em Engenharia Sanitária. Prof. Dr Adjunto do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental/DEHA. Universidade Federal do Ceará-UFC. Centro de Tecnologia.

**Wendel dos Santos Moraes**

Graduando em Tecnologia de Gestão Ambiental pela Universidade Estadual do Maranhão – UEMASUL.

**Pablo Henrique Dias da Silva<sup>(1)</sup>**

Graduando em Tecnologia de Gestão Ambiental pela Universidade Estadual do Maranhão – UEMASUL.

**Francisco Suetônio Bastos Mota**

Prof. Dr. Titular do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental/DEHA. Universidade Federal do Ceará-UFC. Centro de Tecnologia

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Topázio, 100 – São Francisco - Açailândia - MA - CEP: 65930-000 - Brasil - Cel: (99) 981364163- e-mail: brunoimpma@hotmail.com

### RESUMO

A ecotoxicologia busca entender e prever os efeitos de determinadas substâncias ou resíduos em seres vivos. Sendo assim, os estudos ecotoxicológicos são tidos como indispensáveis para analisar o efeito poluidor de uma substância ou resíduo. Objetivou-se com este trabalho realizar uma avaliação de risco do lodo séptico, cama de frango e esterco bovino submetidos ao processo de compostagem em condições de campo com aeração natural. A compostagem foi realizada numa fazenda experimental e o estudo ecotoxicológico foi realizado nos laboratórios da Universidade Federal do Ceará. A avaliação de risco foi realizada pela sua periculosidade com base no IPLE- Índice de Perigo de Lodo de Esgoto, o qual demonstra se um resíduo está apto ou não para ser utilizado na agricultura. Neste estudo, o lodo séptico e o esterco bovino não representam perigo ao ambiente, estando, portanto aptos a serem dispostos na agricultura. Já, a cama de frango possui certa periculosidade com base no IPLE encontrado. De acordo com a caracterização ecotoxicológica, o lodo séptico e o esterco bovino podem ser utilizados na agricultura sem representar riscos de contaminação ecotoxicológica.

**PALAVRAS-CHAVE:** IPLE, Lodo de Esgoto, Fossa séptica, Esterco Bovino

### INTRODUÇÃO

A agricultura tem capacidade para receber resíduos sólidos orgânicos, porém, é necessário que esses resíduos estejam tratados, de modo que não causem transtornos ambientais ao solo. Tedesco et al. (2008) relatam que a qualidade do solo pode sofrer alterações relacionados ao aporte de resíduo recebido, sendo que essas alterações podem ser benéficas ou prejudiciais, pois dependem do tipo de resíduo, das frequências de aplicações e das quantidades aplicadas.

Dentre as alterações benéficas, ressalta-se a redução do envio de resíduos aos aterros, melhoria na fertilidade e aumento da matéria orgânica do solo, aumentando a retenção de carbono, além de reciclar nutrientes importantes para o desenvolvimento das plantas, como por exemplo o nitrogênio, fósforo e potássio, além de promover a agregação do solo e melhoria da aeração e da retenção da água (MATTANA et al., 2014).

No entanto, estes resíduos orgânicos também podem gerar efeitos prejudiciais ao solo, pois apresentam em sua composição substâncias potencialmente indesejadas (por exemplo, metais potencialmente tóxicos, poluentes orgânicos e patógenos), que podem atingir diferentes compartimentos ambientais, como solo, águas

superficiais e subterrâneas, e, finalmente, gerar grandes impactos na saúde humana, biodiversidade e na segurança dos alimentos (ALVARENGA et al., 2016).

Devido a importância que os estudos ecotoxicológicos representam para a biodiversidade de espécies e para a preservação ambiental, este estudo teve por objetivo avaliar o risco ambiental do lodo séptico, cama de frango e do esterco bovino submetidos ao processo de compostagem.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo ecotoxicológico foram utilizados os resíduos orgânicos resultantes do processo de compostagem realizado numa propriedade rural da região metropolitana de Fortaleza-CE. Utilizou-se o lodo séptico, cama de frango e esterco bovino, ambos compostados com podas de árvores e aeração natural por meio de um trator. A caracterização dos parâmetros agrônômicos e químicos dos resíduos estudados está descrita na tabela 1.

**Tabela 1: Caracterização dos resíduos sólidos ao final do processo de compostagem.**

	Lodo Séptico	Cama de Frango	Esterco bovino
<b>Parâmetros Agrônômicos</b>			
Condutividade elétrica (Us cm <sup>-1</sup> )	735	450	933
pH (H <sub>2</sub> O)	7,4	8,7	7,2
Matéria Orgânica (g kg <sup>-1</sup> )	688	463	658
Relação C/N	18	15	25
Amônio (mg kg <sup>-1</sup> )	88	50	99
CTC (mmol kg <sup>-1</sup> )	650	600	461
<b>Parâmetros Químicos</b>			
Fósforo (g kg <sup>-1</sup> )	3,0	7,1	4,0
Enxofre (g kg <sup>-1</sup> )	11,0	19,1	13,3
Potássio (g kg <sup>-1</sup> )	2,8	4,4	5,3
Níquel (mg kg <sup>-1</sup> )	9,3	13,8	11,6
Zinco (mg kg <sup>-1</sup> )	167	187	72,1
Cobre (mg kg <sup>-1</sup> )	12	7,5	5,8
Chumbo (mg kg <sup>-1</sup> )	2,2	0,8	1,2
Selênio (mg kg <sup>-1</sup> )	8,3	13	9,0
Crômio (mg kg <sup>-1</sup> )	13	12,7	7,5
Molibdênio (mg kg <sup>-1</sup> )	2,5	0,6	1,5

Fonte: Elaborado pelo Autor (2017)

De posse dos valores de UT e de acordo com o sistema de classificação de toxicidade (SCT) descrito por Mantis, Voutsas e Samara (2005), foi possível classificar os resíduos orgânicos quanto a sua ecotoxicidade. Os resíduos pertencentes à Classe 1 são aqueles que possuem UT menor que 1, e são caracterizados por não apresentar ecotoxicidade significativa. Aqueles pertencentes à classe 2 são os resíduos que possuem Unidade Tóxica (UT) entre 1 e menor ou igual a 10, exibindo assim uma ecotoxicidade significativa. A classe 3 representa aqueles que possuem uma UT maior que 10 e menor igual a 100) exibindo alta ecotoxicidade aguda. A classe 4 representa os resíduos que apresentam UT maior que 100, exibindo alta ecotoxicidade.

Com esses resultados foi possível encontrar o índice de perigo para o lodo de esgoto. Embora o mesmo tenha sido proposto para ser utilizado com a matriz lodo de esgoto, neste trabalho ele foi adaptado também para o esterco bovino e para a cama de frango. O índice de perigo de lodo de esgoto (IPLE) foi proposto por Matta (2009) e posteriormente aperfeiçoado em Matta (2011). O índice baseia-se em utilizar os resultados de mais de um teste ecotoxicológico com base em Unidade Tóxica (UT), a fim de avaliar a periculosidade que o resíduo representa ao ambiente.

Matta (2011) elaborou o índice a partir de adaptações dos modelos matemáticos já existentes na área ambiental, como por exemplo: Sistema harmonizado para a classificação e rotulagem de produtos químicos, índice da qualidade de água, potencial de periculosidade ambiental e o Pontential Ecotoxic Effects Probe. Segundo Matta (2011), o IPLE pode variar de 0 a 5, onde os resíduos que possuem IPLE menor ou igual a 2

estarão em conformidade para aplicação agrícola, enquanto aqueles que apresentam índice maior que 2 estarão em não conformidade para uso agrícola, seguindo as exigências da Resolução 375/2006 (BRASIL, 2006).

O índice de perigo de lodo de esgoto foi encontrado segundo a equação proposta por Matta (2011) e utilizada por Zanatta (2014):

$$IPLE = \ln \left[ 1 + n \left( \frac{\sum_{i=1}^N T_i}{N} \right) \right]$$

Onde:

IPLE= Índice de perigo do lodo de esgoto

n= número de testes que exibiram resultados positivos

N= Quantidades de bioensaios realizados

Ti= Resultado dos bioensaios expressos em unidade tóxica (UT)

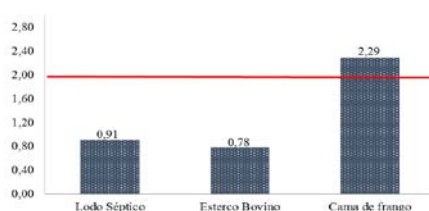
Nesta fórmula, o número de testes positivos foi multiplicado pela somatória da toxicidade obtida em todos os testes e dividida pelo número de testes realizados. Para cada amostra foi feito o IPLE.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os IPLE do lodo séptico, do esterco bovino e da cama de frango estão na Figura 1. De acordo com esses dados, é possível inferir que o lodo séptico e o esterco bovino não apresentam periculosidade ao ambiente, pois esses resíduos apresentaram IPLE menor que 2. Portanto, o esterco bovino e o lodo séptico podem ser utilizados na agricultura de forma segura, pois os mesmos não apresentam riscos de contaminar o ambiente. Já a cama de frango apresenta certa periculosidade, pois a mesma apresentou um valor de IPLE maior que 2.

Resultados semelhantes do IPLE foram encontrados por Zanatta (2014), que reporta ter encontrado valores que variaram de 1,3 a 5,9 para lodos de diferentes estações de tratamento de esgoto do estado de São Paulo. Matta (2011) relata IPLE que varia entre 0,4 e 4,8 também para lodos de esgoto de ETE pertencentes ao estado de São Paulo. Os valores encontrados por esses autores são maiores que os encontrados neste trabalho, e isso pode ser explicado pelo fato deste trabalho ter avaliado amostras de resíduos que passaram pelo processo de compostagem, enquanto que os trabalhos de Zanatta (2014) e Matta (2011) utilizaram lodos de estação de tratamento de esgoto que não receberam esse tipo de tratamento.

De posse desses resultados é possível inferir que o polímero catiônico utilizado no processo de desague do lodo séptico não interferiu negativamente em sua periculosidade. Esse resultado vem comprovar que o polímero não afeta a qualidade final do bio sólido após a compostagem.



**Figura 1. IPLE do lodo séptico, esterco bovino e cama de frango após a compostagem**

Fonte: elaborada pelo autor (2017).

## AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem à Fapema- Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Maranhão pelo auxílio concedido. Agradecem também a Capes- Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior pela Bolsa de Doutorado ao autor principal. Agradecem também o CNPq pelo financiamento desta pesquisa.

## CONCLUSÕES

O Índice de Perigo do Lodo de Esgoto (IPLE) indicaram que o composto de lodo séptico e o esterco bovino atingiram a maturidade. Como resultado, o composto final foi considerado adequado para utilização como um condicionador do solo.

O Índice de Perigo do Lodo de Esgoto é uma fonte de conhecimento adequada para avaliar a periculosidade que determinado resíduo possui em relação ao ambiente, porém, se faz necessário a utilização de um maior número de bioensaios possíveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVARENGA, P.; MOURINHA, C.; FARTO, M.; PALMA, P.; SENGO, J.; MORAIS, M. C.; QUEDA, C. C. Ecotoxicological assessment of the potential impact on soil porewater, surface and groundwater from the use of organic wastes as soil amendments. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v.126, n.1, p. 102-110, 2016.
2. BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução N° 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 30 de agosto de 2006. Seção 1, p. 141-146.
3. MANTIS, I.; VOUTSA, D.; SAMARA, C. Assessment of the environmental hazard from municipal and industrial wastewater treatment sludge by employing chemical and biological methods. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, v.62, p. 397–407. 2005.
4. MATTA, M. E. M. Da. Índice de perigo para subsidiar a aplicação de lodo de esgoto em solo agrícola. 2011. 100p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo.
5. MATTA, M. E. M. Da; KUMMROW, F.; UMBUZEIRO, G. A. Uma possível classificação da periculosidade de lodos de esgoto utilizando testes de toxicidade resultados preliminares. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales*, v. 2, p. 49-55, 2009.
6. MATTANA, S.; PETROVICOVÁ, B.; LANDI, L.; GELSOMINO, A.; CORTÉZ, P.; ORTIZ, O.; RENELLA, G. Sewage sludge processing determines its impact on soil microbial community structure and function. *Applied Soil Ecology*, v.75, p. 150–161, 2014.
7. TEDESCO, M. J.; SELBACH, P. A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F. A. O. Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (ed.) *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. 2.ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.113-136.
8. ZANATTA, M. C. K.; Caracterização da toxicidade de lodos de estação de tratamento de esgoto com vistas a sua aplicação agrícola. 2014. 100 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas, 2014.