

DESEMPENHO DE DIFERENTES SUBSTRATOS NA DECOMPOSIÇÃO DE CARCAÇAS DE FRANGOS DE CORTE

*Taiana Cestonaro¹
Leonilda Funez²
Paulo Giovanni de Abreu³
Valéria Maria Nascimento Abreu⁴*

RESUMO: Objetivou-se avaliar o desempenho de diferentes substratos na decomposição de carcaças de frangos de corte. Foram utilizadas seis câmaras de uma composteira, medindo 0,80 m de largura, 1,20 m de profundidade e 1,50 m de altura, cada. Em cada câmara foi empregado um substrato diferente. Os substratos avaliados foram: acícula de pinus, bagaço de cana, palha de milho, casca de amendoim, capim e maravalha. A compostagem foi acompanhada por 4 lotes. A pilha de cada câmara foi montada em 5 camadas. Desse total, em duas camadas foram depositadas 5 carcaças de aves, distribuídas uniformemente. A cada 10 dias foi realizado o tombamento das pilhas com o objetivo de aerar e umedecer o substrato. Após 30 dias realizou-se o tombamento final. Na montagem das pilhas e nos tombamentos pesou-se separadamente as carcaças e os substratos. Ao decorrer do processo, os parâmetros monitorados foram matéria seca, cinzas, fósforo, potássio, nitrogênio, pH, carbono orgânico e relação C/N. Todos os substratos foram eficientes na decomposição das carcaças de aves e os valores da composição físico-química final dos substratos estão de acordo com os valores contemplados na IN-23, ou seja, todos os substratos podem ser utilizados como fertilizantes orgânicos simples. Esses substratos também podem ser reutilizados por mais vezes mantendo os 30% de água.

Palavras chave: compostagem, carcaças de aves, substratos

PERFORMANCE OF DIFFERENT SUBSTRATES IN THE DECOMPOSITION OF BROILER CARCASSES

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the acting of different substrates in the decomposition of broiler carcasses. Six containers of a compost maker were used measuring 0,80 m width, 1,20 m depth and 1,50 m height, each. In each container a different substrate was used. The substrates were: pine aciculae, sugar cane bagasse, corn straw, peanut shells, grass and sawdust. The composting was accompanied by four lots. The pile of each container was made up of five layers. From this total, five poultry carcasses were uniformly deposited in two layers. The tumbling of the piles was done every 10 days. After 30 days, the final tumbling was done. In the assembly piles and in the tumbling was weighed the carcasses and the substrate separately. When elapsing of the process, the monitored parameters were dry matter, ashes, match, potassium, nitrogen, pH, organic carbon and relationship C/N. All substrate were efficient in the decomposition the broiler carcasses and the values composition physiochemical end of the substrata are in agreement with values meditated in IN-23, in other words, all of the substrate can be used as simple organic fertilizers. Those substrates can be reused by more times maintaining the 30% of water.

Key words: composting, broiler carcasses, substrates

INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva de frangos de corte no Brasil ocupa, atualmente, posição de destaque no *agribusiness* brasileiro. O Brasil ocupa o terceiro lugar na produção mundial de carne de frango, somente atrás dos EUA e da China. A produção brasileira passou de 5.976.523 toneladas em 2000 para 9.335.54 toneladas em 2006. As exportações brasileiras de carne de frango, que em 2000 eram de 916.216 toneladas, passaram para 3.286.775 toneladas em 2007. Deste modo, o Brasil obteve uma maior inserção no mercado internacional, tornando-se o maior exportador mundial de carne de frango (ABEF, 2009). Juntamente com o crescimento da produção de aves, há aumento da quantidade de resíduos gerados. Na atividade avícola, um dos resíduos que merecem destaque é o das carcaças de aves mortas, cujo volume aumentou consideravelmente em função da expansão do setor e da concentração de aves em um mesmo local. A mortalidade de frangos de corte no ciclo de produção está em torno de 3% a 5%, necessitando de um destino correto a essas carcaças, do ponto de vista sanitário e ambiental (ABREU, 2009).

As formas mais comuns e não recomendadas de disposição das aves mortas são: enterrar em locais inapropriados, alimentação de outras espécies animais, incineração inadequada, e até mesmo o lançamento em córregos e matas (COSTA, 2005). Essas práticas usualmente realizadas apresentam inconvenientes, pois geram passivos ambientais e problemas de saúde pública. A má destinação desses resíduos provoca a depreciação da paisagem, odores oriundos da degradação da matéria orgânica, proliferação de vetores como moscas, formigas, baratas, ratos e mosquitos, contaminação dos cursos hídricos e dos lençóis freáticos, e presença de chorume, líquido altamente poluente, originado da decomposição dos resíduos orgânicos (SALVARO *et al*, 2007). A disposição ecologicamente adequada das aves mortas em sistemas avícolas requer estudos sobre alternativas que contemplem o aspecto econômico, técnico, social e ambiental. A compostagem, processo biológico de reciclagem de nutrientes enquadra-se nesses requisitos. (COSTA, 2005).

A compostagem é praticada desde a História antiga, porém até recentemente, de forma empírica. Só a partir de 1920, com Albert Howard, é que o processo passou a ser pesquisado cientificamente. Nas décadas seguintes, muitos trabalhos científicos lançaram as bases para o desenvolvimento desta técnica, que hoje pode ser utilizada em escala industrial (FERNANDES; SILVA, 1999). A compostagem como processo de bioidação aeróbia exotérmica de um substrato orgânico heterogêneo, no estado sólido, caracteriza-se pela produção de CO₂, água, liberação de substâncias minerais e formação de matéria orgânica estável (BRUNI, 2005). O processo de compostagem possui a vantagem de quando devidamente conduzido, ser uma prática relativamente barata e ambientalmente correta para a disposição das carcaças (COSTA, 2005). A compostagem é um processo usualmente envolvido no tratamento de larga variedade de resíduos orgânicos. Conseqüentemente, tem sido extremamente difícil precisar todas as mudanças bioquímicas que ocorrem durante o processo (CAMPOS; BLUNDI, 1998).

A eficiência dos processos aeróbios sobre os anaeróbios na estabilização de resíduos orgânicos vem cientificamente sendo comprovada (OLIVEIRA, 2001). Sendo então, a compostagem um processo aeróbio, o fornecimento de ar é vital à atividade microbiana, pois os microrganismos aeróbios têm necessidade de O₂ para oxidar a matéria orgânica que lhes serve de alimento. A aeração da mistura é fundamental no período inicial da compostagem, na fase de degradação rápida, onde a atividade microbiana é intensa. Na fase seguinte, a maturação, a atividade microbiana é pouco intensa, logo a necessidade de aeração é bem menor. A falta deste elemento pode se tornar fator limitante para a atividade microbiana e prolongar o ciclo de compostagem. A aeração também influi na diminuição da emissão de odores, pois quando há falta de aeração o sistema pode tornar-se anaeróbio (FERNANDES; SILVA, 1999).

Segundo Paiva (2008) dentre os fatores que afetam a compostagem, pode-se destacar a temperatura, a taxa de aeração, o conteúdo de água, os nutrientes, o tamanho da partícula e o pH. Fernandes e Silva (1999) citam que, sendo a compostagem um processo biológico, os fatores mais importantes que influenciam na degradação da matéria orgânica são a aeração, os nutrientes e a umidade.

A temperatura constitui o principal parâmetro de controle e o fator que melhor indica a eficiência dos processos de compostagem (SILVA, 2007). Apesar das divergências verificadas na literatura sobre a faixa de temperatura ótima para se processar a compostagem, pode-se estabelecer que esta é realizada entre 40 °C a 70 °C (DALPIAN, 2004).

O teor ótimo para a umidade do substrato está entre 40 % e 60 %. No processo de compostagem teores de umidade muito baixos (< 20%) reduzem a atividade microbiana e como consequência a queda de temperatura, tornando deficitária a eliminação de patógenos (DALPIAN, 2004). No contexto contrário, altos teores de umidade (>60%) dificultam a difusão do oxigênio, tornando o meio anaeróbico (NOGUERA, 1998). Segundo Bruni (2005) umidades elevadas podem levar à anaerobiose com produção de gases e o desenvolvimento de maus odores. O conteúdo de água é um fator crítico na compostagem de carcaça de animais, pois depende do tipo e do tamanho das carcaças a serem compostadas (PAIVA, 2008).

O pH da massa de compostagem não é, usualmente, um fator crítico no processo. No entanto, conforme citado por Silva (2007) o valor de pH fornece uma boa informação sobre o estado de decomposição da matéria orgânica que foi submetida a um processo de fermentação. Uma matéria-prima *in natura* tem reação ácida e quando neutra ou quase neutra, indica que o composto está bioestabilizado. Já um composto humificado apresentará reação alcalina. Verifica-se no decorrer do processo a existência de um fenômeno de "auto-regulação" do pH, efetuado pelos microrganismos. Entretanto, nos primeiros dias da compostagem, a acidez do material tende a aumentar em virtude da formação de ácidos orgânicos, atingindo pH próximo de 4,5. Após esse período inicial o pH tende a ficar na faixa alcalina, variando de 7,5 a 9, sendo na fase final em torno de 7 a 9 (OLIVEIRA, 2001; BRUNI, 2005)

Durante o processo de compostagem os microorganismos necessitam da presença de macro e micro nutrientes para o exercício de suas atividades metabólicas. Dentre os nutrientes utilizados pelos microorganismos, dois são de extrema importância: o carbono e o nitrogênio, cuja concentração e disponibilidade biológica de ambos afetam o desenvolvimento do processo. O carbono é fonte básica de energia para as atividades vitais dos microorganismos e, na falta do nitrogênio não ocorre a reprodução celular dos mesmos (MARAGNO; TROMBIM; VIANA, 2007). Teoricamente, a relação Carbono/Nitrogênio inicial ótima do substrato deve se situar em torno de 30:1. Na realidade, ela pode variar de 20:1 a 70:1 de acordo com a maior ou menor biodegradabilidade do substrato. Se a relação C/N for muito elevada os microorganismos não encontrarão nitrogênio suficiente para a síntese de proteínas e terão seu desenvolvimento limitado. Quando a relação C/N for muito baixa, haverá uma perda de nitrogênio por meio da volatilização da amônia, até que a relação C/N seja satisfatória ao processo (FERNANDES; SILVA, 1999). Durante a compostagem, a degradação da matéria orgânica leva a uma redução do carbono orgânico. O nitrogênio total, ou seja, o nitrogênio orgânico, nítrico e amoniacal aumenta em virtude da mineralização. Conseqüentemente ocorre diminuição da relação C/N. (MARAGNO; TROMBIM; VIANA, 2007). No final da compostagem a relação C/N converge para valores de 10:1 e 20:1, devido a perdas maiores de carbono do que de nitrogênio, no desenvolvimento do processo (FERNANDES; SILVA, 1999).

O composto final, húmus, é constituído de partes resistentes dos resíduos orgânicos, produtos decompostos e microorganismos mortos e vivos (PEIXOTO, 1988). Ele possui nutrientes minerais como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre assimilados em grande quantidade pelas raízes das plantas. Os nutrientes do composto, ao contrário do que ocorre com os adubos

sintéticos, são liberados lentamente, realizando a tão desejada "adubação de disponibilidade controlada" (DALPIAN, 2004). Além da disponibilidade controlada de nutrientes o composto orgânico age como condicionador das propriedades físicas e como ativador da atividade biológica do solo, em função do estímulo à atividade dos microorganismos nativos, assim como pela introdução de novos microorganismos (SOUZA *et al*, 2001). Outros benefícios ainda seriam, a ação agregadora em solos com baixo teor de argila, o aumento da estabilidade do pH, o melhor desenvolvimento do sistema radicular das plantas e o auxílio na recuperação de solos degradados (OLIVEIRA, 2001).

A utilização de substratos inadequados na compostagem impede a fermentação dos resíduos levando à putrefação. Como consequência, escolher o material adequado como substrato para a realização do composto é um significativo avanço na busca da melhoria do processo e da degradação eficiente das carcaças. Assim, procurou-se avaliar o desempenho de diferentes substratos na decomposição de carcaças de frangos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Embrapa Suínos e Aves, Campo experimental de Suruvi - Concórdia/SC. O período experimental foi de agosto de 2008 à fevereiro de 2009. A composteira foi formada por seis câmaras, medindo 0,80 m de largura, 1,20 m de profundidade e 1,50 m de altura, cada. As câmaras foram construídas com piso de concreto e paredes de madeira, com cobertura de telhas de cimento amianto. Em cada câmara foi empregado um substrato diferente. Os substratos avaliados foram: acícula de pinus, bagaço de cana, palha de milho, casca de amendoim, capim e maravalha. Esses substratos foram escolhidos por serem de fácil obtenção na região Oeste Catarinense e de baixo custo. Foram realizadas quatro repetições no tempo da compostagem. As aves utilizadas na compostagem foram abatidas permanecendo no aviário, sobre a cama por 24 horas, simulando situação encontrada a campo. Em cada câmara foram colocadas 10 aves, sendo divididas em duas camadas por pilha de substrato. Foram utilizadas 60 aves por lote e 240 aves no final dos quatro lotes. Antes da montagem das pilhas, as aves e os substratos foram pesadas separadamente. As aves foram pesadas, para o cálculo da quantidade de água a ser agregada para o umedecimento das camadas. Essa quantidade equivale a 30% do peso das aves (ABREU *et al*, 2009).

A pilha de cada câmara foi montada em 5 camadas. As camadas, com espessura de 40, 10, 15, 10 e 30 cm, correspondem à 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente. A primeira camada foi montada com substrato, a segunda camada com 5 carcaças + substrato, a terceira camada com substrato, a quarta camada com 5 carcaças + substrato e a quinta e última camada, com substrato. Todas as pilhas foram formadas dessa mesma maneira. A cada 10 dias foi realizado o tombamento das pilhas, em um total de três tombamentos, com o objetivo de aerar e umedecer o substrato, remontando a pilha com a mesma ordem das camadas e dos substratos. Na montagem das pilhas e a cada tombamento foi realizada a pesagem das carcaças e dos substratos, em separado e por camada. Para a pesagem dos substratos e das aves foi utilizada uma balança eletrônica marca Toledo[®], modelo 2124-C5, com capacidade para 100 kg. Após 30 dias realizou-se o tombamento final. Em cada tombamento foram coletadas amostras dos substratos por camada em cada câmara, para análises laboratoriais. Em cada camada foram coletadas 9 sub-amostras em diferentes pontos, com o auxílio de um gabarito e posteriormente homogeneizadas. Como foram montadas 5 camadas em cada pilha, no final dos 4 lotes obteve-se 20 amostras de cada substrato e 120 amostras das 6 câmaras de compostagem.

As análises físico-químicas dos substratos foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas da Embrapa Suínos e Aves. Foram analisados os níveis de matéria seca, cinzas, fósforo,

potássio, nitrogênio, pH e calculada a relação C/N. Para a determinação do carbono orgânico foi utilizada a equação (SILVA, 1999):

$$M.O. = 1,724 \times C$$

Em que:

M.O. = matéria orgânica, em %;

C= carbono orgânico, em %;

Os dados de compostagem de carcaça de aves dos seis tipos de substrato, foram analisados por meio de análise de modelos mistos para medidas repetidas, considerando os efeitos lote, substrato (parcela), camada (subparcela), tempo de compostagem (sub-subparcela) e as interações das três últimas variáveis, e 3 tipos de estruturas de matriz de variâncias e covariâncias, usando o PROC MIXED do SAS (2003), conforme Xavier (2000), sendo que a estrutura a ser usada na análise foi escolhida com base no menor valor do Critério de Informação de Akaike (AIC). O método de estimação usado foi o de máxima verossimilhança restrita.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os níveis descritivos de probabilidade do teste F para a % de decomposição das carcaças. A matriz de variâncias e covariâncias usada na análise foi a do tipo produto direto entre uma matriz sem estrutura e uma autoregressiva de primeira ordem. Observa-se que apenas houve efeito significativo ($p < 0,05$) de lote, tempo de compostagem e da interação entre tempo de compostagem e substrato.

Tabela 1 - Níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise da variância para % de decomposição das carcaças.

Causas de variação	Graus de Liberdade	Pr > F
Lote	3	0,0079
Substrato	5	0,8925
Camada	1	0,6515
Substrato×Camada	5	0,7831
Tempo de compostagem	2	<0,0001
Substrato×Tempo de compostagem	10	0,0192
Camada×Tempo de compostagem	2	0,3282
Substrato×Camada×Tempo de compostagem	10	0,7453

Apesar de haver efeito significativo da interação entre tempo de compostagem e substrato, não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os substratos dentro de cada tempo de compostagem. Verifica-se na figura 1 os perfis médios da % de decomposição de carcaça em função do substrato e do tempo de compostagem. A análise de regressão para tempo de compostagem dentro de cada substrato demonstrou haver efeito quadrático para o substrato acícula de pinus e linear para os demais substratos.

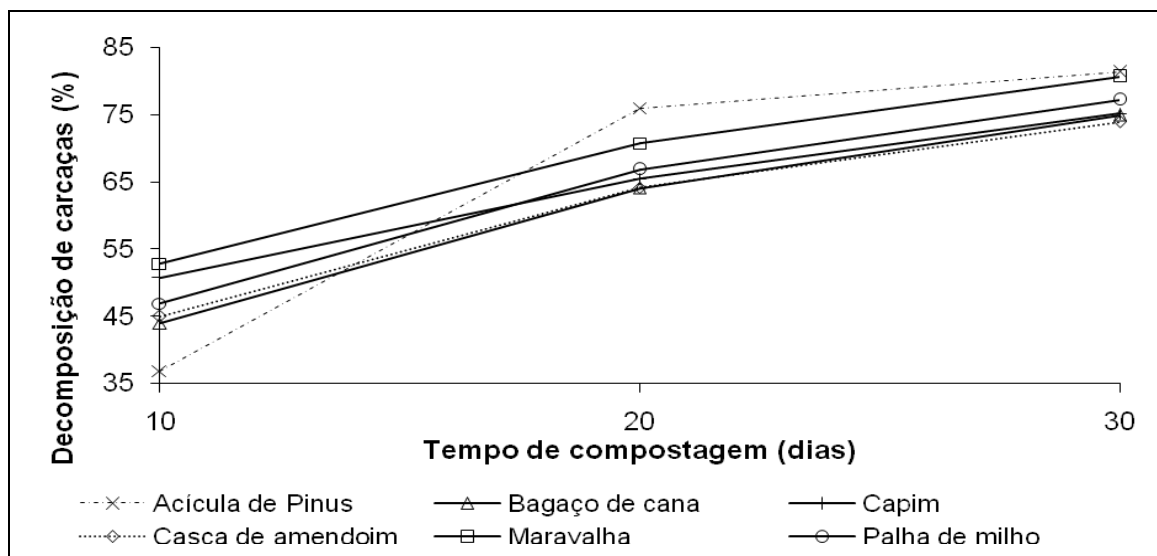


Figura 1- Perfis médios da % de decomposição de carcaça em função do substrato e do tempo de compostagem.

Na tabela 2 são apresentados os valores médios e erros padrões da composição inicial dos substratos da compostagem. Houve diferença significativa para todos os parâmetros avaliados em relação aos substratos, exceto para a umidade. O maior e o menor valor de carbono orgânico foram observados para os substratos maravalha e capim, respectivamente. Os maiores valores de nitrogênio foram encontrados nos substratos capim e casca de amendoim, enquanto que, o menor valor foi encontrado no substrato maravalha. Para o fósforo, o maior valor de concentração foi no substrato capim, já os demais substratos não diferem em relação ao menor valor de concentração. O potássio também apresentou maiores concentrações para o substrato capim, e menores concentrações para os outros substratos. Em relação ao pH, os substratos que apresentaram maiores valores foram a palha de milho e o capim, e o que apresentou menor valor foi a maravalha. A maior relação de C/N foi observada no substrato maravalha. Devido a grande variabilidade de substratos utilizados neste experimento, observou-se que alguns substratos estavam dentro da faixa inicial ótima de relação C/N (20-70) sendo esses substratos o capim, a casca de amendoim e a acícula de pinus (FERNANDES; SILVA 1999). Porém os outros substratos encontraram-se acima destes valores. Para o parâmetro cinzas, o maior e o menor percentual, foram observados nos substratos capim e maravalha, respectivamente.

Tabela 2 - Médias e erros padrões da composição inicial dos substratos da compostagem.

Parâmetro	Acícula de Pinus	Bagaço de cana	Palha de milho	Casca de Amendoim	Capim	Maravalha
Carbono Org (%)	56±0,1ab	56,2±0,1ab	56±0,1ab	55±0,4b	50,5±1c	57,8±0a
Umidade (%)	17,51±2,06	16,47±0,45	16,44±1,31	15,76±0,92	18,26±1,66	14,55±2,23
Nitrogênio (%)	0,942±0,229b	0,561±0,185bc	0,57±0,109bc	1,849±0,177a	2,23±0,098 a	0,263±0,059c
Fósforo (%)	0,083±0,015b	0,123±0,012b	0,11±0,013b	0,139±0,018 b	0,314±0,036a	0,058±0,005b
Potássio (%)	0,121±0,032b	0,506±0,057b	0,714±0,045b	0,398±0,08b	1,676±0,249 a	0,094±0,016b
pH	5,53±0,27bc	5,92±0,36abc	7,11±0,06 a	6,85±0,10ab	6,91±0,28a	5,13±0,39c
C/N	68,51±11,1b	139±35ab	111±20b	31,73±3,52b	22,97±1,07b	253±36 a
Cinzas (%)	3,41±0,17bc	3,14±0,25bc	3,51±0,14bc	5,16±0,63b	12,87±1,67 a	0,44±0,06c

Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem pelo teste Tukey-Kramer ($p \leq 0,05$).

Na tabela 3 são apresentados os valores médios e erros padrões da composição final dos substratos da compostagem após 4 lotes. Para a composição final dos substratos houve diferença significativa em todos os parâmetros avaliados, exceto para a umidade, mantendo o mesmo

comportamento inicial. O menor valor de carbono orgânico foi observado no substrato capim, e os maiores valores foram observados nos demais substratos não havendo diferença significativa. As concentrações de nitrogênio atingiram os maiores valores nos substratos capim e casca de amendoim, e o menor valor no substrato maravalha. Os níveis de fósforo foram maiores para o substrato capim, e menores para o substrato maravalha. Da mesma forma, os níveis de potássio também foram maiores para o substrato capim e menores para o substrato maravalha. Os maiores valores de pH foram observados para quatro substratos (capim, palha de milho, casca de amendoim e maravalha), e o menor valor foi observado para o substrato bagaço de cana. Para a relação C/N, o substrato que apresentou maior valor foi a maravalha e os menores valores foram observados para a casca de amendoim e capim. Segundo Fernandes e Silva (1999) a relação C/N final da compostagem converge para valores entre 10 e 20. Analisando a tabela 3, percebe-se que somente o substrato capim possui valor de C/N nesta faixa. Isso é explicado, pois, os substratos já iniciaram o processo de compostagem com uma relação C/N acima da recomendada, e cada substrato possui uma característica própria, necessitando de um tempo de compostagem diferente, para atingir os valores citados na literatura. Os maiores valores de cinzas foram observados para o capim e os demais substratos não diferenciaram quanto aos menores valores de cinzas.

Tabela 3- Médias e erros padrões da composição final dos substratos da compostagem após 4 lotes.

Parâmetro	Acícula de Pinus	Bagaço de cana	Palha de milho	Casca de Amendoim	Capim	Maravalha	IN-23
Carbono Org (%)	55,8±0,1a	55,8±0,1a	55,6±0,1a	54±0,2a	49,6±1,5b	57,6±0 a	≥15
Umidade (%)	20,56±1,37	20,18±2,80	20,03±1,69	18,03±1,29	21,35±2,20	21,3±2,85	≤40
Nitrogênio (%)	1,65±0,145b	1,28±0,134bc	1,05±0,097cd	2,31±0,057a	2,65±0,122 a	0,59±0,034d	≥0,5
Fósforo (%)	0,142±0,003bc	0,151±0,023bc	0,162±0,017bc	0,201±0,007b	0,346±0,022 a	0,097±0,021c	-
Potássio (%)	0,212±0,035ab	0,47±0,114ab	0,607±0,16ab	0,365±0,075ab	1,173±0,392 a	0,123±0,016b	-
pH	6,89±0,09ab	6,27±0,24b	7,68±0,18a	7,72±0,20a	7,88±0,18 a	7,49±0,24a	c.d*
C/N	36,34±3,15bc	49,27±6,71b	63,67±5,21b	23,97±0,39c	18,95±0,78c	115±8 a	-
Cinzas (%)	3,75±0,12b	3,77±0,21b	4,07±0,16b	6,95±0,43b	14,51±2,60 a	0,74±0,08b	-

*c,d – conforme declarado

Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem pelo teste Tukey-Kramer ($p \leq 0,05$).

Analisando a composição inicial e a composição final dos substratos, percebe-se que todos apresentaram redução do carbono orgânico e da relação C/N. Segundo Büttenbender (2004) há maiores perdas de carbono que de nitrogênio, no decorrer do processo, explicando a diminuição do carbono orgânico e da relação C/N. Para os parâmetros umidade, nitrogênio, fósforo, pH e cinzas foi observado um aumento para todos os substratos em relação a composição inicial. Segundo Abreu (2009) a quantidade de água a ser agregada na compostagem de carcaças de aves, equivale a 30% do peso das aves. Os substratos foram utilizados *in natura*, enquanto que, na maioria dos sistemas de compostagem é utilizada a cama de aves como substrato, que além de carbono, possui matéria orgânica e umidade. Dessa forma, a utilização de 30% de água em relação ao peso da ave é eficiente para a decomposição das aves, porém não é eficiente para a decomposição total do substrato. Quando a quantidade de água é insuficiente resulta em mumificação das carcaças. Para Paiva (2008) a concentração de nitrogênio decresceu durante o processo de compostagem, isso devido a altas temperaturas alcançadas no processo e ao alto valor de pH. No entanto, para Matos *et al* (1998) houve acúmulo de nitrogênio durante o processo de compostagem, devido a concentração do material, em decorrência da liberação de gases e do vapor d'água, com a decomposição do material orgânico por microorganismos, corroborando com os dados apresentados nas tabelas 2 e 3. Somente os substratos bagaço de cana e acícula de pinus não atingiram valores finais de pH básicos, mostrando que poderia ser necessário um período maior de compostagem para se atingir o pH básico, conforme Bruni (2005).

Os acréscimos nos teores dos nutrientes são devidos a disponibilização ocorrida pela ação microbiana no material (COSTA, 2005). Entretanto, o potássio foi o único parâmetro que não apresentou esse comportamento entre os substratos. Como a variação de concentração do potássio foi pequena em relação ao tempo de compostagem, esse comportamento de aumento de concentração para alguns substratos e diminuição da concentração para outros, pode ter sido em decorrência da amostragem.

Todos os valores obtidos ao final da compostagem estão de acordo com os valores contemplados na IN-23, ou seja, todos os substratos podem ser utilizados como fertilizantes orgânicos simples, segundo as normas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os substratos foram eficientes na decomposição das carcaças de aves e os valores da composição físico-química final dos substratos estão de acordo com os valores contemplados na IN-23, ou seja, todos os substratos podem ser utilizados como fertilizantes orgânicos simples. Esses substratos também podem ser reutilizados por mais vezes mantendo os 30% de água.

REFERÊNCIAS

ABEF - Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos. Disponível em www.abef.com.br. Acessado em 20 de maio de 2009.

ABREU, Valéria Maria Nascimento *et al.* **Desempenho da casca de arroz e da palhada de soja na decomposição de carcaças de frangos de corte.** In: I Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais (SIGERA). Florianópolis, SC. 2009.

BRUNI, Vinicio Costa. **Avaliação do processo operacional de compostagem aerada de lodo de esgoto e poda vegetal em reatores fechados.** 2005. f.95. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) - Curso de Pós Graduação da Universidade Federal do Paraná. UFPR, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR

BÜTTENBENDER, Sandro Edésio. **Avaliação da compostagem da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos provenientes da coleta seletiva realizada no município de Angelina/SC.** 2004. Dissertação - Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC. Florianópolis-SC.

CAMPOS, André Luis de Oliva; BLUNDI, Carlos Eduardo. **Avaliação de matéria orgânica em compostagem: metodologia e correlações.** In: 26º Congresso interamericano da AIDIS. Lima. 1998.

COSTA, Mônica S. S. de M. *et al.* **Efeito da aeração no primeiro estágio da compostagem de carcaça de aves.** Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.25, n.2, p.549-556, maio/ago. 2005.

DALPIAN, Jacir José. **Compostagem de resíduos sólidos contendo gordura e celulose de indústria de produtos cárneos: valoração de resíduos à sub-produto.** 2004. f 161. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional - Área de concentração em desenvolvimento Tecno-Ambiental) - Curso de

Pós Graduação em Desenvolvimento Regional. UNISC, Universidade de Santa Cruz do Sul, São Cruz do Sul.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. SILVA, F. C. da coord. Campinas: Embrapa informática Agropecuária. Rio de Janeiro. Embrapa Solos, 1999, 370p.

FERNANDES, Fernando; SILVA, Sandra Márcia Cesário Pereira da. **Manual Prático para a Compostagem de Bio sólidos**. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, p. 84. 1999.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 23**, de 31 de agosto de 2005.

MARAGNO, Eliane Spricigo; TROMBIN, Daiane Fabris; VIANA, Ednilson. **O uso da serragem no processo de minicompostagem**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 12, p. 355-360, 2007. (Nota Técnica)

MATOS, Antonio T. de, *et al.* **Compostagem de alguns resíduos orgânicos utilizando-se águas residuárias da suinocultura como fonte de nitrogênio**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.2, n.2, p.199-203, 1998.

NOGUERA, Jorge Orlando Cuéllar. 1998. **Compostagem. Influencia na teoria zero, na sustentabilidade global e na redução da poluição urbana**. In: Enegep. Universidade Fluminense. Niterio: Vozes LTDA. v.1.

OLIVEIRA, Selene de. **Compostagem: Vermicompostagem**. Apostila elaborada para o Curso de Zootecnia da UNESP/FCA – Dep. de Recursos Naturais Campus de Botucatu/SP Abril/2001

PAIVA, Ed Carlo Rosa. **Avaliação da compostagem de carcaças de frango pelos métodos da composteira e leiras estáticas aeradas**. 2008. f.163. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. UFV, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG.

PEIXOTO, Ricardo Trippia dos Guimarães. **Compostagem: opção para o manejo orgânico do solo**. Londrina: IAPAR. 1988. 48p. (IAPAR. Circular, 57).

SALVARO, Elisangela *et al.* **Avaliação de cinco tipos de minicomposteiras para domicílios do bairro pinheirinho da cidade de Criciúma/SC**. Revista Com Scientia, Curitiba, ed. 3, v. 3, n. 3, jan./jun. 2007.

SAS INSTITUTE INC. System for Microsoft Windows, Release 9.1, Cary, NC, USA, 2002-2003. (cd-rom).

SILVA, Lucimar Novaes da. **Processo de compostagem com diferentes porcentagens de resíduos sólidos agroindustriais**. 2007. f.59. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola- Área de concentração em Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente).-Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola.UNIOESTE, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, PR

SOUZA, Francisco Adriano de, *et al.* **Compostagem**. Embrapa Agrobiologia, 2001. p 1-10 (Comunicado Técnico 50).

XAVIER, L.H. **Modelos univariado e multivariado para análise de medidas repetidas e verificação da acurácia do modelo univariado por meio de simulação.** Piracicaba, 2000. 91 p. Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2000.

¹ Acadêmica de Engenharia Ambiental (UnC) Bolsista Art.170 - Concórdia, SC

² Universidade do Contestado - UnC Concórdia, SC

³ Pesquisador da Embrapa Suínos e Aves - Concórdia, SC

⁴ Pesquisador da Embrapa Suínos e Aves - Concórdia, SC