

III-151 – COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS DE PODA DA MACRÓFITA *Typha domingensis* Pers., UTILIZADA NO TRATAMENTO DE EFLUENTES EM WETLANDS CONSTRUÍDOS

Tiago Liberalesso ⁽¹⁾

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Maria.

Nathana Karina Swarowski Arboit ⁽²⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Maria.

Gilneia Mello do Amaral ⁽³⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Maria.

Samara Terezinha Decezaro ⁽⁴⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Maria.

Vinício Michael Mayer ⁽⁵⁾

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Maria.

Endereço ⁽¹⁾: Linha 7 de Setembro, S/N – BR 386 KM 40 - Frederico Westphalen – RS - CEP: 98400-000 – Brasil - Tel: (055) 3744-8964 - E-mail: thiagoliberalesso@hotmail.com

RESUMO

A prática da compostagem vem se destacando como uma boa alternativa para destinação de diversos tipos de resíduos orgânicos. Esse trabalho tem como objetivo apresentar a montagem, o acompanhamento e o desempenho de um sistema de compostagem empregando como substrato o material vegetal da poda da macrófitas *Typha domingensis* Pers. proveniente de um sistema *wetland*. Empregou-se leiras em formato cônico, com diâmetro de base de 1 m e altura de 0,80m, sendo constituídas por camadas de serragem e camadas do material vegetal, remetendo-se a proporção de 75% de serragem e 25% de material vegetal da poda. O sistema experimental utilizado foi do tipo inteiramente casualizado, com dois tratamentos e três repetições por tratamento. Sendo que para o tratamento 1 utilizou-se umedecimento por água, enquanto que ao tratamento 2 foi aplicado umedecimento com efluente de lagoa de armazenamento, proveniente de sala de ordenha de bovinocultura. Após decorridos 180 dias do processo de compostagem, não houve elevação de temperatura nas leiras e obteve-se alto valor para a relação C:N, o qual foi de 145, fatores que demonstraram a não maturidade do composto. Contudo, acredita-se que a compostagem de macrófitas aquáticas utilizando umedecimento por efluente pode ser capaz de formar um composto orgânico de qualidade desde que observadas características como a relação C:N ideal para o início do processo de compostagem e a área superficial do material vegetal utilizado nas leiras.

PALAVRAS-CHAVE: Compostagem, *wetlands* construídos, *Typha domingensis* Pers.

INTRODUÇÃO

A compostagem vem sendo cada vez mais empregada no Brasil como alternativa de destinação ambientalmente adequada para diversos tipos de resíduos orgânicos, entre eles os resíduos vegetais resultantes de atividades de tratamento de efluentes, como é o caso das plantas utilizadas em *wetlands* construídos.

Os *wetlands* construídos são sistemas naturais que se baseiam em mecanismos biológicos, físicos e químicos para tratar águas residuárias (VON SPERLING, 2005). Nesses sistemas, as macrófitas aquáticas tem um importante papel no tratamento, com reconhecida capacidade de estocar nutrientes. Contudo, para que os *wetlands* possam alcançar a eficiência esperada, é necessário o manejo da biomassa vegetal, por isso, a poda das plantas é essencial para que as mesmas continuem absorvendo nutrientes (ZANELLA, 2008). Diversos autores citam a compostagem como destinação final para a biomassa vegetal colhida durante a poda, tais como Sousa (2003), Carvalho (2010), Antunes (2009) e Mees (2009).

Segundo Cerri, *et al.* (2008), compostagem é um processo de oxidação biológica através do qual os microrganismos decompõem materiais orgânicos liberando dióxido de carbono e vapor de água. Para Antunes

(2009), a compostagem de plantas aquáticas permite tornar um resíduo orgânico em matéria-prima, passível de ser empregada como condicionante do solo, melhorando suas propriedades físicas, químicas e biológicas.

A biomassa vegetal de macrófitas aquáticas pode ser classificada como uma fonte de matéria-prima Classe 1 para a compostagem, pois é um material de rápida decomposição e rico em nitrogênio, apresentando relações C:N menores que 18:1 (KIEHL, 2004 apud ANTUNES, 2009).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar a montagem, o acompanhamento e o desempenho de um sistema de compostagem empregando como substrato o material vegetal da poda da macrófita *Typha domingensis* Pers. proveniente de um sistema *wetland*.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido junto a Estação Experimental de Tratamento de Efluentes da Bovinocultura de Leite, área anexa ao Centro de Educação Superior Norte - CESNORS da Universidade Federal de Santa Maria. Nesta estação experimental adota-se um sistema composto por wetlands construídos para o tratamento de efluentes oriundos de sala de ordenha.

O local escolhido para montagem das leiras de compostagem apresentava declividade suave. Procedeu-se a limpeza do local e a formação de canaletas no entorno da área das leiras como forma de facilitar o fluxo de águas pluviais.

Após a poda das macrófitas (figura 1), os resíduos foram cortados manualmente em pedaços de aproximadamente 10 cm, a fim de facilitar a sua disposição em camadas e o ataque microbiano (figura 2a).



Figura 1: a) macrófitas no *wetland* antes da poda; b) início da poda; c) *wetland* após a poda.

O sistema experimental utilizado foi do tipo inteiramente casualizado, com dois tratamentos e três repetições por tratamento. Sendo que ao tratamento 1 utilizou-se umedecimento por água, enquanto que ao tratamento 2 foi aplicado umedecimento com efluente de lagoa de armazenamento, proveniente da sala de ordenha de bovinocultura.

As leiras, em formato cônico, apresentaram diâmetro de base de 1 m e altura de 0,80m, sendo constituídas por camadas de serragem e camadas de material vegetal da poda das macrófitas, remetendo-se a proporção de 75% de serragem e 25% de material vegetal da poda.

A montagem das leiras obedeceu a seguinte ordem: 15 cm de serragem, umedecimento com água (no caso do tratamento 1) ou efluente (no caso do tratamento 2), 5 cm de material vegetal da poda, e assim sucessivamente, sendo que a primeira e a última camada foram compostas por serragem. Ao término de construção das leiras, utilizou-se folhas de bananeiras para cobri-las como forma de evitar o arraste de partículas devido a ação da chuva e dos ventos e também evitar a incidência intensa da radiação solar. O preparo do substrato e a montagem das leiras de compostagem é mostrado na figura 2.



Figura 2: Preparo do substrato e montagem das leiras de compostagem. a) material vegetal da poda das macrófitas picados; b) efluente utilizado para umedecimento das leiras referentes ao tratamento 2; c) local preparado para montagem das leiras; d) montagem das leiras; e) e f) leiras recém montadas, cobertas com folhas de bananeira.

Semanalmente, no período entre 8 e 10 horas da manhã, monitorou-se a temperatura ambiente e a temperatura da massa de compostagem em quatro pontos de cada uma das pilhas com um termômetro de álcool. Monitorou-se, através de critérios de “ausência” e “presença”, fatores tais como: odor, formação de chorume, presença de moscas ou outros insetos, larvas e mudanças de coloração.

O critério adotado para o umedecimento das leiras foi baseado nas condições das mesmas no dia da observação, para isso utilizou-se o teste da bolota proposto por Kiehl (1998), procedendo-se o umedecimento das leiras quando a umidade apresentava-se abaixo de 40%.

Ao final de 180 dias foram coletadas amostras das leiras do tratamento 2, pois estas apresentavam características visuais que melhor indicavam a possível maturação do composto, e encaminhadas para realização de análises físico-químicas.

Conforme Barreira, Júnior e Rodrigues (2005), a maturação do composto se dá pelos resultados do índice de pH, relação C:N e CTC. Além disso, embora não represente o nível de maturação do composto o teor de umidade e a quantidade de matéria orgânica também são parâmetros importantes a serem analisados.

RESULTADOS

Após 180 dias do processo de compostagem, o volume das leiras reduziu em média 54%, passando de 0,219 m³ para 0,100 m³. As temperaturas da massa de compostagem foram em média de 18°C, tanto para o tratamento 1, quanto para o tratamento 2. Esses valores ficaram abaixo daquele citado por Kiehl (1998) como ideal para o processo de decomposição do substrato. Conforme este autor, a temperatura das leiras pode atingir até 65 °C. Esses resultados podem ser justificados pelas características do material empregado. Reis (2005) relata formação de composto orgânico para resíduos de poda urbana somente após decorridos 18 meses de compostagem.

A relação C:N é um parâmetro de fundamental importância para a escolha da matéria-prima da compostagem, a qual, segundo Antunes (2009) deve estar em torno de 30 para uma rápida e eficiente compostagem. Considerando que a relação C:N da biomassa vegetal de macrófitas aquáticas é menor que 18:1, Kiehl (2005) apud Antunes(2009) sugere incorporação de material rico em carbono. No presente trabalho, a adição de serragem objetivou justamente o fornecimento de carbono ao meio.

Em relação ao teor de nitrogênio nas macrófitas utilizadas, Carvalho (2010) encontrou um percentual de nitrogênio nas folhas de *Typha domingensis* acima de 1,5, valores que segundo Kiehl (2005) apud Antunes (2009) são considerados elevados e ótimos para a compostagem. Salienta-se que a aplicação de efluente realizada no tratamento 2 também pode ser capaz de fornecer nitrogênio ao meio.

As baixas temperaturas medidas durante o processo de compostagem, possivelmente justificam-se pela relação C:N. Considerando-se que a relação C:N da serragem de madeira, segundo Cerri, *et al.* (2008) é de 865:1, a utilização da mesma nas leiras na proporção de 75% (material rico em carbono) acabou extrapolando a relação ideal de C:N, a qual é de 30:1, ocasionando uma alta relação C:N e dificultando assim, o processo de compostagem.

Na tabela 1 estão expressos os resultados (valores médios) dos parâmetros físico-químicos analisados. Chama-se atenção para a relação C:N que apresentou um valor bastante elevado (145) o que comprova a não maturidade dos compostos, pois conforme Kiehl (1998) o mesmo pode ser caracterizado como maduro quando alcança uma relação C:N em torno de 15:1.

Tabela 1: Parâmetros físico-químicos analisados e seus respectivos valores médios

Parâmetros	Valor	Parâmetros	Valor
C (g.Kg ⁻¹)	501,96	M.O (%)	21
N (g.Kg ⁻¹)	3,47	CTC (efetiva)	3,5
C:N	145	CTC (pH 7)	4,5
pH (em água)	6,7	Textura	4
P (mg.L ⁻¹)	30, 466	Índice SMP	7,3
K (mg.L ⁻¹)	270,666	Al (cmolc.L ⁻¹)	0
Ca (cmolc.L ⁻¹)	2,13	H+Al (cmolc.L ⁻¹)	1
Mg (cmolc.L ⁻¹)	0,657	Saturação bases (%)	77,233
B (mg.L ⁻¹)	0,266	Relações Ca/Mg	3,3
S (mg.L ⁻¹)	8,866	Relações (Ca+Mg)/K	4,0333
Cu (mg.L ⁻¹)	0,260	Relações K/(Ca+Mg)1/2	0,415
Zn (mg.L ⁻¹)	1,802		

O teor de matéria orgânica (21%) não se enquadra no exigido pela Instrução Normativa nº 23/2005 do MAPA que determina uma percentagem mínima de 40%. Porém, segundo Barreira, Júnior e Rodrigues (2005) um alto conteúdo de matéria orgânica não indica que o composto seja de boa qualidade. Já o pH está em conformidade com a mesma normativa que estipula valores acima de 6,0 ao final do processo.

As análises de nutrientes nos compostos permitem obter uma noção de seu valor como fertilizante. Neste estudo todos os compostos apresentaram valores bastante baixos de nutrientes, sendo assim só podem ser usados como condicionadores de solo (BARREIRA, JÚNIOR e RODRIGUES, 2005).

Fatores indesejáveis, tais como odor e presença de insetos foram observados, contudo não de maneira constante, nem intensa. De acordo com Souza, *et al.* (2010), no início do processo de compostagem, os resíduos apresentam temperatura próxima à do ambiente e ligeira acidez, o que pode justificar a presença de certas espécies fúngicas.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Após decorridos 180 dias do processo de compostagem, não houve elevação de temperatura nas leiras e obteve-se alto valor para a relação C:N, o qual foi de 145, fatores que demonstram a não maturidade do composto.

Para estudos futuros sugere-se:

- Atentar para o equilíbrio nas proporções de materiais ricos em carbono e nitrogênio, como forma de atender a relação C:N ideal no processo de compostagem das macrófitas aquáticas;
- Realizar estudos que correlacionem a área superficial do material vegetal utilizado na compostagem com a desempenho do processo, a fim de se obter parâmetros que venham facilitar a disposição do material em camadas, o ataque microbiano, bem como a aeração da massa de compostagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANTUNES, R. P. Análise do potencial de uso das macrófitas aquáticas do sistema de áreas alagadas construídas da ETE da Comunidade de Serviços Emaús (Ubatuba, SP) como adubo orgânico. 2009. 87f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo. São Carlos, 2009.
2. BARREIRA, P. L.; JUNIOR, P. A.; RODRIGUES, S. M. Usinas de compostagem: avaliação da qualidade dos compostos e processos de produção. In: Internacional Solid Waste Association. Copenhagen, 2005.
3. CARVALHO, S. T. Avaliação do uso de áreas construídas de superfície alagada livre (SAL) para tratamento de efluentes superficiais de pátios de compostagem da indústria de celulose. 2010. 97f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Centro Universitário do Leste de Minas Gerais. Coronel Fabriciano, 2010.
4. CERRI, C. E. P. *et al.* Compostagem. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2008.
5. KIELH, E. J. Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto. Piracicaba, 1998, 171p.
6. MEES, J. B. R. Uso de aguapé (*Eichhornia crassipes*) em sistema de tratamento de efluente de matadouro e frigorífico e avaliação de sua compostagem. 2009. 70f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, 2009.
7. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Lei 6894 de 16 de dezembro de 1980. Dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados à agricultura, e dá outras providências. Instrução Normativa nº 23 de 31 de agosto de 2005.
8. REIS, M. F. P. Avaliação do processo de compostagem de resíduos sólidos urbanos. 2005. 239f. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.

9. SOUSA, L. M. I. de. Avaliação da macrófita *Typha domingensis* Pers. no pós tratamento de efluentes do campus da UFMS e do hospital universitário, em banhados construídos de fluxo subsuperficial. 2003. 87f. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2003.
10. SOUZA, A. L. K. de.; et al. Compostagem com aeração forçada como alternativa de aproveitamento dos resíduos gerados pela agroindústria conserveira. Revista Brasileira de Agrociência. v. 16, n. 1-4, p. 69-75, jan-dez, 2010.
11. VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: UFMG, 2005.
12. ZANELLA, L. Plantas ornamentais no pós-tratamento de efluentes sanitários: Wetlands construídos utilizando brita e bambu como suporte. 2008. 219f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil: Saneamento e Ambiente)- Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.