

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA SANITÁRIA NO TRATAMENTO DE CARCAÇAS AVÍCOLAS ATRAVÉS DA COMPOSTAGEM NO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO DO OESTE- MG

Christiane Pereira Rocha

Mestre em Engenharia Química

Doutoranda em Engenharia Química pela Universidade Federal de Uberlândia-UFU

e-mail: rochachistiane@uol.com.br

José Jerônimo Eloi Júnior

Graduado em Engenharia Ambiental pelo UNIFOR

Janaína Fischer

Doutoranda em Engenharia Química pela Universidade Federal de Uberlândia-UFU

Recebido em: 21/10/2012

Aprovado em: 14/11/2012

RESUMO

A preocupação ambiental tem se tornado efetiva, pois, qualquer que seja o resíduo gerado, se não houver um tratamento adequado, pode acarretar diversos fatores adversos ao meio ambiente e concomitantemente aos seres humanos. A avicultura, geradora, entre outros resíduos, da carcaça de animais mortos, merece destaque, pois o volume de resíduos aumentou consideravelmente em função da expansão do setor e da concentração de animais em pequenas áreas. No presente trabalho buscou-se avaliar a compostabilidade de resíduos de cama de frango, brachiaria, casca de arroz e carcaças avícolas, misturadas adequadamente. O experimento foi conduzido no Centro-Oeste de Minas Gerais, no município de São Sebastião do Oeste, pelo método da composteira, em duas etapas. Na primeira, buscou-se a proporção ótima dos resíduos a serem compostados e na segunda montou-se e monitorou-se o experimento com casca de arroz consorciada com brachiária, água, carcaça de frango e cama-de-frango. Análises para monitoramento do pH, da relação C/N, do COT e de presença ou ausência de coliformes totais e termotolerantes foram realizadas nos materiais a serem compostados e no composto final. Já os parâmetros monitorados, ao longo do processo, foram: temperatura, umidade e aeração. Com relação ao composto final, analisaram-se, ainda, os parâmetros: P, K, Magnésio e Cálcio. Ao final do experimento, obtiveram-se resultados satisfatórios, exceto para a relação de COT que não atendeu as expectativas.

Palavras-chave: Compostagem. Carcaça. Avicultura.

ANALYSIS OF SANITARY EFFICIENCY IN THE TREATMENT OF POULTRY CARCASS BY COMPOSTING IN SÃO SEBASTIÃO DO OESTE -MG

ABSTRACT

The Environmental concern has become effective, because, whatever the residue generated, if there

won't be appropriate treatment, it may result in several adverse environmental factors and concomitantly to humans. The aviculture, maker, among other residues, the carcass of dead animals, deserves attention because the volume of residues has increased considerably according to the sector expansion and the animals' concentration in small areas. In the present study sought to evaluate the residues compostability of poultry litter, brachiaria, rice husk and poultry carcasses, mixed properly. The experiment was conducted in Central West of Minas Gerais, in São Sebastião do Oeste, by the composter method in two steps. The first, sought the optimal residues proportion to be composted and the second was set up and monitored the experiment with rice husk intercropped with brachiaria, water, chicken carcass and poultry litter. Analyses for pH monitoring, of C / N relation, of COT and the presence or absence of total coliforms and thermo tolerant were made in the materials to be composted and in the final compound. Now the monitored parameters along the process were: temperature, humidity and aeration. About the final compound, were also analyzed the parameters: P, K, Magnesium and Calcium. At the end of the experiment were obtained satisfactory results, except for the relation of COT, which did not meet expectations.

Keywords: Composting. Carcass. Aviculture.

1 INTRODUÇÃO

A compostagem consiste na degradação biológica aeróbia, obtendo-se como produto final desse processo: calor, água, gás carbônico e o material orgânico compostado. O composto é obtido por reações biológicas, devido às ações dos microorganismos do solo que utilizam a matéria orgânica como fonte de energia e depende de fatores como: tamanho das partículas, temperatura, teor de umidade, aeração, pH, tipo de compostos orgânicos existentes e concentração de nutrientes. (COSTA CUNHA *et al*, 2009).

A compostagem de carcaças de animais é o processo pelo qual colocam-se as carcaças em camadas entre materiais palhosos e esterco permitindo sua decomposição natural e a redução de sua massa. É destinada apenas ao uso na mortalidade que ocorre num plantel avícola e não serve para mortalidades catastróficas. O composto orgânico, que é o material obtido da compostagem, possui cor escura, é rico em húmus e contém de 50% a 70% de matéria orgânica. É classificado como adubo orgânico e deve possuir boas propriedades físicas para ser utilizado como substrato, como a alta capacidade de reter a umidade e drenar o excesso de água, além de: ter efeito-tampão no solo, pela sua elevada área de superfície e capacidade de troca (CTC); atuar como fonte de cátions e de micronutrientes, além de ânions; agir diretamente no crescimento das plantas, aumentando a absorção de nutrientes, atividade enzimática e a fotossíntese dos vegetais; atuar como elemento de fixação de elementos metálicos e de formação de complexos húmus, argilo-minerais; entre outras coisas.

Na compostagem, poderão ser utilizados materiais como bagaço de cana-de-açúcar, cascas de arroz, palhas de arroz, palhas de café, capim gordura, entre outros materiais ricos em carbono e nitrogênio. Entretanto, quando se usa cama de aviário, tem-se a vantagem da ação de ácaros,

casquinhos e outros organismos existentes nesse material que também atuam como decompositores. O processo de compostagem para carcaças de aves é feito em camadas de cama de aviário (esterco), carcaças de animais (aves, suínos, ou outro qualquer), uma palha ou resíduo vegetal e a água.

Para utilização do composto orgânico, é essencial obedecer a alguns padrões de ordem sanitária e de valor nutricional ao solo, como medida de segurança para prevenir a contaminação do solo. O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabelece valores para presença de coliformes totais e termotolerantes devendo ser quantidades inferiores a 10^3 , com base no NMP por gramas de sólidos totais, de acordo com a IN 62 de 26 de agosto de 2003. Portanto, o presente estudo tem como objetivo principal analisar a eficiência do processo de compostagem por compostura no tratamento de carcaças aviárias, utilizando cama de frango, casca de arroz e brachiária.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Centro-Oeste de Minas Gerais, no município de São Sebastião do Oeste, Povoado dos Furtados, e foi dividida em duas etapas.

A primeira etapa consistiu em realizar as medições, e assim obter as proporções adequadas dos materiais da mistura, bem como: material palhoso (fonte de carbono), a quantidade de cama de frango (fonte de energia) e a quantidade de carcaças de frango, tendo definido, como fonte de carbono para compostagem de frangos, a brachiaria e a casca de arroz. A cama de frango, brachiaria, casca de arroz e as carcaças dos frangos foram provenientes da granja instalada no Sítio em estudo. A composteira foi dimensionada para atender um plantel de 20.000 aves, durante um ano. Assim foram definidas as seguintes características estruturais: área útil de 3,0 m x 3,0 m dividida com uma parede central, sendo, portanto, dois boxes com área de 4,5 m² cada, altura de 2,1 m de frente, 1,8 m de seção traseira e telhado de 3,5 m x 3,5 m.

A segunda etapa consistiu em montar o material na sequência correta para que ocorra o processo de compostagem de forma ideal, proposto por Pedroso-de-Paiva (2004). Utilizou-se 0,1 kg de casca de arroz consorciada com brachiária, para cada 1 kg de frango e 2,5 kg de cama-de-frango. Os materiais foram adicionados, na primeira fase da compostagem, na seguinte ordem: cama de aviário no fundo da composteira; camada de casca de arroz; duas camadas seguidas de carcaças; camada de cama de aviário; água para umedecer a superfície, em quantidade correspondente a 20% do peso das carcaças; camada dupla de cama de frango, como forma de cobertura da superfície.

A composteira foi montada com três camadas de frangos com 40 kg de carcaça em cada uma delas, mais 12 kg de casca de arroz consorciada com material palhoso proveniente da brachiaria, e 300 kg de cama-de-frango, totalizando 432 kg de massa de compostagem. Quando completada a última camada, foi realizado o fechamento da composteira para proteger a massa em compostagem contra ataque de animais e protegê-la contra as chuvas e vento. Assim sendo, não foi realizada intervenção durante o período de pré-compostagem.

Diariamente, monitorou-se a temperatura ambiente e a temperatura da massa de compostagem, em três pontos da massa, sendo eles: topo, centro e base, como proposto por Pereira Neto (2007), com auxílio de termômetro digital de haste de 20 cm com escala de -10 a 100°C. Para fins de análise de dados, considerou-se a média semanal das temperaturas.

Já o monitoramento da umidade foi realizado diariamente, de acordo com a necessidade, considerando o ressecamento ou enxarcamento das leiras. Fundamentado em Pereira Neto (2007), a umidade foi controlada com o uso de um regador, sempre considerando as condições do material utilizado, a temperatura e a umidade do ambiente. Adotou-se a faixa de umidade ideal, da massa de compostagem, em torno de 55 %, podendo o seu controle ser realizado por meio de revolvimentos, pelo vento ou ação do sol, e o monitoramento pelo método prático que consiste em apertar o material nas mãos.

Depois do período de pré-compostagem, o material foi removido para um local coberto e fechado com uma área de 6,25 m² para melhor controle da aeração. A partir disso, realizaram-se revolvimentos a cada três dias, durante a fase ativa e a cada cinco dias no restante dos dias, para atender a demanda mínima de oxigênio requerido pelos micro-organismos para estabilização da matéria orgânica e maturação do composto.

As análises da composição química do material, além da presença ou ausência de coliformes totais e termotolerantes, foram realizadas em amostras da cama de frango juntamente com a casca de arroz consorciada com material palhoso proveniente da brachiaria, antes de iniciar o processo de compostagem, através de uma mistura homogênea dos vários pontos coletados com um peso de aproximadamente de 0,5 kg.

Baseando-se na afirmação de Paiva (2008), que diz que as fontes de bactérias são os tratos intestinais de muitos animais, dentre estes os frangos, foram retiradas as tripas dos mesmos e acondicionadas para análise em saco plástico devidamente esterilizado e enviadas, em caixa de isopor com gelo, ao Laboratório de Biotecnologia Animal Aplicado, em Uberlândia-MG.

E por fim, foi coletada uma amostra simples de vários pontos do composto após o tratamento, depois realizada uma mistura homogênea dessas amostras e retirada uma amostra composta com uma quantidade representativa da mesma, com um peso de 0,5 kg e enviada ao

Laboratório de Biotecnologia Animal Aplicado em Uberlândia-MG para análise. A determinação da ausência ou presença de *Salmonella* foi realizada pela determinação de coliformes totais e Termotolerantes, pela técnica do Número Mais Provável (NMP), em análises realizadas também pelo Laboratório de Biotecnologia Animal Aplicado em Uberlândia-MG.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Temperatura

A temperatura da massa de compostagem no primeiro estágio iniciou-se próxima do ambiente, indo no primeiro dia para 44°C no topo, 47°C no centro e 44°C na base da leira, subindo continuamente até atingir o pico de temperatura no quarto dia, com valores de 63°C no topo, 66°C no centro e 64°C na base. Depois do quarto dia, a temperatura foi decrescendo, contudo permaneceu por sete dias com temperaturas acima de 60°C nos três pontos de verificação. É importante observar também que a temperatura permaneceu durante 15 dias acima dos 55°C, somente no centro da massa de compostagem, já a base da massa ficou na faixa de 55°C durante 14 dias e no topo 55°C durante 11 dias, desta forma estes dois últimos pontos não atenderam a proposta de Mukthar *et al* (2004) citado por Paiva (2008) que diz que a temperatura deve ficar na faixa de 55°C a 60°C em todo composto e assim permanecer nesta faixa por duas semanas. Já o centro da pilha, como se observa, atendeu a proposta do autor que diz que o centro da pilha deve alcançar a temperatura de 65°C por um ou dois dias para garantir a eliminação de patógenos.

Nesse mesmo aspecto, seguindo o comparativo, a pesquisa de Costa *et al* (2006) encontrou níveis de temperatura máxima de 61,3°C no primeiro estágio enquanto que na presente pesquisa foi encontrado o valor máximo de temperatura no centro da base de 66°C, explicado pela alta taxa de biodegradação da matéria pelos micro-organismos e condições de umidade e aeração adequada. Ainda é importante ressaltar que, segundo a literatura de Mukthar *et al* (2004) citado por Paiva (2008), a atividade microbiana é diminuída quando a temperatura atinge valores acima de 65°C e interrompida em valores acima de 71°C. Fato não ocorrido na presente pesquisa, pois a temperatura sofreu pequenos decréscimos após atingir o pico de temperatura de 66°C. Isto ocorreu provavelmente em função das condições de umidade e aeração e não em função da interrupção ou diminuição das atividades microbianas, que poderia ocorrer pelo fato da temperatura ter atingido valor acima de 65°C.

O comportamento da temperatura no topo da massa de compostagem, como observado, sofreu um decréscimo maior do que nos outros pontos. Isto pode ser explicado pelo fato dessa massa de material estar próxima à atmosfera, estando assim sujeita a perder água mais facilmente.

Já no centro e na base da massa de compostagem, as temperaturas permaneceram altas por mais dias, sofrendo decréscimos em escalas menores, em virtude de estes dois locais estarem melhor isolados, mais distantes da atmosfera e sujeitos a menor perda de água, tudo isso também devido à característica isolante da massa de compostagem.

Notou-se que, aproximadamente após o 15º dia, a temperatura foi caindo de forma constante em todos os pontos de monitoramento, confirmando assim que o processo de biodegradação da matéria estava diminuindo. Desta forma, observou-se, ao fim do primeiro estágio, a tendência da temperatura da massa se igualar à temperatura ambiente, fato também encontrado na pesquisa de Paiva (2008).

Comparando-se o comportamento da temperatura no segundo estágio da compostagem com o estágio inicial, observa-se, de maneira geral, que no segundo estágio as temperaturas permaneceram na faixa de 60 °C, durante aproximadamente trinta dias (Tabelas 1 e 2), fato não ocorrido no primeiro estágio, podendo ser explicado pela maior aeração existente no segundo estágio, em que os revolvimentos foram realizados com frequência e a umidade foi mantida em torno de 55%.

Na atual pesquisa, iniciou-se no 2º estágio uma nova fase termófila, pois a temperatura subiu novamente obtendo o valor máximo de 67°C no centro da massa de compostagem, atingindo este pico em sete dias, como afirma Pedroso-de-Paiva (2004), que diz que a movimentação do material proporciona a aeração da mistura e reativa a ação das bactérias da fermentação, permitindo que se inicie um novo ciclo de aquecimento. Costa *et al* (2006), avaliando o desempenho de quatro sistemas para compostagem de carcaça de aves em sua pesquisa, encontraram temperatura máxima de 65,9°C no segundo estágio e Paiva (2008) encontrou temperatura máxima na faixa de 70 °C.

Comparando as Tabelas 1 e 2, verifica-se que, no primeiro estágio, a maior média de temperatura ocorreu na primeira semana, enquanto que, no segundo estágio, ocorreu na terceira semana. O mesmo aconteceu na pesquisa de Paiva (2008), que para o primeiro estágio, verificou temperaturas maiores na primeira semana e para o segundo estágio, encontrou valores maiores de temperatura durante a segunda e a terceira semana.

Como o ciclo de reviramento e manutenção da umidade foi realizado a cada três dias, observa-se também as maiores faixas de temperaturas seguindo esta mesma alternância, comprovando assim o efeito benéfico do reviramento e da manutenção da umidade na leira de compostagem e ainda nota-se que, à medida em que a umidade e aeração diminuam, a temperatura sofria quedas, mostrando assim a importância desses dois métodos no processo de compostagem, no que diz respeito à eliminação de patógenos através do aumento da temperatura e degradação uniforme da massa de compostagem.

Tabela 1 - Comportamento da temperatura durante 1º estágio de compostagem

Tempo (semanas)	Temperatura (°C) (topo)	Temperatura (°C) (centro)	Temperatura (°C) (base)	Temperatura (°C) (ambiente)
1ª semana	57,8	60,6	58,6	21,4
2ª semana	54,7	59,4	57,6	22,4
3ª semana	48,4	53,9	51,4	18,7
4ª semana	45,6	53,0	49,4	18,3
5ª semana	44,3	52,6	48,3	22,3
6ª semana	43,6	51,1	47,3	19,4
7ª semana	42,3	50,4	47,0	18,7
8ª semana	41,6	49,6	46,0	20,1
9ª semana	39,5	46,2	43,2	22,2

Tabela 2 - Comportamento da temperatura durante o segundo estágio de compostagem

tempo (semanas)	temperatura (°C) (topo)	Temperatura (°C) (centro)	temperatura (°C) (base)	temperatura (°C) (ambiente)
1ª semana	59,0	61,7	59,7	21,4
2ª semana	59,3	63,6	61,6	22,4
3ª semana	57,4	63,7	62,3	18,6
4ª semana	56,1	61,7	60,6	18,1
5ª semana	50,1	58,9	57,1	22,4
6ª semana	43,1	53,3	51,6	21,4
7ª semana	41,6	45,6	43,4	21,5
8ª semana	36,4	38,4	36,7	24,0
9ª semana	30,3	30,6	30,3	23,8

3.2 Requerimento de oxigênio

A manutenção de oxigênio, em função de conferir maior porosidade durante o período de pré-compostagem, foi realizada pela presença na massa de compostagem de materiais que proporcionam a circulação de ar dentro da mesma, como casca de arroz Consorciada com material palhoso, proveniente da brachiaria seca. Sendo assim, a aeração no sistema foi realizada de forma natural e, neste caso, para animais mortos, foi atendida a expectativa, alcançando assim o objetivo da pré-compostagem, como citado por Orríco Júnior *et al* (2010) que dizem que esta fase é aplicada com intuito de facilitar o manejo do material, promovendo melhor uniformidade para evitar sua exposição no meio ambiente que atrai predadores e como função principal fazer a decomposição prévia das aves, deixando apenas as partes de difícil decomposição (bicos, ossos e penas) para o segundo estágio.

No segundo estágio, os reviramentos foram realizados a cada três dias para atender à demanda mínima de oxigênio requerido pelos micro-organismos para estabilização da matéria orgânica e maturação do composto, obtendo resultados satisfatórios. Como demonstram as Tabelas 1 e 2, houve o aumento da temperatura em faixas ideais mostrando assim que os microrganismos estavam em atividade, comprovando que o sistema *windrow* de reviramento manual é eficiente para demanda de oxigênio pelos micro-organismos.

3.3 Teor de umidade

Como proposto por Pereira Neto (2007), o teor de umidade desejado, de 55%, foi alcançado e mantido durante o período de pré-compostagem, alcançando, portanto, temperaturas ideais para eliminação de patógenos. Contudo, mesmo havendo um monitoramento minucioso da umidade para assim manter condições ideais para os microorganismos, notou-se, ao remover o material da composteira, partes da carcaça dos frangos que não foram totalmente decompostas como os ossos, bicos e penas. Verificou-se também, ao remover o material, uma melhor degradação no material que se encontrava no interior da massa de compostagem, local que sofreu menos perda de água para atmosfera.

Foi detectado que a superfície do material, ou seja, a última camada do material em compostagem se encontrava seca, todas as vezes que se ia realizar a correção da umidade da massa de compostagem, confirmando a perda de umidade facilmente para o ambiente, tornando essa parte pouco viável para o desenvolvimento adequado dos microorganismos. Diante do que foi relatado e comparado acima, é preciso ressaltar que o segundo estágio é imprescindível para que a compostagem seja bem sucedida.

No que concernem os níveis de temperatura associados à aeração e teor de umidade para eliminação de patógenos e uniformidade de degradação da massa de compostagem, considera-se, portanto, que a principal característica ou finalidade do primeiro estágio está em transformar, de maneira segura, um material de difícil manejo (carcaças de aves) em um material que possa ser manipulado em um processo posterior de compostagem propriamente dito. Desta forma, independente da condição de aeração no primeiro estágio, a transferência do material para o pátio de compostagem e a realização de revolvimentos e regas frequentes, garantem condições de biossegurança ao processo.

3.4 Sanidade do composto

Como o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabelece valores para presença de coliformes totais e termotolerantes, devendo ser quantidades inferiores a 10^3 NMP/g de sólidos totais, de acordo com a IN 62 de 26 de agosto de 2003, pode-se verificar, através das análises realizadas, que o processo de compostagem na eliminação de patógenos é eficiente, pois houve uma diminuição significativa de coliformes totais e termotolerantes, indo de mais de 1100 NMP/g na amostra do composto antes do tratamento para menos de 0,3 NMP/g na amostra do composto após o tratamento, na massa de compostagem, após os 123 dias de tratamento. Com relação à bactéria patogênica da família Enterobacteriaceae, conhecida como *salmonella Typhi* ou *ssp.*, Costa *et al* (2006) comentam que a *salmonella* é considerada ausente em amostras que contêm quantidades de coliformes fecais menores que 10³ UFC/g (unidade formadora de colônia por grama). Ainda Costa *et al* (2006) dizem que o processo de compostagem sem aeração promove no primeiro estágio diminuição dos valores de Coliformes fecais (coliformes termotolerantes), o que impede a proliferação da *Salmonella*. Desta forma, seguindo a literatura proposta por esses autores, pode-se afirmar que o composto estudado não apresenta contaminação por *salmonella*, visto que houve a redução dos coliformes termotolerantes (fecais).

Para nortear a discussão, é importante citar outro trabalho, como o de Paiva (2008) que ainda no primeiro estágio de compostagem, obteve redução significativa dos microorganismos patogênicos reduzindo a quantidade de 29×10^3 coliformes a 45°C (NMP/g) para uma quantidade menor que 3 (NMP/g), ao final de 60 dias. Nota-se, portanto, que a cama-de-frango usada no processo de compostagem apresentou contaminação baixa, inferior a 0,3 UFC /g tanto para Coliformes totais quanto para Coliformes termotolerantes, fato que pode ser explicado pelo uso de uma cama-de-frango seca e não fresca, não contendo assim fatores condicionantes que proporcionam a sobrevivência desses coliformes totais e termotolerantes.

3.5 pH

O pH é indicativo do grau de estabilização e maturação do composto e o MAPA estabelece o valor mínimo de pH igual a 6 para a comercialização de composto orgânico. O método oficial adotado pelo MAPA é o de pH em CaCl_2 (acidez trocável) e não o pH em água que indica acidez ativa ou atividade de íons H^+ na solução do composto. Para fins de comparação, foi tomado como base o pH da cama de frango (início da compostagem) e do produto final da compostagem (composto). Após análises, verificou-se um pH CaCl_2 de 8,4 na cama de frango e de 8,1 no composto final, havendo assim um decréscimo no valor do pH para o composto final em relação ao inicial. Assim sendo, o valor de pH atendeu o recomendado na literatura por Pereira Neto (2007),

ficando acima de 7,8 para o composto final já maturado. Atendeu também as exigências do MAPA quanto ao valor mínimo de pH CaCl_2 , que é de 6.

Costa *et al* (2005), trabalhando com compostagem de resíduos sólidos da indústria de desfibrilação de algodão, obtiveram, para o composto pronto, pH (H_2O) igual a 7,9. Já Costa *et al* (2006) trabalhando com desempenho de quatro sistemas para compostagem de carcaças de frango obtiveram pH (H_2O) igual a 7,63. Resultados ainda maiores foram obtidos por Paiva (2008) com pH (H_2O) igual a 9,58 e pH (CaCl_2) igual a 9,35 e, ainda segundo o autor, esses valores altos de pH retardam o processo de degradação do material orgânico, favorecendo a formação do gás amônia. Esses valores altos de pH são atribuídos, provavelmente, à grande formação de sais de amônia provenientes da cama de frango.

3.6 Nutrientes

Para iniciar o processo de compostagem, atingiu-se valor de relação C/N (C orgânico e N Total) considerada ideal, de acordo com a literatura de Gomes (1998) que propõe 25 ou 30 partes de carbono para 1 parte de nitrogênio. Apesar de se notar, como mostra a TAB. 3, a relação C/N da cama de frango de 14/1, é preciso ressaltar que, além dela, foi utilizada, como material na compostagem, a casca de arroz, como descrito na literatura de Fornari (2002) com relação C/N igual a 39/1 consorciada com a brachiaria rica em carbono, que, juntas, formaram uma relação ideal, como a descrita acima, provavelmente se situando na faixa de 25 a 35 C/N.

É possível relatar, através dos resultados obtidos, que o processo de compostagem terminou na faixa ideal C/N proposta por Maragno *et al* (2007) que observou em sua pesquisa do uso da serragem no processo de mini-compostagem esse mesmo valor de C/N, igual a 12/1. Nesse mesmo aspecto Fernandes (1996) também afirma que a relação final C/N independente da relação inicial deve se situar entre 10 e 20. Outros autores como Costa *et al* (2005, 2006) encontraram, para o final do segundo estágio, valores diferentes de C/N igual a 8/1 e a 10/1, respectivamente.

Tabela 3 - Comportamento da relação C/N antes e após o período de compostagem.

Amostra	Relação C/N
Cama de frango (anterior a compostagem)	14/1
Produto final da compostagem	12/1

Como pode-se observar na Tabela 4, a concentração de nitrogênio permaneceu praticamente constante, inicialmente sendo de 25,6 g/kg, passando a ser, 123 dias após, de 25,5 g/kg.

Tabela 4- Resultados do Nitrogênio antes e após período de compostagem (123 dias)

Amostra	Nitrogênio Total (g/kg)
cama de frango (anterior a compostagem)	25,6
produto final da compostagem	25,5

Alguns autores como Paiva (2008) encontraram valor inicial de 36,0 g/kg e final (após 90 dias) de 13,0 g/kg, obtendo redução maior, na escala de 66% no primeiro estágio e 8,33 % no segundo estágio. Já Costa *et al* (2005, 2006), analisando a composição química média dos compostos produzidos no 2º estágio a partir da compostagem de carcaça de aves, encontraram valores de N igual a 27,0 g/Kg, sendo mais próximos da presente pesquisa.

Como pode ser observado na TAB. 5, para os valores de Carbono Orgânico Total (COT), nota-se que este não foi satisfatório uma vez que apresentou aumento no valor de COT de 5% no final dos 123 dias, ou seja, não atendeu a literatura de alguns autores como a de Fernandes (1999) que afirma que o COT tende a decrescer ao longo do processo de compostagem, sendo um indicador da estabilização do material. Paiva (2008), trabalhando com avaliação da compostagem de carcaça de frango pelo método da composteira e leiras estáticas aeradas, encontrou reduções de COT na ordem de 28,8%. Assim sendo, pode-se afirmar que a presente pesquisa não apresentou resultado de COT como indicativo de que o produto final da compostagem estava maturado, apesar de a matéria orgânica resistente à compostagem ter aumentado ao final dos 123 dias de compostagem. Desta forma, pode-se dizer que no caso da presente pesquisa, era preciso esperar um tempo maior para melhor maturação do composto.

Tabela 5 - Resultados do Carbono Total e Mat. Orgânica Resistente à Compostagem

Amostra	Carbono Total (Orgânico e Mineral)(g/kg)	Mat. Orgânica Resistente à Compostagem (g/kg)
cama de frango (anterior a compostagem)	358,9	16,6
produto final da compostagem	377,8	107,1

3.7 Composição química de outros nutrientes

Verificando a composição química da amostra final do composto, é possível analisá-la e compará-la com resultados de outros autores como especificado na TAB. 6.

Tabela 6 - Comparativo dos parâmetros P, K, Mg e Ca encontrados por outros autores com os valores encontrados neste trabalho

Parâmetros (µg g-1)	Costa <i>et al.</i> ,(2006)	Costa <i>et al.</i> ,(2005)	Presente pesquisa
P	26881	3554	37500
K	26750	20400	44300
Mg	7356	4625	7600
Ca	37750	25827	32700

A começar pelo fósforo (P), na quantificação dos nutrientes observados, neste trabalho encontrou-se o valor de 37.500 µg/g, resultado bastante próximo ao de Costa *et al* (2006) que, trabalhando com desempenho de quatro sistemas para compostagem de carcaça de aves, encontraram para o mesmo parâmetro concentração igual a 26.881 µg/g. Costa *et al* (2005), trabalhando com compostagem de resíduos sólidos da indústria de desfibrilação de algodão, obteve P igual a 3.554 µg/ g.

Comparando a concentração de potássio (K), na presente pesquisa foi encontrado K igual 44.300 µg/g, valor esse quase o dobro do encontrado por Costa *et al* (2006) que encontraram K igual 26.750 µg/g, enquanto Costa *et al* (2005) encontraram valores abaixo , sendo K igual a 20.400 µg/g.

Quanto ao teor de Magnésio (Mg), no presente trabalho obteve-se concentração igual à 7.600 µg/g, resultado bastante similar ao encontrado por Costa *et al* (2006) que encontraram Mg igual a 7.356 µg/g, como para os outros parâmetros já relatados acima. Costa *et al* (2005) obtiveram valores inferiores de Mg, sendo ele igual a 4.625 µg/g.

E por fim a respeito do parâmetro Cálcio (Ca), apresenta-se, na presente pesquisa, igual a 32.700 µg/g, sendo um valor inferior ao obtido por Costa *et al* (2006) que encontraram Ca igual a 37.750 µg/g, enquanto Costa *et al* (2005) obtiveram Ca igual a 25.827 µg/g.

É importante ressaltar que os valores obtidos por todos os autores (TAB. 6), em suas pesquisas, foram diferentes em todos os parâmetros, inclusive neste trabalho, que apresentou também parâmetros com valores diferentes, apresentando apenas algumas proximidades com valores encontrados por Costa *et al* (2006), sendo atribuído a esses fatos provavelmente o tipo e proporção de materiais utilizados no processo de compostagem. Costa *et al* (2006) afirma que a composição química dos compostos orgânicos produzidos está diretamente relacionada com o material de origem e que sua utilização como fonte de nutrientes e de matéria orgânica às culturas requer um estudo da capacidade de suporte do ambiente visando garantir nutrição às plantas sem, no

entanto, comprometer os recursos naturais. Em virtude da grande quantidade de P, K, Ca e Mg, sendo o P quase cinco vezes maior que o composto de resíduos de frigorífico e 10,5 vezes maior que o resíduo de algodão, deve-se atentar para a quantidade de composto a ser aplicado no solo, visando evitar eventuais problemas de lixiviação do fósforo, como por exemplo, a ocorrência da eutrofização de corpos da água ocasionada pelo excesso de nutrientes como o fósforo na água.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Numa visão integrada e sistêmica da pesquisa desenvolvida, é possível concluir que a cama de frango e a casca de arroz consorciados com brachiaria se mostraram satisfatórias no que diz respeito à relação carbono/nitrogênio e ao fornecimento de aeração natural na massa de compostagem. Com relação à temperatura, atingiram-se valores suficientes para eliminação de micro-organismos patogênicos e se manteve na faixa ideal como proposta em algumas literaturas.

A compostagem de carcaças avícolas é um método eficiente no que diz respeito à eliminação de coliformes totais e termotolerantes, atendendo aos níveis exigidos pela resolução CONAMA 375 do Ministério da Agricultura de Pecuária e Abastecimento. Conclui-se também que, embora o manejo de uma composteira exija alguns minutos diários e cuidados especiais, este método não deixa de ser a maneira mais fácil e segura de destinar os frangos que morrem durante o ciclo de engorda do plantel, tanto no ponto de vista ambiental quanto sanitário do mesmo. Conclui-se ainda que embora a relação C/N tenha terminado na faixa indicada por alguns autores, a relação de COT não atendeu a expectativa, permitindo inferir quanto ao tempo de compostagem para a maturação do composto. Vale ressaltar que, nesta pesquisa, esperaram-se os dias sugeridos pela literatura para a maturação do composto, mas, como já discutido, estes dias não foram suficientes para alcançar esta maturação, assim sendo, aconselham-se novos estudos em relação a este fato ocorrido.

REFERÊNCIAS

COSTA; M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; SESTAK, M.; OLIBONE, D.; SESTAK, D.; KAUFMANN, A. V.; ROTTA, S. R. Artigos científicos saneamento e controle ambiental: compostagem de resíduos da indústria de desfibrilação de algodão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, maio/ago. 2005.

COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; PELÁ, A.; SILVA, C. J.; DECARLI, L. D.; MATTER, U. F. Desempenho de quatro sistemas para compostagem de carcaça de aves. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 3, 2006.

ROCHA, C. P.; ELÓI JUNIOR, J. J.; FISCHER, J. Análise da eficiência sanitária no tratamento de carcaças avícolas através da compostagem no município de São Sebastião do Oeste-MG

COSTA CUNHA, E.; LAVANHOLE, N. A.; SANTOS, P. S.; FILHO, T. B.. **Adubação orgânica: assentamento Córrego do Alegre – Nova Venécia – ES.** Nova Venécia: Faculdade Capixaba de Nova Venécia-Curso de Agronegócios, 2009.

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. **Manual prático para a compostagem de biossólidos.**

Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 1996. Disponível em:

<<http://www.finep.gov.br/prosab/livros/Livro%20Compostagem.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2010.

FERNANDES, P. A. L. **Estudo comparativo e avaliação de diferentes sistemas de compostagem de resíduos sólidos urbanos.** 1999. Dissertação (Mestrado)-Universidade de Coimbra, Coimbra, 1999.

FORNARI, E. **Manual pratico de agroecologia.** São Paulo: Aquariana, 2002.

GOMES, M. A. O.; FIALHO, E. T.; SILVA, C. R. R.; REIS, R. P.; GAVILANES, M. L.; LIMA, L. A.; CLEMENTE, P. R.; MENDES, L. M.; SILVA, J. R. M. **Manual de compostagem de resíduos orgânicos domésticos.** Lavras: Ed. Universidade Federal de Lavras, 1998.

MARAGNO, E. S.; TROMBIN D. F.; VIANA, E. O uso da serragem no processo de minicompostagem. **Revista Sanitaria Ambiental**, v. 12, n. 4, out./dez. 2007.

ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO A. C. A.; JÚNIOR, J. L. **Compostagem dos resíduos da produção avícola: cama de frangos e carcaças de aves.** **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 538-545, maio/jun. 2010.

PAIVA, E. C. R. **Avaliação da compostagem de carcaças de frango pelos métodos da composteira e leiras estáticas aeradas.** 2008. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG), 2008.

PEDROSO-DE-PAIVA, D. **Compostagem: destino correto para animais mortos e restos de parição.** Concórdia-SC: Embrapa Suínos e Aves, 2004. . Disponível em: <http://www.cnpqa.embrapa.br/pnma/pdf_doc/4-Dora-compostagem.pdf>. Acesso em: 3 set. 2010.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem: processo de baixo custo.** Viçosa-MG: Ed. Universidade Federal de Viçosa, 2007.