

### III-077 - AVALIAÇÃO DE UM BIOCOMPOSTADOR AERÓBIO NO TRATAMENTO DE CARÇAÇAS DE FRANGO

**Mônica de Abreu Azevedo<sup>(1)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP). Professora do Departamento de Engenharia Civil da UFV.

**Natalia Serantoni**

Engenheira Ambiental pela Faculdade de Americana. Mestranda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa.

**Ana Luísa Pereira Lima**

Estudante de Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Civil. Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campus Universitário - Viçosa - MG - CEP: 36570-000 - Brasil – Tel.: +55 (31) 3899 1738; 3899 2747 - FAX: +55 (31) 3899 1482 - e-mail: [monica.azevedo@ufv.br](mailto:monica.azevedo@ufv.br)

#### RESUMO

Sendo o Brasil um dos maiores produtores de carne de frango mundiais aliado à mortalidade média de aves de 3,5% (PERDOMO, 2001), sua destinação ambientalmente adequada e o estudo de sistemas de tratamento para os resíduos agrícolas atualmente são foco de estudo com o objetivo de eliminar os riscos de proliferação de vetores e contaminação da água superficial e do solo. Neste trabalho avaliou-se a eficiência do equipamento biocompostador com bomba de aeração de 0,5HP e 2HP na eliminação de patógenos, redução de sólidos voláteis e de peso ao final do processo de compostagem.

Para a realização deste presente estudo, foram utilizados cama de aviário e resíduos de poda como materiais estruturantes e fontes de carbono. Ao todo foram realizados três experimentos, sendo que o experimento, denominado 1, foi realizado utilizando uma bomba de aeração com potência de 2HP, e os demais com bomba de aeração com potência de 0,5HP. A avaliação do desempenho do biocompostador na estabilização da matéria orgânica foi realizada por meio de análises semanais de teor de água, redução dos sólidos voláteis e aferição diária da temperatura (topo, centro e base).

O biocompostador de potência de 0,5HP mostrou-se capaz de tratar os resíduos da avicultura (carcaça de frango e cama de frango).

**PALAVRAS-CHAVE:** Compostagem, carcaça de frango, biocompostador, degradação, tratamento de resíduos de aviário.

#### INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os maiores produtores mundiais de carne de frango ocupando a segunda posição, estando atrás apenas dos Estados Unidos. Segundos dados fornecidos pela Associação Brasileira de Proteína Ambiental (ABPA), com uma produção de 12900 milhões de toneladas no ano de 2016, o Brasil é considerado o maior exportador mundial, estando à taxa de exportação em torno de 4384 milhões de toneladas.

Baseando-se na mortalidade média de aves de 3,5% (PERDOMO, 2001), durante toda a fase de engorda, pode-se considerar uma grande quantidade de carcaças que são descartadas durante a produção. Junto a isso, a destinação adequada do resíduo de cama de frango é outro problema enfrentado pelo setor aviário desde a publicação da Normativa nº 8 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2004) que proibiu a comercialização da mesma como forma de suplementação da alimentação bovina. Junto a isso, o Brasil não possui legislação específica para o tratamento e disposição final para estes tipos de resíduos, fazendo-se necessário então, a adoção de sistemas que sejam sustentáveis do ponto de vista ambiental, econômico, e sociocultural, a fim de se evitar problemas de saúde pública (proliferação vetores de doenças) e ambientais (contaminação de águas superficiais e solo por chorume, entre outros).

A utilização da compostagem vem se destacando como um desses métodos, sendo este seguro, eficiente e mais econômico, devido ao fato de não necessitar de grandes custos de implantação e operação para a disposição de alguns resíduos, dentre eles as carcaças de aves.

O processo de compostagem desses resíduos em ambiente fechado contribui para minimizar os impactos ambientais e de saúde relacionados à sanitização. Desta forma, o desenvolvimento de processos de compostagem para o tratamento de carcaças de frango, em ambientes aeróbios fechados torna-se de suma relevância para o equipamento e o destino adequado ambientalmente correto para as carcaças e cama de frango gerados na avicultura.

Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar e otimizar o desempenho do biocompostador com ventilador centrífugo de potência de 0,5HP, com relação ao de potência de 2HP, para as condições brasileiras, no tratamento de carcaças de frango, utilizando cama de frango e resíduos de poda como materiais estruturantes.

## **OBJETIVO**

A realização desta pesquisa tem como objetivo avaliar e otimizar o desempenho do biocompostador com ventilador centrífugo de potência de 0,5HP, com relação ao de potência de 2HP, para as condições brasileiras, no tratamento de carcaças de frango, utilizando cama de aviário e resíduos de poda como materiais estruturantes.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Os experimentos foram realizados em duas etapas, durante o período de abril de 2017 a novembro de 2017, no Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental (LESA) localizado na Universidade Federal de Viçosa (UFV) Viçosa, Minas Gerais.

Os biocompostadores foram instalados em um galpão construído para a proteção dos mesmos das intempéries, estando este localizado no pátio de compostagem do próprio laboratório. Cada protótipo foi conectado a bombas de aeração, que possuem diferentes potências, sendo uma de 2HP e a outra de 0,5HP. O objetivo da bomba é manter o ar, e com isso o oxigênio, no interior do equipamento, garantindo dessa forma que o processo de degradação ocorra em condições aeróbias, como pode ser verificado na figura 1 abaixo.

O fundo dos protótipos é vazado, de modo a aproveitar a própria base de concreto existente do galpão, de forma a torná-la uma camada de impermeabilização. Na parte de trás foram feitos furos com a finalidade de inserção de canos de PVC para que estes auxiliassem na distribuição de ar interna, como exemplificado pela figura 2. A alimentação de ar foi realizada por meio da utilização de ventiladores centrífugos de alta pressão.



**Figura 1: Protótipos utilizados durante a pesquisa**



**Figura 2: Vista externa e interna dos tubos de aeração**

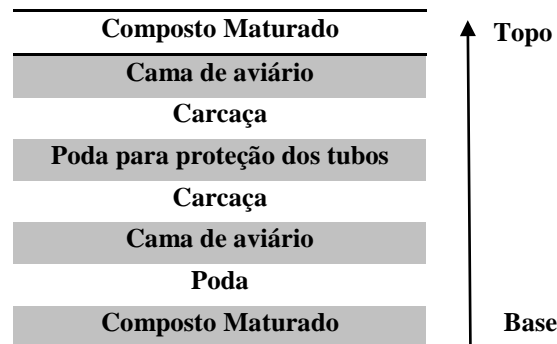
O experimento 1 foi realizado no biocompostador com potência de 2HP, e os demais (experimentos 2 e 3) realizados no protótipo que possuía potência de 0,5HP. Para cada equipamento foi adquirido um timer, cuja função é controlar o funcionamento do sistema de aeração, o ventilador centrífugo e ajustar os intervalos de aeração por meio de programação pré-definida.

### **PRIMEIRA ETAPA: MONTAGEM DOS BIOCOMPOSTADORES**

O início de todos os experimentos se deu com a realização da montagem dos equipamentos, utilizando para isso, carcaça de frango, cama de frango, poda e composto maturado. Como a morte de aves ocorre por diversas razões, em quantidade e período diferentes, se teve a necessidade de utilizar um freezer para o armazenamento das aves mortas até a data de montagem.

Tanto as carcaças como a cama de frango foram provenientes do Aviário Experimental do Departamento da Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (DZO/UFV), com exceção do experimento 2, em que este último foi fornecido pela Granja de Melhoramentos de Aves, localizada na cidade de Cajuri-MG, também pertencente à Universidade Federal de Viçosa (UFV). Já os resíduos de poda foram provenientes da manutenção das áreas verdes da universidade, e por fim, o composto maturado foi retirado do próprio pátio de compostagem, advindos de outros experimentos aqui realizados.

O esquema de montagem e disposição dos materiais no interior do biocompostador seguiu a ordem apresentada na Figura 3, variando em número de camadas para cada um dos experimentos e também a quantidade, em peso, dos materiais utilizados. A figura abaixo é apenas representativa da montagem do equipamento.



**Figura 3: Esquema de montagem dos experimentos**

O monitoramento dos experimentos foi realizado por meio de medições diárias de temperatura, como também a realização semanal de análises para determinação do teor de água, sólidos voláteis e pH. As determinações do teor de água foram realizadas conforme a metodologia de SOLYON (1997) apud AZEVEDO (1993). A de sólidos voláteis foi determinado segundo a metodologia de APHA (1995). Já para as determinações de pH foram seguidas as metodologias de CARNES e LOSSIN (1970), apud AZEVEDO (1993).

Já para aferição da temperatura foi utilizado um termômetro digital Lutron de modelo TM – 947 SD. Além disso, sondas termopar foram colocadas em pontos de referências (topo, centro e base), de modo que estas pudessem representar as diferentes temperaturas existentes durante todo o processo, tanto no interior do equipamento, como também na forma de leira, durante a maturação do composto.

## **SEGUNDA PARTE: DESMONTAGEM DOS BIOCOMPOSTADORES E FORMAÇÃO DE LEIRA**

A desmontagem dos experimentos foi realizada após a queda da temperatura em valores próximos a 40°C. O material estabilizado no biocompostador então foi posto para maturação em forma de leira com seção reta triangular no pátio de compostagem do LESA.

Para a retirada do composto no interior do biocompostador as cantoneiras laterais do equipamento foram removidas de forma que a parte da frente do mesmo ficasse livre para a retirada, como mostrado na Figura 4. Após isto, o material foi retirado com o auxílio de uma enxada e pá. O material foi então pesado e sequentemente uma leira foi montada, como visto na Figura 5, dando início a segunda etapa do processo de compostagem, sendo esta a de maturação. Após o termino desta etapa, todo o material foi peneirado e novamente pesado.



**Figura 3: Vista frontal do composto após aberturada tampa do biocompostador**





**Figura 4: Leira em maturação**

#### ✓ Redução em peso após a etapa de maturação

Para o experimento 1 foram utilizados 1020 Kg de cama de aviário, 12 Kg de poda e 302 Kg de carcaça de frango totalizando 1334 Kg em massa de resíduos. Após verificação da maturação do composto, o material foi peneirado e pesado novamente para a determinação da massa final. A leira do experimento 1 apresentou massa final de 484 Kg, o que representou redução de 850 Kg ou 64% em relação a massa inicial.

Já para a montagem do experimento 2 foram utilizados 629 Kg de cama de aviário, 226 Kg de carcaça de frango, 5 Kg de poda e 98 Kg de composto maturado; totalizando 958 Kg em massa de resíduos. O experimento 2 apresentou massa final de 613 Kg, e redução portanto de 345 Kg ou 36%. Para experimentos 2 e 3 foi utilizada a cama maturada na base do equipamento, cujo objetivo foi reter os líquidos que podem ser formados durante o processo de compostagem.

Já para a montagem do experimento 3, foram utilizados 724 Kg de cama de aviário, 112 Kg de carcaça de frango, 3 Kg de poda e 98 Kg de composto maturado; totalizando 937 Kg em massa de resíduos. A massa final foi de 661Kg para o experimento 3 ao ser retirado do biocompostador para continuidade da etapa de maturação, representando uma redução de 276 Kg ou 30%.

Assim, conclui-se que para todos os experimentos obtiveram perda significativa de massa ao final da segunda etapa do processo de compostagem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### ✓ Taxa de aeração

A taxa de aeração é de extrema importância para a eficiência do processo de compostagem e principal parâmetro de controle da temperatura.

A mesma que foi estipulada para uso nos experimentos, foi determinada a partir de estudos desenvolvidos no LESA. A taxa utilizada para todos os experimentos foi de 5 minutos de aeração a cada 3 horas, durante 24 horas por dia. Nos primeiros 10 dias, foram realizadas aerações manuais de 5 minutos a cada hora afim de manter-se a temperatura na faixa ideal para o processo de compostagem.

#### ✓ Temperatura

A temperatura ao longo do processo foi avaliada em três posições diferentes (topo, centro e base) e gráficos abaixo demonstram o desenvolvimento da mesma no decorrer de todo o processo de compostagem.

No decorrer dos primeiros dias, em todos os experimentos, houve um acréscimo da temperatura, chegando esta a valores acima de 60°C, caracterizando assim a fase termofílica do processo. Esta é de extrema importância para as transformações da matéria orgânica e eliminação dos organismos patogênicos.

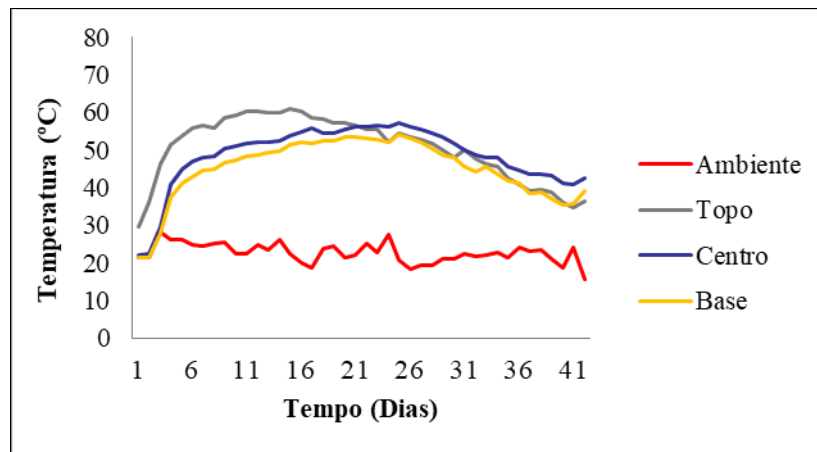
O controle da temperatura foi realizado para estar na faixa de 40 à 60°C, sendo esta considerada ideal para o processo, devido ao fato de que nesta ocorre a intensificação do processo de degradação das carcaças. Com o decréscimo da temperatura para valores menores que 40°C, a desmontagem dos equipamentos foi realizada. Esta ocorreu no 41º dia para os experimentos 1 e 2, e no 36º dia para o experimento 3.

Todo o material contido no interior do biocompostador foi pesado e colocado em forma de leira para segunda fase do processo (maturação). Durante esta etapa foram realizados reviramentos para a aeração e homogeneização do material.

### Temperaturas no Experimento 1

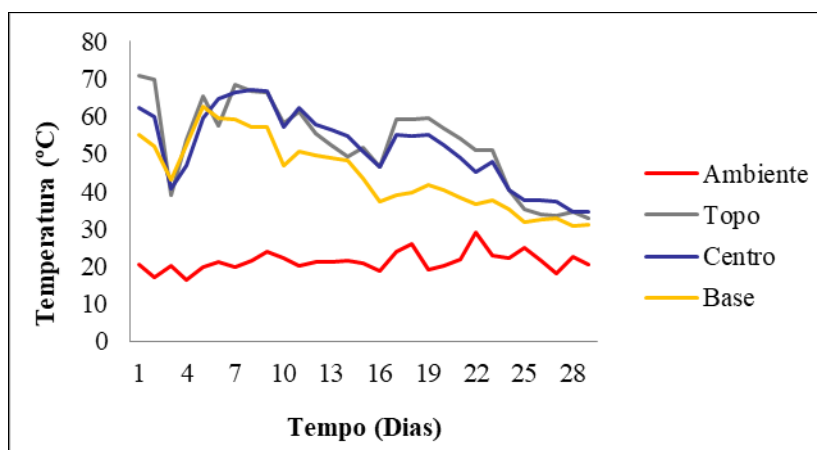
A primeira etapa (no interior do biocompostador) deste experimento teve duração de 41 dias e a segunda etapa teve duração de 24, totalizando 65 dias de processo.

Decorridos 15 dias, houve uma diminuição da mesma. No 29º dia houve uma queda da temperatura devido a uma correção de umidade realizada. No decorrer dos dias a temperatura manteve-se acima de 45°C. A desmontagem do equipamento foi realizada no 41º dia, devido ao decréscimo de temperatura para valores próximos 40°C. As temperaturas foram plotadas em gráfico como visto da Figura 5.



**Figura 5: Temperatura no interior do experimento 1**

Na segunda fase, em forma de leira e em pátio aberto, foi verificado que no 2º dia o experimento atingiu 71° C na posição do topo, sendo necessário realizar um reviramento da leira no 4º dia, com o intuito de reduzir a temperatura da mesma. Após a realização deste, a esta se manteve faixa de 45 a 65°C, sendo esta considerada ideal para o processo. A fase de maturação durou 24 dias, durante os quais foram observadas temperaturas estáveis próximas a temperatura ambiente, como mostrado na Figura 6.



**Figura 6: Temperatura em leira do experimento 1**

## Temperaturas no Experimento 2:

O início da fase de degradação ativa ocorreu no 2º dia de processo, em que foi verificado temperaturas acima de 45°C para as três posições. A maior temperatura do processo no biocompostador se deu no 8º dia de estando esta próxima à 70°C. Até 15º dia foram verificados valores próximos ou acima de 60°C. A partir daí a temperatura passou a decrescer.

Foi necessária uma correção do teor de água após 27º dias no interior do biocompostador, notando-se novamente um aumento da temperatura. Decorridos 37 dias, a temperatura manteve-se a valores próximos de 40°C. Após decorridos 41 dias de experimentação no biocompostador, o material foi então retirado. As temperaturas da primeira parte foram plotadas como mostrado na Figura 7

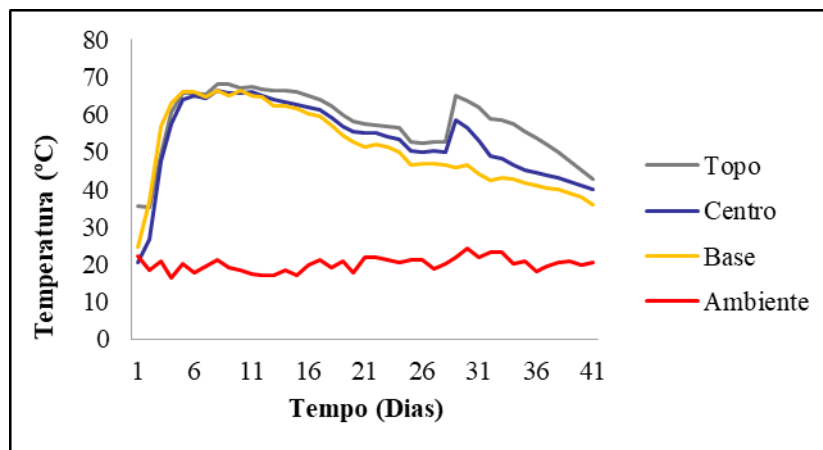


Figura 7: Temperatura no interior do experimento 2

No segundo dia em pátio foi necessário realizar uma correção do teor de água, o que levou a um aumento de temperatura da mesma para valores acima de 60°C nas posições do topo e centro e acima de 50°C na base. Durante todo o processo de maturação do material foram necessárias a realização de dois reviramentos para controle da temperatura na faixa recomendável. As temperaturas, ocorridas durante o processo de maturação, podem ser verificadas no gráfico da Figura 7. O fim do processo de maturação ocorreu no 24º dia. Todo o processo de compostagem do Experimento 2 ocorreu em 65 dias.

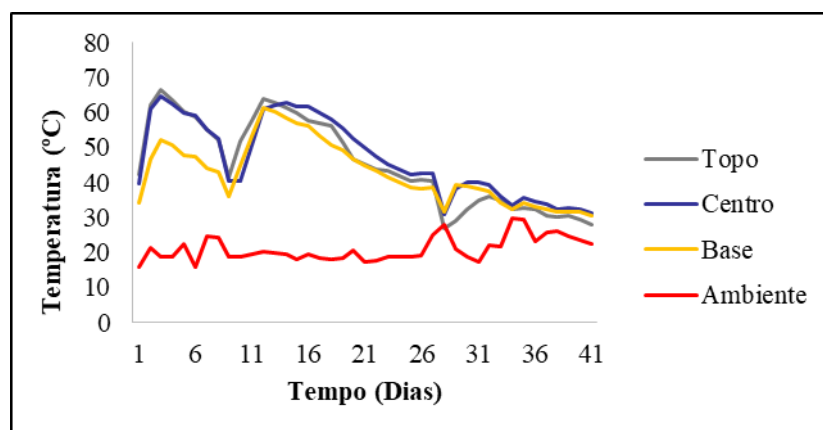


Figura 8: Temperatura em leira do experimento 2

### Temperatura do Experimento 3:

No segundo dia após a montagem do equipamento foi verificado que temperatura atingiu valores acima de 60°C para as três posições, iniciando assim a fase de degradação ativa do processo de compostagem. O experimento 3 atingiu o pico máximo de temperatura próxima a 70°C na posição do topo, mantendo-se próxima ou acima de 60° no decorrer de 8 dias de processo. Uma correção de água foi necessária ser realizada. O experimento foi desmontado após 36 dias no biocompostador.

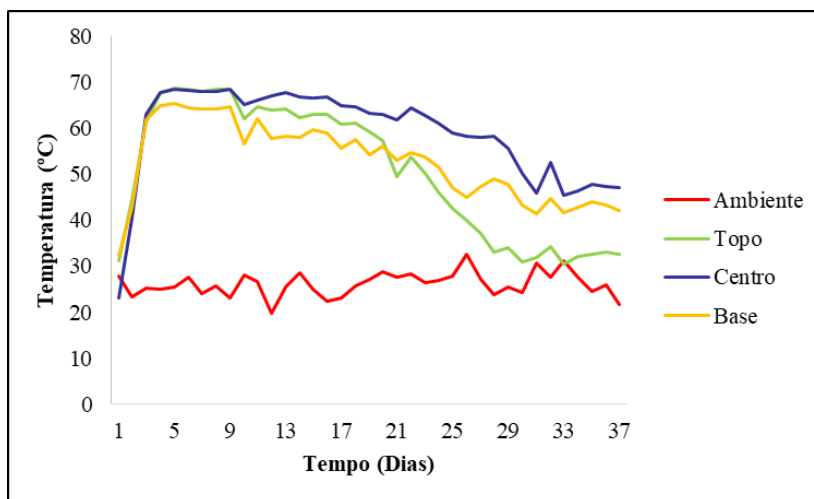


Figura 9: Temperatura no interior do experimento 3

Após o terceiro do material em pátio foi verificado temperaturas próximas de 60°C no topo e centro e 50°C na base. Foi realizado um reviramento 6º dia de processo para controle da mesma. Após o 16º dia houve um decréscimo da temperatura para valores abaixo de 40°C, como verificado na Figura 9. Todo o processo de compostagem do material se deu em 51 dias.

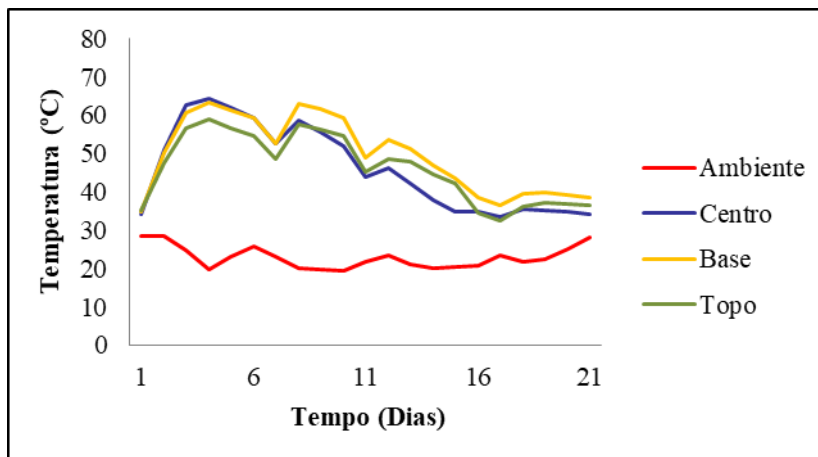


Figura 10: Temperatura em leira do experimento 3

Diferentemente do que ocorreu com os Experimentos 1 e 2, em que as maiores temperaturas foram verificadas na posição topo, seguida do centro e da base, durante todo o decorrer da primeira fase, no Experimento 3, as maiores temperaturas foram na posição centro, seguida da base e do topo. Em todos os experimentos, considerando a fase de maturação, a temperatura do centro foi a maior registrada, seguida da posição do topo e da base.



### ✓ pH

O pH indica o grau de estabilização e maturação do material e não se trata de um fator crítico na compostagem, pois dificilmente ele poderá afetar os fatores operacionais durante o processo. Conforme recomendado pela literatura, ao final do processo de compostagem obteve-se valores na faixa alcalina entre 7,5 e 9, conforme recomendado por PEREIRA NETO (2004). No gráfico da Figura 11 demonstra os valores de pH ocorridos durante os experimentos.

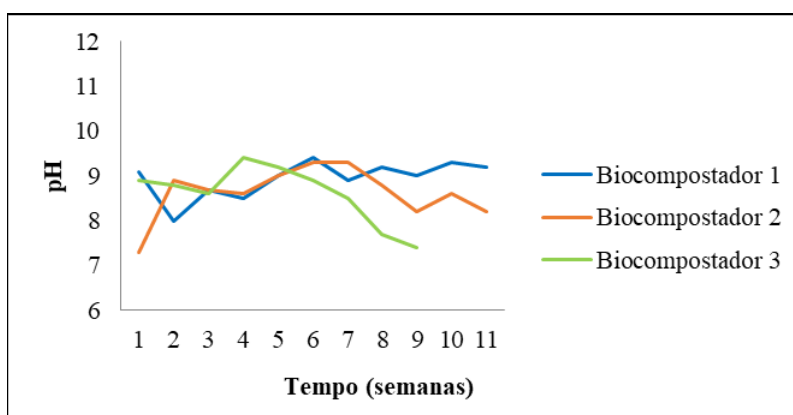


Figura 11: Monitoramento do pH durante a compostagem

### ✓ Teor de água

A eficiência do processo de compostagem irá depender deste parâmetro visto que a decomposição da matéria orgânica e a atividade biológica dependem de níveis mínimos de teor de água na massa a ser compostada (AZEVEDO, 1993). Além disso, a umidade constitui-se no único meio de transporte usado tanto para solubilizar o substrato, quanto para eliminar o material residual digerido. Portanto, todo nutriente precisará ser primeiramente dissolvido em água, antes de ser assimilado pelos microrganismos.

Elevados teores de umidade na massa de compostagem promovem a aglutinação de partículas, diminuindo a resistência estrutural da leira, restringindo assim a difusão de oxigênio dentro da mesma, o que tem como consequência a redução da temperatura média da mesma e também da concentração de oxigênio. Ocorrendo esses problemas, a velocidade de degradação da matéria orgânica diminuirá, e condições anaeróbicas. Já baixos teores de umidade cessam a atividade microbiológica. Este fato geralmente leva a um produto final fisicamente estável, mas biologicamente instável. Com isso, para todos os experimentos buscou-se manter a umidade sempre próxima a faixa ideal de 55%, sendo realizada a adição manual de água quando necessário, como demonstrando na Figura 12.

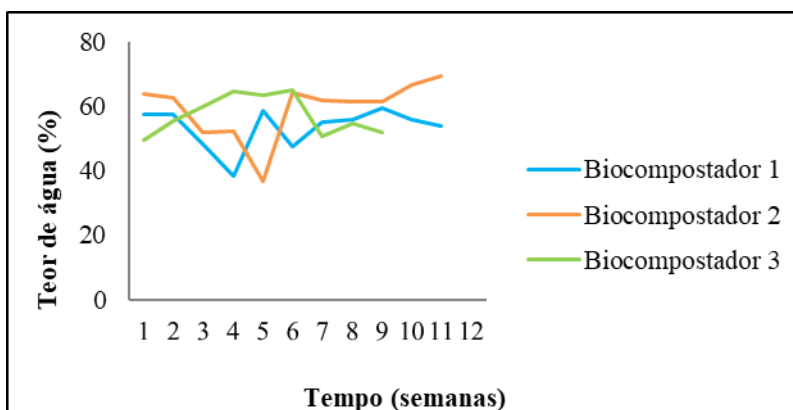
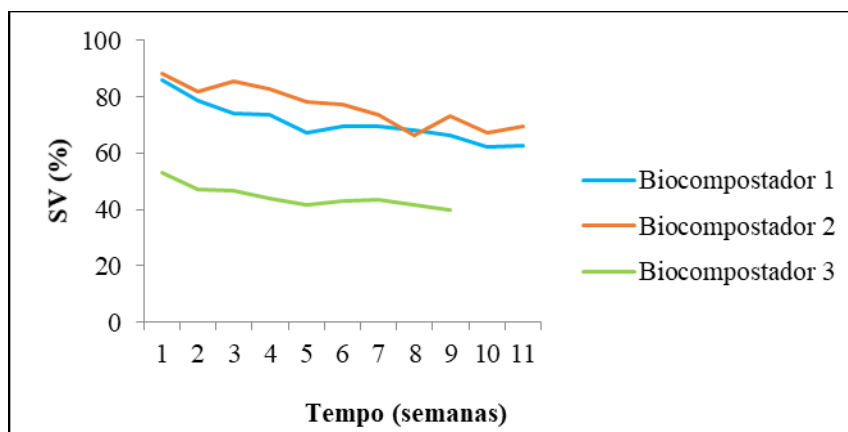


Figura 12: Monitoramento do teor de água durante a compostagem

✓

### Sólidos Voláteis

A redução dos sólidos voláteis representa a degradação sofrida pela matéria orgânica durante a compostagem, e, portanto, conforme o esperado os sólidos voláteis apresentaram redução ao longo do processo de compostagem (Figura 13).



**Figura 13: Monitoramento dos sólidos voláteis durante a compostagem**

Para o experimento 1, houve uma redução total de 26,96% do teor de sólidos voláteis entre o início e término do processo. Para o experimento 2 a redução foi de 23,28% e para o experimento 3 de 24,6%. Foram relatados valores similares aos obtidos no presente estudo, por PAIVA *et al.* (2012), trabalhando com a compostagem em leiras de bagaço de cana-de-açúcar, cama e carcaça de frango, de 25,31% em 90 dias de processo; e por GARDONI (2013) com mistura de palha de milho, cama de frango e carcaça de frango, obteve em seus experimentos uma redução média de sólidos voláteis no período total de compostagem de 22,87%. Ainda segundo GARDONI (2013), a redução dos sólidos voláteis no interior do biocompostador apresentou valores de 11,21% e 20,86%. Valores similares foram obtidos pelo presente estudo, sendo de 19,23%, 16,58% e 18,75% no interior dos biocompostadores 1, 2 e 3, respectivamente.

## CONCLUSÕES

Por meio dos resultados obtidos dos experimentos foi possível verificar que o equipamento biocompostador mostrou-se eficiente na degradação de carcaças, tanto pelo fato de que os valores obtidos nas análises realizadas foram satisfatórios comparados com as referências bibliográficas utilizadas como também pela redução do material obtido ao final de todo o processo, verificando assim que a degradação de carcaças se tornou efetiva.

O biocompostador com sistema de aeração de 0,5HP apresentou resultados satisfatórios para a compostagem de carcaças de frango, mostrando-se uma alternativa para o tratamento de resíduos aviários no próprio local de geração. Dessa forma, podem-se evitar problemas de saúde pública (proliferação de vetores de doenças) e ambientais (contaminação de águas superficiais e solo por chorume, entre outros).

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FAPEMIG pelo financiamento da pesquisa e à Universidade Federal de Viçosa pelo apoio na realização do trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal (2016) Relatório Anual. Disponível em: <[http://abpa-br.com.br/storage/files/versao\\_final\\_para\\_envio\\_digital\\_1925a\\_final\\_abpa\\_relatorio\\_anual\\_2016\\_portugues\\_web1.pdf](http://abpa-br.com.br/storage/files/versao_final_para_envio_digital_1925a_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web1.pdf)>. Acesso em: 30 de jan de 2017.
2. AZEVEDO, M. A. **Estudo e avaliação de quarto modos de aeração para sistemas de compostagem em leiras**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1993. 230p.
3. BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 8, de 25 de março de 2004. Proíbe em todo o território nacional a produção, a comercialização e a utilização de produtos destinados à alimentação de ruminantes que contenham em sua composição proteínas e gorduras de origem animal. **Oficial da União**, Brasília, p. 5,26 mar. 2004.
4. CONCEIÇÃO, P.S. **Avaliação da tratabilidade de cama de frango por processos aeróbios de compostagem visando sua reutilização**, 2012. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2012.
5. GARDONI, R. A. P. **Estudo da Biodegradação de Carcaças de Frango em Biodigestor Aeróbio Descontínuo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2013. 92p.
6. PAIVA, E. C. R. **Avaliação da compostagem de carcaças de frango pelos métodos da compostadeira e leiras estáticas aeradas** (Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG, 2008. 163 p.
7. PAIVA, E. C. R., MATOS, A. T., AZEVEDO, M. A., BARROS, R. T. P., COSTA, T. D. R.. **Avaliação da compostagem de carcaças de frango pelos métodos da compostadeira e de leiras estáticas aeradas**, Engenharia Agrícola Jaboticabal. vol. 32, 961-970, 2012.
8. PERDOMO, C. C. Controle do ambiente e produtividade de frangos de corte. In: *A produção animal na visão dos brasileiros, XXXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Piracicaba, SP, 2001, p.91-110.
9. PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem**, Processo de baixo custo-ed, Revisada e aumentada. Viçosa, MG: Ed, UFV, 2007. 81p.