

57

Circular Técnica

Concórdia, SC
Dezembro, 2010

Autores

Paulo Giovanni de Abreu-
Engenheiro Agrícola,
D. Sc. em Zootecnia,
pesquisador da Embrapa
Suínos e Aves, Concór-
dia, SC, pabreu@cnpa.
embrapa.br

Taiana Cestonaro³

Valéria Maria Nascimento
Abreu¹

Arlei Coldebella¹

Letícia dos Santos Lopes²

Inaiara Letícia Tomazelli³

¹Pesquisadores da Embrapa
Suínos e Aves

²Analista da Embrapa
Suínos e Aves

³Acadêmicas da Universi-
dade do Contestado

Modelos de composteira para compostagem de aves mortas

Introdução

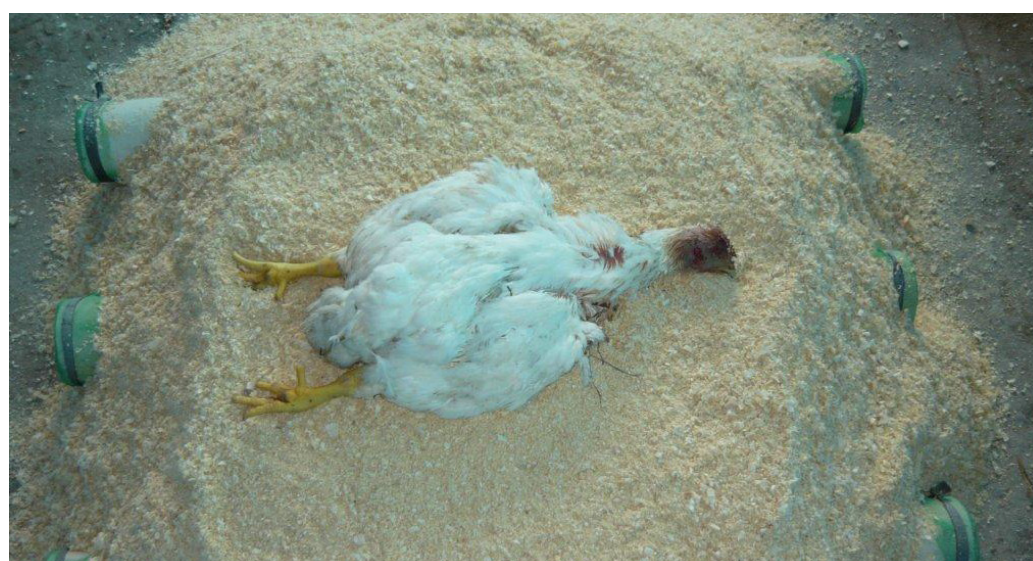
A carne de frango é a proteína animal mais produzida, consumida e exportada no país. Uma das consequências desta alta produtividade é o aumento na quantidade de resíduos gerados, que vem provocando impactos ambientais porque a sua taxa de geração é bem maior que a sua taxa de degradação (FIORI et al., 2008). A utilização da compostagem é um dos métodos ambientais mais seguros e mais econômicos para a disposição de alguns resíduos, dentre eles as carcaças de aves.

A compostagem pode ser definida como um processo biológico aeróbio de tratamento e estabilização de resíduos orgânicos, resultando na formação de um composto estável (BUDZIAK et al., 2004).

Conforme Bueno et al. (2008), a compostagem é um método natural e econômico de reciclagem da matéria orgânica, definida como decomposição e estabilização biológica de substratos orgânicos, sob condições que permitam o desenvolvimento de temperaturas como resultado do calor biológico produzido, para obtenção de um composto final estável, livre de patógenos e que pode ser aplicado. Um composto estável é aquele que contém principalmente matéria húmica e proporção elevada de matéria biodegradável que possa promover uma grande atividade microbológica (GOMES-BRANDOM et al. 2008). O grau de maturação do composto pode ser determinado por meio de testes de fitotoxicidade, mudança das características de odor e de cor durante a compostagem, declínio da temperatura no fim da compostagem, percentagem de matéria orgânica medida em sólidos voláteis e razão C/N.

As diversas transformações nos substratos orgânicos durante a compostagem são realizadas por ações sucessivas de diferentes microrganismos. A taxa e extensão

Autor: Paulo G. de Abreu



dessas transformações dependem, não só do material inicial, mas também das condições proporcionadas durante a compostagem (HERNANDEZ et al., 2006).

Assim, procurou-se avaliar cinco modelos de composteira em relação à decomposição das carcaças de aves e à análise físico-química dos compostos no processo da compostagem.

Modelos de composteira utilizados

Os modelos de composteiras utilizados foram (Figura 1):

- tijolo furado com seis furos (1 m altura, 0,70 m largura e 0,70 m de profundidade);
- madeira (1 m altura, 0,70 m largura e 0,70 m de profundidade);
- tela (1 m altura, diâmetro de 0,70 m sendo a tela de malha de 0,014 m x 0,10 m);
- leira com três canos de PVC com seis furos;
- leira com três canos de PVC com dez furos.

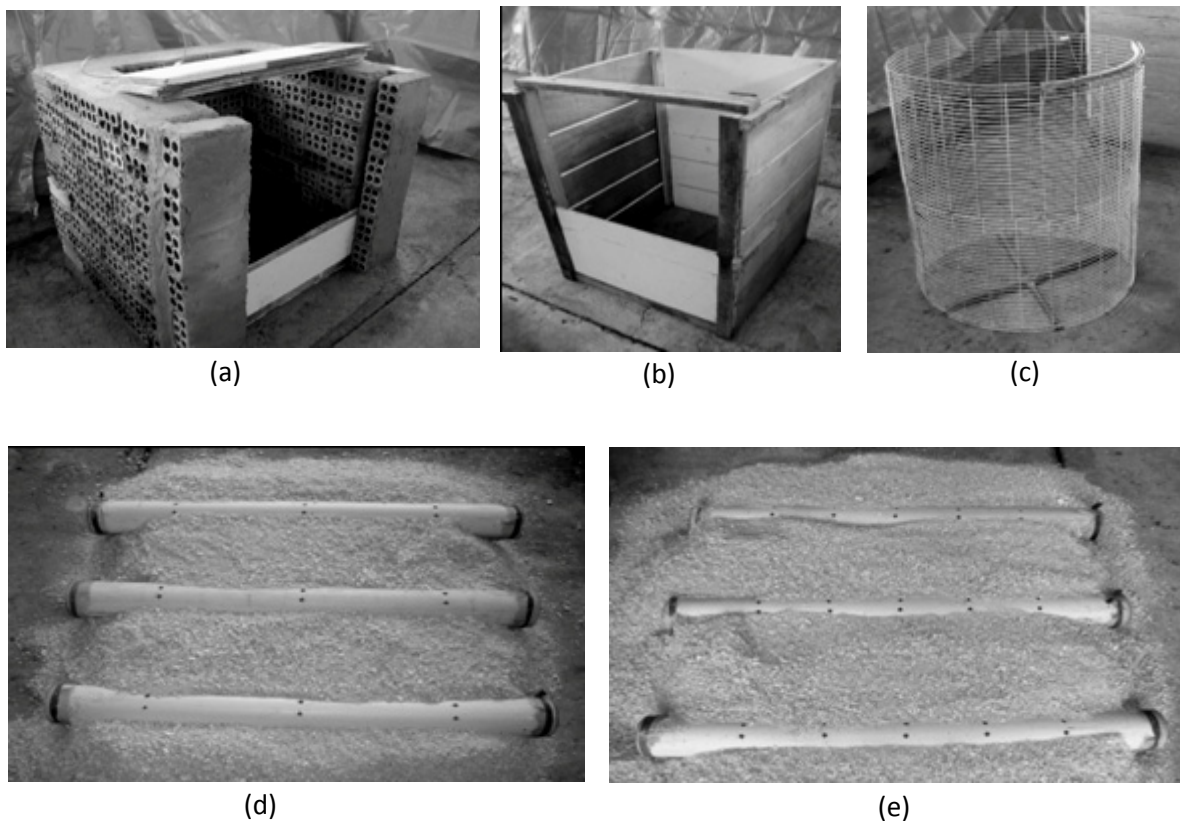


Figura 1. Imagem das composteiras: a) Tijolo furado com seis furos, b) madeira, c) tela, d) leira com três canos de PVC com seis furos e e) leira com três canos de PVC com dez furos. Os canos de PVC foram colocados na base de cada leira, para aeração

Preparação das carcaças e quantidade de água

As aves utilizadas na compostagem foram abatidas, permanecendo no aviário, sobre a cama, por 24 horas, simulando situação encontrada a campo. Em cada composteira foi colocada uma carcaça de ave. A carcaça foi pesada, para o cálculo da quantidade de água a ser agregada para o umedecimento das camadas. Essa quantidade equivaleu a 30% do peso da ave.

Montagem das composteiras

O substrato utilizado em todas as composteiras foi a maravalha de pinus. A compostagem foi acompanhada por quatro períodos.

A pilha de cada composteira foi montada em três camadas, com espessura de 0,40, 0,10 e 0,30 m, superior, intermediária e inferior, respectivamente. Na camada intermediária de cada modelo de composteira foi depositada a carcaça de ave.

Manejo das composteiras

A cada dez dias foi realizado o tombamento das pilhas, com o objetivo de aerar o substrato, remontando a pilha com a mesma ordem das camadas e umedecendo novamente as carcaças. Na montagem das pilhas, e a cada tombamento, foi realizada a pesagem das carcaças e dos substratos, em separado e por camada, para o cálculo da decomposição das carcaças. Após 30 dias, realizou-se o tombamento final.

Coleta e análise dos dados

Em cada tombamento foram coletadas cinco amostras dos substratos em diferentes pontos, por camada, para cada composteira, que posteriormente foram homogeneizadas e realizadas as análises físico-químicas. Foram analisados os níveis de umidade, cinzas, fósforo, potássio, nitrogênio, pH e calculada a relação C/N. Para a determinação do carbono orgânico foi utilizada a Eq. 1:

$$M.O. = 1,724 \times C \quad (1)$$

em que:

M.O. = matéria orgânica, em %;

C = carbono orgânico, em %;

A temperatura em cada camada dos modelos de composteira foi medida no 1º, 7º, 14º, 19º e 29º dia, às 15 horas, por meio de termopares ferro-constantan, fixados em hastes, no centro geométrico das camadas bem como a temperatura ambiente. Também foi medida a temperatura de cada camada em cinco pontos, no tombamento das composteiras, no 10º, 20º e 30º dia de compostagem por meio de termômetro eletrônico digital com sonda de temperatura.

Os dados foram analisados por meio dos modelos de medidas repetidas, utilizando o procedimento MIXED do SAS (2003) conforme Xavier (2000), sendo testadas 15 estruturas de variância e covariância, escolhendo-se a que apresentou menor valor para o Critério de Informação de Akaike (AIC). Foram testados os efeitos de lote, composteira, tempo de compostagem, e as interações entre eles. O desdobramento dos efeitos foi realizado por meio do teste t.

Resultados

Todos os modelos de composteira apresentaram valores de degradação das carcaças superiores a 75 % aos 30 dias da compostagem (Figura 2).

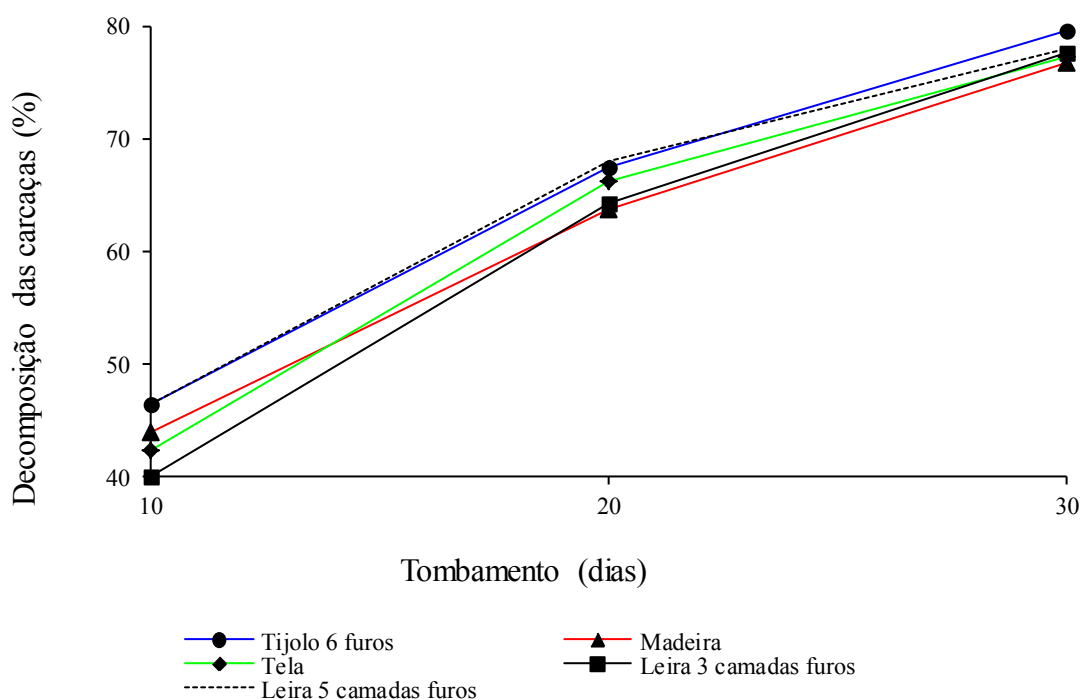


Figura 2. Perfis médios da % de decomposição da carcaça de ave em função do tempo de compostagem para os modelos de composteira.

Verifica-se na Figura 3 que as temperaturas das composteiras aumentaram até o 7º dia de compostagem. Nas leiras a temperatura aumentou até o 14º dia, enquanto que nos outros modelos a temperatura diminuiu. Do 14º ao 19º dia de compostagem somente a leira com 10 furos teve decréscimo da temperatura. No período final da compostagem (19º ao 29º dia) a temperatura diminuiu para todos os modelos de com-

posteira. O período de maior temperatura é considerado o de maior atividade biológica e a temperatura decresce quando diminui a quantidade de material disponível para degradação. A composteira que apresentou os maiores valores de temperatura foi a leira com seis furos (34,33°C). As demais composteiras não diferenciaram significativamente quanto aos menores valores de temperatura (Tabela 1).

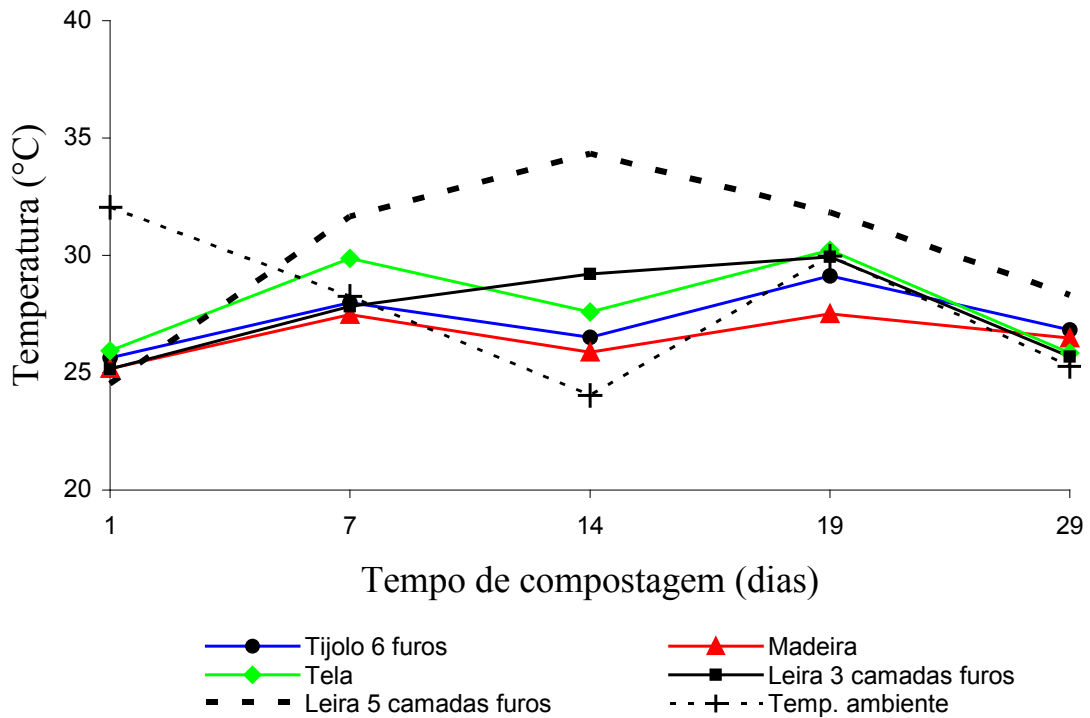


Figura 3. Valores médios de temperatura dos modelos de composteira e do ambiente em função do tempo de compostagem

Tabela 1. Médias, erros-padrão e níveis descritivos de probabilidade do teste F por composteira para temperatura

Variável	Tijolo	Madeira	Tela	Leira com seis furos	Leira com dez furos	Pr > F
Temperatura	27,14 ± 0,87 a	26,45 ± 0,87 a	27,88 ± 1,19 a	27,53 ± 1,28 a	30,14 ± 1,37 b	0,0077

A Figura 4 apresenta a temperatura média por composteira em função dos dias do tombamento das pilhas. Observa-se assim que a partir do 20º dia de compostagem a temperatura das composteiras decresceu, chegando ao 30º dia com temperaturas próximas às do ambiente. O mesmo comportamento ocorreu na Figura 3.

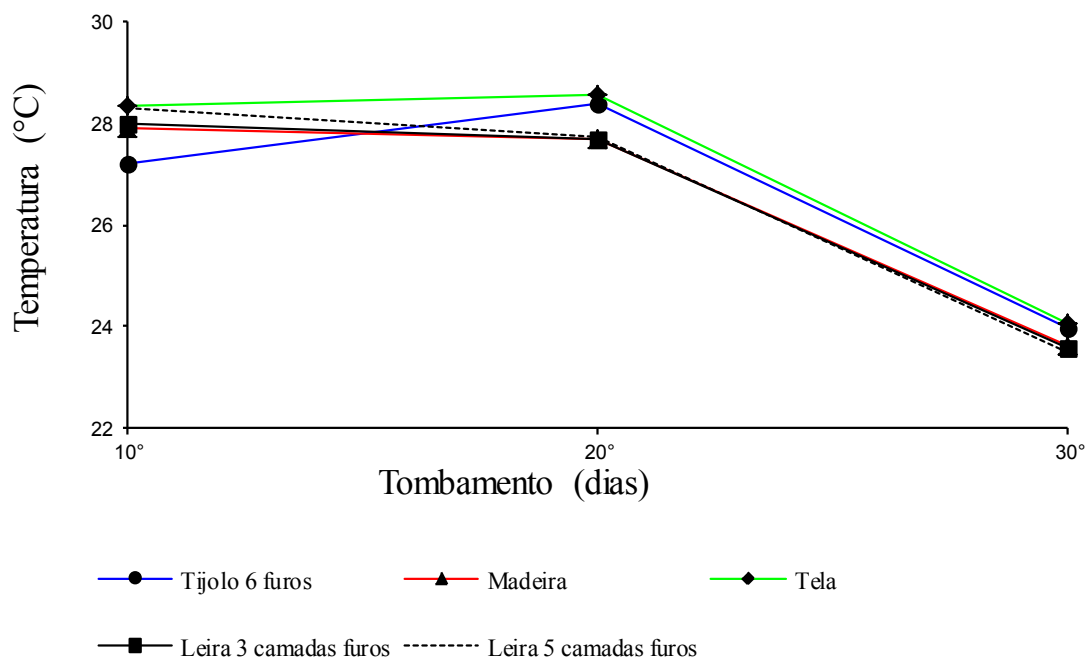


Figura 4. Temperatura média por composteira, em função dos dias do tombamento das pilhas

Kiehl (1998) considera como faixa ótima de temperatura de decomposição os valores de 45°C a 65°C. Esses valores de temperatura ótimos podem não ter sido atingidos devido ao tamanho das composteiras e a quantidade de matéria orgânica adicionada. Segundo Keener et al. (2000) as temperaturas nas pilhas de compostagem de carcaças são menores que em pilhas de resíduos orgânicos vegetais. Além disso, a quantidade de carcaça a ser decomposta deve ser grande o suficiente, ou a composteira deve possuir material isolante, para manter as temperaturas das pilhas elevadas. Apesar dos valores de temperatura encontrados não terem atingido os valores recomendados na literatura, houve a decomposição das carcaças de aves.

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios e erros padrão da composição físico-química inicial dos modelos de composteira. Segundo Zhu (2005) a relação C/N inicial mais favorável para o desenvolvimento da compostagem está em torno de 30/1. Na Tabela 3 são apresentados os valores médios e erros padrões da composição físico-química final dos modelos de composteira. Para a composição final dos substratos houve diferença significativa para os parâmetros nitrogênio e potássio. A concentração de nitrogênio atingiu o maior valor no modelo de tela (0,40%) e o menor valor no modelo tijolo seis furos (0,30%). Os níveis

de potássio foram maiores para a leira com seis furos (0,118%) e menores para a composteira de madeira (0,093%). Analisando a composição físico-química inicial (Tabela 2) e final (Tabela 3) dos substratos para os modelos de composteira, verificou-se redução do carbono orgânico para todos os modelos, exceto para o modelo de madeira. Para os minerais N, P, e K, houve aumento das concentrações de P em todos os modelos, de N e K, houve decréscimos das concentrações nos modelos de tela e de madeira, respectivamente. A redução da relação C/N foi devida à diminuição dos valores de carbono orgânico e ao aumento dos níveis de nitrogênio. Orrico Júnior et al. (2010) observaram perdas de nitrogênio de 71,6% após 109 dias de compostagem em relação ao material que iniciou o processo, aumentando assim o valor da relação C/N, devido a perda de nitrogênio que houve no processo da compostagem, à qual não foi acompanhada pela redução de carbono orgânico da leira, resultando no aumento da relação. O pH no início do processo apresentou-se ácido (< 6,9) enquanto que após os 30 dias de compostagem atingiu valores básicos (> 7,1) para o modelo de tela e para as duas leiras. Somente as composteiras de tijolo e madeira apresentaram pH levemente ácido (6,84 e 6,55). Costa et al. (2005, 2006) encontraram no composto final valores de pH em H₂O de 7,9 e 7,63. Dessa forma, a reação neutra ou quase neutra de um composto, indica que ele está estabilizado.

No entanto, um composto humificado apresentará reação alcalina. Os teores de umidade aumentaram aproximadamente 2% no decorrer do processo e as concentrações de cinzas aumentaram em relação à composição inicial, exceto para o modelo de madeira. Ainda na Tabela 3, verifica-se que todos os valores da composição físico-química final dos substratos estiveram de acordo com os valores da IN-23, exceto

o nitrogênio, que apresentou valores abaixo dos padrões para outros fertilizantes orgânicos simples. Todos os valores obtidos ao final da compostagem estão de acordo com os valores contemplados na IN-25/Mapa, ou seja, todos os substratos podem ser utilizados como fertilizantes orgânicos simples, segundo as normas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Tabela 2. Médias e erros padrão da composição físico-química inicial dos modelos de composteira

Parâmetro	Tijolo seis furos	Madeira	Tela	Leira com seis furos	Leira com dez furos
Carbono Org (%)	57,72 ± 00,42	57,70 ± 0,02	57,69 ± 0,042	57,75 ± 0,015	57,72 ± 0,068
Umidade (%)	12,17 ± 1,73	11,79 ± 1,62	12,75 ± 2,16	12,59 ± 1,57	12,6 ± 1,91
Nitrogênio (%)	0,25 ± 0,04	0,28 ± 0,06	0,54 ± 0,21	0,27 ± 0,06	0,32 ± 0,09
Fósforo (%)	0,039 ± 0,002	0,041 ± 0,006	0,044 ± 0,006	0,042 ± 0,002	0,041 ± 0,004
Potássio (%)	0,091 ± 0,004	0,096 ± 0,009	0,099 ± 0,010	0,094 ± 0,005	0,098 ± 0,010
pH	5,63 ± 0,36	5,73 ± 0,51	5,83 ± 0,63	5,70 ± 0,48	6,06 ± 0,89
C/N	242,5 ± 30,8	231,6 ± 41,4	193,6 ± 28,6	241,4 ± 46,1	205,7 ± 45,4
Cinzas (%)	0,50 ± 0,07	0,52 ± 0,03	0,55 ± 0,07	0,43 ± 0,03	0,49 ± 0,12

Tabela 3. Médias e erros padrão da composição físico-química final dos modelos de composteira

Parâmetro	Tijolo	Madeira	Tela	Leira com seis furos	Leira com dez furos	IN-23
Carbono Org (%)	57,66 ± 0,030	57,73 ± 0,022	57,59 ± 0,108	57,51 ± 0,115	57,66 ± 0,019	≥15
Umidade (%)	13,84 ± 0,91	13,28 ± 0,54	13,49 ± 0,49	14,84 ± 1,12	14,11 ± 0,90	≤40
Nitrogênio (%)	0,30 ± 0,04 a	0,31 ± 0,05 ab	0,40 ± 0,07 c	0,39 ± 0,05 bc	0,37 ± 0,05 abc	≥0,5
Fósforo (%)	0,045 ± 0,002	0,045 ± 0,002	0,074 ± 0,022	0,058 ± 0,004	0,054 ± 0,003	
Potássio (%)	0,097 ± 0,007 ab	0,093 ± 0,009 a	0,111 ± 0,013 bc	0,118 ± 0,007c	0,112 ± 0,009 bc	
pH	6,84 ± 0,17	6,55 ± 0,16	7,24 ± 0,23	7,76 ± 0,53	7,19 ± 0,52	c.d*
C/N	224,3 ± 35,5	210,0 ± 37,3	185,3 ± 34,7	162,2 ± 26,0	173,5 ± 33,5	
Cinzas (%)	0,60 ± 0,05	0,48 ± 0,04	0,72 ± 0,19	0,86 ± 0,20	0,60 ± 0,03	

*conforme declarado

Médias seguidas de letras distintas nas linhas diferem entre si pelo teste t ($p < 0,05$).

Considerações finais

Apesar da temperatura não ter alcançado os valores recomendados na literatura, todos os modelos de composteira foram eficientes na decomposição das carcaças de aves.

Todos os valores da composição físico-química final dos substratos encontraram-se de acordo com os valores da IN-23, exceto o nitrogênio, que apresentou valores abaixo dos padrões para outros fertilizantes orgânicos simples.

Referências

- BUDZIAK, C. R.; MAIA, C. M. B. F.; MANGRICH, A. S. Transformações químicas da matéria orgânica durante a compostagem de resíduos da indústria madeireira. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 399-403, 2004.
- BUENO, P.; TAPIAS, R.; LÓPEZ, F.; DÍAZ, M. J. Optimizing composting parameters for nitrogen conservation in composting. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 11, p. 5069-5077, 2008.
- COSTA, M. S. S DE M.; COSTA, L. A DE M.; SESTAK, M, OLIBONE, D.; SESTAK, D.; KAUFMANN, A. V.; ROTTA, S. R. Compostagem de resíduos da indústria de desfibrilação de algodão. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 540-548, 2005.
- COSTA, M. S. S. de M.; COSTA, L. A. de M.; PELÁ, A.; SILVA, C. J. da.; DECARLI, L. D.; MATTER, U. F. Desempenho de quatro sistemas para compostagem de carcaça de aves. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, p. 692-698, 2006.
- FIORI, M. G. S.; SCHOENHALS, M.; FOLLADOR, F. A. C. Análise da evolução tempo-eficiência de duas composições de resíduos agroindustriais no processo de compostagem aeróbia. **Engenharia Ambiental: pesquisa e tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n. 3, p. 178-191, 2008.
- GOMES-BRANDOM, M.; LAZCANO, C.; DOMINGUEZ, J. The evaluation of stability and maturity during the composting of cattle manure. **Chemosphere**, v. 70, n. 3, p. 436-444, 2008.
- HERNANDEZ, T.; MASCIANDARO, G.; MORENO, J. I.; GARCIA, C. Changes in organic matter composition during composting of two digested sewage sludge. **Waste Management**, Padova, v. 26, n. 12, p. 1370-1376, 2006.
- KEENER, H. M.; ELWELL, D. L.; MONNIN, M. J. Procedures and equations for sizing of structures and windrows for composting animal mortalities. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 16, n. 6, p. 681-692, 2000.
- KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba: E. J. Kiehl, 1998. 180 p.
- ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; LUCAS JÚNIOR, J. de. Compostagem dos resíduos da produção avícola: cama de frangos e carcaças de aves. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 538-545, 2010.
- SAS Institute Inc. **System for Microsoft Windows: release 9.1**. Cary, N.C., 2003. 1 CD-Rom.
- XAVIER, L. H. **Modelos univariado e multivariado para análise de medidas repetidas e verificação da acurácia do modelo univariado por meio de simulação**. 2000. 104 f. Dissertação (Mestrado em Estatística Experimental Agrônoma) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba. Disponível em: <<http://www.lce.esalq.usp.br/tadeu/LaraHXavier3.pdf>>. Acesso em: 9 jan. 2011.
- ZHU, N. Effect of low initial C/N ratio on aerobic composting of swine manure with rice straw. **Bioresource Technology**, v. 98, n. 1, p. 9-13, 2005.

**Circular
Técnica, 57**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Suínos e Aves

Endereço: BR 153, Km 110,
Distrito de Tamanduá, Caixa Postal 21,
89700-000, Concórdia, SC
Fone: 49 34410400
Fax: 49 34410497
E-mail: sac@cnpsa.embrapa.br

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**



1ª edição

Versão Eletrônica: (2010)

**Comitê de
Publicações**

Presidente: *Gilberto S. Schmidt*

Membros: *Gerson N. Scheuermann, Jean C.P.V.B. Souza,
Helenice Mazzuco, Nelson Morés e Rejane Schaefer*

Suplente: *Mônica C. Ledur*

**Revisores
Técnicos**

Paulo A. V. de Oliveira e Paulo S. Rosa

Expediente

Coordenação editorial: *Tânia M.B. Celant*

Editoração eletrônica: *Vivian Fracasso*

Revisão gramatical: *Jean C.P.V.B. Souza*

Revisão bibliográfica: *Cláudia A. Arrieche*