



Compostagem como ferramenta de gestão ambiental de carcaças de codornas

**Heron da Silva Pereira¹, Beatriz Simões Valente², Bruno Ritta Cabrera³,
Marina Martins Bemfica⁴, Eduardo Gonçalves Xavier⁵**
^{1,2,3,4,5} Universidade Federal de Pelotas (bsvalente@terra.com.br)

Resumo

O objetivo do estudo foi avaliar a compostagem como ferramenta de gestão ambiental de carcaças de codornas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos e quatro repetições. As proporções de resíduos foram: 1 kg de carcaças de codornas: 1 kg de maravalha (T1) e 1 kg de carcaças de codornas: 1 kg de maravalha: 1 kg de cama aviária (T2). As avaliações da temperatura da massa em compostagem foram realizadas no decorrer dos 35 dias de compostagem. As amostras coletas foram submetidas às análises de pH, umidade, matéria orgânica total, cinzas, carbono orgânico total, nitrogênio total e relação C/N. Os resultados demonstraram que as caixas de madeira com 0,30 m de altura não são adequadas para o processo de compostagem de carcaças de codornas. A utilização de cama aviária da criação de um lote de frangos de corte, como inoculo, acelera a decomposição da mistura de maravalha e carcaças de codornas.

Palavras-chave: Avicultura. Coturnicultura. Produção animal. Resíduos orgânicos.

Área Temática: Gestão ambiental no meio rural

Composting as a tool for environmental management of quails' carcasses

Abstract

A trial was conducted to evaluate composting as a tool for environmental management of quails' carcasses. A completely randomized design was used with two treatments and four replications. The proportions of residues were: 1kg of carcasses of quails: 1kg of wood shavings (T1) and 1kg of carcasses of quails: 1kg of wood shavings: 1kg of avian bed (T2). The temperature of composting mass was evaluated during 35 days of composting. The following analyses were performed: pH, moisture, total organic matter, ash, total organic carbon, total nitrogen and C/N ratio. According to the results herein obtained, 0.30m height wood boxes are not adequate for composting of carcasses of quails. The utilization of avian bed from one lot of broilers as inoculum speeds up the decomposition of a mixture of wood shavings and quails' carcasses.

Key words: Avian production. Quail production. Animal production. Organic residues.

Theme Area: Environmental management in rural areas



1 Introdução

No Brasil, a coturnicultura apresentou em 2012 um rápido crescimento, registrando um efetivo de 16.436 milhões de codornas, o que representou um aumento de 5,6% em relação a 2011 (IBGE, 2014). O grande interesse pela produção de codornas deve-se principalmente a sua precocidade e alta produtividade, a geração de empregos, ao uso de pequenas áreas, ao baixo investimento, ao rápido retorno do capital e também como fonte de proteína animal para a população.

Entretanto, em face de restrições legais quanto à disposição de resíduos no solo, os produtores de aves necessitam planejar e administrar suas operações de forma segura. Carcaças de aves mortas, se manejadas de forma incorreta, causam problemas ambientais e tornam-se um fator de risco para a saúde humana e animal.

Desta forma, conciliar a produtividade à preservação do meio ambiente tem sido um dos grandes desafios dos sistemas produtivos e das instituições governamentais. A busca de conceitos técnico-científicos e a sua aplicabilidade são as soluções para os impasses do desenvolvimento e da sustentabilidade da produção animal em propriedades rurais.

Neste sentido, o uso da compostagem na reciclagem de carcaças de codornas pode ser uma importante ferramenta de baixo custo no desenvolvimento e na sustentabilidade de propriedades rurais. A compostagem caracteriza-se por uma sucessão de diferentes populações de micro-organismos aeróbios que colonizam a biomassa no decorrer do processo (BARRENA et al., 2009). Estudos sobre a compostagem demonstram a sua eficiência na degradação de diferentes resíduos orgânicos da produção animal como cama aviária (VALENTE et al., 2014a), dejetos de bovinos leiteiros (VALENTE et al., 2011a), excretas de codornas (VALENTE et al., 2010), resíduos de pescado (VALENTE et al., 2014b), de incubatórios de ovos (VALENTE et al., 2009a), cadáveres de cães (VALENTE et al., 2014c) e de carcaças de frangos de corte (VALENTE et al., 2011b). Esses resíduos apresentam uma grande variabilidade nas suas propriedades físico-químicas determinando assim a eficiência do processo de compostagem, que é afetada pela interdependência e pelo interrelacionamento de fatores como umidade, taxa de oxigênio, relação C/N e porosidade (VALENTE et al., 2009b). Diferentes estratégias de aeração, de misturas de substratos e de agentes de estruturação tem sido utilizadas para reduzir o tempo de compostagem, os custos e melhorar a qualidade do produto final (RASHAD et al., 2010; GUO et al., 2012).

Desta forma, objetivou-se avaliar a compostagem como ferramenta de gestão ambiental de carcaças de codornas.

2 Material e Métodos

O experimento foi realizado entre janeiro e fevereiro de 2013, no Setor de Compostagem do Laboratório de Ensino e Experimentação Zootécnica (LEEZO) “Professor Doutor Renato Rodrigues Peixoto” do Departamento de Zootecnia (DZ) da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), localizado no município de Capão do Leão/RS.

O processo de compostagem, que teve duração de 35 dias, foi realizado em caixas de madeira não tratadas, nas dimensões de 0,50 m de comprimento, 0,40 m de largura e 0,30 m de altura (Figura 1). A escolha dessa estrutura foi baseada no seu baixo custo para pequenos produtores rurais. As carcaças de codornas (*Coturnix coturnix japonica*), a maravalha e a cama aviária foram obtidas junto ao LEEZO. A cama aviária de um lote de frangos de corte foi utilizada como inóculo.



Figura 1. Composteiras em caixas de madeira.



O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos e quatro repetições. As proporções de resíduos foram: 1 kg de carcaças de codornas: 1 kg de maravalha (T1) e 1 kg de carcaças de codornas: 1 kg de maravalha: 1 kg de cama aviária (T2).

A altura utilizada para as camadas de maravalha foi de 0,5 m, sendo determinada pelas pesagens e definida por medições com auxílio de uma fita métrica. A massa de maravalha por camada foi de 1 kg. A massa de carcaças de codornas, que foram dispostas sobre as camadas de maravalha, correspondeu a 1 kg. No T2, foi utilizado 1 kg de cama aviária como inóculo. A água foi adicionada na proporção de 50% da massa da camada de maravalha, o que correspondeu a 0,5 L. Portanto, cada unidade experimental recebeu 1 L de água por camada de material celulósico.

Os substratos no T1 ocuparam a altura de 0,25 m e no T2, 0,30 m, totalizando assim, respectivamente, 5 kg e 7 kg de biomassa total. No decorrer do processo de compostagem, a mistura dos substratos foi umidificada a cada sete dias. Para isso, utilizou-se a proporção de 50% da massa de biomassa total, o que correspondeu a 2,5 L e 3,5 L de água para o T1 e T2, respectivamente.

As avaliações da temperatura da massa em compostagem foram realizadas às 9:00 h, utilizando-se um termômetro digital ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ COTERM 180) com haste de 0,17 m. As análises da composição química da biomassa foram realizadas em triplicata, sendo que a primeira amostragem correspondeu aos substratos cama aviária, maravalha e carcaça de codornas conforme apresentada na Tabela 1. Aos 35 dias de compostagem foi realizada a segunda coleta. As amostras foram submetidas às análises de pH, umidade, matéria orgânica total, cinzas, carbono orgânico total, nitrogênio total e relação C/N.

No Laboratório de Nutrição Animal do DZ/FAEM/UFPEL foi realizada a determinação do teor de umidade das amostras através da equação $\text{UMID} = 100 - \% \text{MS}$. O pH foi analisado transferindo-se 10 g da amostra em um béquer, que foi diluído com 100 mL de água destilada. O teor de cinzas (CZ) foi determinado pela incineração em um forno mufla a uma temperatura de 550°C por três horas. O teor de matéria orgânica (MO) foi obtido através da equação $\text{MO} = 100 - \% \text{CZ}$, conforme metodologia descrita por Kiehl (1985). O C foi obtido através do fator de Bemmelen: $\text{C} = \% \text{MO} \div 1,8$, descrito por Kiehl (1985). O N foi determinado pela digestão da amostra em ácido sulfúrico e posterior destilação em aparelho Kjeldahl, conforme descrito por Silva & Queiroz (2004). A relação C/N foi obtida pela equação $\text{C/N} = \% \text{C} \div \% \text{N}$, conforme descrito por Tedesco et al. (1995).



Tabela 1 - Composição química dos substratos utilizados na compostagem. Capão do Leão, RS, 2013.

Composição química	Substratos		
	Cama aviária	Maravalha	Codornas
pH	7,1 ± 1,20	4,9 ± 1,10	nd
Umidade (%)	36,6 ± 1,40	10,3 ± 1,7	65,7 ± 1,30
Matéria orgânica total (%)	81,2 ± 0,05	99,7 ± 0,08	89,8 ± 0,03
Cinzas (%)	18,8 ± 0,05	0,3 ± 0,08	10,2 ± 0,03
Carbono orgânico total (%)	45,1 ± 0,6	55,4 ± 1,50	49,9 ± 0,90
Nitrogênio total (%)	1,2 ± 0,07	0,3 ± 0,06	10,2 ± 0,03
Relação carbono/nitrogênio	37,6 ± 1,20	184,7 ± 1,90	4,9 ± 1,20

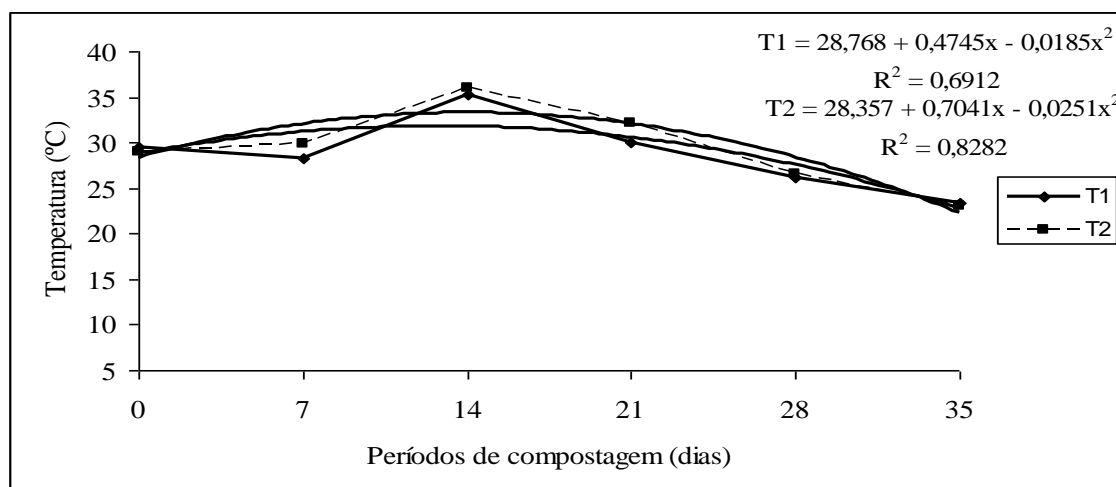
Valores médios de três replicatas. nd= não determinado.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM do programa SAS versão 9.1 (SAS Institute Inc. 2002-2003) e regressão polinomial.

3 Resultados e Discussão

Na Figura 2, pode ser observado no dia zero que a média da temperatura da biomassa foi de 29,6°C para o T1 (1:1) e 28,9°C para o T2 (1:1:1), demonstrando a presença de micro-organismos mesófilos na biomassa (KIEHL, 1985). Bernal et al. (2009) salientam que as bactérias e os fungos mesófilos degradam componentes simples da matéria orgânica, como açúcares, aminoácidos e proteínas, aumentando rapidamente a temperatura. Concomitantemente, os micro-organismos utilizam o C solúvel e facilmente degradável como fonte de energia, sendo uma pequena fração incorporada às células microbianas (TUOMELA et al., 2000). O restante do C é liberado na forma de CO₂, ficando o calor retido no interior da massa em compostagem, devido ao metabolismo microbiano ser exotérmico (TANG et al., 2004).

Figura 2 - Médias da temperatura da biomassa no decorrer da compostagem de carcaças de codornas. Capão do Leão, RS, 2013.





A partir dos sete dias, houve um aumento da temperatura da biomassa, atingindo aos 14 dias de compostagem valores de 35,4°C e 36°C, para o T1 e T2, respectivamente. Estes resultados podem ser observados através do comportamento quadrático para ambos os tratamentos, que demonstraram no decorrer dos 21 dias de compostagem decréscimos da temperatura da biomassa, persistindo até os 35 dias do processo. Estas verificações sugerem que a inoculação de cama aviária no T2 não promoveu a elevação da temperatura da biomassa, como era o esperado. Este fato pode ter ocorrido devido à cama aviária ser oriunda da criação de apenas um lote de frangos de corte e possivelmente apresentar carga microbiana reduzida.

Desta forma, ambos os tratamentos apresentaram uma longa fase mesófila, sugerindo que a altura de 0,25 m e 0,30 m da biomassa total no interior das caixas, juntamente com a adição de água a cada sete dias possa ter influenciado o comportamento térmico no decorrer da compostagem. As variações de temperatura durante a compostagem é resultado do balanço térmico entre o calor gerado pelos micro-organismos, sendo o calor transferido no interior da massa por condução, e perdido pela evaporação, convecção e radiação (AHN et al., 2007), estando diretamente relacionada às propriedades térmicas do agente de estruturação (AHN et al., 2009). Contudo Higarashi et al. (2011) salientam que, em pilhas contendo grandes quantidades de biomassa, o efeito de troca de calor superficial pode ser minimizado devido ao maior número de camadas de maravalha que funcionam como isolante térmico.

Com relação à composição química da biomassa aos 35 dias de compostagem, pode-se verificar que os teores de MO total ($96,8\% \pm 1,84$) e C orgânico total ($53,8\% \pm 1,02$) do T1 foram significativamente superiores ($P < 0,05$) ao do T2, que assumiram valores de $87,5\% \pm 1,14$ e $48,6\% \pm 0,63$, respectivamente. Diferentemente, pode ser observada uma redução significativa do teor de cinzas no T1 ($3,2\% \pm 1,84$). O aumento significativo do teor de cinzas no T2 ($12,5\% \pm 1,14$) expressa uma maior concentração de componentes minerais (FORNES et al., 2012), sendo resultado da mineralização da MO total (TANG et al., 2004) por uma população microbiana heterogênea presente no decorrer do processo de compostagem (BELYAEVA & HAYNES, 2009), que liberam CO₂ através da respiração diminuindo a concentração de C orgânico total (AN et al., 2012).

Tabela 2 - Composição química aos 35 dias da compostagem de carcaças de codornas. Capão do Leão, RS, 2013.

Tratamentos	Composição química						
	pH	Umidade	MO	CZ	C	N	C/N
				(%)			
T1	$8,6 \pm 0,56^A$	$60,0 \pm 1,88^B$	$96,8 \pm 1,84^A$	$3,2 \pm 1,84^B$	$53,8 \pm 1,02^A$	$1,1 \pm 0,18^A$	$52,0 \pm 8,19^A$
T2	$6,7 \pm 0,79^B$	$66,5 \pm 3,17^A$	$87,5 \pm 1,14^B$	$12,5 \pm 1,14^A$	$48,6 \pm 0,63^B$	$2,2 \pm 0,68^A$	$24,2 \pm 5,82^B$

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

T1= 1 kg de carcaças de codornas: 1 kg de maravalha; T2= 1 kg de carcaças de codornas: 1 kg de maravalha: 1kg de cama aviária. MO= matéria orgânica total; CZ= cinzas; C= carbono orgânico total; N= nitrogênio total; C/N= relação carbono/nitrogênio.

No que diz respeito ao pH, observa-se uma redução significativa no T2 ($pH = 6,7 \pm 0,79$) estando próximo da neutralidade, possivelmente devido à liberação de ácidos orgânicos (LIU et al., 2011) e CO₂ pela atividade microbiana na degradação da MO total, favorecendo a diminuição do pH do meio (AN et al., 2012). Corroborando com as afirmações, Leconte et al. (2009) salientam que o tipo de carboidrato presente no agente de estruturação como a



celulose, a hemicelulose e a lignina contribuem para a redução do pH pela produção de metabólitos ácidos e CO₂.

Considerando a relação C/N da biomassa, pode ser observada uma diminuição significativa entre o T2 ($24,2 \pm 5,82$) e T1 ($52,0 \pm 8,19$), sugerindo que a cama aviária inoculada na mistura de maravalha e carcaças de codornas (Tabela I) favoreceu a redução da relação C/N, concordando com Valente et al. (2011b) que estudaram a compostagem da mistura de carcaças de frangos e cama aviária. Os autores verificaram que a cama aviária serviu de fonte de N aos micro-organismos. Isso pode ser constatado ao comparar-se a relação C/N dos substratos iniciais maravalha (184,7/1), carcaças de codornas (4,9/1) e cama aviária (37,6/1). Os resultados concordam com Rashad et al. (2010) que afirmam que a redução da relação C/N reflete a proporção de MO total decomposta, bem como a sua estabilização durante o processo. Entretanto, os valores encontrados para a relação C/N de ambos os compostos estão acima do recomendado pela Instrução Normativa nº25/2009, que é de 20/1. Kiehl (1985) salienta que valores mais elevados de relação C/N significam que não há N suficiente para um ótimo crescimento das populações microbianas, havendo consumo de N do solo pelos micro-organismos, prejudicando assim o desenvolvimento das plantas. Heinrichs et al. (2001) estudaram o cultivo consorciado de aveia e ervilhaca e verificaram que a proporção de 10% de aveia e 90% de ervilhaca, com uma relação C/N de 18,6/1 proporcionou melhor equilíbrio entre produção de fitomassa, proteção do solo pelos resíduos culturais e fornecimento de N ao milho.

4 Conclusões

As caixas de madeira com 0,30 m de altura não são adequadas para o processo de compostagem de carcaças de codornas.

A utilização de cama aviária da criação de um lote de frangos de corte, como inoculo, acelera a decomposição da mistura de maravalha e carcaças de codornas.

5 Referências

AHN, H.K.; RICHARD, T.L.; CHOI, H.L. Mass and thermal balance during composting of a poultry manure – Wood shavings mixture at different aeration rates. **Process Biochemistry**, v. 42, p. 215-223, 2007.

AHN, H.K.; SAUER, T.J.; RICHARD, T.L.; GLANVILLE, T.D. Determination of thermal properties of composting bulking materials. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 3974-3981, 2009.

AN, C.J.; HUANG, G.H.; YAO, Y.; SUN, W.; AN, K. Performance of in-vessel composting of food waste in the presence of coal ash and uric acid. **Journal of Hazardous Materials**, v. 203, n. 204, p. 38-45, 2012.

BARRENA, R.; ARTOLA, A.; VÁZQUEZ, F.; SÁNCHEZ, A. The use of composting for the treatment of animal by-products: experiments at lab scale. **Journal of Hazardous Materials**, v. 161, p. 380-386, 2009.

BELYAEVA, O.N.; HAYNES, R.J. Chemical, microbial and physical properties of manufactured soils produced by co-composting municipal green waste with coal fly ash. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 5203-5209, 2009.



BERNAL, M.P.; ALBURQUERQUE, J.A; MORAL, R. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 5444-5453, 2009.

FORNES, F.; MENDOZA-HERNÁNDEZ, D.; GARCÍA-DE-LA-FUENTE, R.; ABAD, M.; BELGA, R.M. Composting versus vermicomposting: a comparative study of organic matter evolution through straight and combined processes. **Bioresource Technology**, v. 118, p. 296-305, 2012.

GUO, R.; LI, G.; JIANG, T.; SCHUCHARDT, F.; CHEN, T.; ZHAO, Y.; SHEN, Y. Effect of aeration rate, C/N ratio and moisture content on the stability and maturity of compost. **Bioresource Technology**, v. 112, p. 171-178, 2012.

HEINRICHS, R.; AITA, C.; AMADO, T.J.C.; FANCELLI, A.L. Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 331-340, 2001.

HIGARASHI, M.M.; SARDÁ, L.G.; OLIVEIRA, P.A.V.; MATTEI, R.M.; COMIN, J.J. Avaliação do desempenho da maravalha e da palha de azevém (*Lolium multiflorum*) como substratos na co-compostagem de dejetos de suínos. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS**, 2011, Foz do Iguaçu. Anais... Concórdia: SBERA, 2011.

IBGE. **Produção da pecuária municipal**. Disponível em: www.ibge.gov.br/home/.../ppm/2012/default_zip_municipios_xls.shtm Acesso em 20 ago. 2014.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes Orgânicos**. Editora Agronômica Ceres Ltda., São Paulo, 1985. 492p.

LECONTE, M.C. MAZZARINO, M.J.; SATTI, P.; IGLESIAS, M.C.; LAOS, F. Co-composting rice hulls and/or sawdust with poultry manure in NE Argentina. **Waste Management**, v. 29, p. 2446-2453, 2009.

LIU, D.; ZHANG, R.; WU, H.; XU, D.; TANG, Z.; YU, G.; XU, Z.; SHEN, Q. Changes in biochemical and microbiological parameters during the period of rapid composting of dairy manure with rice chaff. **Bioresource Technology**, v. 102, p. 9040-9049, 2011.

RASHAD, F.M.; SALEH, W.D.; MOSELHY, M.A. Bioconversion of rice straw and certain agro-industrial wastes to amendments for organic farming system: 1. Composting, quality, stability and maturity indices. **Bioresource Technology**, v. 101, p. 5952-5960, 2010.

SAS Institute Inc. 2002-2003. **Statistical analysis system**. Release 9.1. (Software). Cary. USA.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C.DE. **Análise de Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 235p.



TANG, J.C.; KANAMORIAND, T.; INQUE, Y. Changes in the microbial community structure during thermophilic composting of manure as detected by quinone profile method. **Process Biochemistry**, v. 39, p. 1999-2006, 2004.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWWEISS, S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. POA: Faculdade de Agronomia/UFRGS, 1995.174p.

TUOMELA, M.; VIKMAN, M.; HATAKKA, A. Biodegradation of lignin in a compost environment: a review. **Bioresource Technology**, v. 72, p. 169-183, 2000.

VALENTE, B.S.; MOREIRA, C.V.; MORAES, P.DE.O.; ALMEIDA, G.R.DE; JAHNKE, D.S.; CABRERA, B.R.; OLIVEIRA, C.DOS.S.; XAVIER, E.G. Gerenciamento e tratamento de resíduos da avicultura industrial. In: **III SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIAS LIMPAS E V FÓRUM INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA**, 2009, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ABES, 2009a.

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

VALENTE, B.S.; OLIVEIRA, C.DOS.S.; ALMEIDA, G.R.DE; CABRERA, B.R.; SCHUBERT, R.N.; DUARTE, A.S.; XAVIER, E.G. Biodegradação de resíduos sólidos da coturnicultura através da compostagem. In: **VII SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL**, 2010, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ABES, 2010.

VALENTE, B.S.; XAVIER, E.G.; MORAES, P.DE.O.; MANZKE, N.E.; ROLL, V.F.B. Eficiência do SISCODE e da aeração passiva no tratamento de resíduos da produção animal no município de Capão do Leão/RS. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 231-236, 2011a.

VALENTE, B.S.; XAVIER, E.G; MANZKE, N.E.; MORAES, P.DE.O.; ROLL, V.F.B. Compostagem da mistura de carcaças de frangos de corte e cama de aviário. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v. 2, n. 2, p. 135-152, 2011b.

VALENTE, B.S.; XAVIER, E.G.; BRUM JR., B.DE.S.; ANCIUTI, M.A.; SCHIEDECK, G. Treatment pf inedible poultry carcasses through composting. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 1419-1429, 2014a.

VALENTE, B.S.; XAVIER, E.G.; PEREIRA, H.DA.S.; PILOTTO, M.V.T. Compostagem na gestão de resíduos de pescado de água doce. **Boletim Instituto de Pesca**, v. 40, n. 1, p. 95-103, 2014b.

VALENTE, B.S.; XAVIER, E.G.; PILOTTO, M.V.T.; PEREIRA, H.DA.S. Compostagem na gestão de cadáveres de cães. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 1389-1399, 2014c.