

1097-POTENCIAL DE EMPREGO DO CHORUME DIANTE DE SUA ECOTOXICIDADE

Lavínea Mickaella Braga de Martins Gonçalves⁽¹⁾

Graduanda de Medicina Veterinária na Universidade Federal Fluminense.

Dirlane de Fátima do Carmo⁽²⁾

Professora no Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente e no Programa de Pós Graduação em Engenharia de Biosistemas da Universidade Federal Fluminense.

Ailton Pinheiro Lobo⁽³⁾

Professor Adjunto no Departamento de Ciências Agrícola e Ambientais Universidade Estadual de Santa Cruz.

Endereço⁽¹⁾: Rua Passo da Pátria, 152-470 - São Domingos - Niterói - Rio de Janeiro - CEP: 24210-240 -Brasil- Tel: +55 (21) 2629-5368 - e-mail: lavineamickaella@id.uff.br.

RESUMO

A destinação de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil é uma questão problemática a ser resolvida visto que há o aumento da geração, mas a coleta ainda não atinge a totalidade dos municípios. Ressalta-se que aproximadamente a metade do resíduo gerado é orgânico e a compostagem seria uma das alternativas acessíveis, pela facilidade de aplicação, baixo custo, capacidade de aplicação em pequena escala (compostagem doméstica) ou em grande (leiras), sendo ainda uma destinação ambientalmente adequada de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, podendo. É uma alternativa que promove a reciclagem de resíduos orgânicos contribuindo para a minimização de material encaminhado para aterros sanitários, aumentando a vida útil destes. No entanto, para RSU orgânicos pode haver alta geração de chorume. Em meio rural, esse chorume tem sido utilizado na própria leira ou como biofertilizante. Em meio urbano, há a dificuldade de disposição desse material sem nenhum tratamento, com risco de contaminação, particularmente relacionado à presença de metais pesados. No entanto, esse material pode ser comercializado como bioinsumo e assim, agregar valor ao processo de compostagem. Neste artigo foi avaliada a quantidade de chorume gerado em compostagem de resíduos sólidos urbanos orgânicos, suas características nutricionais e sua ecotoxicidade usando a planta indicadora, visando identificar alternativas mais adequadas para sua reutilização, ou para facilitar a sua destinação; também foi comparada a qualidade do chorume quando utilizada a larva da mosca soldado negro. Foram utilizados resíduos de restaurante (pré-preparo) e de poda, em composteiras adaptadas do modelo Embrapa. A compostagem de 54 quilos desses resíduos orgânicos gerou aproximadamente 15 litros de chorume em 30 dias. Foi concluído que o chorume resultante da vermicompostagem com larva da Mosca Soldado Negro é menos fitotóxico e apresenta melhores resultados como bioinsumo.

PALAVRAS-CHAVE: Compostagem, Vermicompostagem, Mosca Soldado Negro, Chorume.

INTRODUÇÃO

A geração de resíduos é crescente no Brasil e sua disposição ainda é um fator preocupante. A compostagem de resíduos orgânicos se destaca como uma forma de tratamento por ser um dos métodos mais antigos de reciclagem, de baixo custo, fácil de ser manipulada e ter vários benefícios (MONTEIRO, 2016), dentre eles, a reintrodução destes resíduos na cadeia produtiva (ZAGOS e BARROS, 2019).

No entanto, ainda que a Política Nacional de Resíduos Sólidos aponte a compostagem como destinação adequada de resíduos sólidos orgânicos e a estimule (BRASIL, 2010), dados do Tratamento Nacional de Saneamento ressaltam que em 2021 havia apenas 77 unidades de compostagem em operação no país (BRASIL, 2022). Entre os motivos para isso, estão a necessidade de grandes áreas para a montagem das leiras e reviramento; a demanda por tempo, visto que o processo dura cerca de 90 a 120 dias, mas, principalmente, a dificuldade de destinação do composto, dada a desconfiança em relação à qualidade do bioinsumo gerado. Há questionamentos quanto ao risco, principalmente associado a coliformes termotolerantes e metais pesados como chumbo, cobre e mercúrio (ABREU *et al* 2009). Deve-se ressaltar ainda outro subproduto do processo de compostagem, que é o chorume, com alto potencial poluidor.

O chorume é um subproduto gerado na compostagem com alto potencial poluente visto que o contato direto deste material com o solo pode levar a um quadro de poluição. Contudo, segundo Silva et al (2014), o chorume também se trata de um condicionador de solo que proporciona diversos outros benefícios. Mas a viabilidade econômica do seu uso como biofertilizante é algo questionável, devido ao elevado volume de água necessário para a sua diluição (COSTA, 2022).

O uso da mosca soldado negro (*Hermetia illucens*) pode auxiliar a minimizar esses pontos negativos da compostagem, visto que, pode reduzir a duração do processo para cerca de 22 dias (SARKAR, 2021), reduzir contaminantes, como metais pesados (CAI et al, 2017) e patógenos (ERICKSON et al, 2004), visto que as larvas neutralizam a ação de bactérias transmissoras de doença, como *Salmonella spp* ou *E.Coli*, sendo ainda um processo de compostagem que emite 47 vezes menos gases de efeito estufa quando comparado a compostagem aeróbia (ROCHA, 2021). Seu uso se destaca pois estes insetos não são vetores, têm ciclo de vida curto, com produção de baixo custo, podem crescer rapidamente em diferentes tipos de materiais orgânicos, além de possuírem um potencial de retorno econômico como, por exemplo, ração animal, biodiesel, biofertilizante, biopolímero, dentre outros, atraindo assim o interesse de atividades empresariais de vários segmentos (SARKAR, 2021). De acordo com Diener et al (2011), essa alternativa pode ser considerada uma valorização do resíduo, o que para o caso dos resíduos sólidos urbanos, promove a redução do volume em até 78,9%, levando a sua bioestabilização na produção de um biofertilizante.

Esse trabalho teve como objetivo avaliar a toxicidade do chorume gerado em compostagem de resíduos sólidos urbanos orgânicos permitindo identificar alternativas mais adequadas para sua reutilização, ou para facilitar a sua destinação, sendo relevante tanto para o meio rural, quanto para o meio urbano. Foi avaliado se havia redução na toxicidade com o uso da larva da mosca soldado negro. Assim, o objetivo principal foi analisar a ecotoxicidade do chorume produzido a partir da compostagem de resíduos orgânicos de restaurante, com e sem o uso de resíduo de poda, analisando a diferença entre a quantidade e a qualidade do chorume gerado entre sistemas de compostagem convencional e empregando a mosca soldado negro.

MATERIAL E MÉTODOS

O resíduo orgânico utilizado foi obtido junto ao Restaurante Universitário da Universidade Federal Fluminense- Campus do Gragoatá, cerca de 54 kg (quilos), bem como resíduos de poda encontrados no próprio campus. No resíduo do restaurante havia predominância de material que não é indicado para compostagem, tais como cascas de cebola, alho e citrus.

Para a montagem do sistema foram utilizadas larvas da mosca Soldado Negro e solução de EM (Microrganismos Eficientes) produzido de forma artesanal conforme Andrade et al (2011). Ovos da mosca soldado negro foram cultivados em viveiro até a obtenção das 6000 larvas necessárias para o experimento.

Foram estabelecidos três tratamentos em triplicata, sendo:

- Tratamento 1 (T1) - Controle: Resíduo orgânico (Ro) + Resíduo de poda (Rp) + EM;
- Tratamento 2 (T2)- Ro + L: Resíduo orgânico + Larvas Soldado Negro;
- Tratamento 3 (T3) - Ro + Rp + EM+ L: Resíduo orgânico + Resíduo de poda + EM + Larvas Soldado Negro.

Os chorumes foram coletados três vezes por semana, durante três semanas, respeitando um espaço de dois dias a cada coleta, totalizando nove recolhas. A cada coleta foram medidos e anotados os volumes produzidos de chorume em cada composteira, bem como o seu potencial hidrogeniônico (pH).

Todo o chorume coletado em cada Tratamento foi homogeneizado e depois armazenado em garrafas pet de 2L, devidamente identificadas. Foi encaminhada uma amostra de cada tratamento (100mL) para o laboratório comercial para análises de macro e micronutrientes, teor de matéria orgânica, densidade e potencial hidrogeniônico (pH).

Também foi avaliado o chorume em teste de germinação conforme Charles et al (2011) sendo calculado o índice de germinação (GI) de acordo com Zucconi et al (1981). Além do controle, foram avaliados 4 ml de chorume puro relativo a cada tratamento; 4 ml de chorume relativo a cada tratamento diluído em 1 para 10 e 4 ml de chorume relativo a cada tratamento diluído em 1 para 5.

Outro teste realizado foi a Cromatografia de Pfeiffer (PILON, CARDOSO e MEDEIROS, 2018) utilizando solo cedido pela CLIN (Companhia Municipal de Limpeza Urbana de Niterói) com chorume puro e com chorume diluído. A classificação qualitativa da fitotoxicidade foi feita conforme Belo (2011).

RESULTADOS

Em relação a quantidade de chorume produzido, apontado na Figura 1, foi constatado que a maior produção de chorume ocorreu no tratamento somente com larvas (6,879L), sendo que os maiores valores foram obtidos nas primeiras duas semanas. Houve redução drástica de volume nas últimas semanas porque este tratamento apresentou a maior redução de volume do composto.

O segundo tratamento de maior produção de chorume foi aquele que apresentava o que convencionalmente é feito no processo de compostagem (Ro+RP+EM) obtendo 4,624L de chorume no total. A redução do volume do composto foi a menos expressiva dos tratamentos, reduzindo somente cerca de 10cm no total, além de ser a mais demorada, demonstrando reduções mais significativas somente no final.

O menor volume (3,8L) foi constatado no Tratamento 3 (Ro+Rp+EM). Acredita-se que o Resíduo de Poda prejudicou o desempenho das larvas, visto que houve até óbito de cerca de 10 larvas assim que inseridas no tratamento. Assim como no Tratamento 2, o maior volume de produção foi obtido entre as coletas 2 e 5, tendo uma queda brusca a partir da coleta 6. Apesar de ter obtido o menor volume de chorume, teve uma boa redução do volume do composto e quando analisado somente o composto foi observado que o Resíduo Orgânico foi quase todo decomposto, sobrando praticamente somente Resíduo de Poda.

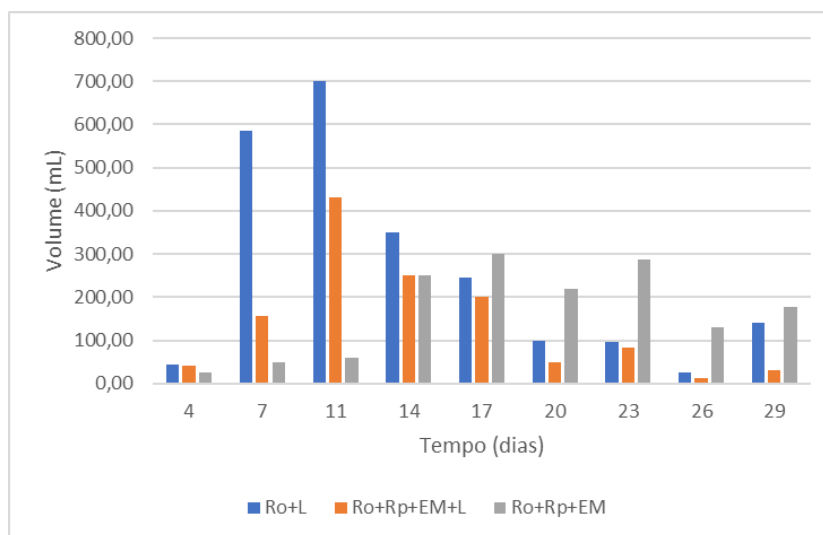


Figura 1: Relação do chorume produzido pelos tratamentos.

O potencial hidrogeniônico está demonstrado na Figura 2. Foi constatado que os tratamentos onde foram utilizadas larvas apresentaram uma alcalinização gradual, que se manteve relativamente constante, enquanto o tratamento sem as larvas alcalinizou mais abruptamente.

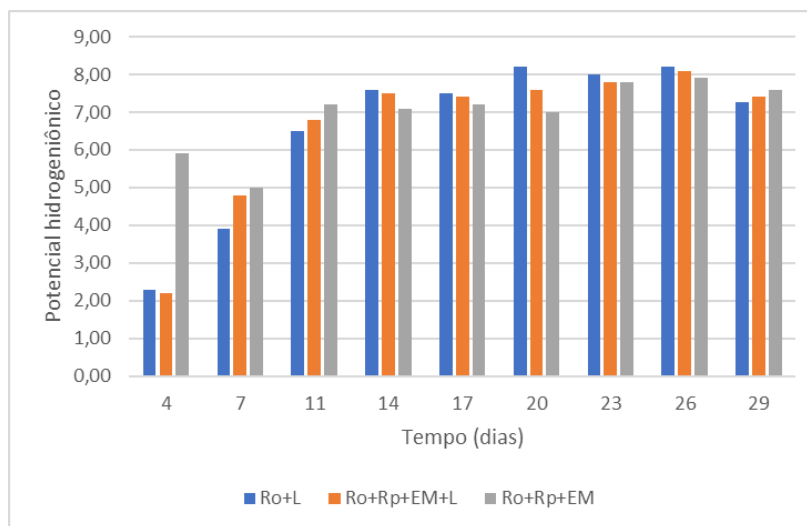


Figura 2:Relação do potencial hidrogeniônico dos Tratamentos.

Quanto ao Teste de Germinação o controle foi realizado com 4ml de água deionizada, tendo como resultado uma germinação de 100% e um comprimento médio do tamanho das raízes de aproximadamente 2,11cm (Tabela 1). Na Tabela 1 também são apresentados os resultados com o chorume diluído em 1 parte para 10 de água e 1 parte para 5 de água. Somente as sementes do controle germinaram com o uso puro do chorume (Muito fitotóxico), corroborando dados da literatura que apresentam a necessidade de diluição para uso agrícola.

Tabela 1: Média de germinação e de tamanho das raízes com o chorume diluído em água em 1:10 e 1:5.

Tratamentos	Diluição do chorume 1:10		Diluição do chorume 1:5	
	Média de germinação	Tamanho das raízes (cm)	Média de germinação	Tamanho das raízes (cm)
Controle	15,0	2,11	15,0	2,11
Ro+L	14,3	3,83	14,6	4,27
Ro+Rp+ EM+L	10,3	4,62	10,6	4,41
Ro+Rp+ EM	6,3	4,28	4,3	3,41

A percentagem relativa de germinação de sementes (RSG%) apresentou os piores resultados no Tratamento 1

(Ro+Rp+EM) na menor diluição e os melhores resultados com o Tratamento 2 (Ro+L) (Tabela 2). O Tratamento 3 (Ro+Rp+EM+L) foi o que apresentou a maior percentagem relativa do comprimento das raízes para a maior diluição (Tabela 3), já o Tratamento 1 (Ro+Rp+EM), que é o que usualmente se adota para a compostagem, foi o que apresentou o pior crescimento, na menor diluição (Tabela 2).

Tabela 2: Classificação qualitativa de fitotoxicidade do Chorume diluído em 1 parte para 5 mL de água.

Tratamentos	RSG(%)	RRG(%)	IG	Classificação
1 (Ro+Rp+EM)	28,94	162,10	46,91	Maturado
2 (Ro+L)	97,80	181,52	197,84	Potencializa
3 (Ro+Rp+EM+L)	71,14	209,00	148,68	Potencializa

Tabela 3: Classificação qualitativa de fitotoxicidade do Chorume diluído em 1 parte para 10 mL de água.

Tratamentos	RSG(%)	RRG(%)	IG	Classificação
1 (Ro+Rp+EM)	42,27	202,84	85,74	Maturado
2 (Ro+L)	95,60	181,52	173,53	Potencializa
3 (Ro+Rp+EM+L)	68,94	219,43	150,97	Potencializa

Considerando o índice de germinação (IG), o melhor resultado foi encontrado para o chorume do Tratamento 2 (Ro+L) diluído em 1:5 e o pior índice foi sem as larvas. Em diluição 1:10, os chorumes dos tratamentos com larva foram potencializadores, considerados bons biofertilizantes, mas o tratamento sem larva foi classificado como Maturado, não é fitotóxico, mas não possui capacidade fertilizante, não potencializando a germinação e o crescimento das raízes.

O uso da cromatografia de Pfeiffer foi realizado para análise qualitativa destes chorumes. O primeiro teste, utilizando 5g de chorume de cada tratamento, foi descartado já que a alta carga de matéria orgânica impossibilitou um resultado fidedigno. Na Figura 3 são apresentados os cromatogramas obtidos com o solo puro (a), solo com chorume diluído de 1:5 (b) e com chorume diluído de 1:10 (c), onde foi concluído que a aplicação do chorume melhorou a qualidade do solo, tanto com o chorume puro quanto com o diluído. Houve melhoria da estruturação do solo com o chorume em ambas as diluições, com aumento do teor de matéria orgânica e nutrientes, melhoria da atividade biológica, mas o valor biológico com o chorume diluído se mostrou melhor.

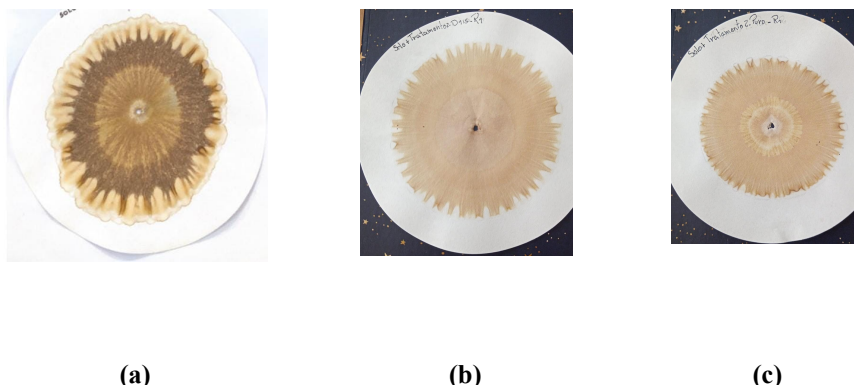


Figura 3: cromatogramas obtidos com o solo puro (a), solo com chorume diluído de 1:5 (b) e com chorume diluído de 1:10.

O resultado dos testes laboratoriais realizados pelo laboratório SAFRAS (Tabela 4) mostrou que a ausência de resíduos de poda interferiu na densidade do chorume e que os microrganismos eficientes (EM) desempenharam o seu papel na liberação dos nutrientes da matéria orgânica. A relação carbono nitrogênio para o tratamento 1 e 2 é satisfatória, mas medianamente elevada para o 3, indicando que ainda não havia ocorrido a estabilização. A presença das larvas levou a um aumento da presença de ferro e zinco.

Tabela 4: Resultados das análises realizadas pelo laboratório SAFRAS.

	Tratamento 1 (Controle: Ro+Rp+EM)	Tratamento 2 (Ro+L)	Tratamento 3 (Ro + Rp + EM+ L)
Densidade (g/L)	1010,44	101,36	1016,26
Matéria orgânica (%)	0,64	0,64	3,88
Carbono orgânico (%)	0,37	0,37	2,25
Nitrogênio total (%)	0,52	0,4	0,35
Relação Carbono:Nitrogênio (%)	1:1	1:1	11:1
Ferro (mg/kg)	203	535	1154
Zinco (mg/kg)	8	14	18

CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos é possível concluir que o uso da larva da Mosca Soldado Negro em compostagem apresenta benefícios como: redução no tempo de compostagem, produção de um chorume de maior qualidade e em maior quantidade, além de permitir a confecção de uma composteira sem a necessidade do resíduo de poda, um fator que facilita a implementação da compostagem. Outro aspecto vantajoso é a possibilidade de confeccionar um biofertilizante através do chorume utilizando uma quantidade bem menor de água do que é necessário se tratando do chorume produzido em uma composteira convencional, tornando o uso deste material mais economicamente viável.

Os experimentos serão continuados para um estudo mais detalhado da patogenicidade do chorume, além de análises mais focalizadas nas larvas e no seu potencial de introdução no mercado, como por exemplo em rações.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos recursos que possibilitaram a realização desse trabalho, apoiado pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Inovação (PIBINOVA), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ (Fomento de auxílio à pesquisa – APQ1); ao Programa de Fomento à Pesquisa (Fopesq) e Fomento às ações de extensão (Foext) da Universidade Federal Fluminense.

REFERÊNCIAS

1. ABREU, M. F. de et al. Utilização agrícola de composto de resíduo sólido urbano. Gestão pública de resíduo sólido urbano: compostagem e interface agrícola. Tradução . Capítulo 4, Brasília: Embrapa, 2009.
2. ANDRADE, M. I. et. al. Estudo de caso sobre a implementação da compostagem de resíduos orgânicos de um refeitório industrial. E-Locução, Minas Gerais, 9, n. 17, v.1 set 2020.
3. BELO, S. R. S. Avaliação de fitotoxicidade através de *Lepidium sativum* no âmbito de processos de compostagem. 2011. Mestrado, Univ. Coimbra, Coimbra, 2011.
4. BRASIL. Diagnóstico temático: Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos. Visão geral, ano de referência 2021. Ministério do Desenvolvimento Regional/ Secretaria Nacional de Saneamento. Brasília, DF:MMA, 2022.
5. BRASIL. Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana : Programa Nacional Lixão Zero. Brasília, DF:MMA, 2019.
6. BRASIL. Lei Nº 12.305, de 02 de agosto de 2010.Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.DOU: seção 1,Brasília, DF, n 147, p3, 03 ago. de 2010.
7. CAI, M. et al. Resistance of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae to combined heavy metals and potential application in municipal sewage sludge treatment. Environ. Sci. Pollut. Res., v. 25, n. 2, p. 1559–1567, 2 jan. 2018.
8. CHARLES, J. et al. Evaluation of the phytotoxicity of polycontaminated industrial effluents using the lettuce plant (*Lactuca sativa*) as a bioindicator. Ecotoxicol. Environ. Saf., v. 74, n. 7, p. 2057–2064, out. 2011.
9. COSTA, L. T. B. L. Análise do potencial do chorume de compostagem como subproduto comercializável. 2022. 35 f. TCC (Eng. Agrícola e Ambiental) - UFF, Niterói, 2022.
10. DIENER, S. et al. Black soldier fly larvae for organic waste treatment-prospects and constraints. Bangladesh: International Conference on Solid Waste Management in the Developing Countries, v. 2,p 1-8, fev. 2011.
11. ERICKSON, M. C. et al. Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* Serovar Enteritidis in Chicken Manure by Larvae of the Black Soldier Fly. Journal of Food Protection, v. 67, n. 4, p. 685–690, 1 abr. 2004.
12. JUCKER, C. et al. Brewery's waste streams as a valuable substrate for Black Soldier Fly *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). Journal of Entomological and Acarological Research, v. 51, n. 3, 17 mar. 2020.
13. MONTEIRO, J. A. V. Benefícios da compostagem doméstica de resíduos orgânicos. Educação Ambiental em Ação, v. 56, p. 1-7, jun.2016.
14. PASTOR, B. et al. Conversion of organic wastes into fly larval biomass: bottlenecks and challenges. Journal of Insects as Food and Feed, v. 1, n. 3, p. 179–193, ago. 2015.
15. PILON, L. C. et. al. Guia Prático de Cromatografia de Pfeiffer. Pelotas: Embrapa, 2018.18p.
16. PURKAYASTHA, D. et al. Sustainable waste management using black soldier fly larva: a review. International Journal of Environmental Science and Technology, 6 jul. 2021.
17. ROCHA, A. B. Mosca soldado pode ser aliada da compostagem sem minhocas. 2021.
18. ZAGO, V. C. P. et. al. Gestão dos resíduos sólidos orgânicos urbanos no Brasil: do ordenamento jurídico à realidade. ESA, v. 24, n. 2, p. 219–228, abr. 2019.

