

II-032 - APLICAÇÃO DA RESOLUÇÃO CONAMA Nº 481/2017 NO PROCESSO DE COMPOSTAGEM DO LODO DE ESGOTO

Caroline de Moura D'Andréa Mateus⁽¹⁾

Engenheira Agrônoma pela Faculdade de Engenharia - FEIS/UNESP. Doutora em Produção Vegetal/Horticultura pela Faculdade de Ciências Agronômicas - FCA/UNESP. Pós-doutoranda no Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA/UNESP.

Roberto Lyra Villas Bôas⁽²⁾

Engenheiro Agrônomo pela Faculdade de Ciências Agronômicas - FCA/UNESP. Doutor em Ciências e Energia Nuclear na Agricultura pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA/ESALQ/USP. Professor Titular do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA/UNESP.

Marianne Fidalgo de Faria⁽³⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade de Uberaba - UNIUBE. Mestre em Ciências Florestais pela Faculdade de Ciências Agronômicas - FCA/UNESP. Doutoranda em Ciências Florestais na FCA/UNESP.

Caio Vilela Cruz⁽⁴⁾

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Rondônia - UNIR. Mestre em Produção Vegetal/Agricultura pela Faculdade de Ciências Agronômicas - FCA/UNESP. Doutorando em Produção Vegetal/Agricultura na FCA/UNESP.

Raquel Gonçalves Silva⁽⁵⁾

Engenheira Florestal pela Faculdade de Ciências Agronômicas - FCA/UNESP. Mestre em Ciências Florestais pela Faculdade de Ciências Agronômicas - FCA/UNESP. Bolsista de Treinamento Técnico nível III FAPESP.

Endereço⁽¹⁾: Rua José Barbosa de Barros, 1780 - Fazenda Lageado - Botucatu SP - CEP: 18610-307 - Brasil
- Tel: (14) 3880-7169 - e-mail: caroline@fca.unesp.br

RESUMO

O lodo de esgoto é um resíduo rico em matéria orgânica e nutrientes e pode ser utilizado na agricultura desde que atenda a legislação vigente. A compostagem do lodo de esgoto propicia a higienização desse resíduo devido as altas temperaturas atingidas ao longo do processo e a Resolução CONAMA nº 481/2017 estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos.

Sendo assim, objetivou-se com o presente trabalho aplicar a Resolução CONAMA nº 481/2017 ao processo de compostagem de dois tipos de lodo de esgoto com duas fontes de carbono e verificar se os critérios especificados foram atendidos.

Realizou-se a compostagem de dois tipos de lodo de esgoto, um digerido de reatores UASB (LE1) e outro biologicamente ativado (LE2) misturados a dois materiais estruturantes, bagaço de cana-de-açúcar (BC) e casca de eucalipto (CE), em estufa agrícola e em escala comercial, sendo as leiras revolvidas com máquina compostadora. Foram avaliadas a temperatura dos materiais ao longo do processo, a relação C:N e a granulometria, parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA 481/2017.

Constatou-se que a compostagem dos dois tipos de lodo de esgoto (digerido de reatores UASB e biologicamente ativado) misturados com bagaço de cana-de-açúcar e casca de eucalipto, na proporção volumétrica 1:1, proporcionam compostos orgânicos que atendem os critérios estabelecidos na Resolução CONAMA nº 481/2017.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo Orgânico, Fertilizante Orgânico, Matéria Orgânica.

INTRODUÇÃO

O lodo de esgoto é um resíduo sólido orgânico oriundo do tratamento do esgoto sanitário realizado nas estações de tratamento de esgoto (ETE). Por ser um material rico em matéria orgânica é utilizado na agricultura como fertilizante orgânico composto, regulamentado pelo Decreto nº 4.954/2004 e limitado pelas Resoluções nº 375/2006, 380/2006 e 481/2017 (CONAMA) e pelas IN nº 27/2006 e 25/2009 (MAPA).

A compostagem é um processo de decomposição de materiais orgânicos que resulta em material de composição similar ao húmus do solo através da ação de microrganismos (MONTEIRO et al., 2001). É uma alternativa de viabilizar o uso do lodo de esgoto, pois, através dessa técnica, pode-se eliminar e/ou diminuir os patógenos, atendendo os níveis máximos exigidos pela legislação para uso do material.

A Resolução CONAMA nº 481/2017 estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, sendo permitida a adição de lodos de estações de tratamento de lodo de esgoto sanitário, mediante autorização prévia do órgão ambiental competente, respeitada a legislação pertinente.

O processo de redução de patógenos de acordo com critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 481/2017 baseia-se na garantia do período termofílico mínimo necessário para redução de agentes patogênicos, sendo de 14 dias com temperatura acima de 55°C ou 3 dias acima de 65°C para sistemas abertos, e de 3 dias acima de 60°C para sistemas fechados.

Outro parâmetro estabelecido pela Resolução CONAMA nº 481/2017 é a relação C:N menor ou igual a 20:1. A relação C:N indica a bioestabilização e maturação dos compostos e isso se faz necessário, principalmente para o lodo de esgoto, para viabilizar o uso na agricultura, seja como substituto ou complemento de adubos inorgânicos, como substrato para a produção de mudas ou como condicionador de solos.

Objetivou-se aplicar a Resolução CONAMA nº 481/2017 ao processo de compostagem de dois tipos de lodo de esgoto com duas fontes de carbono e verificar se os critérios especificados foram atendidos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Realizou-se a compostagem de dois tipos de lodo de esgoto, um digerido de reatores UASB (LE1) e outro biologicamente ativado (LE2) misturados a dois materiais estruturantes, bagaço de cana-de-açúcar (BC) e casca de eucalipto (CE), cuja composição química está apresentada na Tabela 1, sendo definidos os seguintes tratamentos: T1: LE1+CE, T2: LE2+CE, T3: LE1+BC e T4: LE2+BC.

Tabela 1. Análise química das matérias-primas utilizadas no processo de compostagem: bagaço de cana-de-açúcar (BC), casca de eucalipto (CE), lodo digerido de reatores UASB (LE1) e lodo biologicamente ativado (LE2).

Materiais	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Um	MO-total	C-Total
-----** porcentagem ao natural -----									
BC	0,5	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	35	55	31
CE	0,3	0,0	0,1	0,4	0,1	0,0	61	35	19
LE1	0,6	0,8	0,0	0,2	0,0	0,5	82	9	5
LE2	1,1	0,6	0,0	0,2	0,1	0,2	79	12	7
	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn		C:N(total)	pH
-----**mg/Kg ao natural-----									
								-----ao natural-----	
BC	247	26	52	65	66	21		66:1	3,9
CE	195	87	30	159	55	8		60:1	4,8
LE1	151	3	34	9126	70	115		8:1	6,3
LE2	206	19	60	273	28	112		6:1	6,4

*BC: bagaço de cana-de-açúcar; CE: casca de eucalipto; LE1: lodo digerido de reatores UASB; LE2: lodo secundário biológico.

A compostagem foi conduzida em estufa agrícola de 12,8 m de largura, 80 m de comprimento e 6,5 m de altura, coberta por filme polietileno transparente com espessura de 150 micras com tratamento contra raios ultravioleta e laterais com fechamento fixo, sendo uma lateral com tela branca de malha 30% e tratamento contra raios ultravioleta e a outra lateral do mesmo material da cobertura.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, composto por 3 repetições, sendo cada parcela constituída por leira de 9,0 m de comprimento, 3,0 m de largura e 1,5 m de altura, totalizando o volume de 20 m³ por parcela e 60 m³ por tratamento. Para determinar a proporção em volume de lodo de

esgoto e material estruturante para cada tratamento utilizou-se como critério a relação C:N, sendo definida a proporção de 1:1. As leiras foram montadas misturando-se uma caçamba do carregador frontal da retroescavadeira de material estruturante para uma caçamba do carregador frontal da retroescavadeira de lodo de esgoto, sendo esta a proporção para os quatro tratamentos estudados. Os materiais foram colocados em caminhão basculante de 6 m³ que descarregava a mistura já em formato de leiras na estufa, possibilitando o revolvimento com a compostadora (Figura 1).



Figura 1. Leiras de compostagem montadas para possibilitar o revolvimento com a máquina compostadora.

A frequência de revolvimento das leiras variou ao longo do processo, totalizando 12 revolvimentos distribuídos da seguinte forma: 3 revolvimentos na semana 1, 3 revolvimentos na semana 2, 2 revolvimentos na semana 3, 2 revolvimentos na semana 4, 1 revolvimento na semana 5, 1 revolvimento na semana 6 e nenhum revolvimento na semana 7. O número de revolvimentos em cada semana variou de acordo com as características físicas (temperatura e umidade) apresentadas pelo material. Procurou-se revolver as leiras sempre que os materiais passavam de 65°C.

Não foi aplicada água ao sistema e, por volta de 40 dias do início do processo de compostagem, os valores de umidade foram inferiores a 30% e a temperatura diminuiu em todos os tratamentos. Assim, finalizou-se o processo de compostagem e o experimento aos 45 dias.

As avaliações realizadas foram: temperatura, relação C:N e granulometria. Seguem as metodologias utilizadas para cada avaliação:

1) Temperatura: utilizou-se sensores termopar acoplados em *data-logger* que armazenou os dados de temperatura de cada ponto e de cada material a cada 1 hora. Os sensores foram localizados no centro da leira, sendo um sensor para cada repetição de cada tratamento. Ao final do processo de compostagem, fez-se a média dos dados diários para apresentação em gráfico. Essa avaliação iniciou-se logo após a montagem das leiras e foi realizada até o final do processo.

2) Relação C:N: ao final do processo de compostagem foram determinadas as concentrações de C e N, através da metodologia estabelecida por Brasil/MAPA (2014).

3) Granulometria: foram utilizadas amostras de aproximadamente 200g que, após a pesagem, foram encaminhadas para estufa à temperatura constante de 65°C, onde permaneceram até atingirem peso constante. Após a secagem, as amostras foram colocadas em um agitador elétrico de bancada com peneira de malha 40 mm e o fundo, por 5 minutos. Depois da agitação a parcela retida em cada peneira e no fundo foi pesada novamente, para calcular a fração retida, de acordo com Brasil/MAPA (2014).

Os resultados obtidos foram comparados a Resolução CONAMA nº 481/2017, que estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi constatada a higienização dos compostos orgânicos de lodo de esgoto através do processo de tratamento de redução de patógenos de acordo com critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 481/2017.

Durante o período de compostagem foi verificado o período termofílico mínimo necessário para redução de agentes patogênicos em sistemas abertos: maior do que 55°C por 14 dias ou maior do que 65°C por 3 dias (Anexo 1 da Resolução CONAMA nº 481/2017) em todos os tratamentos. Foram observados os seguintes períodos de temperatura para cada tratamento: T1: maior que 55°C por 28 dias consecutivos e maior que 65°C por 3 dias consecutivos, T2: maior que 55°C por 14 dias consecutivos, T3: maior que 55°C por 43 dias consecutivos e maior que 65°C por 8 dias consecutivos, T4: maior que 55°C por 32 dias consecutivos e maior que 65°C por 22 dias consecutivos (Figura 2).

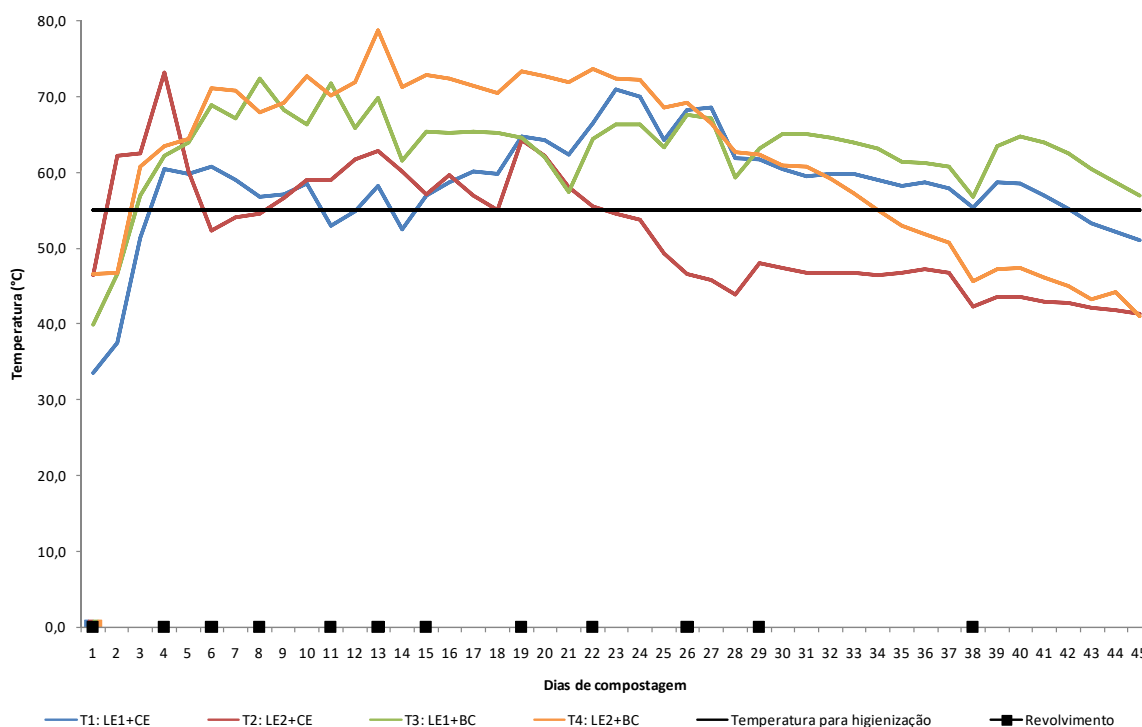


Figura 2. Temperatura e datas de revolvimento durante o processo de compostagem dos tratamentos estudados (T1: LE1+CE; T2: LE2+CE; T3: LE1+BC; T4: LE2+BC), sendo BC: bagaço de cana-de-açúcar, CE: casca de eucalipto, LE1: lodo digerido de reatores UASB e LE2: lodo biologicamente ativado.

A relação C:N, ao final do processo de compostagem, foi menor ou igual a 20:1, de acordo com a Resolução CONAMA nº 481/2017, em todos os tratamentos, sendo: T1 = 13:1, T2 = 18:1, T3 = 10:1 e T4 = 14:1.

Ao final do processo de compostagem, de acordo com a Resolução CONAMA nº 481/2017, o composto orgânico deverá ser peneirado com malha de abertura máxima de 40 mm, com exceção do composto destinado à fabricação de substratos para plantas, condicionadores de solos e como matéria-prima para a fabricação de fertilizantes organominerais.

Os compostos orgânicos gerados foram peneirados em malha de 40 mm e ficaram retidos 7,4% do material de T1 e 21,7% do material de T2, em média. Os compostos gerados em T3 e T4 passaram 100% pela peneira de 40 mm. Os tratamentos T1 e T2 receberam a casca de eucalipto como material estruturante, sendo que o mesmo apresenta partículas heterogêneas e, dentre elas, pequenos pedaços de madeira. Entretanto, esse material retido pode ser reaproveitado em novo processo de compostagem.



CONCLUSÃO

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A compostagem dos dois tipos de lodo de esgoto (digerido de reatores UASB e biologicamente ativado) misturados com bagaço de cana-de-açúcar e casca de eucalipto, na proporção volumétrica 1:1, proporcionam compostos orgânicos que atendem os critérios estabelecidos na Resolução CONAMA nº 481/2017.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 481, de 3 de outubro de 2017. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n.191, p. 51, 4 out. 2017. Seção I.
2. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Coordenação-Geral de Apoio Laboratorial; Murilo Carlos Muniz Veras (Org.). Brasília: MAPA/SDA/CGAL, 2014. 220 p.
3. MONTEIRO, J.H.P. Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.