Encontro Técnico AESABESP
29º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente
FENASAN parceiro IFAT 2018

COMPOSTAGEM DE LODO DE ESCOTO MISTURADO COM RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS EM ESCALA COMERCIAL

Roberto Lyra Villas Bôas[(1)]
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.
Caroline de Moura D'Andréa Mateus[(2)]
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.
Marianne Fidalgo de Faria[(3)]
Engenheira Ambiental e Sanitarista pela Universidade de Uberaba - UNIUBE. Mestre em Ciências Florestais pela Faculdade de Ciências Agronômicas - FCA/UNESP. Doutoranda em Ciências Florestais na FCA/UNESP.
Raquel Gonçalves Silva[(4)]
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.
Roseli Visentin[(5)]
Bacharel em Ciências Econômicas pela Faculdade de Ciências Econômicas e Administrativas de Botucatu - UNIFAC. Mestranda em Energia na Agricultura pela Faculdade de Ciências Agronômicas - FCA/UNESP.

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

RESUMO

O lodo de esgoto, resíduo gerado nas estações de tratamento de esgoto (ETE), é um material rico em matéria orgânica e nutrientes que pode ser utilizado como fertilizante orgânico na agricultura, desde que atenda a legislação vigente. Uma alternativa é a compostagem desse material com resíduos agroindustriais para que ocorra a higienização através das altas temperaturas alcançadas ao longo do processo. Estudou-se a compostagem de dois tipos de lodo de esgoto misturados com bagaço de cana-de-açúcar e casca de eucalipto, em escala comercial, caracterizando-se os parâmetros físico-químicos ao longo do processo. Foram utilizados dois tipos de lodo de esgoto, um digerido de reatores UASB (SS1) e outro biologicamente ativado (SS2) misturados a dois materiais estruturantes, bagaço de cana-de-açúcar (SB) e casca de eucalipto (EB), em estufa agrícola e em escala comercial, sendo as leiras revolvidas com máquina compostadora. Foram avaliadas as características físico-químicas ao longo do processo, como temperatura, umidade, pH, relação C:N, matéria orgânica, nitrogênio e fósforo. As misturas de lodo de esgoto com bagaço de cana-de-açúcar e casca de eucalipto em escala comercial proporcionaram eficiente compostagem dos materiais e resultaram em compostos viáveis para uso agrícola.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo orgânico, Composto orgânico, Fertilizante orgânico.

INTRODUÇÃO

A produção de lodo de esgoto, resíduo originado nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), tornou-se uma questão ambiental e econômica de alta complexidade, devido às suas propriedades bioquímicas, volume de produção e local para descarte. A ampliação do serviço de saneamento, demandada pela sociedade, gera consequente aumento de produção de lodo de esgoto (Andreoli et al., 2014) e esbarra na capacidade finita dos aterros sanitários, para onde o lodo de esgoto é comumente enviado.

Uma alternativa para alterar este cenário é o uso agrícola do lodo de esgoto. Por ser rico em material orgânico e nitrogênio, quando misturado a material estruturante (ME) fonte de carbono, produz um composto orgânico que pode ser utilizado como fertilizante, recuperando solos degradados, ou como substrato para produção de mudas. Os compostos orgânicos podem ser utilizados como um agente estruturante do solo para melhorar as propriedades

físicas, químicas e biológicas, e, em razão da modificação da densidade aparente, porosidade, capacidade de troca de água e cátions, aeração e drenagem, comunidades microbianas e fauna do solo, os compostos orgânicos contribuem para a redução da erosão (Mattana et al., 2014).

A compostagem do lodo de esgoto misturado com uma fonte de carbono é um processo biológico aeróbio de tratamento dos resíduos orgânicos, que acelera a decomposição e mineralização dos nutrientes da matéria orgânica por micro-organismos e enzimas (Wang et al., 2013). Durante este processo, há elevação da temperatura e alterações na aeração, umidade, relação carbono e nitrogênio, teores de nutrientes e constituição de micro-organismos. Estes fatores, principalmente as condições termofilícas, tendem a reduzir a presença de patógenos, parasitas e contaminantes no lodo de esgoto (Pandey et al., 2016), gerando assim um produto seguro para uso na agricultura.

OBJETIVO

Objetivou-se estudar a compostagem de dois tipos de lodo de esgoto misturados com bagaço de cana-de-açúcar e casca de eucalipto, em escala comercial, caracterizando-se os parâmetros físico-químicos ao longo do processo.

METODOLOGIA UTILIZADA

As leiras de compostagem foram montadas em escala comercial sob estufa agrícola de 12,8 m de largura, 80,0 m de comprimento e 6,5 m de altura, coberta por filme polietileno transparente com espessura de 150 micras com tratamento contra raios ultravioleta, laterais com fechamento fixo, sendo uma com tela branca de malha 30% e com tratamento contra raios ultravioleta e a outra lateral do mesmo material da cobertura.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, composto por 4 tratamentos e 3 repetições, com parcelas de 1,5 m altura, 3,0 m de largura e comprimento de 9,0 m, totalizando 20 m^3 por parcela e 60 m^3 por tratamento. Na composição dos tratamentos foram utilizados dois tipos de lodo de esgoto, um digerido de reatores UASB (SS1) e outro biologicamente ativado (SS2) misturados a dois materiais estruturantes, casca de eucalipto (EB) e bagaço de cana-de-açúcar (SB), cuja composição química está apresentada na Tabela 1, sendo definidos os seguintes tratamentos, montados na proporção 1:1 (v/v): T1: SS1xEB, T2: SS2xEB, T3: SS1xSB e T4: SS2xSB.

Tabela 1. Composição química dos materiais utilizados nas leiras de compostagem.

	N	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg	S	Um	OM
	% mf							
SS1	0.6	0.8	0.0	0.2	0.0	0.5	82	9
SS2	1.1	0.6	0.0	0.2	0.1	0.2	79	12
EB	0.3	0.0	0.1	0.4	0.1	0.0	61	35
SB	0.5	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	35	55
	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn	C:N	pH
	mg/kg mf							
SS1	151	3	34	9126	70	115	8/1	6.3
SS2	206	19	60	273	28	112	6/1	6.4
EB	195	87	30	159	55	8	60/1	4.8
SB	247	26	52	65	66	21	66/1	3.9

Um: umidade, OM: matéria orgânica, SS1: lodo de esgoto digerido de reatores UASB, SS2: lodo de esgoto biologicamente ativado, EB: casca de eucalipto e SB: bagaço de cana-de-açúcar; resultados oriundos da média de três repetições.

Uma máquina compostadora com medidas internas de 3,15 m de largura e 1,60 m de altura (Figura 1) foi utilizada para o revolvimento das leiras. Foram realizados 12 revolvimentos no total, distribuídos nos seguintes dias ao longo do processo: 1, 4, 6, 8, 11, 13, 15, 19, 22, 26, 29 e 39 dias de compostagem. Os revolvimentos foram realizados de acordo com as características físicas (temperatura e umidade) apresentadas pelo material. Procurou-se revolver as leiras sempre que os materiais passavam de 65ºC. 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.



Figura 1. Máquina compostadora utilizada para revolvimento das leiras.

A temperatura foi monitorada diariamente através de sensores termopar acoplados em data-logger. 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.

Para avaliação da umidade foram coletadas amostras no momento da instalação das leiras e depois semanalmente. Amostras representativas de aproximadamente 0,5 kg foram obtidas de 6 diferentes pontos da leira, em cada repetição, nos seguintes momentos do processo: 1, 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 45 dias de compostagem. A umidade das amostras foi determinada com base na perda de massa do material colocado em estufa de circulação de ar a 105°C durante 48 horas.

Para avaliação dos parâmetros químicos foram coletadas amostras de aproximadamente 0,5 kg obtidas de 6 diferentes pontos da leira, em cada repetição, no dia da instalação das leiras e depois a cada 15 dias (1, 15, 30 e 45 dias de compostagem). O pH foi obtido em 10 g de amostra misturada com 50 mL de solução de $CaCl_2$ 0,01 mol L^{-1} utilizando-se pHmetro digital (Micronal DM-3P). A matéria orgânica foi determinada com base na perda de massa após colocação do material em mufla a 550°C durante 24 horas. Nitrogênio total (N) foi determinado pelo método micro Kjeldahl e fósforo (P_2O_5) foi determinado pelo método colorimétrico. Todas as análises foram realizadas de acordo com as normas brasileiras (Brasil, 2014).

RESULTADOS OBTIDOS, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Dentre as possíveis variáveis a serem monitoradas durante a compostagem, a temperatura pode ser considerada a que mais diz sobre o processo (Willson et al., 1980), uma vez que o monitoramento da temperatura no processo de compostagem é utilizado para verificar sua eficiência, sendo esperadas 3 fases de temperatura: mesófila, termófila e temperatura ambiente. Na fase mesófila a temperatura é de 20 a 40°C (Kiehl, 2004) e na fase termófila de 40 a 70°C (Helmann et al., 1997). Ao final do processo de compostagem a temperatura fica próxima aos valores do ambiente, em torno de 20 a 30°C (Cooperband, 2000).

Todos os tratamentos apresentaram a fase termófila, sendo que temperaturas acima de 55°C, importantes para higienização do composto (Gajalakshmi e Abbasi, 2008), foram observadas durante 28 dias consecutivos em T1, 14 dias consecutivos em T2, 43 dias consecutivos em T3 e 32 dias consecutivos em T4 (Figura 2). A partir dos 30 dias a temperatura começou a diminuir em todos os tratamentos, mas se manteve acima de 40°C até o final. A fase termófila (>50°C) ocorreu em pelo menos 7 dias em todos os tratamentos, atendendo o requisito para higienização estabelecido na Resolução CONAMA nº 481/2017 (Brasil, 2017).

O número de revolvimentos é importante para a eficácia da compostagem, uma vez que a aeração adequada garante o crescimento da população microbiana aeróbica e contribui no controle da temperatura (Barrington et al., 2003), pois os revolvimentos introduzem oxigênio no interior das pilhas e auxiliam na liberação do calor excessivo do processo. Sendo a compostagem um processo de biodegradação aeróbica, o oxigênio é um componente extremamente essencial. Ainda, a aeração inadequada pode levar ao crescimento de microrganismos anaeróbicos, prejudicando o processo de compostagem e produzindo componentes com odor desagradável (Gajalakshmi e Abbasi, 2008).

Dentre as variáveis do processo de compostagem, a umidade é uma das que mais afeta a atividade microbiana, uma vez que promove o transporte de nutrientes dissolvidos fundamentais para as atividades metabólicas e fisiológicas dos microrganismos (Tiquia et al., 2002). A umidade de todos os tratamentos no início do processo foi em torno de 70% (Figura 2). Até os 20 dias a umidade se manteve acima de 50%, considerada adequada para a atividade microbiana (Tiquia et al., 2002), sendo baixa (30%) apenas no T2. Ao final do processo, o tipo de lodo determinou a diferença entre os tratamentos, sendo o SS2 o lodo que apresentou os menores valores de umidade, tanto com EB quanto com SB. Esse comportamento provavelmente influenciou a temperatura que, ao final do processo, também foi menor nesses dois tratamentos.

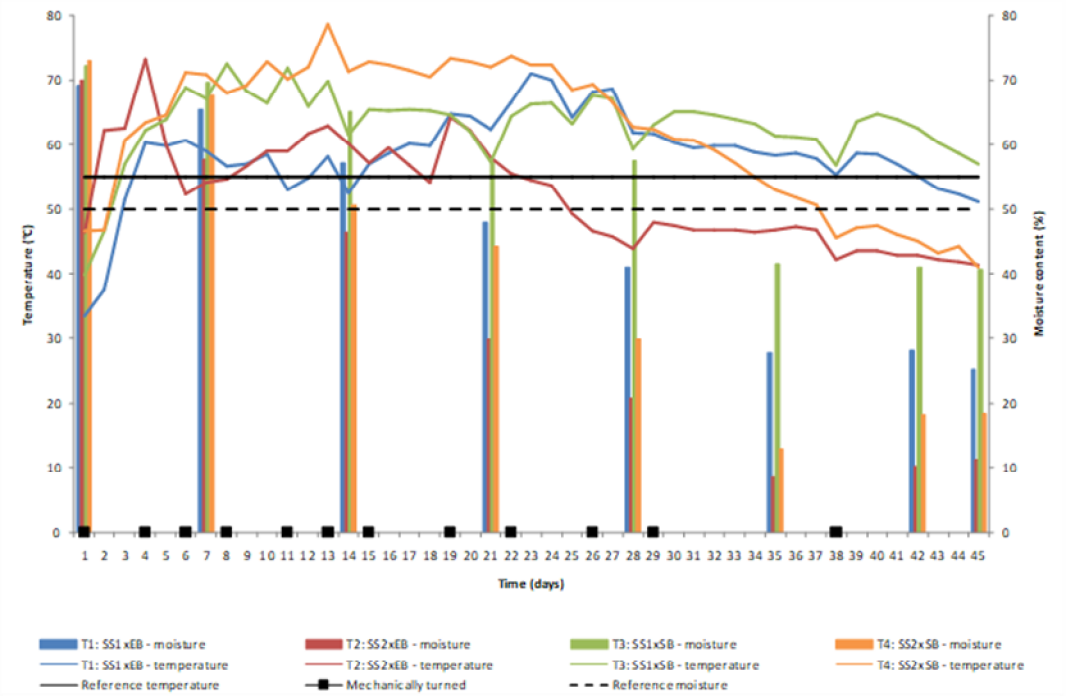


Figura 2. Temperatura e umidade nos diferentes tratamentos e datas de revolvimento das leiras durante o processo de compostagem. T1: SS1xEB, T2: SS2xEB, T3: SS1xSB e T4: SS2xSB; SS1: lodo de esgoto digerido de reatores UASB, SS2: lodo de esgoto biologicamente ativado, EB: casca de eucalipto e SB: bagaço de cana-de-açúcar; resultados oriundos da média de três repetições.

O pH é outra variável de fundamental importância quando se estuda o processo de compostagem. O pH adequado para o desenvolvimento da maioria dos microrganismos varia entre 6,0 a 7,5 (Zorpas et al., 2003). Nakasaki et al. (1993) e Bharadwaj (1995) testaram a ligação entre o pH e os organismos ativos em processos de compostagem e constaram que a maioria destes microrganismos se desenvolveu melhor em materiais cujo pH se encontrava entre 6,5 e 8,0. Sendo assim, pode-se afirmar que os valores de pH observados no presente estudo estiveram adequados para o bom desenvolvimento do processo apenas para T2 durante a primeira quinzena de compostagem. Os demais valores apresentaram-se abaixo dos limites considerados adequados. Observou-se que o pH do T4 decaiu rapidamente nos 10 primeiros dias da compostagem, enquanto os demais tratamentos apresentaram queda a partir da segunda quinzena. Os tratamentos apresentaram valores iniciais

de pH entre 5,7 e 6,0, chegando a 5,3 no T3 ao final do processo de compostagem (Figura 3). Mesmo considerando-se uma faixa de pH entre 6,0 e 8,0 como a mais favorável para se obter um processo de compostagem eficaz (Bharadwaj, 1995; Nakasaki et al., 1993; Zorpas et al., 2003), uma vez que é nessa faixa que os microrganismos apresentam maior atividade metabólica, o lodo de esgoto ainda consegue ser compostado a uma faixa entre 5,0 e 10,0 (Willson et al., 1980).

A importância da relação C:N no processo de compostagem está relacionada à taxa de decomposição da matéria orgânica, uma vez que os microrganismos responsáveis pela transformação do material durante a compostagem necessitam de cerca de 30 partes de carbono para cada parte de nitrogênio. Sendo assim, uma relação C:N inicial de 20 a 30 seria ideal para um processo de compostagem mais rápido e eficiente, estimulando tanto a degradação do carbono quanto a imobilização do nitrogênio (Gajalakshmi e Abbasi, 2008; Willson et al., 1980). A maior parte do carbono é utilizada no processo como fonte de energia para os microrganismos e uma pequena parte residual incorpora-se às células microbianas. O nitrogênio é um elemento fundamental para o crescimento da população microbiana, uma vez que é um componente da proteína responsável pela formação de mais de 50% da massa seca microbiana. Sendo assim, quando a quantidade de nitrogênio presente na mistura da compostagem é pouca a população microbiana aumenta mais lentamente e, consequentemente, leva um tempo maior para decompor o carbono disponível (Gajalakshmi e Abbasi, 2008).

O lodo de esgoto geralmente possui relação C:N com valores inferiores a 15 e, embora a taxa de decomposição ainda seja eficiente nessa proporção, há muita perda de nitrogênio na forma de amônia. Dessa forma, a adição de materiais estruturantes orgânicos garante o aumento da relação C:N e a consequente conversão de nitrogênio disponível no material orgânico, diminuindo, assim, a perda de nitrogênio durante o processo (Willson et al., 1980). Uma relação C:N inicial entre 25 e 35 é fator determinante para a humificação rápida e total da mistura de materiais que está sendo compostada (Golueke, 1992).

Os resultados obtidos para relação C:N nos quatro tratamentos avaliados apresentaram valores relativamente baixos para a mistura de lodo de esgoto com material orgânico na proporção 1:1. Neste caso, a adição de um maior volume de material orgânico em proporções 1:2 ou 1:3, por exemplo, garantiria a elevação da relação C:N. Porém, no momento da tomada de decisão sobre a proporção de mistura, foram considerados os fatores econômicos para aquisição de grandes volumes do material orgânico, bem como a necessidade de escoamento do lodo de esgoto produzido diariamente em grandes quantidades. Sendo assim, definiu-se a proporção de mistura 1:1, que pode não ter sido a mais eficaz em relação à velocidade da taxa decomposição, porém ainda assim apresentou resultados satisfatórios em relação ao tempo de compostagem.

A relação C:N tem sido utilizada como parâmetro de eficiência do processo por vários autores, os quais atestam que com uma relação C/N em torno de 18/1, o composto atinge a fase de semi-cura ou bioestabilização e a relação C/N em torno de 10/1 configura um composto humificado (Kiehl, 1985; Benito et al., 2003; Loureiro et al., 2007). A relação C:N final em todos os tratamentos foi menor do que 20:1 (Figura 3).

Nos dois tipos de lodo de esgoto o resíduo EB foi o que sofreu menor decomposição ao longo do processo de compostagem. O comportamento apresentado pela matéria orgânica nos tratamentos T1 e T2 (Figura 3) pode ter ocorrido devido à granulometria irregular da casca de eucalipto. Até os 30 dias, grande parte do material de menor granulometria se decompôs juntamente com o lodo de esgoto, restando apenas o material mais grosseiro (pedaços de madeira entre 0,5 a 6,0 cm de comprimento e 0,5 a 3,0 cm de espessura).

A oxidação da matéria orgânica para CO_2, realizada microbiologicamente pelo processo de compostagem, faz com que ocorra aumento relativo nos teores de nutrientes. Os teores de N e P_2O_5 aumentaram ao longo do processo de compostagem em T1, T3 e T4 e se mantiveram constantes em T2 (Figura 4), indicando aumento da concentração desses elementos com o processo de compostagem e as perdas de carbono no processo.

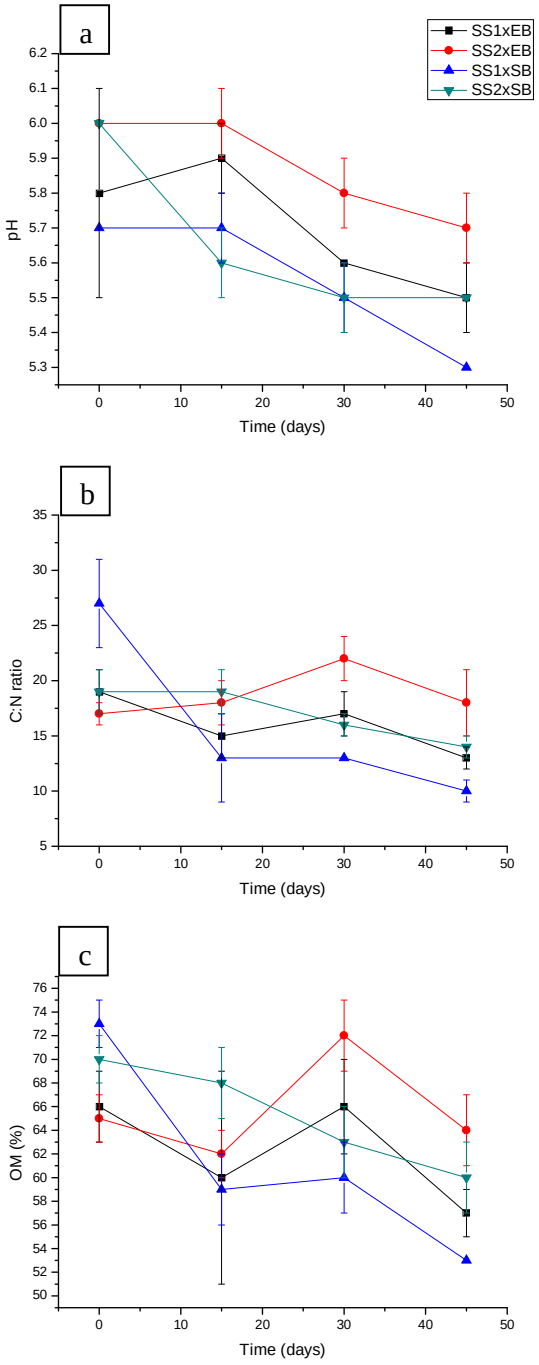


Figura 3. Valores de pH (a), relação C:N (b) e matéria orgânica (c) nos diferentes tratamentos ao longo do processo de compostagem. T1: SS1xEB, T2: SS2xEB, T3: SS1xSB e T4: SS2xSB; SS1: lodo de esgoto digerido de reatores UASB, SS2: lodo de esgoto biologicamente ativado, EB: casca de eucalipto e SB: bagaço de cana-de-açúcar; resultados oriundos da média de três repetições e barras indicam desvio padrão.

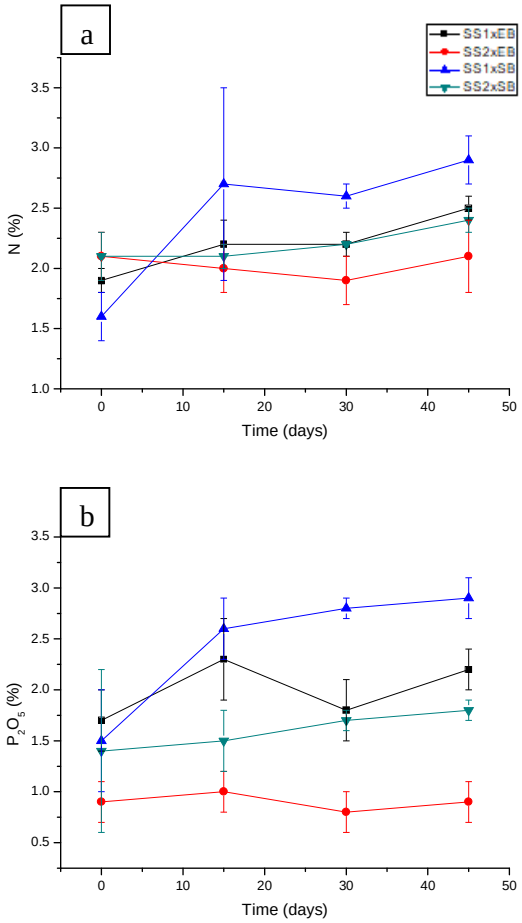


Figura 4. Nitrogênio (a) e fósforo (b) nos diferentes tratamentos ao longo do processo de compostagem. T1: SS1xEB, T2: SS2xEB, T3: SS1xSB e T4: SS2xSB; SS1: lodo de esgoto digerido de reatores UASB, SS2: lodo de esgoto biologicamente ativado, EB: casca de eucalipto e SB: bagaço de cana-de-açúcar; resultados oriundos da média de três repetições e barras indicam desvio padrão.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

As misturas de lodo de esgoto com bagaço de cana-de-açúcar e casca de eucalipto em escala comercial proporcionaram eficiente compostagem dos materiais e resultaram em compostos viáveis para uso agrícola.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pela FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo nº 2013/50413-0), projeto PITE em parceria com a SABESP e UNESP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDREOLI, C.V., VON SPERLING, M., FERNANDES, F., 2014. Lodo de esgotos: tratamento e disposição final, second ed. UFMG, Belo Horizonte.
2. BARRINGTON, S., CHOINIERE, D., TRIGUI, M., KNIGHT, W., 2003. Compost convective airflow under passive aeration. Bioresource Technology. 86, 259–266.

3. BENITO, M., MASAGUER, A., MOLINER, A., ARRIGO, N., PALMA, R.M., 2003. Chemical and microbiological parameters for the characterization of the stability and maturity of pruning waste compost. Biology and Fertility of Soils. 37, 184-189.
4. BHARADWAJ, K.K.R. 1995. Improvements in microbial compost technology: a special reference to microbiology of composting, in: Khanna, S., Mohan, K. (Eds.), Wealth from waste. Tata Energy Research Institute, New Delhi.
5. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2014. Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/arquivos-publicacoes-laboratorio/manual-_in-5_-analiticos-oficiais-para-fertilizantes-e-corretivos_com_capa_final_03.pdf (accessed 07 March 2018).
6. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente., 2017. Resolução nº 481, de 3 de outubro de 2017. Diário Oficial da União, http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=728.
7. Cooperband, L.R., 2000. Composting: art and science of organic waste conversion to a valuable soil resource. Laboratory Medicine. 31, 283–289.
8. GAJALAKSHMI, S., ABBASI, S.A., 2008. Solid waste management by composting: state of the art. Critical Reviews in Environmental Science and Technology. 38, 311-400, http://dx.doi.org/10.1080/10643380701413633.
9. GOLUEKE, C.G., 1992. Bacteriology of composting. Biocycle. 33, 55–57.
10. HELLMANN, B., ZELLES, L., PALOJARVI, A., BAI, Q., 1997. Emission of climate-relevant trace gases and succession of microbial communities during open-windrow composting. Applied and Environmental Microbiology. 63, 1011–1018.
11. KIEHL, E.J., 1985. Fertilizantes orgânicos. Agronômica Ceres, São Paulo.
12. KIEHL, E.J., 2004. Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto. fourth ed. E.J. Kiehl, Piracicaba.
13. LOUREIRO, D.C., AQUINO, A.M., ZONTA, E., LIMA, E., 2007. Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 42, 1043-1048.
14. MATTANA, S., PETROVIČOVÁ, B., LANDI, L., GELSOMINO, A., CORTÉS, P., ORTIZ, O. RENELLA, G., 2014. Sewage sludge processing determines its impact on soil microbial community structure and function. Applied soil ecology. 75, 150-161, https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2013.11.007.
15. NAKASAKI, K., YAGUCHI, H., SASAKI, M., KUBOTA, H., 1993. Effects of pH control on composting of garbage. Waste Management and Research, 11, 117–125, https://doi.org/10.1177/0734242X9301100204.
16. PANDEY, P.K., CAO, W., BISWAS, S., VADDELLA, V., 2016. A new closed loop heating system for composting of green and food wastes. Journal of Cleaner Production. 133, 1252-1259.
17. TIQUIA, S.M., RICHARD, T.L., HONEYMAN, M.S., 2002. Carbon, nutrient, and mass loss during composting. Nutrient Cycling in Agroecosystem. 62, 15–24, https://doi.org/10.1023/A:1015137922816.
18. WANG, K., LI, Y., LI, W., REN, N., 2013. The modelling of combined strategies to achieve thermophilic composting of sludge in cold region. International Biodeterioration & Biodegradation. 85, 608-616, https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2013.03.005.
19. WILLSON, G., PARR, J., EPSTEIN, E., MARSH, P., CHANEY, R., 1980. Manual for composting sewage sludge by the Beltsville Aerated-Pile Method. U. S. Environmental Protection Agency, Cincinnati.
20. ZORPAS, A.A., ARAPOGLOU, D., PANAGIOTIS, K., 2003. Waste paper and clinoptilolite as a bulking material with dewatered anaerobically stabilized primary sewage sludge (DASPSS) for compost production. Waste Management. 23, 27–35, https://doi.org/10.1016/S0956-053X(02)00042-9.