

### **III-100 – AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE AERAÇÃO UTILIZADO EM UM BIOCOMPOSTADOR PARA O TRATAMENTO DE CARÇA 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<sup>(2)</sup>**

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

**Ana Luísa Pereira Lima<sup>(3)</sup>**

Estudante de Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa (UFV).

**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**

O objetivo básico deste presente trabalho foi avaliar a eficiência e otimizar o desempenho do ventilador centrífugo do biocompostador com potência de 0,5HP no tratamento de carcaça de frango, utilizando cama de frango e resíduos de poda como materiais estruturantes e fontes de carbono. Os tratamentos foram realizados no Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental, do Departamento de Engenharia Civil, da Universidade Federal de Viçosa. A avaliação do desempenho do ventilador centrífugo na estabilização da matéria orgânica foi realizada por meio de análises semanais de teor de água, redução dos sólidos voláteis, pH e aferição diária da temperatura (topo, centro e base). O biocompostador de ventilador centrífugo com potência de 0,5HP mostrou-se capaz de tratar os resíduos de aviário (carcaça de frango e cama de frango) e mostrou-se eficiente na redução de sólidos voláteis e ao tratamento no final do processo de compostagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biocompostador, compostagem, carcaça de frango, cama de frango, tratamento de resíduos e resíduos aviários.

#### **INTRODUÇÃO**

O Brasil se consolidou como o segundo maior produtor de carne de frango do mundo no ano de 2015, atrás apenas do Estado Unidos. No ano de 2017, houve uma queda devido a reduções no abate de 0,3% (redução de 18,54 milhões) em relação a 2016, que foram abatidas 5,84 bilhões de aves, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Um dos problemas enfrentado pelo setor aviário é a destinação inadequada da cama de frango. Desde a publicação e entrada em vigor da Normativa nº8 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2004) que proibiu a comercialização da cama de frango como suplemento para alimentação bovina, a destinação deste resíduo passou a ser um problema aos geradores, e o manejo e reutilização deste resíduo passou a ser regulamentado de forma mais rigorosa.

Neste sentido, buscam-se alternativas sustentáveis quanto a destinação ambientalmente adequada e o estudo de sistemas de tratamento com o objetivo de eliminar os riscos de proliferação de vetores e contaminação da água superficial e do solo, deste resíduo.

Durante a produção de frangos, o número de mortalidade de aves é considerável, estimada em de 3,5% (PERDOMO, 2001), sendo necessário adotar um sistema de tratamento adequado, viável e ambientalmente correto.

Desta forma, o presente projeto de pesquisa visa testar um equipamento desenvolvido para o tratamento aeróbio de resíduos, de aviário em ambiente fechado – o biocompostador, com controle automatizado de aeração e temperatura, a fim de avaliar e otimizar um processo para realizar a compostagem de carcaça e cama de frango, contribuindo para solucionar o problema de destinação de resíduos de avicultura. Os tratamentos foram conduzidos no laboratório da universidade. Foi construído o protótipo para avaliar a degradação das carcaças, utilizando como substrato a cama de frango, material de poda e composto maturado submetido a taxas de aeração de 5 minutos a cada 3 horas.

## **OBJETIVO**

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar e otimizar, para as condições brasileiras, o desempenho do biocompostador com ventilador centrífugo de aeração com potência de 0,5HP no tratamento de carcaças de frango e cama de frango por meio da compostagem em ambiente fechado, bem como bem o seu tratamento em seu local de geração.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O biocompostador foi instalado em um galpão construído para a proteção do equipamento, localizado no pátio de compostagem do Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental (LESA), da Universidade Federal de Viçosa (UFV) de acordo com a Figura 1.

O protótipo foi conectado a ventilador centrífugo de aeração, cujo objetivo deste foi manter o ar e com isso o oxigênio no interior do biocompostador, garantindo assim que o processo de degradação ocorresse em condições aeróbias. O fundo dos protótipos é vazado, de modo a aproveitar a própria base de concreto existente do galpão e torná-la uma camada de impermeabilização.

Na parte de trás dos protótipos foram feitos furos, com a finalidade de inserção de canos de PVC para que estes auxiliassem na distribuição de ar no interior dos mesmos, conforme demonstrado na Figura 2.

Para o equipamento foi adquirido um timer, cuja função foi controlar o funcionamento do sistema de aeração, o ventilador centrífugo e ajustar os intervalos de aeração por meio de programação pré-definida.

Para a realização dos tratamentos foram utilizadas carcaças de animais mortos por diversos motivos, e a cama de frango cujo objetivo foi melhorar a relação carbono/nitrogênio, além da utilização da poda de manutenção das áreas verdes da universidade, colocados na base do biocompostador, a fim de reter líquidos que poderiam ser formados durante o processo de compostagem. Foi utilizada também uma fina camada de composto maturado na última camada do biocompostador, a fim de se evitar emissão de odores no interior do equipamento, e em sua base para retenção de líquidos que podem ser formados no decorrer do processo.

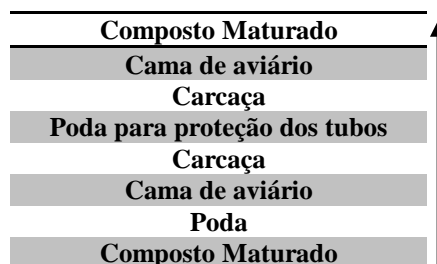


**Figura 1 – Protótipo utilizado na pesquisa**



**Figura 2 – Vista interna e externa dos tubos de aeração utilizados no biocompostador**

O esquema de montagem seguiu a ordem conforme a Figura 3, em que foi adicionada uma camada de composto maturado e poda no biocompostador para a retenção da umidade e para evitar o escoamento de chorume, uma vez que as carcaças utilizadas estavam congeladas no dia da montagem. As camadas seguintes foram intercaladas com cama de frango e carcaça de frango e distribuídas de maneira aleatória.



**Figura 3 – Esquema de montagem do material no interior do biocompostador**

O monitoramento dos tratamentos 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** foram determinadas segundo a metodologia de APHA (1995). Já para as determinações de **pH** foram seguidas as metodologias de CARNES e LOSSIN (1970), apud AZEVEDO (1993). 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 etapa de maturação do composto.

## **PRIMEIRA ETAPA: MONTAGEM DO BIOCOPPOSTADOR**

O processo de compostagem das carcaças de frango ocorreu em duas etapas para todos os tratamentos, sendo a primeira realizada no interior do biocompostador e a segunda etapa em pátio de compostagem à céu aberto no LESA.

Tanto as carcaças como a cama de frango foram cedidas pelo Aviário Experimental do Departamento da Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (DZO/UFV), 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, advindo de outros tratamentos realizados no LESA.

Foi empregada a mesma taxa de aeração para todos os tratamentos realizados: 5 minutos de aeração a cada 3 horas. A aferição da temperatura foi realizada diariamente, nas duas fases do processo.

## SEGUNDA ETAPA: DESMONTAGEM DO BIOCOMPOSTADOR

A desmontagem do equipamento foi realizada após a queda da temperatura em valores próximos a 40°C. O material estabilizado no interior do equipamento foi então colocado para maturação no pátio de compostagem do LESA.

Para retirada do composto no interior do biocompostador foram removidas as cantoneiras localizadas na lateral do protótipo, e a parte da frente por meio das alças presentes, conforme Figura 4.

Após a remoção da tampa do equipamento, o material foi retirado com o auxílio de uma enxada e pá, e o composto foi pesado e levado para o pátio e colocado em forma de leira para o início da fase de maturação.



**Figura 4 – Vista lateral depois da retirada de parte do composto**

Para todos os tratamentos foi adotado o formato de leira com seção reta triangular na segunda etapa de maturação, e a correção do teor de água que ocorreu na montagem e desmontagem do equipamento e sempre que necessário conforme o monitoramento das análises realizadas deste parâmetro.

Conforme a tabela 1, pode-se observar as diferentes durações do processo (interior do biocompostador e maturação em leira) para cada tratamento realizado, assim como o período total necessário para a finalização do processo de compostagem.

**Tabela 1: Duração do processo de compostagem para tratamento realizado em biocompostador fechado, aeróbio e descontínuo.**

Tratamento	Duração da fase ativa no biocompostador Idade (dias)	Duração da fase de maturação em leira Idade (dias)	Período total de compostagem Idade (dias)
Tratamento 1	36 dias	15 dias	51 dias
Tratamento 2	40 dias	29 dias	69 dias
Tratamento 3	40 dias	25 dias	65 dias

### ✓ **Tratamentos realizados**

A primeira etapa do processo de compostagem no interior do biocompostador para o tratamento 1 teve duração de 36 dias, e a segunda etapa de maturação em leira a céu aberto teve duração de 15 dias, totalizando assim 51 dias de compostagem. Na montagem do tratamento foram utilizados 724Kg de cama de aviário, 111,1Kg de carcaça de frango, 3,1Kg de poda e 98Kg de composto maturado, totalizando 936,2Kg em massa de resíduos conforme demonstra a Figura 5.





**Figura 5 – Esquema de montagem do material no interior do biocompostador**

A primeira etapa do processo de tratamento 2 no interior do biocompostador na fase ativa de compostagem teve duração de 40 dias, e a segunda etapa de maturação em pátio a céu aberto, em leira teve duração de 29 dias, totalizando assim 69 dias de compostagem. Na montagem do tratamento foram utilizados 944,7Kg de cama de aviário, 138,5Kg de carcaça de frango, 5,8Kg de poda e 78Kg de composto maturado, totalizando 1.167Kg em massa de resíduos, conforme demonstrado na Figura 6.



**Figura 6 – Esquema de montagem do material no interior do biocompostador**

O tratamento 3 realizado no interior do biocompostador teve duração de 40 dias, e foram necessários 25 dias na segunda etapa de maturação; totalizando assim o total de 65 dias de processo. Na montagem do tratamento foram utilizados 867,5Kg de cama de aviário, 117,3Kg de carcaça de frango, 5,5Kg de poda e 164,9Kg de composto maturado, totalizando 1.155,2Kg em massa de resíduos, conforme demonstrado na Figura 7.



**Figura 7 – Esquema de montagem do material no interior do biocompostador**

Assim, conclui-se que para cada tratamento realizado a duração do processo foi diferente e de acordo com a temperatura atingida.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os gráficos das Figuras 8, 9 e 10 representam os resultados obtidos no monitoramento da temperatura, pH, sólidos voláteis (SV), e do teor de água no decorrer do tratamento referente aos parâmetros controlados durante o processo de compostagem realizados no biocompostador com ventilador centrífugo com potência de 0,5HP.

### ✓ Temperatura

O metabolismo dos microrganismos é exotérmico, sendo que cada um possui uma faixa de temperatura ótima de desenvolvimento (KIEHL, 1985). A manutenção da temperatura termofílica na faixa de 45 a 65°C na fase de

degradação ativa é fundamental para se obter eficiência no processo, uma vez que o controle deste parâmetro é um dos requisitos básicos para que haja aumento na velocidade de degradação e eliminação de microrganismos patogênicos (PEREIRA NETO, 1996).

A temperatura ao longo do processo foi avaliada em três posições diferentes (topo, centro e base) no decorrer das duas etapas realizadas do processo de compostagem.

Nos primeiros dias de processo houve um acréscimo da temperatura, chegando a valores acima de 60°C, caracterizando assim a fase termofílica do processo. Esta fase é de extrema importância para as transformações da matéria orgânica e eliminação dos organismos patogênicos.

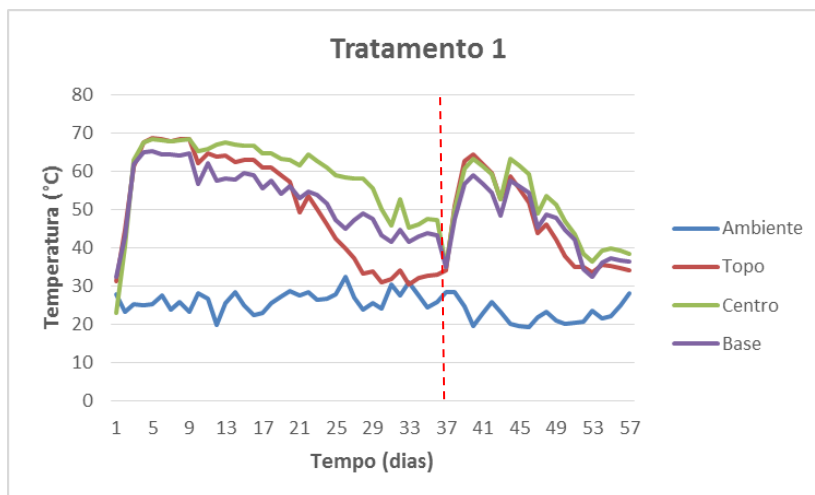
A temperatura dentro do biocompostador foi controlada numa faixa de 40 à 60°C, de modo a intensificar o processo de degradação das carcaças de frango.

No decorrer dos primeiros dias do processo de compostagem no interior do biocompostador, houve um acréscimo da temperatura, chegando a valores próximos de 70°C. Todos os experimentos avaliados mantiveram a temperatura superior a 40°C durante toda a etapa no equipamento, conforme representado nas Figuras 8, 9 e 10.

#### ✓ Temperatura no decorrer do tratamento 1

No 2º 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 tratamento 1 atingiu o pico máximo de temperatura próxima a 70°C na posição do topo, e foi necessária uma correção do teor de água no interior do equipamento. O tratamento foi desmontado após 36 dias no biocompostador quando a temperatura atingiu valores próximos ou menores que 40°C nas três regiões medidas, e iniciou-se a segunda fase de maturação do composto.

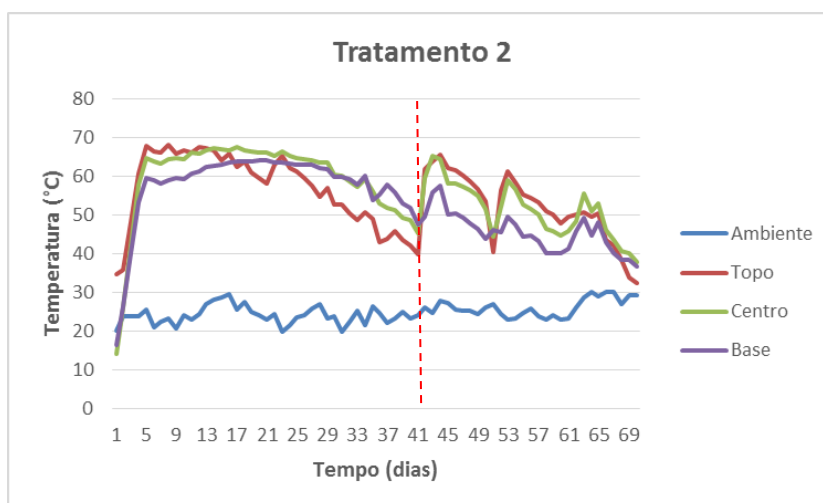
Iniciada a segunda etapa do processo de compostagem, a temperatura atingiu o pico de 64,3°C no topo, e após o 6º dia foi realizado um reviramento e a temperatura passou a decrescer gradativamente até a finalização do processo aos 51 dias.



**Figura 8 – Monitoramento da temperatura para o tratamento 1 ao longo do processo de compostagem**

#### ✓ Temperatura no decorrer do tratamento 2

Após iniciado o processo de compostagem no interior do biocompostador, o tratamento 2 atingiu o pico de 68°C no topo do equipamento aos 7 dias. Assim como os demais tratamentos, foi necessária uma correção do teor de água no interior do equipamento. A desmontagem do biocompostador foi realizada no 40º dia, e o término do processo após 29 dias, totalizando assim 69 dias de compostagem.



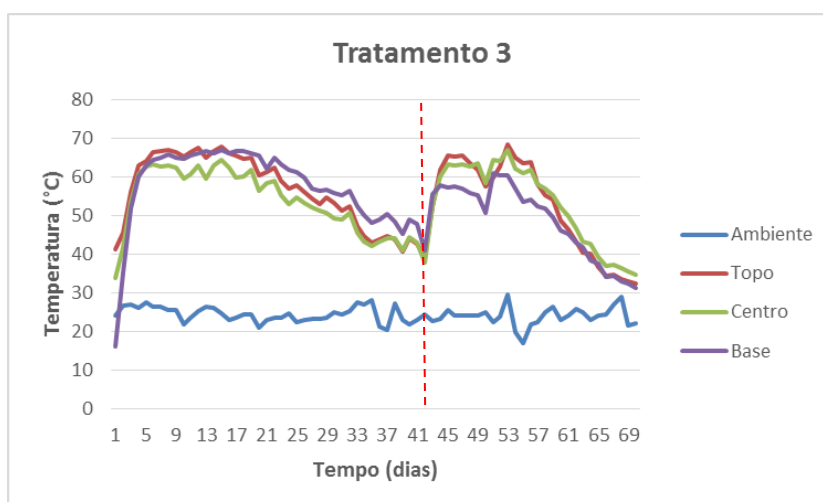
**Figura 9 – Monitoramento da temperatura para o tratamento 2 ao longo do processo de compostagem**

#### ✓ Temperatura no decorrer do tratamento 3

A partir do 3º dia de início do processo de compostagem no interior do biocompostador foram verificadas temperaturas acima de 60°C nas três regiões medidas, e aos 40 dias de processo com a diminuição da temperatura a valores próximos de 40°C, foi realizada a desmontagem do equipamento.

Aos 42 dias a temperatura medida na leira foi acima de 50°C nas três regiões, e aos 43 dias foram verificadas temperaturas acima de 60°C. Aos 52 dias, o pico medido no topo foi de 68,5°C, sendo necessário o reviramento do material.

Aos 60 dias de processo de compostagem, a temperatura passou a decrescer na faixa de 40°C, e aos 65 dias foi considerado o término do processo onde a temperatura medida foi próxima a do ambiente.



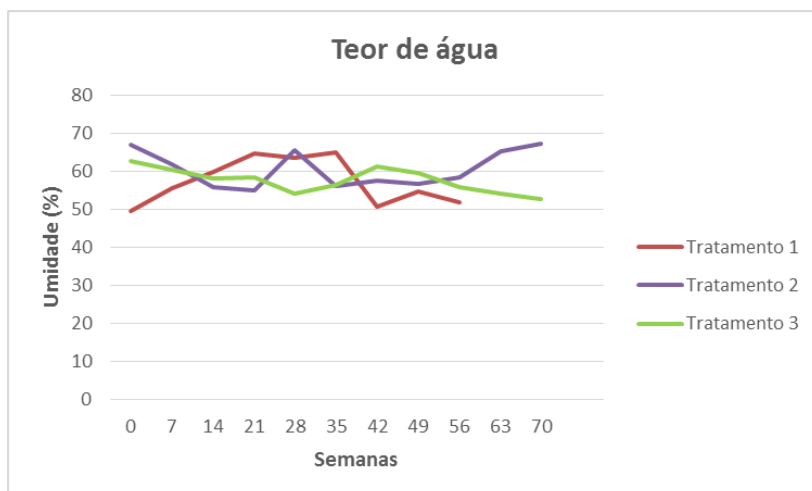
**Figura 10 – Monitoramento da temperatura para o tratamento 3 ao longo do processo de compostagem**

#### ✓ Teor de água

A eficiência do processo de compostagem irá depender deste parâmetro, uma vez 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).

No dia da montagem foi realizada a correção do teor de água, e no decorrer de todos os tratamentos, houve uma correção manual no interior do biocompostador. Na segunda etapa de maturação, foram realizadas duas correções no reviramento da leira. Notou-se que o controle do teor de água adequado aumenta a eficiência do processo de compostagem e está diretamente ligado com a variação da temperatura.

Durante o processo no interior do biocompostador notou-se que o teor de água se manteve próximo ao valor recomendado de 55%, como pode ser verificado na Figura 11.

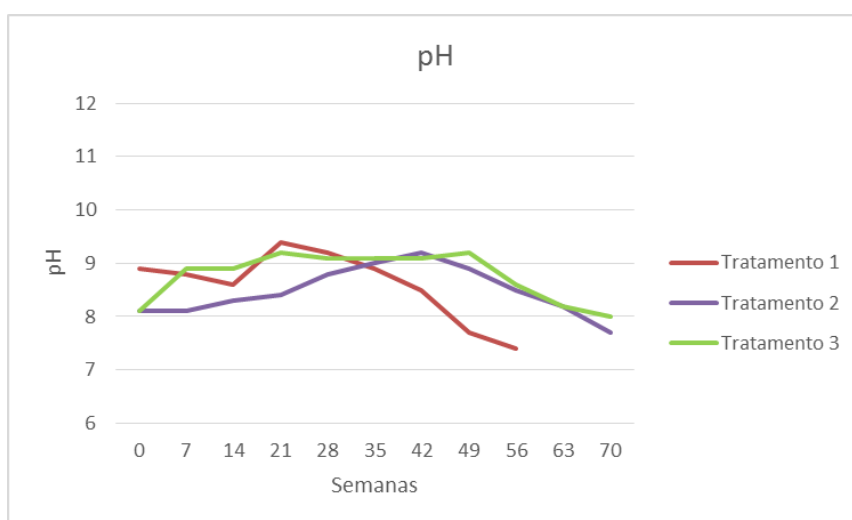


**Figura 11 – Monitoramento do teor de água ao longo do processo de compostagem**

#### ✓ pH

O pH não é um fator crítico na compostagem, pois dificilmente ele poderá afetar os fatores operacionais do processo (PEREIRA NETO, 1996).

O pH indica o grau de estabilização e maturação do material, e espera-se que ao final do processo de compostagem, o pH esteja na faixa alcalina entre 7,5 e 9 (PEREIRA NETO, 2004), conforme demonstrado por outros trabalhos em que foram utilizados materiais aviários (GARDONI, 2013). O gráfico da Figura 12 mostra a variação do pH.



**Figura 12 – Monitoramento do pH ao longo do processo de compostagem**



### ✓ Teor de Sólidos Voláteis

A compostagem da cama de frango, somada à carcaça de frango é um método eficiente quanto à redução de sólidos totais e eliminação de patógenos (ORRICO Jr. *et al.*, 2010).

A redução do valor de sólidos voláteis indica que houve a transformação da matéria orgânica em material humificado. Portanto, conforme esperado, os sólidos apresentaram uma redução ao longo do processo de compostagem, como mostrado na Figura 13.

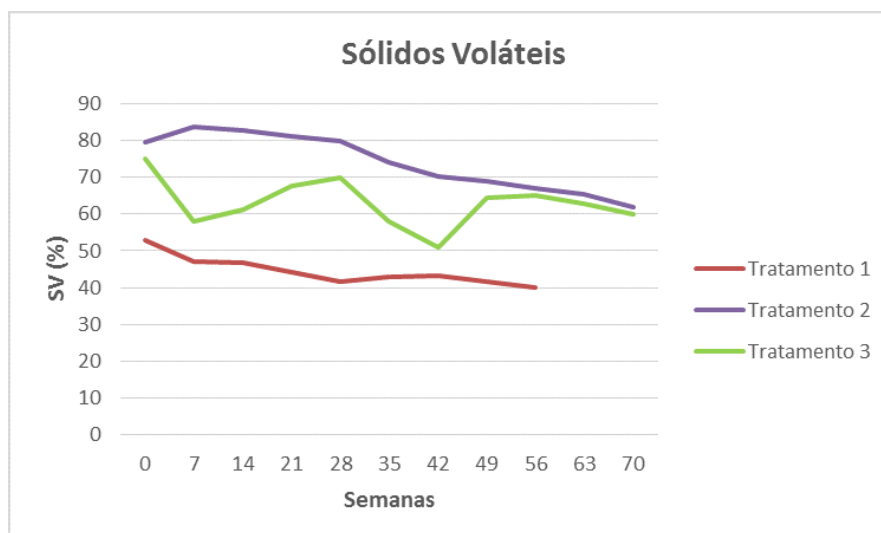


Figura 13 – Monitoramento do teor de sólidos voláteis ao longo do processo de compostagem

## CONCLUSÕES

O biocompostador com bomba de aeração de 0,5HP apresentou resultados satisfatórios no tratamento de carcaça e cama de frango por meio da compostagem em ambiente fechado, bem como o seu tratamento em seu local de geração.

Durante a retirada de material, foi possível verificar que a decomposição das carcaças se fez de forma efetiva pois apenas pequenos pedaços das mesmas foram encontradas na parte de baixo do compostador. Desta forma, o biocompostador mostrou-se eficiente na degradação das carcaças de frango, em média, aos 41 dias no interior do equipamento.

Com isso, pode-se considerar que a compostagem de carcaças de frango por meio do biocompostador pode-se tornar uma forma de eliminação de resíduos aviários, bem como seu tratamento no próprio local de geração.

Dessa forma, pode-se evitar problemas de saúde pública (proliferação vetores de doenças) e ambientais (contaminação de águas superficiais e solo por chorume, entre outros).

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FAPEMIG e à Universidade Federal de Viçosa pelo apoio financeiro para a apresentação do trabalho e participação do evento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AZEVEDO, M. A. Estudo e avaliação de quatro 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.
2. 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<sup>a</sup>.
3. 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, 2013. 92p.
4. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores IBGE: Estatística da Produção Pecuária. Consultado em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2380/epp\\_2017\\_mar.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2380/epp_2017_mar.pdf)
5. KIEHL, E. J. Fertilizantes Orgânicos. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1985, 492p.
6. ORRICO Jr, M. A. P., ORRICO, A. C. A., LUCAS Jr., J. (2010) Compostagem dos resíduos da produção avícola: cama de frangos e carcaças de aves, Engenharia Agrícola Jaboticabal, 30(3). 538-545. 2010.
7. 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.
8. PEREIRA NETO, J.T. Manual de compostagem processo de baixo custo. Belo Horizonte: UNICEF, 1996. 56p.
9. PEREIRA NETO, J. T. Compostagem: fundamentos e métodos. 1º Simpósio sobre compostagem: Ciência e Tecnologia – Universidade Estadual Paulista, 18 a 19 de agosto de 2004 – FCA – GEMFER.