

ÁREA TEMÁTICA: Reciclagem

**VIABILIDADE DA COMPOSTAGEM DE GLICERINA BRUTA COM
RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS: Relação Carbono:Nitrogênio**

Francielly Torres dos Santos (francielly_torres@hotmail.com)¹, Cleide Fehmberger (cleide.fehmberger@hotmail.com)¹, Cleiton Margatto Aloisio (cleiton.margatto@gmail.com)¹, Eliane Hermes (elianehermes@yahoo.com.br)¹, Ivonete Rossi Bautitz (i.rossi@hotmail.com)¹

¹ Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina.

RESUMO

Com o aumento populacional ocorreu exponencialmente o consumo de alimentos e conseqüentemente o maior número de produção de alimentos e de bens de consumo nas agroindústrias. No entanto, a geração e destino desses resíduos tornou-se um problema o qual a compostagem pode representar uma forma viável de tratamento. A partir da combinação de diferentes resíduos gerados pela agroindústria da cadeia de produção de suínos, junto a concentrações distintas de glicerina bruta (subproduto gerado a partir da produção de biocombustíveis) realizou-se o processo de compostagem. O objetivo do presente estudo foi avaliar o comportamento da relação carbono/nitrogênio ao longo do tempo de estabilização dos resíduos, afim de verificar a eficiência do processo de compostagem. Os tratamentos foram baseados na concentração (% em massa seca) de glicerina bruta (0,0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0%), com amostragens realizadas quinzenalmente. A relação C:N foi determinada pela simples razão entre carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total Kjeldahl (N). O processo de compostagem de resíduos da cadeia de suínos com glicerina bruta associada ao carvão demonstrou-se satisfatório. Apenas nos tratamentos com 1,5 e 6,0% de glicerina bruta, o teor de carbono apresenta-se abaixo do indicado pela IN nº25/2009. O teor de nitrogênio concentrou ao final do processo de compostagem em todos os tratamentos. Ocorreu a redução da relação C:N ao final do processo de compostagem. Sendo assim, o processo de compostagem de resíduos da cadeia de suínos com glicerina bruta associada ao carvão apresenta-se satisfatório.

Palavras-chave: glicerina bruta; lodo de flotador; resíduos de suínos.

**VIABILITY OF GROSS GLYCERINE COMPOSITION WITH
AGRICULTURAL RESIDUES: C:N RATIO**

ABSTRACT

With the increase in population, food consumption and, consequently, the greatest number of food and consumer goods production in agro-industries occurred. However, the generation and destination of these wastes has become a problem in which composting can represent a viable form of treatment. From the combination of different residues generated by the agroindustry of the pig production chain, together with different concentrations of crude glycerin (by-product generated from the production of biofuels) the composting process was carried out. The objective of the present study was to evaluate the behavior of the carbon / nitrogen ratio along the time of stabilization of the residues, in order to verify the efficiency of the composting process. The treatments were based on the concentration (% in dry mass) of crude glycerin (0.0, 1.5, 3.0, 4.5 and 6.0%), with samplings carried out biweekly. The C:N ratio was determined by the simple ratio between total organic carbon (TOC) and total nitrogen Kjeldahl (N). The process of composting pig-chain residues with crude glycerin associated with coal was satisfactory. Only in the treatments with 1.5 and 6.0% of crude glycerin, the carbon content is below that indicated by IN nº25 / 2009. Nitrogen content was concentrated at the end of the composting process in all treatments. The C:N ratio decreased at the end of the composting process. Thus, the process of composting pig-chain residues with crude glycerin associated with coal is satisfactory.

Keywords: crude glycerin; float sludge; pig waste.

1. INTRODUÇÃO

Toda atividade produtiva, seja de alimentos ou bens de consumo, tem algum impacto sobre o ambiente. As atividades agropecuárias causam mudanças físicas, químicas e biológicas cuja extensão depende do modelo de produção, pois, na maioria das vezes, os resíduos são inadequadamente utilizados ou dispostos. No caso da suinocultura, são gerados ao longo da cadeia produtiva, dejetos produzidos pelos animais denominados dejetos, farinha de suíno e lodo de flotor. Os dejetos gerados na produção de suínos geralmente são submetidos ao processo de biodigestão (ORRICO JÚNIOR et al., 2012). No entanto, ao longo da cadeia de produção de suínos são gerados demais resíduos sólidos que devem ser destinados a processos adequados de estabilização.

Em 2018, o Brasil ocupou o 4º lugar mundial na produção de suínos, com 3,76 milhões de toneladas produzidas, e 693 mil toneladas exportadas (EMBRAPA, 2019). A produção intensiva da suinocultura e a constante busca pelo incremento de produtividade contribuem de forma decisiva no aumento da poluição por dejetos, o que têm causado desequilíbrios ecológicos em diversos municípios brasileiros (CARVALHO et al., 2015). Além dos dejetos de suínos, no processamento de produtos beneficiados na indústria são gerados demais resíduos orgânicos, tais como o lodo de flotor.

O lodo de flotor é resultante do tratamento do efluente é adicionado um agente coagulante, de origem orgânica ou inorgânica, como o policloreto de alumínio, cloreto férrico ou sulfato de alumínio, que facilita a remoção dos contaminantes (GORDIN et al., 2013). Ao final do tratamento físico-químico (coagulação e flotação), uma grande quantidade de biomassa (lodo) é gerada. Este é destinado a aterros, ou após tratamento térmico seguido de centrifugação para extração de água e óleos, pode passar por compostagem e ser utilizado como composto orgânico na agricultura (RODRIGUES et al., 2013).

No mesmo panorama de geração de resíduos para obtenção de produtos de consumo, encontra-se a produção de biodiesel. A principal rota de obtenção do biodiesel é a partir da transesterificação de óleos vegetais com álcoois (metanol e etanol), usando catálise básica (MOTA et al., 2009) gerando o glicerol, e demais subprodutos. A glicerina bruta (GB), necessita de tratamento e destino econômico e ambientalmente adequados, a GB pode conter até 83% de carbono (glicerol) (ÇELIK et al., 2008). O que viabilizaria o uso da glicerina residual seria sua purificação, o que é bastante difícil e oneroso. Além disso, são detectados níveis elevados de lipídeos e resíduos de NaOH, que podem dificultar e limitar a utilização deste resíduo. Dessa forma, a busca por alternativas de tratamento da glicerina gerada no processo de produção de biodiesel é de extrema importância, uma vez que garante o fluxo de produção do biocombustível e ainda oferece suporte, destinando um subproduto da produção de biodiesel (MENDES e SERRA, 2012).

A legislação brasileira por meio da Política Nacional dos Resíduos Sólidos Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010), impõe às Indústrias e geradores de resíduos que elaborem inventário e realizem o gerenciamento de seus resíduos sólidos. Para fins desta Lei entende-se como resíduo sólido industrial “todo o resíduo que resulte de atividades industriais e que se encontre nos estados sólido, semi-sólido, gasoso quando contido e líquido, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas de tratamento”.

Apesar dos resíduos agroindustriais possuírem elevado potencial poluente, não podem ser considerados como rejeito, pois possuem valor econômico agregado e podem ser tratados e aproveitados no próprio setor, como a utilização da técnica de compostagem (MATOS, 2014). Devido ao estado físico da glicerina bruta ser líquido/viscoso, fator limitante ao processo de compostagem, a associação ao carvão mostra-se como uma alternativa para manter a eficácia do processo e como agente estruturante da glicerina bruta. O carvão remanescente da queima incompleta da madeira em caldeiras para aquecimento da água utilizada nas operações da agroindústria configura-se também, como um resíduo.

A técnica de compostagem segundo Kiehl (2010), é um processo controlado de decomposição bioquímica de materiais orgânicos, transformando-os em um composto estável passível de ser utilizado como fertilizante. No entanto, segundo Valente et al. (2009) por ser um processo puramente microbiológico, a sua eficiência depende da ação e da interação de microrganismos, os quais são dependentes da ocorrência de condições favoráveis como temperatura, umidade, aeração, pH, o tipo de compostos orgânicos existentes e, principalmente, a relação carbono:nitrogênio (C:N).

A relação C:N é um dos índices utilizados para avaliar os níveis de maturação de substâncias orgânicas e seus efeitos no crescimento microbiológico, já que a atividade dos microrganismos heterotróficos, envolvidos no processo, depende tanto do conteúdo do carbono para fonte de energia, quanto de nitrogênio para a síntese de proteínas. Desta forma, a relação C:N deve ser determinada no material a ser compostado, para efeito de balanço de nutrientes, e também no produto final, para efeito de qualidade do composto (VALENTE et al., 2009). Segundo Kiehl (2010) a relação C:N adequada para o início do processo de compostagem eficiente é de 30:1 e ao final do processo em torno de 10:1. Dessa forma, se evita perdas de nitrogênio, pois esse é um nutriente importante para o crescimento de plantas com a utilização do fertilizante orgânico proveniente do processo de compostagem.

As perdas de N estão relacionadas ao processo por volatilização do amoníaco, podem ser entre 21 a 77% (TIQUIA; TAM, 2000). Por isso, para aumentar a utilização de compostos na agricultura é necessário conservar o N e aumentar o teor de N inorgânico disponível para as plantas (BRITO et al., 2007). Levanon e Pluda (2002) identificaram que a maior concentração de N disponível no solo é alcançada com a aplicação dos compostos obtidos após o fim da fase termófila da compostagem.

Os principais responsáveis pelas perdas de N durante o processo de compostagem, para além da intensidade com que se realizam as trocas gasosas com o exterior, são a baixa razão C:N dos materiais originais, o elevado pH e a elevada temperatura que ocorre durante a fase termófila (BRITO et al., 2007). Como a glicerina bruta apresenta alto teor de glicerol (carbono lábil), pode-se utilizá-la como fonte de carbono para o ajuste na relação C:N no processo de compostagem. Além da presença de nutrientes tais como cálcio, magnésio, fósforo e sódio, que exercerem efeito positivo no crescimento de microrganismos (ÇELIK et al., 2008).

2. OBJETIVO

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência do processo de compostagem de glicerina bruta associada aos resíduos da cadeia de suíno a partir do monitoramento do carbono, nitrogênio e da relação C:N ao longo do processo de estabilização e qualidade do composto final.

3. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Setor Palotina. A UFPR possui as seguintes coordenadas 24°17' latitude sul e 53°50' longitude oeste, com altitude média de 320 metros. A temperatura média do município é de 28 °C e a umidade relativa média do ar média é de 78%, anualmente. Na tabela 1 é apresentada a composição dos resíduos quanto ao teor de nitrogênio, carbono e a relação C:N dos resíduos "in natura" para o processo de compostagem.

Tabela 1 – Nitrogênio, carbono e C:N dos resíduos submetidos ao processo de compostagem

Resíduos orgânicos	C%	N%	C:N
Bagaço de cana	55,20	0,24	230,00
Poda de árvore	53,00	0,30	177,00

Lodo de flotador	54,00	0,80	68,00
Farinha de suíno	51,30	9,15	6,00
Dejeto	23,10	3,40	7,00
Carvão	34,40	0,40	86,00
Glicerina Bruta	71,30	0,02	3.565,00

O processo de compostagem dos resíduos orgânicos agroindustriais foi conduzido em composteiras construídas com paletes (Figura 1). Construiu-se 4 divisórias dentro de cada composteira, de modo que cada uma apresenta 4 repetições de cada tratamento, revestidas com tela permeável, denominadas de células de compostagem. As composteiras foram confeccionadas manualmente e dispostas sobre lona para impermeabilização no pátio com cobertura para proteção da incidência solar direta e das chuvas.

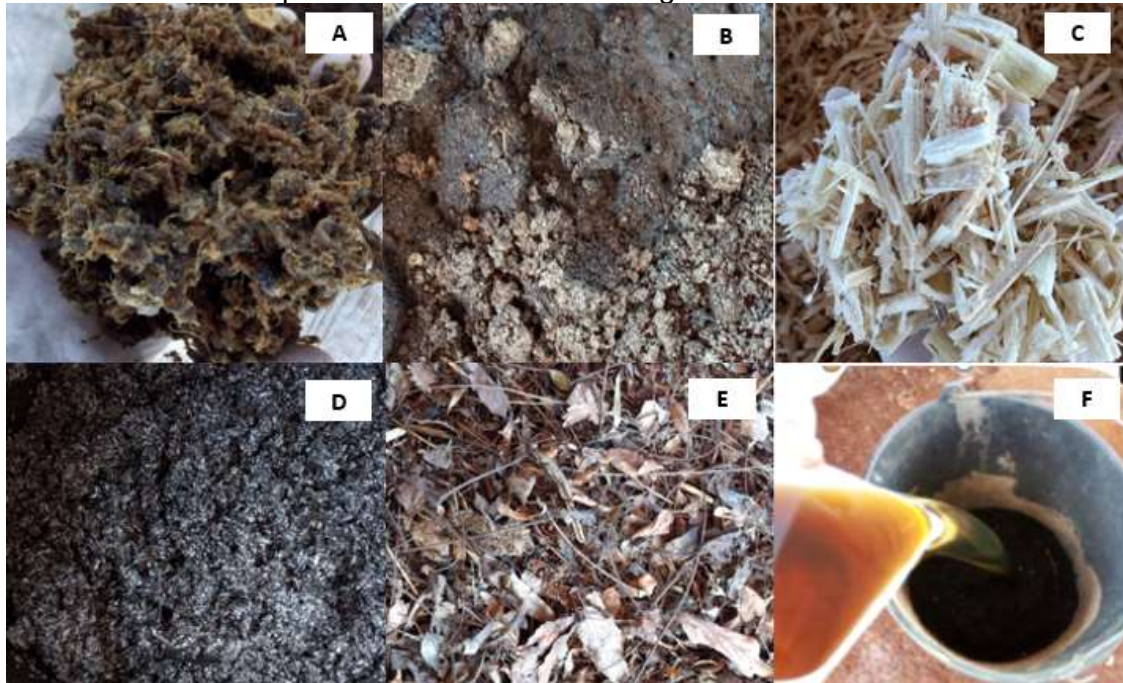
Figura 1. Composteiras adaptadas a partir da utilização de paletes com as divisórias para as 4 repetições de cada tratamento.



Utilizou-se no processo de compostagem diferentes resíduos como fontes de carbono, tais como poda de árvores urbanas, bagaço de cana e glicerina bruta. A glicerina bruta foi adquirida de uma usina de biodiesel da região. A poda de árvore foi adquirida na prefeitura da cidade, enquanto que o bagaço de cana foi adquirido em uma garapeira da região.

Os resíduos utilizados neste experimento foram fornecidos por uma cooperativa de abate e beneficiamento de suínos e produtores de engorda de suínos da região. Os resíduos orgânicos agroindustriais configuram-se como as fontes de nitrogênio necessárias ao processo de compostagem. A farinha de suínos é composta pela carcaça que se precisa eliminar sanitariamente afim de evitar contaminação do plantel, realizada em forno. O dejeto suíno foi coletado somente a fração sólida retida nas peneiras antes de entrar no biodigestor. O lodo de flotador é resultante do processo de tratamento físico/químico dos efluentes gerados no complexo agroindustrial. O carvão é o resíduo da queima incompleta de cavacos de madeira. A glicerina bruta (GB) devido ao seu estado físico líquido, foi incorporada ao carvão para evitar problemas de lixiviação no processo. Os resíduos orgânicos submetidos ao processo de compostagem estão apresentados na Figura 2.

Figura 2. Resíduos submetidos ao processo de compostagem. A: farinha de suínos. B: fração sólida de dejetos suínos. C: bagaço de cana de açúcar. D: carvão remanescente de caldeira. E: poda de árvores urbanas. F: glicerina bruta.



Os tratamentos foram constituídos de diferentes proporções dos resíduos orgânicos provenientes de uma indústria de beneficiamento de suínos, bem como diferentes concentrações de glicerina bruta na massa seca do material compostado (0,0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0%) denominados de T0; T1; T2; T3 e T4. As misturas foram definidas em função da composição de carbono e nitrogênio dos resíduos, fixando a relação C:N de aproximadamente 26/1 para todos os tratamentos.

A temperatura da leira foi monitorada a cada 3 dias, com auxílio de termômetro digital, a uma profundidade de aproximadamente 30 cm. Por ocasião das medidas de temperatura das leiras, a temperatura ambiente foi monitorada. A umidade das leiras foi controlada semanalmente após cada revolvimento e ajustada com adição da quantidade de água necessária, para se obter aproximadamente 60% de umidade. O revolvimento foi manual realizado semanalmente dentro das células de compostagem e quinzenalmente o material era retirado de dentro das células de compostagem e misturado umedecido e retornado para as células de compostagem (Figura 3).

Figura 3. Revolvimento do material em compostagem



Para a determinação do teor de Carbono orgânico total (COT), os materiais secos a 105 °C, foram levados à mufla em cadinhos de porcelana, devidamente pesados e mantidos a uma temperatura de 550 °C durante um período de 4 h. Após resfriamento em dessecadores, os materiais foram pesados em balança com precisão de 0,0001 g, obtendo-se por diferença o conteúdo de COT, conforme metodologia de Cunha-Queda et al. (2003).

As amostras foram secas a 60 °C para a determinação de nitrogênio total, a digestão se utilizou o bloco digestor, que promove a digestão total da matéria orgânica à base de ácido sulfúrico (H₂SO₄). Com o extrato obtido da digestão sulfúrica foi possível efetuar a determinação dos teores de nitrogênio com o uso do Destilador de Kjeldahl, segundo metodologia proposta por Malavolta et al. (1997). A relação C:N foi determinada pela simples razão entre carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total Kjeldahl (N) (equação 01), determinados conforme metodologias supracitadas.

$$\text{Relação C:N} = \frac{\text{COT (\%)}}{\text{N (\%)}}$$

Eq. (01)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o processo de compostagem dos resíduos agroindustriais obteve-se os compostos orgânicos, os quais apresentaram-se maturados após uma média de 67 dias de processo. O monitoramento da temperatura está apresentado na Tabela 2.

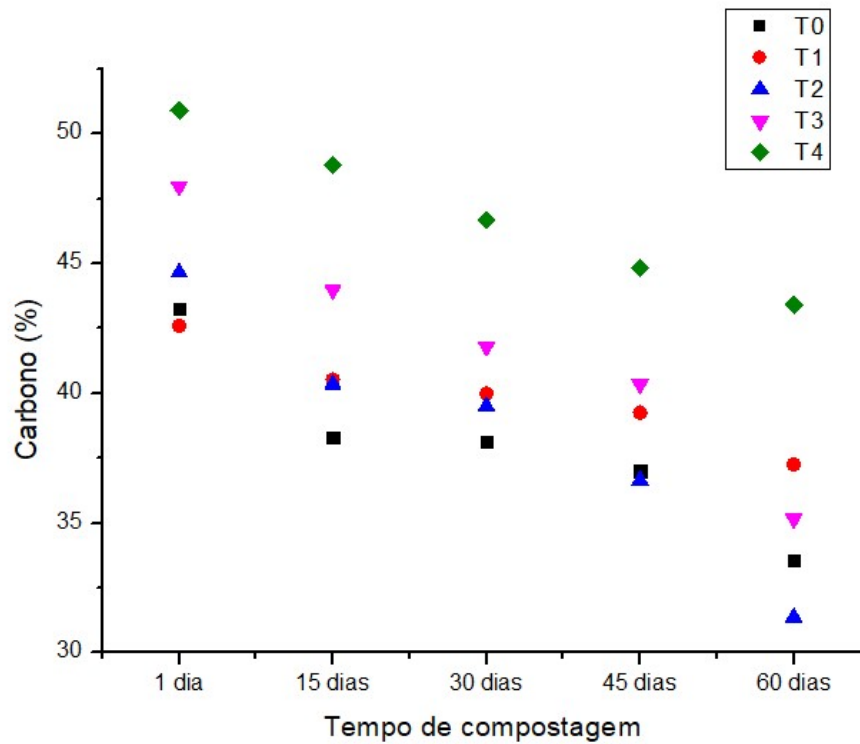
Tabela 2. Parâmetros de monitoramento de temperatura durante o processo de compostagem

Parâmetro	T0	T1	T2	T3	T4
Duração fase termofílica ^a (dias)	28	35	42	28	35
Temperatura máxima (°C)	62,43	59,43	59,23	51,43	62,65
Temperatura máxima (dia)	7 ^o	13 ^o	13 ^o	17 ^o	17 ^o
Temperatura ≥55 °C (dias)	15	21	21	28	28
Tempo de compostagem (dias)	66	68	67	69	65

Todos os tratamentos atingiram temperaturas termofílicas com temperatura superior a 50 °C por mais de 20 dias, com exceção do T0 que apresentou apenas 15 dias. No entanto, o T0 apresentou a maior temperatura, ultrapassando os 60 °C com tempo menor de duração. Nos tratamentos T3 e T4 a temperatura manteve-se em fase termofílica por 28 dias, esse fato pode ser explicado pela maior adição de GB a massa de compostagem. Segundo Valente et al. (2009) em temperaturas entre 50 a 55 °C atuam as bactérias termofílicas que degradam os lipídeos e a fração de hemicelulose e os actinomicetos degradam a celulose e a lignina. A redução do carbono orgânico total ocorreu em todos os tratamentos submetidos ao processo de compostagem.

A redução do carbono foi constatada a partir do percentual de carbono contido no processo de compostagem em relação ao tempo de estabilização do composto orgânico (Figura 4), em todos os tratamentos foi observado a redução do COT.

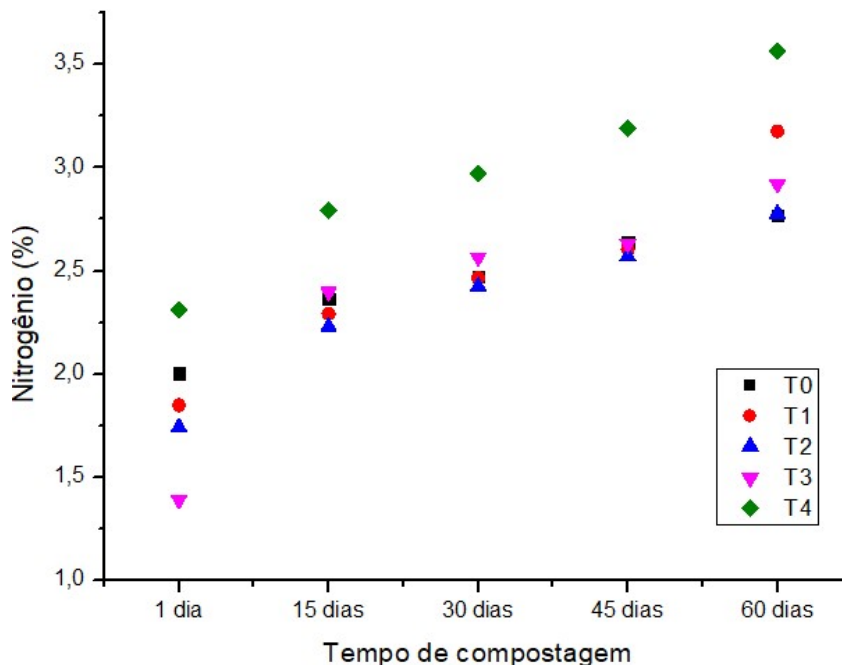
Figura 4. Carbono orgânico total no tempo de compostagem dos resíduos agroindustriais



No início do processo de compostagem os teores de COT nos tratamentos foram de 43,3; 42,6; 44,7; 48,0 e 50,9% para os tratamentos T0; T1; T2; T3 e T4, respectivamente. A redução do COT de 22,30; 12,55; 29,76; 26,72 e 14,71%. As menores reduções de carbono foram nos tratamentos T1 e T4. Segundo Valente et al. (2009) no processo de compostagem 20 partes do carbono são eliminados na forma de CO₂ e apenas 10 partes são incorporadas ao protoplasma celular. Trabalhos com compostagem realizados por Costa et al. (2005), Rigolin (2013) e Sbizzaro et al., (2017) corroboram com os resultados obtidos de redução de carbono. O estipulado pela Instrução Normativa N° 25/2009 que dispõe valor de no mínimo 15% de COT em substratos.

Simultaneamente, durante a compostagem o nitrogênio contido na matéria orgânica, passa a nitrogênio amídico (NH₂), depois amoniacal (NH₃), nitrito (NO₂⁻) e, finalmente nitrato (NO₃⁻) (KIEHL, 2010), sendo o N um dos nutrientes mais importantes para o desenvolvimento de plantas, devendo portanto estar presente na composição do fertilizante orgânico. O teor do nitrogênio ao longo do processo de compostagem pode ser visualizado na Figura 5.

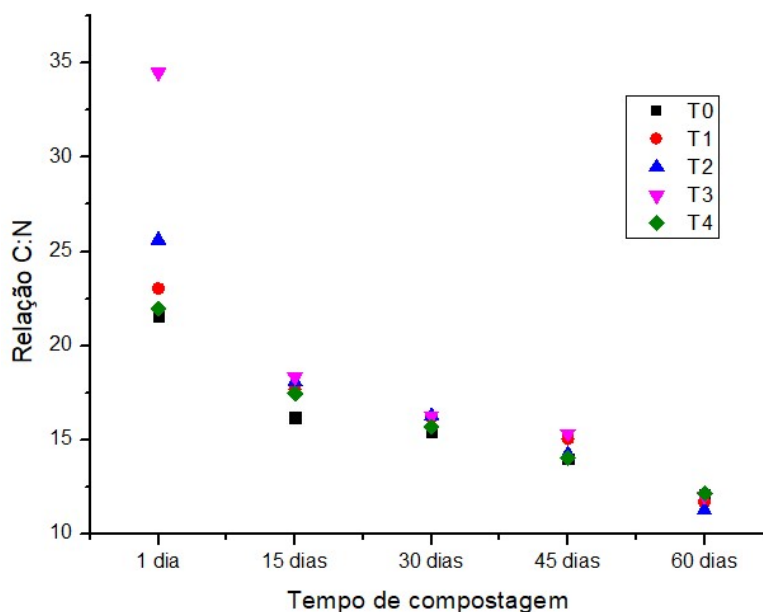
Figura 5. Nitrogênio total no tempo de compostagem dos resíduos agroindustriais



O teor de N nos compostos orgânicos ao final do processo foi de 2,77; 3,18; 2,78; 2,92 e 3,56% para os tratamentos T0; T1; T2; T3 e T4. O aumento na concentração de N ao final do processo de compostagem se deve a perda de carbono, havendo logo ao final do processo a tendência de concentração de todos os nutrientes. No entanto, o N pode ser perdido por volatilização e os demais minerais por lixiviação se a umidade for acima de 60%. Portanto, para evitar perdas de nitrogênio no processo, agentes de volume com altas quantidades de carbono devem ser acrescentados na massa em decomposição (YUAN et al., 2016). A Instrução Normativa Nº 25/2009 estabelece que o teor mínimo de N nos substratos deve ser 0,5%, sendo assim, todos os tratamentos apresentam-se dentro do estipulado.

A relação C:N ideal para iniciar o processo de compostagem está entre 25:1 e 35:1, uma vez que, durante a decomposição, os microrganismos absorvem C e N da matéria orgânica na relação 30:1 (VALENTE et al., 2009). A relação C:N ao longo do tempo de compostagem está apresentada na Figura 6.

Figura 6. Relação Carbono:Nitrogênio no tempo de compostagem dos resíduos agroindustriais



A relação C:N que inicialmente encontrava-se em 26:1 reduziu para aproximadamente 12:1 ao fim do processo de compostagem em todos os tratamentos, corroborando com Kiehl (2010) que afirma que o composto estabilizado deve apresentar uma relação C:N entre os valores de 8:1 e 12:1 atendendo assim as exigências prevista na Instrução Normativa Nº 25/2009 do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento para comercialização de fertilizantes orgânicos que é de no máximo 20:1. Ao final do processo de compostagem os compostos orgânicos apresentaram características satisfatórias, indicando a maturação do material orgânico na conversão em matéria orgânica estabilizada.

5. CONCLUSÃO

O processo de compostagem de resíduos da cadeia de suínos com glicerina bruta associada ao carvão apresenta-se satisfatório. O teor de nitrogênio concentrou-se ao final da estabilização em todos os tratamentos e houve a redução da relação C:N ao final da técnica de compostagem. Dessa forma, ao acompanhar a relação C:N, bem como a redução do carbono orgânico total o processo de estabilização dos materiais orgânicos foi adequado.

REFERÊNCIAS

BRASIL, 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 ago. 2010.

BRITO, L. M.; AMARO, A. L.; FERNANDES, A. S.; MOURAO, I. Influências físicas sobre características químicas na compostagem da fração sólida de chorume de bovinos leiteiros. Revista de Ciências Agrárias, vol.30, n.2, pp.98-108, 2007.

CARVALHO, B.V.; MELO E SOUSA, A.P; SOLTO, F.R.M. Avaliação de sistemas de gestão ambiental em granjas de suínos. Revista ambiente e água, vol.10, n.1, p.164-171, 2015.

CNA - CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. Central de comunicação, 2018. Disponível em: <http://www.cnabrazil.org.br/noticias/>

www.firs.institutoventuri.org.br

cresce-em-8-receita-com-exportacao-de-frango-no-parana. Acesso em: 30.01.2018.

ÇELIK, I. B. GHIA, U.; ROACHE, P.J.; FREITAS, C.J.; COLEMAN, H.; RAAD, P.E. Procedure for Estimation and Reporting of Uncertainty Due to Discretization in CFD Applications. *Jornal de fluidos {Engenharia-Transações} da {ASME}*, v. 130, n. 7 de 2008

COSTA, M. S. S. de M.; COSTA, L. A. de M.; OLIBONE, D.; RODER, C.; BURIN, A.; KAUFMANN, A. V.; ORTOLAN, M. Efeito da aeração no primeiro estágio da compostagem de carcaças de aves. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, v. 25, n. 2, p. 549-556, 2005.

COSTA, M.S.S.M.; BERNARDI, F.H.; COSTA, L.A.M.; PEREIRA, D.C.; LORIN, H.E.F.; ROZATTI, M.A.T.; CARNEIRO, L.J. Composting as a cleaner strategy to broiler agro-industrial wastes: Selecting carbon source to optimize the process and improve the quality of the final compost. *Journal of Cleaner Production*. V. 142, p. 2084-2092, 2017.

EMBRAPA, Central de inteligência de aves e suínos. Disponível em <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>>. Acesso em 09 de mar de 2019.

LEVANON, D.; PLUDA, D. Chemical, physical and biological criteria for maturity in composts for organic farming. *Compost Sci. Util.*, v.10, n.4, p.339-346, 2000.

MATOS, A. T. Tratamento e Aproveitamento Agrícola de Resíduos Sólidos. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2014, 146-167p.

MENDES, D. B.; SERRA, J. C. V. Glicerina: uma abordagem sobre a produção e o tratamento. *Revista Liberato*, v. 13, n. 20, p. 01-XX, jul./dez. 2012.

MOTA, C. J. A., SILVA, C. X. A., GONÇALVES, V. L. C. Gliceroquímica: novos produtos e processos a partir da glicerina de produção de biodiesel, *Quim. Nova*, Vol. 32, No. 3, 639-648, 2009.

ORRICO JUNIOR, M.A.P.; ORRICO, A.C.A.; LUCAS JUNIOR, J.; SAMPAIO, A.A.M.; FERNANDES, A.R.M.; OLIVEIRA, E.A. Compostagem dos dejetos da bovinocultura de corte: influência do período, do genótipo e da dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41, n.5, p.1301-1307, 2012.

SBIZZARO, M.; BOSCO, T. C. D.; PRATES, K. V. M. C.; PRESUMIDO, P. H.; PINTO, A. A. S.; SOUZA, A. V. D. Tratamento de dejetos ovinos, bovinos e palha-de-açúcar via vermicompostagem. In: Tatiane Cristina Dal Bosco. (Org.). *Compostagem e Vermicompostagem de Resíduos Sólidos: resultados de pesquisas acadêmicas*. 1ed. São Paulo: Blucher, 2017, p. 1-266.

TIQUIA, S.M.; TAM, N.F.Y. Fate of nitrogen during composting of chicken litter. *Environ. Pollution*, v.110, p.535-541, 2000.

VALENTE, B.S.; XAVIER, E.G.; MORSELLI, T.B.G.A.; JAHNKE, D.S., BRUM Jr, B.S.; CABRERA, B.R.; MORAES, P. O.; LOPES, D.C.N. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. *Archivos de Zootecnia*, v. 58, p. 59-85, 2009.

YUAN, J.; CHADWICK, D.; ZHANG, D.; LI, G.; CHEN, S.; LUO, W.; DU, L.; HE, S.; PENG, S. Effects of aeration rate on maturity and gaseous emissions during sewage sludge composting. *Waste Management*, v. 56, p. 403-410, 2016.