

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM DO LODO DE ESGOTO COM DIFERENTES FONTES DE CARBONO

Rosemary Marques de Almeida Bertani¹ (rosemary.bertani@apta.sp.gov.br), Lívia Cristina Ribeiro² (livinha-ribeiro@hotmail.com), Roberto Lyra Villas Bôas² (rlvboas@fca.unesp.br), Aline Cássia da Fonseca² (aline_cfonseca@hotmail.com), Laura Oliveira Cleto da Silva² (lah.ocs@gmail.com), Maria Márcia Pereira Sartor² (mmpsartori@fca.unesp.br)
1 APTA Polo Regional Centro Oeste, sede Bauru
2 FCA/UNESP – Faculdade de Ciências Agrônômicas

RESUMO

Devido aos desafios atuais no uso do lodo de esgoto na agricultura e as restrições das normas vigentes, uma alternativa para viabilizar seu uso é enquadrá-lo como produto fertilizante orgânico composto classe D. O objetivo deste trabalho foi avaliar o processo de compostagem com o lodo de esgoto em função de diferentes fontes de carbono. Os tratamentos consistiram na mistura do lodo de esgoto digerido de reatores UASB proveniente da ETE Botucatu, com três fontes de carbono: T1: lodo de esgoto + bagaço de cana-de-açúcar; T2: lodo de esgoto + casca de arroz e T3: lodo de esgoto + casca de eucalipto. Cada tratamento teve quatro repetições. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, sendo cada parcela constituída por pilhas de 8,0 m de comprimento, 3,0 m de largura e 1,5 m de altura, totalizando o volume de 18 m³ por parcela e 72 m³ por tratamento. O processo de compostagem foi observado por 90 dias, sendo realizadas as seguintes avaliações ao longo do processo: temperatura, umidade e características químicas. A mistura bagaço-de-cana e lodo de esgoto foi a que melhor contribuiu para o processo de compostagem e a casca de arroz não foi uma boa alternativa como fonte de carbono.

Palavras-chave: Temperatura, Umidade, Nitrato.

EVALUATION OF THE COMPOSITION PROCESS OF SEWAGE SLUDGE WITH DIFFERENT SOURCES OF CARBON

ABSTRACT

Due to the current challenges in the use of sewage sludge in agriculture and the restrictions of the current norms, an alternative to make feasible its use is to classify it as organic fertilizer product class D. The objective of this work was to evaluate the composting process of the sludge with different sources of carbon. The treatments consisted in the mixture of the sewage sludge digested of UASB reactors from the Botucatu STS, with three carbon sources: T1: sewage sludge + sugarcane bagasse, T2: sewage sludge + rice husk and T3: Sewage sludge + eucalyptus bark. Each treatment had four replications. The experimental design was in randomized blocks, each plot consisting of piles 8.0 m long, 3.0 m wide and 1.5 m high, totaling the volume of 18 m³ per plot and 72 m³ per treatment. The composting process was observed for 90 days, and the following evaluations were carried out throughout the process: temperature, humidity and chemical characteristics. The mixture of sugarcane bagasse and sewage sludge contributed the best to the composting process and the rice husk was not a good alternative as a source of carbon.

Keywords: Temperature, Humidity, Nitrate.

1. INTRODUÇÃO

O aumento da geração do lodo de esgoto e sua destinação são problemas nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), sendo que a maior porcentagem do lodo de esgoto tem como destino os aterros sanitários, o que não é uma solução adequada pelo seu alto custo de deposição em aterros específicos, além disso, o lodo contém elevada umidade e gera lixiviado podendo contaminar o solo e lençol freático (BETTIOL; CAMARGO, 2006). Esses fatos têm levado à busca de alternativas e tecnologias para viabilizar o seu uso na agricultura, atendendo padrões da legislação.

O lodo de esgoto por conter em sua composição matéria orgânica, macro e micronutrientes possibilita seu aproveitamento como fertilizante de solo em área agrícola e florestal (BETTIOL; GHINI, 2011). Contudo destaca-se a dificuldade de atender a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 375/2006 (BRASIL, 2006) que traz a normatização para uso do lodo estabelecendo limites de tolerância para indicadores de patogenicidade para os lodos Classe A, principalmente análises de vírus.

Uma alternativa encontrada para o uso na agricultura do lodo de esgoto é enquadrá-lo como Produto Fertilizante Orgânico Composto Classe D, através do Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA). O lodo de esgoto ao ser misturado com uma fonte de carbono permite, sob devidas condições, elevação da temperatura, o que possivelmente permitirá a inativação de microrganismos e parasitas patogênicos (PEPPER et al., 2006).

Durante o processo de compostagem, em razão das variações nos parâmetros de temperatura, umidade, pH, relação C/N, dentre outros, que atuam sobre o desenvolvimento dos microrganismos e no processo de compostagem para que o composto atinja maturação e expresse o seu potencial de uso, existem faixas consideradas adequadas para essas variáveis estabelecidas por decretos e instruções normativas, através do MAPA. Entretanto para compostagens realizadas com diferentes resíduos, ainda existem dúvidas sobre os parâmetros que afetam o desenvolvimento do processo e o problema se torna mais relevante, na escolha de fontes de carbono a serem utilizadas. As fontes de carbono no processo de compostagem são necessárias para ajuste da relação C/N e melhora das características de umidade, porosidade (FERNANDES; SILVA, 2000) e granulometria do lodo de esgoto (FERNANDES et al., 1996).

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o processo de compostagem com o lodo de esgoto em função de diferentes fontes de carbono.

3. METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido no pátio de compostagem da ETE SABESP – Botucatu-SP, localizada na Faculdade de Ciências Agrônômicas - FCA/UNESP. Os tratamentos consistiram na mistura do lodo de esgoto digerido de reatores UASB proveniente da ETE Botucatu, com três fontes de carbono: T1: lodo de esgoto + bagaço de cana-de-açúcar; T2: lodo de esgoto + casca de arroz e T3: lodo de esgoto + casca de eucalipto. Cada tratamento teve quatro repetições.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, sendo cada parcela constituída por pilhas de 8,0 m de comprimento, 3,0 m de largura e 1,5 m de altura, totalizando o volume de 18 m³ por parcela e 72 m³ por tratamento.

A caracterização do lodo de esgoto e das fontes de carbono (Tabela 1) foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Brasil/MAPA (2014).

A proporção de lodo de esgoto e fontes de carbono foi calculada para atingir relação C/N de 20 a 30. Utilizou-se como medida de volume a caçamba do carregador frontal da retroescavadeira, para facilitar o processo de montagem das pilhas de compostagem, empregando-se a proporção em volume de três partes de fonte de carbono para uma parte de lodo de esgoto. A montagem das pilhas de compostagem foi realizada com auxílio de retroescavadeira e caminhão basculante. Após a colocação dos materiais no caminhão basculante, o mesmo seguia para a estufa para descarregar a mistura já em formato de pilhas, com espaçamento entre elas suficiente para o tráfego da compostadora, que realizava o revolvimento das pilhas na estufa durante o processo de compostagem.

O objetivo inicial do revolvimento foi de homogeneizar o material, pois na montagem das pilhas parte da fonte de carbono não entrou em contato com o lodo de esgoto, na sequência o critério adotado para frequência de revolvimento das pilhas variou ao longo do processo, em função das características físicas (umidade e temperatura) apresentadas pelas misturas lodo de esgoto e fontes de carbono. Durante o processo de compostagem os revolvimentos visavam controlar a temperatura e manter a umidade necessária para a atividade microbiana. No total foram realizados 17 revolvimentos e 10 aplicações com 28 L/m³ de água. O critério adotado para a

frequência de aplicações de água variou em função do monitoramento da umidade, sendo que para valores inferiores a 40% aplicava-se água. A água foi distribuída através de um sistema de gotejamento registrado por um hidrômetro, no período de 45 a 80 dias do processo de compostagem. Após a aplicação de água, a compostadora revolveu o material para deixar a umidade homogênea em todo o perfil da pilha. A partir do 80º dia, não foi aplicada água ao sistema e não ocorreram mais revolvimentos com a compostadora.

Tabela1. Principais características do lodo de esgoto e das fontes de carbono utilizadas nas pilhas de compostagem.

Características*	Lodo de esgoto	Bagaço de cana-de-açúcar	Casca de Arroz	Casca de eucalipto
Umidade (%)	80	39	8	55
pH	6,8	4,4	5,5	4,7
MO-Total (%)	11	54	71	39
C-Total (%)	6	30	39	22
N(%)	0,8	0,2	0,5	0,3
C/N	8/1	150/1	78/1	73/1
P ₂ O ₅ (%)	0,7	0,1	ND	ND
K ₂ O (%)	ND	0,1	0,2	0,1
Ca (%)	0,2	0,1	0,2	0,4
Mg (%)	ND	ND	ND	0,1
S (%)	0,5	0,1	0,3	0,1
Na (%)	82	183	239	116
B (mg kg ⁻¹)	36	44	17	73
Cu (mg kg ⁻¹)	27	12	35	4
Fe (mg kg ⁻¹)	60	567	155	824
Mn (mg kg ⁻¹)	58	17	383	107
Zn (mg kg ⁻¹)	108	2	4	17

*ao natural; ND- não detectado, < 1mg Kg⁻¹.

O processo de compostagem foi observado por 90 dias, sendo realizadas as seguintes avaliações ao longo do processo: temperatura, umidade e características químicas. As temperaturas foram avaliadas ao longo do perfil da pilha, com auxílio de termômetro portátil que possuía haste de 1 m de comprimento. A avaliação foi realizada a cada dois dias sempre às 10h30, em quatro pontos de cada parcela (dois em cada lateral), inserindo-se a haste do termômetro perpendicularmente na altura média da pilha.

A umidade foi avaliada duas vezes por semana, sendo coletadas, com auxílio de trado tipo caneca, quatro amostras simples para formação de uma amostra composta em cada repetição. Cada amostra foi retirada no centro da pilha, através da penetração do trado a cerca de 80 cm de profundidade de forma perpendicular, também no meio da lateral da pilha. Após a coleta, as amostras foram pesadas, colocadas para secar em estufa a 65°C até peso constante, segundo metodologia estabelecida por Brasil/MAPA (2014).

Durante o processo de compostagem foram determinadas as concentrações de C, N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, além de pH aos 10, 40 e 90 dias, segundo metodologia estabelecida por Brasil/MAPA (2014). A partir do teor de carbono e de nitrogênio presentes no composto final foi calculada a relação C/N.

Os teores de nitrato e amônio foram determinados aos 40 e 90 dias, através de metodologia estabelecida por Brasil/MAPA (2014).

Os resultados das análises químicas foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na comparação das três fontes de carbono, após a mistura com o lodo de esgoto e montagem das pilhas de compostagem observou-se que o bagaço de cana-de-açúcar foi o que apresentou maior homogeneidade com o lodo, facilitando a formação da pilha. A mistura utilizando casca de eucalipto mostrou menor homogeneidade em relação ao bagaço, já a casca de arroz não se homogeneizou com o lodo. Isto pode ser explicado, provavelmente, pelo tamanho de partícula e tipo de material das fontes de carbono. Infere-se que essa homogeneidade da mistura irá interferir no processo da compostagem e qualidade do produto final. Destaca-se que na escolha da fonte de carbono a ser utilizada é importante observar a qualidade física do composto final, como também a disponibilidade e o seu custo (CARVALHO, 2001).

Durante o processo de compostagem a mistura lodo de esgoto e fontes de carbono passa por mudanças na temperatura, aeração, umidade, pH e relação C/N, influenciando a qualidade do composto final.

O monitoramento da temperatura é o fator mais importante e apresenta relevância durante a compostagem, uma vez que permite avaliar o processo, associando aumento de temperaturas a atividade de microrganismos na decomposição dos materiais e a eliminação de microrganismos patogênicos (THOMAZ-SOCCOL et al., 2010).

Considerando que a faixa ótima de temperatura para eliminação dos agentes patogênicos está entre 55 a 60°C (KIEHL, 2004) e os critérios abordados pela Resolução CONAMA (15 dias consecutivos com temperatura de 55°C ou mais para processo de compostagem com revolvimento de leiras e para revolvimento mecânico 5 dias consecutivos), observou-se que os tratamentos T1 (bagaço-de-cana + lodo de esgoto) e T3 (casca de eucalipto + lodo de esgoto) permaneceram com a temperatura nesta faixa nos primeiros 30 dias e 25 dias, respectivamente (Figura 1). O tratamento T2 (casca de arroz + lodo de esgoto) apresentou temperaturas acima de 55°C apenas na primeira semana de compostagem e decresceu durante o processo. O fato do tratamento T2 não manter temperaturas adequadas para o processo de compostagem, talvez possa ser explicado pela casca de arroz ser rica em sílica, dificultando a degradação pelos microrganismos.

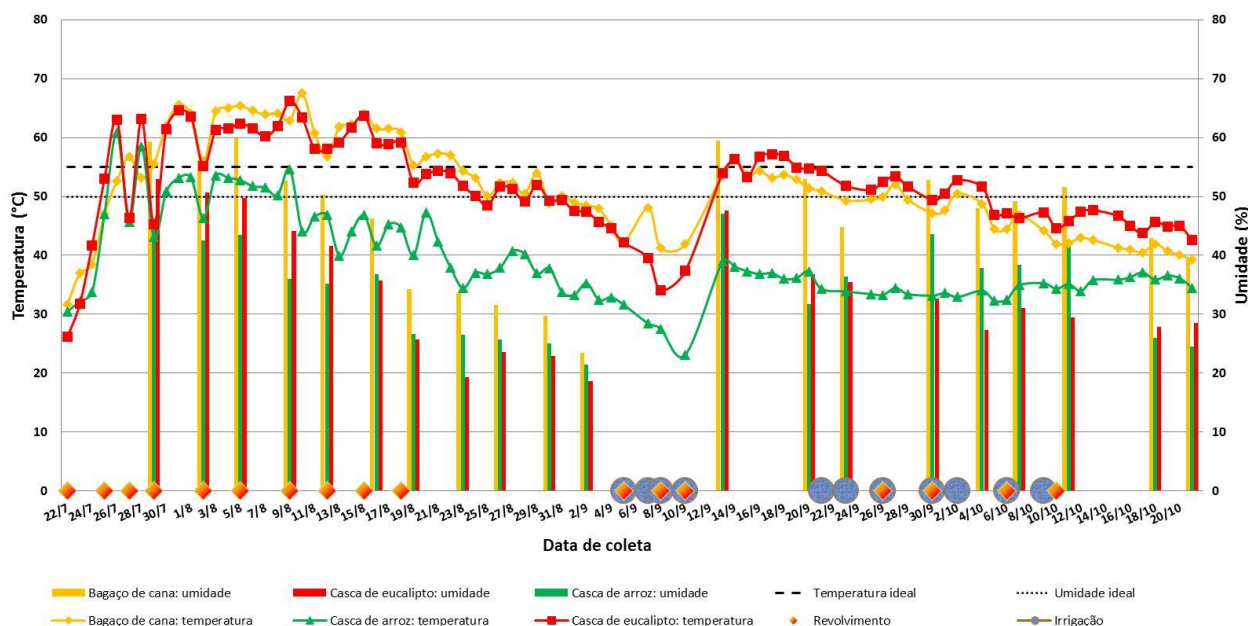
No 11º dia de compostagem a temperatura atingiu valor próximo a 70°C nos tratamentos T1 e T3, contudo apenas períodos prolongados de temperaturas na faixa de 70 a 75°C é que reduzem a atividade benéfica dos microrganismos (KIEHL, 2004).

A frequência de revolvimento das pilhas variou ao longo do processo (Figura 1), em função das características físicas (umidade e temperatura) apresentadas pelas misturas lodo de esgoto e fontes de carbono. Durante o processo de compostagem os revolvimentos visavam controlar a temperatura e manter a umidade necessária para a atividade microbiana, porém, observou-se nesta operação uma perda mais intensa de vapor de água, acarretando o secamento mais rápido do material contido na pilha de compostagem. Por volta de 40 dias do início do processo de compostagem, os três tratamentos apresentaram queda nos valores de temperatura, ficando abaixo de 40°C para os tratamentos T2 e T3. Verificou-se nesse mesmo período diminuição da umidade nos três tratamentos, demonstrando que houve influência direta desse fator no processo de compostagem, o que possivelmente ocasionou a queda nos valores de temperatura. Assim o número de revolvimentos deve ser reduzido, sendo que em situações de temperatura na faixa de 55 a 60°C o revolvimento deve ser evitado, uma vez que a atividade microbiana é intensa.

A umidade nessa etapa ficou abaixo do limite mínimo de umidade estabelecido de 40% para todos os tratamentos, assim, pelo critério adotado, acrescentou-se água ao sistema visando restabelecer o nível de umidade das pilhas para continuidade do processo de compostagem (Figura 1). A adição de água ao processo não é uma prática vantajosa economicamente, além de não ser eficiente, pois apresenta dificuldade de homogeneização de distribuição. A sobrevivência dos microrganismos também depende da umidade no processo, que na prática necessita estar entre 50-60% e, da aeração.

Figura 1. Temperatura e umidade média do perfil da pilha de compostagem, de acordo com cada tratamento, faixa de temperatura ideal para eliminação de agentes patogênicos, faixa de umidade

ideal para ocorrer o processo de compostagem, indicação das datas em que ocorreu revolvimento das pilhas com compostadora e aplicação de água nas pilhas (28 L/m³/aplicação).



Após as primeiras aplicações de água, realizadas entre 45 e 55 dias do processo, tanto a umidade como a temperatura dos tratamentos T1 e T3 voltaram a subir próxima da faixa ideal para a compostagem e para o tratamento T2 a temperatura ficou abaixo de 40°C até o final do processo. Ainda em relação ao tratamento T2, ao longo de todo o processo de compostagem, observou-se temperatura e umidade abaixo da faixa ideal, além de não proporcionar boa mistura com o lodo de esgoto. Assim, infere-se que a casca de arroz não é uma alternativa viável para a mistura com o lodo de esgoto.

Em relação ao valor de pH das diferentes misturas, observou-se nas amostragens aos 10, 40 e 90 dias que o mesmo não se alterou durante o processo de compostagem, mantendo-se ácido (Tabela 2). Segundo RODRIGUES et al., 2006 para o desenvolvimento dos microrganismos que realizam a compostagem a faixa de pH considerada ideal está entre 5,5 e 8,5, sendo que nesta faixa a maior parte das enzimas estão ativas. Entretanto, uma faixa de pH mais ampla, entre 4,5 e 9,5, é relatada como adequada por PEREIRA NETO (2007), que explica que os valores extremos são equilibrados pelos microrganismos presentes na decomposição.

A relação C/N é um parâmetro seguro e adequado para a avaliação da maturação do produto final. A proporção de lodo de esgoto e fontes de carbono foi calculada para atingir relação C/N de 20 a 30, no estágio inicial. Essa faixa foi adotada em função de ser considerada a mais favorável para proporcionar rápido e eficiente processo de compostagem. Observou-se que os valores da relação C/N decaíram durante o processo, atingindo aos 90 dias valores de 14, 24 e 18 para os tratamentos 1, 2 e 3, respectivamente (Tabela 2). Os valores obtidos para a relação C/N nos tratamentos T1 e T3 foram adequados, quando comparados com os valores obtidos por KIEHL, 2004, sendo um dos fatores levados em consideração, no momento da utilização como fertilizante orgânico, sem danos para as plantas. Já a mistura com casca de arroz revelou um valor elevado de C/N, indicando que o composto final não atingiu a maturação. Isto provavelmente ocorreu, devido a não homogeneização da casca de arroz com o lodo de esgoto, prejudicando a atividade de decomposição do microrganismo.

Observou-se que os teores de N aumentaram no decorrer do processo para todos os tratamentos e aos 90 dias o maior teor de N foi obtido para os tratamentos T1 e T3, mostrando que o composto gerado no final do processo da compostagem, além de exercer a função de

condicionador do solo, pode ser considerado fonte de nitrogênio. Infere-se que a disponibilidade de nitrogênio proveniente do resíduo depende da mineralização, que abrange processos microbiológicos, dependentes das características do resíduo, dos atributos do solo e de fatores climáticos (CANTARELLA et al., 2008). Os demais macronutrientes apresentaram baixos teores na composição tanto do lodo de esgoto, como nas fontes de carbono, o que resultou em um composto final com baixos teores de P, K e Ca (Tabela 2).

Tabela 2. Características químicas da mistura lodo com fontes de carbono aos 10, 40 e 90 dias de compostagem.

TRATAMENTOS	Umidade %	pH	P ₂ O ₅ K ₂ O Ca S			
			-----% ao natural-----			
10 dias						
T1-Lodo + bagaço de cana	59	5,2 c	1,13 a	ND	0,375 b	0,98 a
T2-Lodo+casca de arroz	45	5,3 b	0,65 b	0,1 a	ND	0,68 b
T3- Lodo+ casca eucalipto	53	5,5 a	1,00 a	0,1a	0,800 a	0,85 ab
CV (%)		0,83	11,54	38,00	44,83	11,83
40 dias						
T1-Lodo + bagaço de cana	23	5,1 c	1,55 a	0,100 b	0,825 b	1,65 a
T2-Lodo+casca de arroz	22	5,2 b	0,78 b	0,200 a	ND	1,20 a
T3- Lodo+ casca eucalipto	19	5,4 a	0,75 b	0,200 a	1,625 a	1,18 a
CV (%)		0,71	15,17	0	15,06	30,15
90 dias						
T1-Lodo + bagaço de cana	39	5,0 b	1,68 a	0,100 b	0,550 b	1,13 a
T2-Lodo+casca de arroz	25	4,8 b	0,98 b	0,100 b	ND	0,60 b
T3- Lodo+ casca eucalipto	29	5,5 a	1,38 a	0,175 a	1,575 a	1,23 a
CV (%)		2,42	13,15	23,09	8,48	10,03
TRATAMENTOS		N	C-Total	C/N	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻
10 dias						
T1-Lodo + bagaço de cana	59	1,03 a	16,50 b	15/1	-	-
T2-Lodo+casca de arroz	45	1,03 a	22,75 a	22/1	-	-
T3- Lodo+ casca eucalipto	53	1,00 a	18,50 b	18/1	-	-
CV (%)		8,52	7,89	-	-	-
40 dias						
T1-Lodo + bagaço de cana	23	1,70 a	30,25 b	17/1	5.088,2 a	54,4 a
T2-Lodo+casca de arroz	22	1,28 a	31,00 ab	22/1	4.447,3 ab	51,3 a
T3- Lodo+ casca eucalipto	19	1,28 a	34,75 a	26/1	3.643,1 a	56,0 a
CV (%)		15,2	5,82	-	11,23	43,51
90 dias						
T1-Lodo + bagaço de cana	39	1,60 a	21,75 a	14/1	2.982,0 a	323,2 a
T2-Lodo+casca de arroz	25	1,23 b	29,25 a	24/1	2.467,5 a	360,5 a
T3- Lodo+ casca eucalipto	29	1,50 ab	27,00 a	18/1	1.523,7 b	114,3 b
CV (%)		8,88	15,45	-	16,98	15,76

Médias seguidas por letras distintas dentro das colunas diferem entre si, pelo teste Tukey (p<0,05); ND - não detectado, < 0,1%.

Aos 40 dias do início do processo não houve diferença significativa entre os valores de N-NO₃⁻ para as diferentes misturas analisadas, mas aos 90 dias, houve aumento nos teores desse elemento para todos os tratamentos, sendo que os tratamentos 1 e 2 apresentaram maiores valores quando comparado ao tratamento 3 (Tabela 2). Infere-se que a composição das fontes de carbono pode influenciar os teores de N-NO₃⁻ no composto final. Para o N-NH₄⁺, nos períodos avaliados, os valores decresceram, observando-se menores teores NH₄⁺ no tratamento 3, o que

refletiu nos menores teores de $N-NO_3^-$ aos 90 dias. Resultados semelhantes na compostagem de outros resíduos foram relatados por SÁNCHEZ-MONEDERO et al. (2001) e SILVA et al., 2009. A conversão do nitrogênio na forma orgânica em nitrogênio amoniacal e na sequência na forma nítrica ocorre devido à atividade microbiana na decomposição do material, indicando que o mesmo está na fase final de maturação (KIEHL, 2004).

A composição do lodo de esgoto e das fontes de carbono também possui micronutrientes em sua constituição, que refletiu na presença de micronutrientes no composto final (Tabela 3), o que o torna adequado para uso em solos que tenham deficiência de micronutrientes. Os maiores teores de B e Cu foram obtidos pelas misturas lodo com bagaço-de-cana e lodo com casca de eucalipto aos 10 e 90 dias. Já para o Cu aos 40 dias o maior teor encontrado foi para a mistura lodo com bagaço-de-cana. O comportamento dos teores de Fe e Zn foram semelhantes durante o processo de compostagem, sendo que os maiores teores foram observados para a mistura lodo com bagaço-de-cana, exceto aos 10 dias que a mistura contendo casca de eucalipto foi semelhante a mistura lodo com bagaço-de-cana. A mistura lodo com casca de eucalipto proporcionou maiores teores de Mn em todas as épocas avaliadas.

Tabela 3. Teores de micronutrientes da mistura lodo com fontes de carbono aos 10, 40 e 90 dias de compostagem.

TRATAMENTOS	Umidade %	-----mg kg ⁻¹ ao natural-----				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
10 dias						
T1-Lodo + bagaço de cana	59	44 a	39 a	110118,0 a	83 c	157 a
T2-Lodo+casca de arroz	45	33 b	23 b	4900,8 b	146 b	79 b
T3- Lodo+ casca eucalipto	53	40 ab	36 a	10076,8 a	203 a	133 a
CV (%)		11,75	14,04	11,52	9,14	12,12
40 dias						
T1-Lodo + bagaço de cana	23	84 a	57 a	18626,3 a	146 c	260 a
T2-Lodo+casca de arroz	22	49 b	38 b	10347,5 b	233 b	140 b
T3- Lodo+ casca eucalipto	19	84 a	41 b	12988,8 b	340 a	143 b
CV (%)		5,41	13,64	15,7	10,15	15,22
90 dias						
T1-Lodo + bagaço de cana	39	53 a	62 a	14618,5 a	127 c	230 a
T2-Lodo+casca de arroz	25	37 b	41 b	7819,0 b	210 b	131 b
T3- Lodo+ casca eucalipto	29	62 a	53 ab	14398,0 b	348 a	179 b
CV (%)		10,48	11,41	12,08	10,88	12,51

Médias seguidas por letras distintas dentro das colunas diferem entre si, pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que a mistura bagaço-de-cana e lodo de esgoto foi a que melhor contribuiu para o processo de compostagem e a casca de arroz não foi uma boa alternativa como fonte de carbono.

REFERÊNCIAS

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A Disposição de Lodo de Esgoto em Solo Agrícola. In BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Ed). Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2006. Cap. 2. p. 25-36.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Impacts of Sewage Sludge in Tropical Soil: A Case Study in Brazil. Applied And Environmental Soil Science, v. 2011, p.1-11, 2011.

BRASIL. Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006. 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. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n.167, p. 141-146, 30 ago. 2006. Seção 1.

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.

CANTARELLA, H.; ANDRADE, C.A.; MATTOS JUNIOR, D. de. Matéria orgânica do solo e disponibilidade de N para as culturas. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L.S. da; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.581-596.

CARVALHO, P. de C. T. de. Compostagem. In: TSUTIYA, M. T. et al (Ed.). Biossólidos na Agricultura. São Paulo: Sabesp, 2001. Cap. 6. p. 181-208.

FERNANDES, F.; ANDREOLI C.V.; DOMASZAK, S.C. Caracterização preliminar dos principais tipos de lodo de esgoto do Paraná para um programa de reciclagem agrícola. V.6, n.6, p. 15-21, 1996.

FERNANDES, F.; SILVA, S.M.C.P. Manual prático para a compostagem de biossólidos. Rio de Janeiro: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000. 84p.

KIEHL, E.J. Manual de compostagem: maturação e qualidade de composto. Piracicaba: E.J. Kiehl, 4ª edição, 2004. 173p.

PEPPER, I.L.; BROOKS, J.P.; GERBA, C.P. Pathogens in Biosolids. Advances in Agronomy, V.90, p. 1-41, 2006.

PEREIRA NETO, J.T. Manual de compostagem: processo de baixo custo. Viçosa: UFV, 2007. 81p.

RODRIGUES, M.S.; SILVA, F.C. da; BARREIRA, L.P.; KOVACS, A. Compostagem: reciclagem de resíduos sólidos orgânicos. In: Spadotto, C.A.; Ribeiro, W. Gestão de Resíduos na agricultura e agroindústria. Botucatu: FEPAF, 2006. p. 63-94.

SÁNCHEZ-MONEDERO, M.A.; Roig, A.; Paredes, C.; Bernal, M.P. Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, EC and maturity of the composting mixtures. Bioresour Technol. V. 78, p. 301–308, 2001.

SILVA, F.A. de M.; VILLAS BOAS, R.L.; SILVA, R.B. Parâmetros de maturação para diferentes compostos orgânicos. Revista Brasileira de Agroecologia. V.4, p. 67-78, 2009.

THOMAZ-SOCCOL, V. et al. Organismos patogênicos presentes em lodo de esgoto a ser aplicado no solo e a Resolução nº 375 do CONAMA. In: COSCIONE, A. R.; NOGUEIRA, T. A. R.; PIRES, A. M. M. Uso agrícola do lodo de esgoto: avaliação após a Resolução nº 375 do CONAMA. Botucatu: FEPAF, 2010. p. 83-111.