

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE E PRODUÇÃO DE
ENERGIA EM BIODIGESTORES, UTILIZANDO-SE TRÊS
TIPOS DE CAMA**

Josiane Roccon

Zootecnista

2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE E PRODUÇÃO DE
ENERGIA EM BIODIGESTORES, UTILIZANDO-SE TRÊS
TIPOS DE CAMA**

Josiane Roccon

Orientador: Prof. Dr. Jorge de Lucas Júnior

**Dissertação apresentada à
Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias – Unesp, Campus de
Jaboticabal, como parte das
exigências para obtenção do
título de Mestre em Zootecnia**

2014

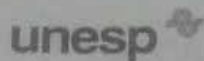
Roccon, Josiane
R671d Desempenho de frangos de corte e produção de energia em
biodigestores utilizando-se três tipos de cama / Josiane Roccon. --
Jaboticabal, 2014
iv, 83 f.: il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014
Orientadora: Jorge de Lucas Júnior
Banca examinadora: Mônica Sarolli Silva de Mendonça Costa,
Silvana Martinez Baraldi Artoni
Bibliografia

1. *Biodigestão anaeróbia*. 2. Capim Napier. 3. Casca de
Amendoim. 4. Desempenho. 5. Maravalha. I. Título. II. Jaboticabal-
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.5

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

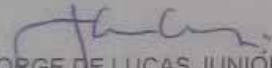
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE E PRODUÇÃO DE ENERGIA EM BIODIGESTORES, UTILIZANDO-SE TRÊS TIPOS DE CAMA


AUTORA: JOSIANE ROCCON


ORIENTADOR: Prof. Dr. JORGE DE LUCAS JUNIOR

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA , pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. JORGE DE LUCAS JUNIOR

Departamento de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Profa. Dra. MONICA SAROLLI SILVA MENDONÇA COSTA
Universidade Estadual do Oeste do Paraná / Cascavel/PR


Profa. Dra. SILVANA MARTINEZ BARALDI ARTONI

Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 01 de agosto de 2014.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Josiane Roccon Marques – nascida em 06 de novembro de 1986, na cidade de Rio Claro (SP), filha de Douglas Roccon e Sandra Maria Fernandes Roccon, ingressou no curso de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp - Câmpus de Jaboticabal em março de 2007, graduando-se em março de 2012. No mesmo mês, ingressou no curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp - Câmpus de Jaboticabal, sob orientação do Prof. Dr. Jorge de Lucas Júnior.

OFEREÇO

Aos meus pais Douglas e Sandra, por serem esses pais tão carinhosos e atenciosos, sempre me apoiando, aconselhando e ajudando a enfrentar os obstáculos.

Ao meu avô, Roque, por todo carinho e ajuda que me deu durante a minha vida.

A minha irmã Joice, pela amizade e amor a vida toda.

Aos meus sobrinhos Thiago, Pedro e João Victor, por ser a alegria da minha vida.

DEDICO

Ao meu esposo, Rafael Henrique Marques, meu melhor amigo e companheiro, pois sempre está presente em todos os momentos da minha vida me apoiando, me ajudando, me encorajando e fazendo os meus dias mais felizes. Eu te amo.

Ao meu amado filho Miguel, que ainda nem nasceu, mas já é a minha maior alegria e o melhor presente que Deus poderia me dar.

AGRADEÇO

Primeiramente a Deus, por se fazer tão presente em minha vida e me dar tantas bênçãos e alegrias.

À UNESP – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, pela oportunidade oferecida para a realização do curso.

Ao professor Jorge de Lucas Júnior, por ter me orientado durante o mestrado, pois mesmo com toda a dificuldade sempre se mostrou disposto a me ajudar nos momentos necessários.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio à pesquisa concedido.

Ao Alex Sagula, pois sem ele, com certeza não seria possível à realização deste experimento de mestrado.

Aos colegas e orientados do professor Jorge, que me ajudaram muito na execução desse experimento: Laura Costa, Maria Fernanda M. Praes, Lívia Ferreira, Paula Pilotto.

Aos membros da banca de qualificação e defesa: Dra. Laura Vanessa Cabral da Costa, Dra. Silvana Martinez B. Artoni e Dra. Mônica Sarolli Silva de Mendonça Costa.

A minha família, que me deu todo suporte e apoio durante todo o período, sempre me encorajando e animando nos momentos difíceis.

As minhas amigas e companheiras da República Rep. Hour Tatiane, Jaqueline, Laura, Mariana, Gabriele, Ana Carolina, Bianca, Isabela, Ana Carolina, Georgia e Carolina por sempre me acolherem nesse período e a minha amiga querida Miryele Freire Sarcinelli, por toda ajuda e pelo carinho!

Aos meus companheiros de trabalho da Agrocerec Multimix, pela paciência e compreensão nos momentos em que tive que ficar ausente para realização deste experimento.

Aos funcionários do departamento de Engenharia Rural: David, Luizinho, Marquinho, Airton, Sr. João, Silvia, Sebastião.

Aos funcionários do setor de Avicultura: Robson, Vicente, Izildo, por todo o auxílio durante a criação e manejo das aves.

Aos funcionários da fábrica de Ração: Batista e Helinho por sempre ajudarem nos momentos mais “pesados” do experimento.

A todas as pessoas, que me ajudaram de forma direta e indireta para a realização deste experimento e na conclusão deste curso.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1 - Considerações gerais	
1. Introdução.....	1
2. Revisão de Literatura.....	5
3. Objetivos Gerais.....	14
4. Referências Bibliográficas.....	14
CAPÍTULO 2 - Efeito do uso de três tipos de cama sobre o desempenho, rendimento de carcaça e densitometria óssea de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade.	
Resumo.....	22
1. Introdução.....	23
2. Objetivos.....	24
3. Material e Métodos.....	24
4. Resultados e Discussão.....	28
5. Conclusão.....	33
6. Referências Bibliográficas.....	34
CAPÍTULO 3 – Produção e qualidade de três tipos diferentes de cama de frango criados do 1° ao 42° dia de idade.	
Resumo.....	36
1. Introdução.....	37
2. Objetivos.....	37
3. Material e Métodos.....	38
4. Resultados e Discussão.....	42
5. Conclusão.....	45
6. Referências Bibliográficas.....	46

CAPÍTULO 4 – Utilização de três tipos de cama de frango em biodigestores contínuos para produção de biogás.

Resumo.....	47
1. Introdução.....	48
2. Objetivos.....	48
3. Material e Métodos.....	49
4. Resultados e Discussão.....	55
5. Conclusão.....	64
6. Referências Bibliográficas.....	64

CAPÍTULO 5 - Utilização de três tipos de cama de frango em biodigestores contínuos para produção de biogás.

Resumo.....	66
1. Introdução.....	67
2. Objetivos.....	68
3. Material e Métodos.....	68
4. Resultados e Discussão.....	73
5. Conclusão.....	81
6. Referências Bibliográficas.....	81

DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE E PRODUÇÃO DE ENERGIA EM BIODIGESTORES, UTILIZANDO-SE TRÊS TIPOS DE CAMA

RESUMO - O objetivo do estudo foi avaliar o uso de três tipos de cama de frango e sua ação na produção de biogás. Foram utilizados 720 pintos de corte da linhagem Cobb 500[®], distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e oito repetições com 30 aves cada. Os tratamentos consistiram de diferentes tipos de cama: T₁: cama de maravalha; T₂: cama de casca de amendoim; T₃: cama de capim napier. As características avaliadas nos frangos foram: desempenho, rendimento de carcaça e de partes e densitometria óssea. Para as camas determinou-se a produção, a composição química e os potenciais de produção de biogás de cama (biodigestores do tipo contínuo e batelada) de frangos de corte. As camas e as excretas alimentaram os biodigestores com quatro repetições por tratamento. Foi realizada a análise de variância dos dados e em caso de significância estatística foi adotado o procedimento de comparação das médias pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos para nenhuma das características de desempenho das aves (ganho de peso, peso médio, consumo de ração e conversão alimentar). O tratamento com cama de maravalha quando comparado aos demais tratamentos apresentou diferença significativa com relação ao rendimento da coxa e sobrecoxa e também para as características densitométricas. Foram também observados os maiores valores para a composição mineral óssea e a densidade mineral óssea. Para o teor de minerais, a cama de casca de amendoim apresentou o maior teor de nitrogênio e o capim napier o maior teor de potássio, diferindo significativamente dos demais tratamentos. O tratamento em se que utilizou a cama de maravalha apresentou valores maiores e significativos ($P < 0,05$) para FDN, FDA e Lignina. A maior produção de biogás e de metano foi obtida nos biodigestores semi-contínuos abastecidos com capim napier, observando se valores médios de 0,00319 m³ e 0,13762 m³, respectivamente. O potencial de produção de metano foi significativamente diferente entre os tratamentos de casca de amendoim e capim napier em relação ao tratamento com maravalha, que apresentou potencial de produção de 0,2346 m³/kg SV adicionados. Para o tratamento em biodigestores do tipo batelada a cama de capim napier sem separação da fração sólida é a mais indicada para produção de biogás, pois foi notada uma redução do teor de Sólidos Voláteis em 56,12%, quando comparamos aos demais tratamentos estudados e potencial de produção de biogás de 1,9160 m³/kg de SV adicionados

Palavras-chave: biodigestão anaeróbia, capim napier, casca de amendoim, desempenho, maravalha

PERFORMANCE OF BROILER AND ENERGY PRODUCTION IN BIODIGESTERS, USING THREE TYPES OF POULTRY LITTER

ABSTRACT - The purpose of the study was to evaluate the use of three types of poultry litter and its effect on biogas production. 720 broiler chicks Cobb 500 ® line were distributed in a completely randomized design with 3 treatments and 8 replicates of 30 birds each were utilized. Treatments consisted of different bed types: T1: Shavings; T2: Bark Peanut; T3: Napier grass. The characteristics evaluated were: performance, carcass and parts, bone densitometry, production, chemical composition and potential of biogas production from poultry litter (digesters continuous type and batch). The poultry litter and excreta were distributed in digesters with 4 replicates per treatment. Analysis of variance was performed and in case of statistical significance was adopted procedure for comparison of means by Tukey test at 5% probability. There was no significant difference ($p < 0.05$) between treatments for any of the performance characteristics of birds (GP, PM, RC and AC). Treatment with shavings when compared to the other treatments showed significant difference with respect to the income of the thigh and drumstick and also for densitometric characteristics showed higher values for bone mineral content and bone mineral density. For the mineral content, the Double Peanut Bark the highest level of Nitrogen and Napier grass the highest level of potassium, differing significantly from the other treatments. The treatment that used the shavings had higher and significant values ($P < 0.05$) for NDF, ADF and lignin. The higher production of biogas and methane was obtained in semi-continuous digesters supplied with napier grass, observing mean values of 0.00319 and 0.13762 m³ kg, respectively. The potential for methane production was significantly different between treatments peanut shell and napier grass in relation to treatment with wood shavings, which has the potential of producing 0.2346 m³ / kg VS added. For treatment in digesters of the batch type napier grass bed without separation of the solid fraction is the most suitable for biogas production, as was noted a reduction in the content of Volatile Solids in 56.12% when compared to the other two treatments and potential for biogas production from 1.9160 m³ / kg VS added.

Keywords: anaerobic digestion, napier grass, peanut hulls, performance, shavings

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

1. INTRODUÇÃO

A produção de frangos de corte no decorrer dos anos vem crescendo devido às melhoras nos índices zootécnicos, proporcionada por vários fatores, tais como: nutrição, melhoramento genético, desenvolvimento de novos equipamentos, uso de novas estratégias sanitárias para minimizar a ocorrência de doenças, o que caracterizaram a avicultura atual como uma das atividades agropecuárias mais desenvolvidas atualmente.

Esse aumento na produção de frangos de corte no Brasil veio acompanhado por uma maior geração de resíduos, gerados desde o nascimento das aves até o abate. Os resíduos gerados durante o abate ainda não contam com tecnologias adequadas para seu tratamento e eliminação; por outro lado, os resíduos provenientes do ciclo de criação das aves, dentre eles, o principal é a cama, ficam sob a responsabilidade do produtor ou da empresa. Este deve proceder ao descarte ambientalmente correto desse material.

A cama de frango foi fornecida para ruminantes por muito tempo, porém, devido aos problemas sanitários ocorridos na Europa em 2001, como a encefalopatia espongiforme bovina (BSE), o Ministério da Agricultura publicou a Instrução Normativa nº 5 (Brasil, 2001) proibindo, entre outros, a comercialização da cama de frango com a finalidade de alimentação para ruminantes. Tal proibição se deve aos riscos de haver contaminação da cama com restos de ração que por ventura contenham a proteína de ruminantes em sua composição. Devido à dificuldade de fiscalização em todo o território brasileiro para a diferenciação se as aves foram alimentadas com proteína especificamente vegetal ou animal, a instrução proíbe o uso de toda e qualquer cama, independente da sua origem. Com esta proibição, o destino para cama de frango tornou-se restrito, justificando-se pesquisas com objetivo de estudar alternativas para o aproveitamento deste resíduo. Mas ao longo do tempo os produtores tem se conscientizado, da importância de dar

um destino correto a esse material e muitos já fazem um tratamento prévio da cama antes da sua disposição no ambiente.

A cama de frango pode ser definida como produto resultante dos excrementos das aves, detritos alimentares, penas e o material absorvente utilizado como piso nos galpões. Os materiais comumente empregados são a maravalha, casca de arroz, casca de amendoim, palhas, sabugo de milho triturado, bagaço de cana e capim elefante e napier triturados. Esses materiais têm a propriedade de evitar a umidade e o frio, além de diminuir a aderência das dejeções e facilitarem a remoção do esterco no final de cada ciclo de criação (LANCINI, 1986). Nos sistemas de produção de aves, as práticas de manejo dos frangos influem na qualidade da cama, nas emissões de gases e conseqüentemente no impacto ambiental da granja.

A quantidade de cama produzida e as características da cama de frangos dependem, sobretudo, do material utilizado como base, da época do ano, do número de lotes criados consecutivamente, do tempo de criação e da densidade populacionais à que as aves foram submetidas.

Os problemas com a cama, em particular, se relacionam diretamente ao bem estar animal, devido alta umidade e emissão de amônia, o que pode determinar problemas respiratórios para as aves (JORGE, 1991) e por outro lado, diminuir o número de microrganismos presentes na cama (TURDU et al., 1984, JORGE et al. 1987).

À medida que a criação dos animais de produção tem aumentado, são exigidas melhorias ambientais, como tratamento dos dejetos e resíduos, tendo em vista o atendimento às diretrizes do desenvolvimento sustentável. O conceito de sustentabilidade envolve não somente os aspectos ambientais, mas também aspectos sociais e econômicos. A comissão mundial sobre o meio ambiente e desenvolvimento, criado pela Organização das Nações Unidas, conceituou o desenvolvimento sustentável como sendo um processo dinâmico destinado a satisfazer as necessidades atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem suas próprias necessidades.

Se por um lado a avicultura é caracterizada por ser uma atividade com alto consumo de energia, por outro, esta atividade também tem a característica de

produzir resíduos com considerável potencial energético. No caso da produção de frangos de corte, a cama de frango pode ser revertida em energia com a queima direta ou por meio do processo de biodigestão anaeróbia. Apesar do seu valor energético reconhecido cientificamente, na prática o resíduo é pouco utilizado para este fim, em razão da disponibilidade de combustíveis derivados de petróleo no meio rural, mesmo com toda instabilidade nos preços e fornecimento destes produtos.

A conversão de dejetos de animais em energia renovável tem sido alvo de intensas pesquisas há várias décadas. A utilização do processo de biodigestão anaeróbia para este fim já se mostrou viável, não apenas por produzir gás combustível, o metano, mas também por fornecer ao ambiente o material orgânico-mineral estabilizado, biofertilizante, contribuindo desta forma para a diminuição da poluição ambiental no meio rural, como emissão de metano e dióxido de carbono para atmosfera, contaminação de solos, água subterrânea e de superfície. Porém, mostra-se necessário que se desenvolvam estudos que relacionem o processo com as diversas formas operacionais dos biodigestores e adaptados às condições da avicultura de corte que se pratica no Brasil.

A acelerada tecnificação na agropecuária a partir da década de 90, refletida no crescente consumo de energia pelo setor chega, porém, num momento em que a palavra de ordem é “conservação e racionalização de energia”, a exemplo de outros setores consumidores de energia, a agropecuária há de buscar alternativas energéticas, bem como reduzir consumo de energia elétrica, por exemplo, adquirindo equipamentos mais eficientes no uso desta energia. É importante que se adotem tecnologias de conservação de energia, assim como o desenvolvimento de máquinas energeticamente mais eficientes (SIQUEIRA et al., 1999).

No que diz respeito à avicultura, informações da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG, 1997), indicam que o setor já possuía a 13 anos atrás grande potencial de economia de energia elétrica (27,1%), sobretudo por meio da melhoria da eficiência dos programas de iluminação, usando lâmpadas mais eficientes e índices adequados de iluminamento. Um menor consumo de energia elétrica em uma granja é interessante ao avicultor, uma vez que esta economia representa redução dos custos de produção e, conseqüentemente, maior margem de lucro.

A utilização de energia elétrica pelo setor tem sido alvo de pesquisas, com intuito de sua caracterização e, em especial, visando à conservação de energia. Levantamentos têm sido realizados em várias categorias do setor tais como: processamento do milho para alimentação de frangos (DANTAS, 1989); fábrica de ração e incubatório (POGI, 1991); galpões de aves de postura (CEMIG, 1997); galpões de frangos de corte (CEMIG, 1997; TURCO et al., 1998; TURCO 1999; FERREIRA e TURCO, 2000) e matrizeiros (JORDAN e TAVARES, 2000).

A energia elétrica e o gás liquefeito de petróleo (GLP) são insumos energéticos imprescindíveis na avicultura moderna. O consumo de energia elétrica e GLP por esta atividade são considerados altos, especialmente se comparados com outros setores da produção animal, visto que estão presentes praticamente em todas as fases da criação das aves, seja de postura ou corte. Estes dois insumos podem ser considerados fatores limitantes na produção avícola e podem determinar diminuição ou aumento no lucro do produtor.

O biogás, é o produto gerado a partir da biodigestão de resíduos gerados pela população ou pelas atividades agropecuárias, Pode ser utilizado em equipamentos para o aquecimento dos pintainhos, onde ocorrerá sua queima e conseqüente produção de calor, fundamental para a sobrevivência nas duas primeiras semanas de vida destes animais. Pesquisas realizadas pela Embrapa Suínos e Aves demonstraram que os gastos com energia para aquecimento (gás e lenha) tiveram participação de 2,9% no custo de produção do quilograma de frango no sistema manual e 3,8% no sistema automático.

O consumo energético para aquecimento das aves deve ser analisado com ênfase, notadamente em países como o Brasil que possui expressiva produção de frangos de corte (próximo a 5 milhões de toneladas de carne no ano de 2000 (APA, 2000), justificando-se a busca de alternativas energéticas.

Atualmente existem no mercado vários tipos de aquecedores que funcionam, basicamente, a gás liquefeito de petróleo (GLP) e eletricidade, além da utilização da lenha em alguns locais em que se dispõe deste combustível a preços competitivos e com exploração legalizada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Panorama da Avicultura Brasileira

A avicultura de corte é uma das atividades econômicas que mais se desenvolveu no setor agropecuário nos últimos anos. Este fato ocorreu, pois o setor caracteriza-se por inúmeras mudanças, tais como avanços tecnológicos, genética, nutrição, adequação e modernização das instalações e equipamentos, implantação de normas de biossegurança e aperfeiçoamento do manejo.

A avicultura brasileira alcançou nos últimos anos níveis de produtividade e ajuste na organização e coordenação que a colocaram como uma das mais competitivas do mundo. Assim, o Brasil é hoje o maior exportador mundial de carne de frango, com uma produção de 11,02 milhões de toneladas de carne por ano. O Brasil é o terceiro produtor mundial, atrás somente dos EUA e China (AVISITE, 2012).

A fim de atender a demanda interna e externa crescentes, a produção de frangos de corte tem se expandido nos últimos anos para regiões do centro-oeste do país além dos tradicionais produtores que estão no sul do Brasil (GARCIA e FERREIRA FILHO, 2005).

Nos últimos anos, houve a substituição da carne bovina por alternativas proteicas, principalmente a carne de frango. Pode-se dizer que alguns fatores foram importantes para que houvesse essa mudança, sendo um deles caracterizado pela queda dos preços relativos ao frango de corte, até então, frente às demais carnes (TEIXEIRA, 2003).

Em 2012, a conjunção de estoques elevados, custos de produção nas alturas e dificuldades em repassar preços culminou no pior ano para a avicultura brasileira desde 2000. A produção nacional de carne de frango totalizou 12,6 milhões de toneladas no ano de 2012, retração de 3,1% sobre as 13 milhões de toneladas de 2011 (BEEF POINT, 2013).

As principais indústrias de frango do país começaram 2012 pressionadas pelo excesso de produção no mercado interno e elevados estoques de carne em seus

dois maiores importadores: Oriente Médio e Japão. A situação se agravou em julho, quando informações sobre a estiagem que atingia as lavouras dos EUA revelaram uma forte quebra das safras de soja, milho e trigo. O mau momento do setor avícola também afetou as exportações. Com os preços em queda em seus dois principais mercados, os exportadores brasileiros de carne de frango amargaram uma redução de 6,7% em receita em 2012. As exportações de carne de frango do Brasil renderam US\$ 7,7 bilhões, ante US\$ 8,2 bilhões registrados no ano anterior. Em volume, esses embarques recuaram 0,6% em relação a 2011. Apesar dessa queda, o Brasil se manteve como o maior exportador global de carne de frango, à frente dos Estados Unidos (BEEF POINT, 2013).

Nas últimas décadas a exploração avícola tem se caracterizado pela produção de frango de corte cada vez mais precoce, constituindo um dos ramos da produção animal de maior desenvolvimento e progresso tecnológico. No entanto, esse aumento gera um montante de resíduos na mesma proporção (AIRES, 2009).

2.2. A cama de frango

Um dos grandes problemas enfrentados pelos produtores de frangos de corte é a escassez de informações sobre os materiais mais apropriados e disponíveis para serem utilizados como cama de frango em substituição à maravalha e a casca de arroz (ANGELO et al., 1997).

A cama de aviário consiste na mistura do material utilizado como substrato para receber e absorver a umidade das excretas, penas, restos de alimentos e secreções e a própria excreta, afirma Bellaver e Palhares (2002). Esta afirmação é complementada pelo texto de Oliveira e Carvalho (2002), que afirmam que a cama de frango é todo material que possa ser utilizado para cobrir o piso do aviário, com uma espessura de 5 a 10 cm de altura, o qual receberá as sobras de ração, excretas, penas e descamações de pele dos animais. A finalidade do uso não é somente para evitar o contato direto das aves com o piso, mas também para proporcionar maior conforto às aves. O frango expressa na cama seu comportamento natural, permitindo que a qualidade de sua carcaça seja mantida, diminuindo o número de lesões.

O desempenho das aves relaciona-se diretamente com a qualidade da cama que, por sua vez, depende de vários fatores como densidade populacional, material usado, altura e manejo de cama, sanidade das aves, tipo de bebedouro e dieta. O aumento da densidade populacional pode causar aumento da umidade da cama e da deposição de sólidos fecais, diminuindo a qualidade da cama de frango, a qual segundo Smith (1956) é mais influente sobre o desempenho das aves do que o tipo de material usado.

Para seleção de uma boa cama de frango, devem-se estabelecer alguns padrões de qualidade importantes, como tamanho da partícula, umidade de compactação (ANGELO et al., 1997).

Com relação ao tamanho da partícula, recomenda-se o uso de materiais com partículas menores que 3/8" (SMITH, 1956). De acordo com Musa et al. (2012) uma boa cama de frango pode ser usada a uma altura de, pelo menos, 2cm (areia), 5-10 cm (maravalha), 10 cm (palha picada) e mais que 8 cm para outros materiais.

A cama úmida leva a severas lesões em frangos, principalmente no coxim plantar e na região do esterno, devido a compactação. Com camas compactadas, ocorre o desenvolvimento de vesículas de peito e coxim plantar, que contribuem para a redução da velocidade de crescimento dos frangos, podendo determinar perdas econômicas por condenação da carcaça no abatedouro (MARTLAND, 1985).

Com essa expansão da avicultura e as melhorias da tecnologia de produção, o material utilizado como cama, em muitos casos, restringiu-se à maravalha, que foi se tornando progressivamente mais escassa e com maior valor de mercado; sua obtenção, em muitos casos, depende de fornecedores distantes, o que aumenta acentuadamente o custo.

Muitos materiais são utilizados como cama na criação de frangos de corte. Alguns são subprodutos da indústria de alimentos, tal como a casca de arroz, a qual é classificada como resíduo nos moinhos beneficiadores de arroz. Porém, este material apresenta certa restrição quanto ao seu uso, devido à baixa capacidade de absorção e composição de partículas pequenas que podem ser ingeridas em excesso com risco de intoxicação. Algumas variedades liberam muita poeira que podem causar problemas para os olhos dos pintinhos (AVILA et al., 1992).

Subprodutos de madeira, como a maravalha e a serragem são amplamente empregados. Esses materiais apresentam bom poder de absorção, variável de acordo com tipo de madeira. As espécies de madeira suave, em particular o pinus, tendem a ser mais absorventes, apresentam melhor cor e odor que as nobres, sendo por isso, preferidas. Ainda, o uso de madeira dura, principalmente em pó, tem sido associado à ocorrência de aspergilose em pintinhos (MALONE, 1993).

O uso da maravalha ou serragem como material de cama de frango, geralmente, não interfere nos resultados de peso final (DAVASGAIUM e BOODOO, 1998), consumo de ração (SANTOS et al., 2000), conversão alimentar (BENABDELJELIL e AYACHI, 1996) e viabilidade (SANTOS et al., 2000).

Alguns estudos têm sido conduzidos com o objetivo de propor materiais alternativos para preparação da cama. Assim, Oliveira (1993) compararam diversos materiais (maravalha, bagaço de cana, sabugo picado de milho, areia, feno picado e casca de arroz) e concluíram que a utilização desses materiais como cama não influencia o desempenho das aves. Anisuzzaman e Chowdhury (1996) compararam quatro tipos de materiais para cama (casca de arroz, serragem, palhada de arroz e areia) e observaram que a casca de arroz foi o material que proporcionou melhor resultado quando utilizada como cama, pois proporcionou maior ganho de peso e consumo de ração, melhor conversão alimentar, maior viabilidade e maior índice de produtividade. No entanto, esses autores verificaram ocorrência de calo de peito nos frangos criados em piso com cama de areia.

Lien et al. (1992), ao compararem o uso da serragem e cascas de amendoim como cama para frangas de postura não verificaram diferenças no peso final das aves, consumo de ração ou mortalidade. Entretanto, os autores mencionaram que as aves alojadas sobre a serragem possuíam moela mais pesada (72 x 61g para a serragem e cascas, respectivamente) sendo isso atribuído a diferentes taxas de consumo das camas e ao maior teor de fibra da serragem que induziu a maior atividade muscular da moela. Já Santos et al. (2000), trabalhando com frangos de corte, relataram melhores ganhos de peso e conversão alimentar com o uso da maravalha moída, quando comparada com outros tipos de cama. Da mesma forma, Al-Homidan (2001) também relatou que frangos criados sobre maravalha

apresentaram melhor desempenho do que aqueles criados sobre cama composta por papel picado.

Também pode ser utilizado como cama o bagaço de cana, a casca de amendoim, a casca de café e sabugo de milho, mas esses materiais são de baixa disponibilidade.

Apesar de algumas alternativas estudadas, a obtenção de material de cama para a criação de frangos de corte tem-se tornado um problema preocupante, devido a pouca disponibilidade e ao alto custo (TORRES-CASTILLO et al., 1995). A casca de arroz, por exemplo, foi muito procurada para outros tipos de atividades econômicas, diminuindo assim a disponibilidade para o uso como cama (PEREZ, 1988). Assim, torna-se importante o estudo de materiais alternativos e de alta disponibilidade, sendo o uso gramíneas uma alternativa viável.

As gramíneas apresentam alta disponibilidade, pois podem ser produzidas sempre que necessário. Como são secas, apresentam boa absorção e proporcionam conforto às aves em razão de sua alta capacidade de amortecimento.

Mouchrek et al. (1987) sugerem que os capins napier e braquiária podem ser utilizados como cama para frangos de corte, já que não acarretam problemas para o desempenho. Entretanto, a utilização do feno com esta finalidade é restrita, devido à falta de orientação ao produtor de frangos de corte referentes à quantidade de material utilizado (verde e fenado), umidade, ao tamanho de partícula, à altura de cama e qualidade do produto final obtido. Ainda não existem dados suficientes que indiquem se a cama de feno determina lesões no peito, joelhos e coxim plantar dos frangos criados sobre ela.

2.3. Produção de Cama de Frango

Atualmente a exploração avícola tem se caracterizado pela produção de frangos de corte cada vez mais precoce, que constitui um dos ramos da produção animal de maior desenvolvimento e progresso tecnológico.

Esse desenvolvimento está apoiado nos avanços da genética, nutrição, sanidade de manejo, que são fatores de sustentação da moderna avicultura de corte, e que colaboram para a evolução da criação. No entanto, é grande a busca por alternativas que visam reduzir os custos de produção sem prejudicar o desempenho zootécnico, otimizando a produção para atingir melhores resultados econômicos.

Cama é todo material distribuído sobre o piso para servir de apoio às aves (PAGANINI, 2004), sendo uma mistura de excreta, penas, ração e o próprio material utilizado sobre o piso. Vários materiais são utilizados como cama: maravalha, casca de amendoim, casca de arroz, casca de café, capim seco, sabugo de milho picado, entre outros (GRIMES, 2004).

Considerando a produção média de cama de 2,19 kg por frango de corte na matéria natural (MN) (SANTOS e LUCAS JR., 1997) e a produção de frangos de corte no Brasil em 2012 de 12,6 bilhões, estima-se que a produção de cama tenha sido de aproximadamente 27,59 bilhões de kg de cama de frango (MN).

À medida que a produção nacional de frangos aumenta, maiores quantidades de cama são produzidas e é notória a necessidade eminente de se pensar nas possibilidades de manejo e de destino desse resíduo a fim de minimizar os impactos por ele causados (FUKAYAMA, 2008).

Como a cama de frango foi proibida para alimentação animal pelo Ministério da Agricultura com a publicação da Instrução Normativa n. 5 (BRASIL, 2001), o destino para a cama de frango tornou-se restrito, sendo necessário pesquisar com o objetivo de estudar alternativas para o aproveitamento deste resíduo.

Quando se trata do estudo do potencial de biogás através da biodigestão anaeróbia da cama de frangos, as informações sobre a quantidade produzida e suas características são de extrema importância, visto que tais fatores poderão determinar o maior ou menor potencial de produção de biogás, bem como sua qualidade (SANTOS, 1997).

A utilização de alta densidade no alojamento de frangos de corte é uma alternativa há muito tempo estudada, utilizada em outros países e que vem sendo

atualmente empregada em nosso país com intuito de produzir maior quantidade de carne por unidade de área construída (SANTOS, 1997).

Vários pesquisadores abordam os pontos negativos ao se utilizar altas densidades no alojamento de frangos, como problemas com sanidade (PROUDFOOT e HULAN, 1985), velocidade no crescimento das aves (MORENG, 1961) e problemas com a cama (HARTUNG, 1955; MORENG, 1961; STANLEY e KRUEGER, 1981; JORGE et al., 1987; GRAÇAS et al., 1990; FERNANDES, 2013).

Em geral, quando se adotam altas densidades populacionais nas criações de frangos, observa-se redução significativa no peso vivo, melhoria na conversão alimentar e menor consumo de ração, sempre considerando variantes como época do ano, sexo e nível de energia da ração, como observou Goldflus (1994) ao comparar quatro densidades populacionais de frangos de corte (10, 14, 18 e 22 aves/m²), sendo as aves abatidas aos 42 dias. Observou-se que a redução no consumo alimentar, com diminuição gradativa do espaço disponível às aves, resultou em queda linear no ganho de peso, porém, houve um aumento linear na produção de frango vivo por área de piso, proporcional à elevação da densidade sem afetar a viabilidade criatória.

Os problemas com a cama, em particular, se relacionam diretamente ao ambiente proporcionado às aves, como alta umidade e emissão de amônia, o que pode, por um lado, determinar problemas respiratórios para as aves (JORGE, 1991) e por outro lado diminuir o número de microrganismos na cama (TURDU, et al., 1984), o que seria desejável no caso de reutilização da cama em lotes subsequentes.

2.4. Biodigestão anaeróbia e produção de biogás

O biogás é o nome comum dado à mistura gasosa produzida durante a biodegradação anaeróbia da matéria orgânica (YADVIKA et al. 2004; GARBA, 1996).

Segundo Ruiz et al. (1992) na forma como é produzido, o biogás é constituído basicamente de 60 a 70% de metano (CH₄) e 30 a 40 % de dióxido de carbono (CO₂), além de traços de O₂, N₂, H₂S.

O processo biológico para produção de biogás ocorre na ausência de oxigênio molecular, no qual um consórcio de diferentes tipos de microrganismos interage estreitamente para promover a transformação de compostos orgânicos complexos em produtos mais simples, resultando, principalmente nos gases metano e dióxido de carbono (FORESTI et al., 1999).

A biodigestão anaeróbia geralmente é dividida em três fases: hidrólise, acidogênese e metanogênese. Porém, existem autores que dividem em quatro fases, acrescentando a acetogênese, fase intermediária entre a acidogênese e a metanogênese (CAMARERO et al., 1996; SINGH e SINGH, 1996).

A primeira fase da digestão anaeróbia é chamada de hidrólise e envolve a transformação mediada por enzimas extracelulares dos compostos insolúveis e dos compostos com alto peso molecular como carboidratos, proteínas, lipídios e ácidos nucleicos em compostos solúveis mais simples como monossacarídeos, aminoácidos e ácidos graxos. As bactérias que hidrolisam a matéria orgânica nessa primeira fase são facultativas e anaeróbias estritas. Na segunda fase, chamada de acidogênese, outro grupo de microrganismos transformam os produtos resultantes da fase anterior em ácido acético, hidrogênio, dióxido de carbono e outros ácidos orgânicos como o ácido propiônico e butírico que podem ser convertidos em ácido acético. Na terceira fase, o ácido acético, o hidrogênio e o dióxido de carbono são convertidos em uma mistura de metano e de dióxido de carbono pelas arqueias metanogênicas (dentre elas as que utilizam o acetato, *Methanosarcina spp.* e *Methanotherix spp.* e as que utilizam o formato e o hidrogênio, *Methanobacterium spp.* e *Methanococcus spp.*) (HESSAMI et al., 1996; HAMMAD et al., 1999).

O sucesso do processo de biodigestão anaeróbia depende de condições ambientais específicas (nutrientes, temperatura, tempo de retenção hidráulica suficiente e outros) para que as diferentes populações de microrganismos possam crescer e se multiplicar (SINGH e SINGH, 1996).

Outros fatores que interferem na conversão da cama de frango em biogás são: tipo de reação, estação do ano, densidade populacional das aves, tipo de substrato da cama, ventilação do galpão, nível de reutilização da cama e

características das excretas das aves. A entrada de antibióticos, inseticidas e desinfetantes no biodigestor também pode inibir a atividade biológica diminuindo a capacidade do sistema em produzir biogás (FUKAYAMA, 2008).

Porém, a biodigestão anaeróbia permite o isolamento dos resíduos, possibilitando a redução de moscas, de parasitos e patógenos ao homem e aos animais, assim como redução de odores, de sólidos e das demandas químicas e bioquímicas de oxigênio dos resíduos (TORRES-CASTILLO et al., 1995, LUCAS JR. e SANTOS, 2000). Além da obtenção de biofertilizantes também permite a utilização de metano como combustível e também redução da poluição ambiental por meio da utilização de combustíveis fósseis.

2.5. Densitometria Óssea

O tecido ósseo é o segundo tecido a ter seu desenvolvimento priorizado pelo organismo, atrás somente do sistema nervoso e à frente dos tecidos muscular e adiposo. Tal fato ilustra bem a importância de um correto e adequado desenvolvimento deste tecido. Apesar disto, pouca importância tem sido dada quanto ao seu status em animais de produção.

O osso é um tipo de tecido conectivo dinâmico, constituído de aproximadamente 70% de minerais, 22% de proteína e 8% de água (PIZZAURO JR, 2002). O colágeno do tipo I constitui, aproximadamente, cerca de 95% da matriz orgânica; os 5% restantes são compostos de proteoglicanas e várias outras proteínas do tipo não colagenosas (SANDY, 1996).

O tecido ósseo possui várias funções importantes, dentre as quais podemos citar: sustentação do corpo, locomoção, proteção de órgãos internos, reserva metabólica (lipídeos e minerais) e órgão hematopoiético (FERNANDES, 2013).

A indústria avícola está atualmente enfrentando uma alta percentagem de deformidades do tecido ósseo, devido principalmente à seleção genética realizada com intuito de aumentar a taxa de crescimento dos animais (VALLEMAN, 2000). Os problemas de pernas podem estar associados às características genéticas dos animais, que apresentam crescimento e acúmulo de tecido muscular muito rápido, com o tecido ósseo se desenvolvendo a uma velocidade menor (SILVA et al., 2001).

Algumas hipóteses associadas às anormalidades ósseas são descritas por Julian (1998): o alto peso corporal dos frangos; imaturidade dos tecidos de sustentação e manejo das aves e da cama, durante o período de criação.

Desde 1930, inúmeras causas de deformidade no tecido ósseo em aves foram identificadas: nutrientes (toxicidades, deficiências e desbalanços), genética, patógenos, micotoxinas e prática de manejo são fatores que afetam diretamente o crescimento e desenvolvimento normal do tecido ósseo.

A densitometria óssea é um exame que quantifica a densidade mineral dos ossos para verificar se há algum grau de perda de massa óssea. Com base nesses dados, o método indica indivíduos susceptíveis ao risco de fraturas, pois compara a densidade óssea encontrada tanto com o animal mais jovem quanto com a de animais da mesma faixa de idade, sempre do mesmo sexo e raça (FLEURY, 2013).

3. OBJETIVOS GERAIS

Diante do que foi exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho, produção, rendimento de carcaça e partes e as características ósseas de frangos de corte criados em três tipos de cama diferentes, bem como mensurar as características quantitativas e qualitativas desses materiais utilizados e seu uso em biodigestores semi-contínuos e batelada.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRES, A. M. **Biodigestão anaeróbia de cama de frango com ou sem separação das frações sólida e líquida**, 2009. 134 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

AL-HOMINDAN, A. The effect of light regime, litter type and sex in broiler performance. **British Poultry Science**, v. 42, p. 82-83, 2001.

ANGELO, J. C.; GONZALES, E.; KONDO, N.; ANZAI, N. H.; CABRAL, M. M. Material de cama: qualidade, quantidade e efeito sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 1, p. 121-130, 1997.

ANISUZZAMAN, M.; CHOWDHURY, S. D. Use of four types of litter for rearing broilers. **British Poultry Science**, London, v. 37, n. 3, p. 541 - 545, 1996.

APA. **Resumo do desempenho da avicultura brasileira**. São Paulo: Associação Paulista de Avicultura. 2000 Disponível em: <<http://www.apa.com.br>> Acesso em: 14 fev. 2011.

AVILA, M. A. C.; MAZZUCO, H.; FIGUEIREDO, E. A. P. de. **Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante**. Brasília: EMBRAPA, 1992. 38 p. (Circular técnica 16).

AVISITE. O portal da avicultura na internet. Disponível em: <<http://avisite.com.br/noticias/maisnotss.asp?codnoticia=10686&codCategoria=&Mesa=1&Ano=2010>>. Acesso em: 15 jan. 2012.

BEEF POINT. Avicultura Brasileira. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/cadeia-produtiva/giro-do-boi/avicultura-brasileira-2012-foi-o-pior-ano-desde-2000/>>. Acesso em: 22 ago. 2013.

BELLAVER, C.; PALHARES, J. C. P. **Uma visão sustentável sobre a utilização da cama de aviário**. Embrapa Suínos e Aves, área de gestão ambiental e avaliação de impacto. 2002.

BENABDELJELIL, K., AYACHI, A. Evaluation of alternative litter materials for poultry. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 5, p. 203-209, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 15, de 17 de Julho de 2001. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=3587>>. Acesso em: 22 ago 2013.

CAMARERO, L; DIAZ, J. M; ROMERO, F. Final treatments for anaerobically digested piggery slurry effluents. **Biomass and bioenergy**. Oxford, v. 11, n. 6, p. 483-489, 1996.

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais. **Estudo de otimização energética no setor avícola.** Belo Horizonte, 1997. 25p.

DANTAS, A.A.A. **Consumo de energia elétrica no processamento de milho utilizado na alimentação de frangos.** 1989. 106 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 1989.

DAVASGAIUM, M. M., BOODOO, A. A. Litter management: use of bagasse as a potential source of litter material for broiler production. In: LALOUETTE, J. A., BACHRAZ, D. Y., SUKURDEEP, N., SEEBALUCK, B. D. ANNUAL MEETING OF AGRICULTURAL SCIENTISTS, 2, Réduit: Food and Agricultural Research Council, 1998. **Proceedings...** p. 139-145.

FERNANDES, I. C. Fisiologia e Patogênese Óssea. Disponível em: <<http://www.hurnp.uel.br/farmacologia/materiais/gregghi03.htm>>. Acesso em: 23 ago 2013.

FERREIRA, L.F.S.A.; TURCO, J.E.P. Avaliação do consumo e custo de energia elétrica em galpão para criação de frangos de corte, em dois ciclos de criação. In: AGRENER' 2000, ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3, 2000, Campinas, **Trabalhos...** Campinas: UNICAMP/SBEA, 2000 (paper nº 16_1) CD-ROM.

FLEURY, Densitometria óssea. Disponível em : <<http://www.fleury.com.br/revista/dicionarios/exames/pages/densitometria-ossea.aspx>>. Acesso em: 25 set. 2013.

FORESTI, E. Fundamentos do tratamento anaeróbio. In: CAMPOS, J.R. (Coord.). Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo. Rio de Janeiro: ABES, 1999 p. 29-52.

FUKAYAMA, E. H. **Características quantitativas e qualitativas da cama de frango sob diferentes reutilizações: efeitos na produção de biogás e biofertilizante.** 2008. 96 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

GARBA, B. Effect of temperature and retention period on biogás production from lignocellulosic material. **Renewable Energy**, Oxford, v.9, n.1-4, p. 938-941, 1996.

GARCIA, L. A. F.; FERREIRA FILHO, J. B. S. Economias de escala na produção de frangos de corte no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 465-484, 2005.

GOLDFLUS, F. **Viabilidade da criação de frangos de corte sob alta densidade populacional**. 1994. 126 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1994.

GRAÇAS, A. S.; FONSECA, J.B.; SOARES, P.R.; SILVA, M.A. Densidade populacional de frangos de corte em diferentes épocas do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 19, p. 186-196, 1990.

GRIMES, J. L. Alternatives litter materials for growing poultry. **North Carolina Poultry Industry Newsletter**, v. 1, 2004.

HAMMAD, M.; BADARNEH, D.; TAHBOUB, K. Evaluating variable organic waste to produce methane. **Energy Conversion and Memagement**. Oxford, v. 40, n. 13, p. 1463-1475, 1999.

HARTUNG, T. E. Floor space for broilers. **Poultry Science**, v. 34, p. 1200, 1955.

HESSAMI, M. A.; CHRISTENSEN, S.; GANI, R. Anaerobic digestion of household organic waste to produce biogas. **Renewable Energy**, Oxford, v. 9, n. 1-4, p. 954-957, 1996.

JORGE, M.A. et al. Influência da densidade de criação na presença de *Escherichia coli* na cama e nos órgãos internos de frangos de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AVICULTURA, 10, 1987, Natal. **Anais...** p. 133-134.

JORGE, M. A. Cama de frangos de corte: como fazer dela sua aliada na prevenção de enfermidades. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, 1991, Santos. **Anais...** p. 21-28.

JORDAN, R.A.; TAVARES M.H.F. Análise de sistemas de iluminação em granjas de produção de ovos férteis. In: AGRENER' 2000, ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3, 2000, Campinas, **Trabalhos...** Campinas: UNICAMP/SBEA, 2000. (paper nº 16_2) CD-ROM.

JULIAN, R. J. Rapid growth problems: Ascite and skeletal deformities in broiler. **Poultry Science**, 77: 1773-1780, 1998.

LANCINI, J. B. Aspectos gerais sobre a intoxicação e contaminação através de cama aviária. **Avicultura Industrial**, v. 76, n. 923, p. 32-4, 1986.

LIEN, R. J.; CONNER, D. E.; BILGILI, S. F. The use of recycled paper chips as litter material for rearing broiler chickens. **Poultry Science**. v. 71, n. 1, p. 81 - 87, 1992.

LUCAS JR.; SANTOS, T. M. B. Aproveitamento de resíduos da indústria avícola para produção de biogás. In: SIMPÓSIO DE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA, 2000, Concordia. **Anais...** Concórdia: CNPSA, 2000. p. 27-43.

MALONE, G. W. Evaluación de materiales de camada. **Industria Avícola**, Mount Morris, v. 40, n. 10, p. 12, 1993.

MARTLAND, M.F. Ulcerative dermatitis in broiler chickens: the effects of the litter. **Avian – Pathology**, Houghton, v. 14, n. 3, p. 353-364, 1985.

MORENG, R. E. The relationship of floor space to factors influencing broiler growth. **Poultry Science**, v. 40, p. 1039-1044, 1961.

MOUCHREK, E., LINHARES, F., MOULIM, C.H.S.; TANAKA, T. Identificação de materiais de “cama” para frangos de corte. 1- Capins Napier e Braquiária. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 24, 1987, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1987. p. 368.

MUSA, W. I.; SAIDU, L.; KALTUNGO, B.Y.; ABUBAKAR, U. B.; WAKAWA, A. M. Poultry litter selection, management and utilization in Nigeria. **Asian Journal of Poultry Science**, v. 6, n. 2, p. 44-55, 2012.

OLIVEIRA, M. C. & CARVALHO, I. D. Rendimento e lesões em carcaça de frangos de corte criados em diferentes camas e densidades populacionais. **Revista Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 1076 - 1081, 2002.

OLIVEIRA, P. A. V. **Manual de Manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1993.

PAGANINI, F. J. Manejo da cama. In: A. A. Mendes, I. A. Naas & M. Macari (Eds. **Produção de Frangos de Corte**. FACTA; Campinas, SP, Brasil, p. 107-116, 2004.

PEREZ, M. Uso potencial de las excretas y yacija de las aves. **Revista Avicultura**. Habana, v. 31, n. 4, p. 248, 1988.

PIZAURO JR, J.M. Estrutura e função do tecido ósseo. In: MACARI, M., FURLAN, R. L., GONZALES, E. **Fisiologia aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p.247-265.

POGI, R.C. **Uso de energia elétrica em atividades ligadas à avicultura**. 1991. 107 f. Dissertação (Mestrado Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1991.

PROUDFOOT, F. G.; HULAN, H. W. Effects of stocking density on the incidence of scabby hip syndrome among broiler chickens. **Poultry Science**, v. 64, p. 2001-2003, 1985.

RUIZ, R. L.; MUNARI, D.P. Microbiologia do rúmen e do biodigestor. In: RUIZ, R. L. **Microbiologia zootécnica**. São Paulo: Roca, 1992, p. 124-167.

SANDY, C. **The structure and development of bone: Principles of bone biology. Chapter 1**. Department of Cell Biology, University of Massachusetts Medical School, Woecester, Massachusetts. 1996.

SANTOS, T. M. B. **Caracterização química, microbiológica e potencial de produção de biogás a partir de três tipos de cama, considerando dois ciclos de criação de frangos de corte**. 1997. 95 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

SANTOS, T.M.B.; LUCAS JR. J. **Produção de biogás a partir de três tipos de cama obtidos em dois ciclos de criação de frangos de corte**. In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, Campina Grande: SBEA/UFPE, (EAG030), 1997. 3p. (CD).

SANTOS, E. C.; COTTA, J. T. B.; MUNIZ, J. A.; FONSECA, R. A.; TORRES, D. M. Avaliação de alguns materiais usados como cama sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 1024 – 1030, 2000.

SILVA, F. A.; MORAES, G. H. K; RODRIGUES, A. C. P.; ALBINO, L. F. T. ; ROSTAGNO, H. S.; OLIVEIRA, M. G. A.; FONSECA, C. C.; FANCHIOTTI, F. E. Efeitos do ácido L-Glutâmico e da vitamina D3 nos fêmures e tibiotarsos de pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 2067-2077, 2001.

SINGH, S.; SINGH, S.K. Effect of cupric nitrate on acceleration of biogas production. **Energy Conversion and Management**, Oxford, v. 37, n. 4, p. 417-419, 1996.

SMITH, R. C. Kind of litter and breast blister on broilers. **Poultry Science**, Campaign, v. 35, p. 593-595, 1956.

SIQUEIRA, R.; GAMERO, C.A.; BOLLER, W. Balanço de energia na implantação e manejo de plantas de cobertura de solo. **Engenharia Agrícola**, v. 19, n.1, p. 80-89, 1999.

STANLEY, V. G.; KRUEGER, W. F. The effect of stocking density on commercial broilers performance. **Poultry Science**, v. 60, p. 1737-1738, 1981.

TEIXEIRA, V. H. **Biogás**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2003. 93 p.

TORRES-CASTILLO, R.; LLABRÉS-LUENGO, O.; MATA-ALVAREZ, J. Temperature effect on anaerobic digestion of bedding straw in a one phase system at different inoculum concentration. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v. 54, n. 1, p. 55-66, jun. 1995.

TURCO, J.E.P.; MILANI, A.P.; FURLAN, R.L.; GUERREIRO, J.R.; SECATO, E.R.; MACARI, M. Estudo do consumo e conservação de energia em instalações para frangos de corte. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 27, Poços de Caldas-MG. Anais... p.371-373, 1998.

TURCO, J.E.P. Consumo e conservação de energia elétrica em instalações para frangos de corte. **Engenharia Agrícola**, v. 19, n. 1, p. 1-7, 1999.

TURDU, Y.; DROUIN, P.; TOUX, J.Y.; HOSPITALIER, R.; NY, P.; JOSSE, J.; GUITTET, M.; PICAULT, J.P.; BENNEJEAN, G.; QUEMENEUR, P.; HAMET, N. Production of poultry meat for export. Survey of diseases encountered in 1982/83 in Brittany, France, among 90 batches of birds on 30 premises. I, II, **Bulletin d'Information, Station Experimentale d'Aviculture de Ploufragan**, v. 24, n. 1-2, p. 3-34, 39-106, 1984.

VALLEMAN, S. G. The role of the extracellular matrix in skeletal development. **Poultry Science**, v. 79, p. 985-989, 2000.

YADVIKA, S.; SREEKRISHANAN, T.R.; KOHLI, S.; RANA, V. Enhancement of biogas production from solid substrates using different techniques – a review. **Bioresource Technology**, Essex, v. 95, n. 1, p. 1-10, 2004.

CAPÍTULO 2 – Efeito do uso de três tipos de cama sobre o desempenho, rendimento de carcaça e densitometria óssea de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade

RESUMO - O objetivo do estudo foi avaliar o desempenho, o rendimento de carcaça e de partes e a densitometria óssea de frangos de corte, durante o período de 1 a 42 dias de idade, recebendo dietas isoprotéicas e isoenergéticas. Foram utilizados 720 pintos de corte da linhagem Cobb 500[®], distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e oito repetições com 30 aves cada. Os tratamentos consistiram de diferentes tipos de cama: T₁: cama de maravalha; T₂: cama de casca de amendoim; T₃: cama de capim Napier. Para as características de desempenho, foram avaliados o consumo de ração (CR) o peso médio (PM), o ganho de peso (GP) e a conversão alimentar (CA), durante as fases inicial, crescimento e final. Para a fase total também foram avaliados o ganho de peso diário (GPD) e o consumo de ração por ave alojada (CRAD). Aos 42 dias de idade foram separadas duas aves/repetição, abatidas, para análise de rendimento de carcaça e de partes. Para a análise de densidade mineral óssea foi realizada a coleta do metatarso esquerdo para as medidas de composição, área e densidade mineral óssea. Foi realizada a análise de variância dos dados e em caso de significância estatística foi adotado o procedimento de comparação das médias pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos para nenhuma das características de desempenho das aves (GP, PM, CR e CA). O tratamento com cama de maravalha quando comparado aos demais tratamentos apresentou diferença significativa com relação ao rendimento da coxa e sobrecoxa, composição mineral óssea e densidade mineral óssea.

Palavras-chave: cama de frango, capim napier, casca de amendoim, maravalha

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, na tentativa de abastecer o mercado interno e externo, o Brasil aumentou sua produção de produtos de origem animal, apresentando melhorias constantes nos índices produtivos para alcançar um lugar competitivo no desenvolvimento econômico da atividade em relação a outros países, principalmente os desenvolvidos.

Com o aumento crescente da população urbana, a demanda de produtos primários, como carnes, ovos, leite e derivados vem crescendo, levando ao crescimento da economia. Em muitos casos, esse crescimento da produção não é feito de modo planejado e consciente, ocasionando danos ambientais e inconstâncias na oferta dos produtos. É de grande necessidade, a criação de novas políticas para produção animal no intuito de se produzir um alimento seguro e saudável, boas práticas de produção animal e preservação ambiental.

Na avicultura, tanto de corte como de postura, têm aumentado o número de alternativas economicamente viáveis para a criação sustentável dos animais, de forma a não degradar o ambiente. A utilização de aditivos na dieta das aves, como a fitase, por exemplo, é uma alternativa que está sendo utilizada em larga escala no mercado, pois além do ganho econômico que se tem com o uso desses aditivos, tem-se também a diminuição da quantidade de minerais excretados no ambiente. Outra alternativa que está sendo estudada atualmente é o uso de materiais alternativos para a cama dos animais. A maravalha, material que é utilizado na maioria das criações de frangos de corte, está ficando cada vez mais escassa, devido a grande procura e pouca disponibilidade, pois trata-se de um material proveniente do processamento da madeira. O uso de outros tipos de materiais, como a casca de amendoim, as gramíneas secas e trituradas, a casca de arroz e o sabugo de milho, podem ser alternativas economicamente viáveis ao produtor, aumentando a possibilidade de lucro, pois muitas vezes, possuem custo mais reduzidos se comparado ao custo para obtenção da maravalha.

Deve-se considerar por sua vez, que a escolha errônea do material a ser utilizado como cama, pode trazer consequências graves no desenvolvimento ósseo das aves, que podem apresentar má formação do tecido, devido a falhas na deposição mineral ocorridas pelo apoio irregular das aves no solo. Sabe-se que aves

que tem problemas na deposição mineral durante a formação dos ossos, conseqüentemente terão menor densidade mineral óssea e por sua vez, os ossos desses animais serão mais propensos a fraturas.

Com base no exposto, são necessários estudos para que se possa afirmar se esses tipos diferentes de cama são realmente viáveis, tanto no âmbito econômico como no âmbito zootécnico da criação dos animais.

2. OBJETIVOS

Objetivou-se avaliar o uso de três materiais utilizados para cama de frango sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e de partes e a densitometria óssea de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Local, período do experimento, aves, instalações e manejo

Foram utilizados 720 pintos de corte da linhagem Cobb 500®, provenientes de um mesmo lote de matrizes, com idade e linhagem iguais. As aves foram alojadas no Setor de Avicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – campus de Jaboticabal – São Paulo, em um galpão de alvenaria com 36 boxes, cobertura de telha de barro, piso de concreto, paredes laterais com 0,30 m de altura, completados com tela de arame até o telhado e cortinado externo móvel, dividido em boxes de 3,2 x 1,4m, separados por muretas de alvenaria de 0,40 m de altura e completadas com tela de arame até uma altura de 1,80 m.

Nas primeiras duas semanas de idade das aves, foram utilizados comedouros tubulares infantis, os quais foram substituídos gradativamente por comedouros tubulares com capacidade para 20 kg de ração após a primeira semana de idade. Os bebedouros foram tipo nipple desde a fase inicial até a fase final. O aquecimento inicial foi feito por lâmpadas infravermelho de 250 watts, procurando manter a temperatura ambiente entre 28 a 30°C, durante as duas primeiras semanas de vida.

Os pintos foram vacinados contra a doença de Marek, Gumboro e Bouda no incubatório, seguindo-se a vacinação no galpão de criação das aves, no 5º e 21º dias contra a Doença de Gumboro e no 7º dia contra a Doença de New Castle, ambas por via ocular.

Foram registradas diariamente a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar com termômetro digital, colocados na altura das aves. Foi usado o manejo de cortinas e de ventiladores para a garantia do conforto térmico das aves. O programa de luz adotado foi o de 24 horas de luz, durante todo o período experimental. As aves receberam água e ração *ad libitum* durante todo o período experimental que foi dividido em duas fases de criação: pré-inicial/ inicial (1a 21 dias de idade), crescimento/final (22 a 42 dias de idade).

Tratamentos experimentais

As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com mineiras, vitaminas e aminoácidos, para atenderem às exigências nutricionais de cada fase de criação das aves de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011) (Tabelas 1 e 2).

Os tratamentos utilizados foram os seguintes:

- ✓ Tratamento 1: Cama de maravalha.
- ✓ Tratamento 2: Cama de casca de amendoim.
- ✓ Tratamento 3: Cama de capim napier.

Tabela 1. Composição calculada das rações experimentais para a fase pré-inicial/inicial, crescimento/final

Ingredientes	Pré-inicial/Inicial	Crescimento/Final
Milho Moído	54,33	61,48
Farelo de Soja (45%)	38,00	29,70
Óleo de Soja	2,57	3,72
Sal (Comum)	0,10	0,10
Núcleo AC-50 Inicial*	5,00	-
Núcleo AC-50 Crescimento**	-	5,00
Total	100,00	100,00

Tabela 2. Análise calculada dos níveis nutricionais das rações experimentais

Ingredientes	Pré-inicial/Inicial	Crescimento/Final
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2.950	3.075
Proteína Bruta (%)	22,00	18,45
Fibra Bruta (%)	2,76	2,51
Cálcio (%)	1,05	0,98
Fósforo Total (%)	0,67	0,62
Fósforo Disponível (%)	0,44	0,40
Sódio (%)	0,17	0,20
Lisina Total (%)	1,22	1,11
Lisina Digestível Aves (%)	1,09	1,00
Metionina Total (%)	0,34	0,51
Metionina + Cistina Total (%)	0,86	0,60
Metionina Digestível Aves (%)	0,24	0,47
Treonina Total (%)	0,85	0,72
Treonina Digestível Aves (%)	0,80	0,63
Triptofano Total (%)	0,29	0,23
Triptofano Digestível Aves (%)	0,24	0,20

* Produto comercial que está contribuindo com: Vitamina A (mínimo) – 176.000,00 UI/kg; Vitamina D3 (mínimo) – 40.000,00 UI/kg; Vitamina E (mínimo) – 500,00 UI/kg; Vitamina K3 (mínimo) – 120,00 mg/kg; Vitamina B1 (mínimo) – 36,00 mg/kg; Vitamina B2 (mínimo) – 200,00 mg/kg; Vitamina B6 (mínimo) – 70,00 mg/kg; Vitamina B12 (mínimo) – 700,00 mcg/kg; Niacina (mínimo) – 750,00 mg/kg; Biotina (mínimo) – 3,00 mg/kg; Ácido Pantotênico (mínimo) – 600,00 mg/kg; Ácido Fólico (mínimo) – 30,00 mg/kg; Colina (mínimo) – 20,00 mg/kg; Ferro (mínimo) – 1.100,00 mg/kg; Cobre (mínimo) – 300,00 mg/kg; Manganês (mínimo) – 1.800,00 mg/kg; Zinco (mínimo) – 1.200,00 mg/kg; Iodo (mínimo) – 24,00 mg/kg; Selênio (mínimo) – 4,00 mg/kg; Metionina (mínimo) – 32,00 g/kg; Cálcio (mínimo) – 180,00 g/kg; Fósforo (mínimo) 66,00 g/kg; Sódio (mínimo) – 23,00 g/kg; Magnésio (mínimo) – 5,00 g/kg; Enxofre (mínimo) – 4,00 g/kg; Cloro (mínimo) – 36,00 mg/kg; Antimicrobiano – 2,00 mg/kg; Coccidiostático – 10 g/kg; Antifúngico – 200,00 mg/kg; Antioxidante – 1,00 mg/kg. ** Produto comercial que está contribuindo com: Vitamina A (mínimo) – 150.000,00 UI/kg; Vitamina D3 (mínimo) – 35.000,00 UI/kg; Vitamina E (mínimo) – 4800,00 UI/kg; Vitamina K3 (mínimo) – 1100,00 mg/kg; Vitamina B1 (mínimo) – 34,00 mg/kg; Vitamina B2 (mínimo) – 170,00 mg/kg; Vitamina B6 (mínimo) – 70,00 mg/kg; Vitamina B12 (mínimo) – 650,00 mcg/kg; Niacina (mínimo) – 700,00 mg/kg; Biotina (mínimo) – 3,00 mg/kg; Ácido Pantotênico (mínimo) – 500,00 mg/kg; Ácido Fólico (mínimo) – 25,00 mg/kg; Colina (mínimo) – 12,00 mg/kg; Ferro (mínimo) – 1.100,00 mg/kg; Cobre (mínimo) – 300,00 mg/kg; Manganês (mínimo) – 1.800,00 mg/kg; Zinco (mínimo) – 1.200,00 mg/kg; Iodo (mínimo) – 24,00 mg/kg; Selênio (mínimo) – 4,00 mg/kg; Metionina (mínimo) – 20,00 g/kg; Cálcio (mínimo) – 166,00 g/kg; Fósforo (mínimo) 60,00 g/kg; Sódio (mínimo) – 23,00 g/kg; Magnésio (mínimo) – 5,00 g/kg; Enxofre (mínimo) – 3,00 g/kg; Cloro (mínimo) – 36,00 mg/kg; Antimicrobiano – 2,00 mg/kg; Coccidiostático – 10 g/kg; Antifúngico – 200,00 mg/kg; Antioxidante – 1,00 mg/kg.

Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e oito repetições de 30 aves por unidade experimental.

Características avaliadas

Desempenho

Foram avaliados como características de desempenho, o consumo de ração por ave (CR), peso médio (PM) (g), o ganho de peso da ave (GP) e a conversão alimentar (CA) (kg ração/kg peso).

O CR, PM, GP e a CA, foram avaliados durante as fases pre-inicial/inicial (1 a 21 dias de idade) e crescimento/final (22 a 42). Na fase total (1 a 42 dias de idade) também foram avaliados o GPD e o CRAD.

As aves foram pesadas no início, 21^o e no 42^o dia do período experimental para determinação do PM das aves, calculando-se o GP pela diferença entre as pesagens. Da mesma forma, o CR foi obtido pela diferença entre a ração fornecida e as sobras das rações nos comedouros. Posteriormente, foi calculado a conversão alimentar, pela razão entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves.

Rendimento de carcaça e de partes

Aos 42 dias de idade foram separadas duas aves de cada repetição, totalizando 48 aves, de acordo com o peso médio de cada repetição, dentro de um intervalo de variação de 10% a mais e 10% a menos do peso médio de cada parcela. As aves foram identificadas, pesadas individualmente e separadas em boxes. Após o jejum de alimento de 8 horas, as aves foram pesadas novamente, para o cálculo do rendimento de carcaça e de partes. Estas foram insensibilizadas com monóxido de carbono (CO) e abatidas por sangria mediante a secção da veia jugular, sendo posteriormente escaldadas, depenadas e evisceradas.

Em seguida foram pesadas novamente, para obtenção do peso ao abate, o qual foi utilizado como referência para o cálculo do rendimento de carcaça (sem pés, cabeça e pescoço) e o rendimento de partes (peito, coxas + sobrecoxas, asas e dorso) os quais foram obtidos por meio de seus respectivos pesos, sem o resfriamento em tanque com água e gelo (Chiller), de acordo com Mendes (2001).

Composição, área e densidade mineral óssea

Aos 42 dias de idade, as aves foram insensibilizadas com CO e abatidas por sangria mediante secção da veia jugular. O metatarso esquerdo de 5 aves/tratamento, foi retirado e identificado.

Os ossos do metatarso das aves dos diferentes tratamentos foram submetidos à análise da densidade mineral óssea – DMO (em g/cm²), área (cm²) e conteúdo mineral ósseo – CMO (g) medidos em todo o osso. Igualmente, a DMO foi medida na epiífise proximal, diáfise e epífise distal, com o densitômetro de dupla emissão de raios-X (DXA) previamente calibrado conforme fabricante (modelo DPX-Alpha, Lunar[®]) com software especial para pequenos animais (pertencente ao Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal – FOA/UNESP). Para tal, os ossos limpos foram colocados em um recipiente de acrílico com água deionizada e escaneados usando o densitômetro com software para pequenos animais, acoplado a um computador, selecionando-se a região de interesse com posterior análise densitométrica.

Análises estatísticas

Os dados foram analisados pelo programa SAS[®] (SAS Institute, 2002) e em caso de significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desempenho

Primeira fase de criação das Aves (1 - 21 dias)

As médias das características de desempenho ganho de peso (GP), peso médio (PM), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) por ave alojada, da primeira fase de criação (1 – 21 dias) estão apresentadas na Tabela 3.

Analisando os dados observou-se que nenhuma das características teve diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$), mostrando que, os animais tiveram o mesmo desempenho independente da cama que foram criados.

Tabela 3. Médias do ganho de peso (GP), peso médio (PM), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) na primeira fase de criação (1- 21 dias)

Tratamentos	Característica			
	GP (g)	PM (g)	CR (g)	CA (g/g)
Maravalha	984,35	1.027,85	1.138,59	1,44
Casca de amendoim	1.017,42	1.060,42	1.102,75	1,45
Capim Napier	1.010,47	1.032,20	1.110,47	1,48
Valores de F	1,87	1,87	5,02	3,72
Valores de P	0,1550	0,1541	0,1601	0,1583
CV ¹	3,04	2,92	3,02	3,06

¹Coeficiente de variação.

Segunda fase de criação das Aves (21-42 dias)

As médias das características de desempenho Ganho de Peso (GP), Peso Médio (PM), Consumo de Ração (CR) e Conversão Alimentar (CA) por ave alojada, da segunda fase de criação (21 –42 dias) estão apresentadas na Tabela 4.

Analisando os dados observou-se que para todas as características estudadas não ocorreram efeitos significativos ($p > 0,05$) entre os tratamentos.

Tabela 4. Médias do ganho de peso (GP), peso médio (PM), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) na segunda fase de criação (21- 42 dias)

Tratamentos	Características			
	GP (g)	PM (g)	CR (g)	CA (g/g)
Maravalha	1448,66	2476,51	2281,12	1,84
Casca de amendoim	1312,09	2372,50	2226,21	1,87
Capim Napier	1373,16	2448,46	2212,57	1,80
Valores de F	2,50	2,54	1,20	2,55
Valores de P	0,079	0,075	0,32	0,074
CV¹	3,68	3,04	3,78	1,46

¹Coeficiente de variação.

Tais resultados não se assemelham àqueles encontrados por Mizubuti et al. (1994), que observaram diferença significativa ($p < 0,05$) no consumo de ração pelas aves quando criadas em camas diferentes. Analisando os dados, podemos observar que os dados encontrados neste estudo são semelhantes aos dados encontrados na literatura de forma geral, que também ressaltam que o tipo de cama não interfere diretamente no consumo das aves, e que somente passam a interferir quando as partículas da cama possuem diâmetro muito pequeno, a ponto de a ave conseguir consumir esse material ao invés da ração, ou quando a partícula é muito grande que não proporcione um apoio adequado da ave no solo, fatos que não foram observados neste experimento.

Fase total (1-42 dias)

As médias das características de desempenho Ganho de Peso (GP), Peso Médio (PM), Consumo de Ração (CR) e Conversão Alimentar (CA) por ave alojada, da fase geral de criação (0 - 42 dias) estão apresentadas na Tabela 5. Analisando os dados observou-se que a conversão alimentar obteve efeito significativo entre os tratamentos ($p < 0,05$) mostrando que os animais criados na cama de Capim Napier, obtiveram melhor conversão alimentar do que os animais criados nas camas de maravalha e casca de amendoim. Para as demais características estudadas não

ocorreu efeitos significativos ($p>0,05$) entre os tratamentos, o que condiz com os resultados encontrados por Araujo et al. (2007), que utilizando maravalha, casca de arroz e o bagaço de cana como cama não obtiveram diferença significativa para o ganho de peso, e consumo de ração, o que sugere, que essas materias utilizados como cama de frango de corte, são tecnicamente viáveis, ficando a escolha e um deles, por parte do produtor, na dependência da disponibilidade do preço de aquisição.

Tabela 5. Médias do ganho de peso (GP), peso médio (PM), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) na fase total de criação (1-42 dias)

Tratamento	Característica			
	GP (g)	PM (g)	CR (g)	CA (g/g)
Maravalha	2522,61	2570,81	4416,29	1,73
Casca de amendoim	2531,40	2584,24	4399,29	1,75
Capim Napier	2550,92	2601,46	4408,03	1,71
Valores de F	2,08	2,10	2,72	5,19
Valores de P	0,12	0,12	0,06	0,07
CV¹	4,23	4,10	3,69	1,68

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). ¹ - coeficiente de variação.

Santos et al. (2000), ao avaliarem quatro tipos de cama (maravalha, casca de arroz, casca de café e sabugo de milho triturado) no desempenho de frangos de corte também não observaram efeito significativo no ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Esses resultados se assemelham aos resultados encontrados neste estudo, onde nenhum tipo de cama proporcionou um melhor desempenho aos animais.

Rendimento de carcaça

Na Tabela 6 são apresentados os dados das características de rendimento de carcaças e partes.

Foram observadas diferenças estatisticamente significativas ($p<0,05$) entre os tratamentos para a variável rendimento de coxa + sobrecoxa a favor das aves alojadas sob cama de maravalha.

Tabela 6. Médias do peso vivo (PV), rendimento de carcaças (RC), rendimentos de coxas + sobrecoxas (CC), rendimento de peito (RP), rendimento de dorso (RD) e rendimento de asa (RA de frangos de corte criados em diferentes tipos de cama

Tratamentos	PV (Kg)	RC (%)	CC (%)	RP (%)	RD (%)	RA (%)
Maravalha	2,41	73,53	28,30 A	26,32	17,75	8,58
Casca de amendoim	2,35	72,98	22,05 B	25,62	16,89	8,69
Capim Napier	2,24	74,79	23,14 B	25,89	18,03	8,43
Valores de F	2,06	0,42	1,26	4,10	0,67	2,13
Valores de P	0,114	0,741	0,0092	0,0810	0,5754	0,104
CV ¹	6,43	2,92	4,33	4,07	5,73	5,49

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). ¹ - coeficiente de variação.

Os resultados obtidos nesse experimento estão de acordo com os valores encontrados por Oliveira, et al. (2009), em que o peso vivo, o rendimento de carcaça quente e o rendimento de cortes (peito, dorso, asas) não foram influenciados pelo tipo de cama. No entanto, o peso da coxa e sobrecoxa apresentou diferença significativa ($p < 0,05$), sendo as aves criadas na cama de maravalha, as que tiveram o melhor rendimento deste corte. Corroboram também com os resultados obtidos neste experimento, os dados encontrados por Mouchrek et al. (1992), Willis et al. (1997) e Conte et al. (1998), os quais não encontraram diferenças significativas no peso vivo dos frangos criados em diferentes materiais como cama aviária.

Densitometria óssea

Analisando os dados para as características de densitometria óssea do tíbio tarso de frangos de corte de 42 dias (Tabela 7) foi observado que houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos para as características de Conteúdo Mineral Ósseo (CMO) e Densidade Mineral Óssea (DMO) para as aves criadas em cama de Maravalha.

Considerando que o cálcio e o fósforo são os principais minerais que compõem a estrutura óssea, e que, quanto mais confortável for o piso em que as aves são criadas, melhor será a deposição desses minerais, observa-se que as aves

que foram criadas sobre a cama de maravalha, tiveram uma maior deposição desses minerais em seus ossos, aumentando assim a resistência dos mesmos.

De acordo com os trabalhos de Bruno (2002) e Conte et al. (1998), em que foram testados diferentes tipos de cama, foi observado uma maior deposição mineral óssea nas aves que foram criadas na cama de maravalha, dados que se assemelham aos encontrados nesse estudo.

Tabela 7. Médias das características de conteúdo mineral ósseo (CMO), área e densidade mineral óssea (DMO) de frangos de corte de 42 dias de idade criados em diferentes tipos de cama

Tratamentos	Características		
	CMO (g)	Área (cm ²)	DMO (g/cm ²)
Maravalha	2,592 A	10,309	0,252 A
Casca de amendoim	1,617 B	10,035	0,162 B
Capim Napier	1,499 B	9,869	0,152 B
Valores de F	3,56	3,22	3,04
Valores de P	0,040	0,253	0,043
CV ¹	16,89	18,3	20,22

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). ¹ - coeficiente de variação.

5. CONCLUSÃO

Com base no exposto, conclui-se que a utilização de diferentes tipos de cama na criação de frangos de corte, não prejudica o desempenho das aves de forma geral. As aves alojadas sob a cama de maravalha apresentaram maior rendimento de coxa + sobrecoxa e melhores características ósseas, quando comparada aos demais tipos de cama utilizadas neste estudo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, J.S.; OLIVEIRA, V.; BRAGA, G.C. Desempenho de frangos de corte criados em diferentes tipos de cama e taxa de lotação. **Ciência Animal Brasileira**, v 8, n.1, p. 59-64, 2007.

BRUNO, L. D. G. **Desenvolvimento ósseo em frangos: Influência da restrição alimentar e da temperatura ambiente**. 2002. 77 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

CONTE, A.J.; COTTA, J.T.B.; TEIXEIRA, A.S.; MUNIZ, J. A. Efeitos de dois sistemas de criação e de dois tipos de cama no desempenho de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1998. p. 76.

MENDES, A. A. Jejum Pré-Abate em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.3, p. 199-209. 2001.

MIZUBUTI, I.Y.; FONSECA, N. A. N.; PINHEIRO, J.W. Desempenho de duas linhagens de frangos de corte criadas sob diferentes densidades populacionais e diferentes tipos de cama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 23, n. 6, p. 1506 – 1519, 2004.

MOUCHREK, E.; MONTEIRAO, P. A.; SHELING, R. et al. Identificação de materiais de cama para frangos de corte criados em diferentes densidade populacionais. 2 – Resultados de época fria. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992b. p. 344.

OLIVEIRA, I. M. M.; RAMOS, K. C. B. T.; MOUFARREG, M. F.; CAMARGO, A. M.; SALES, P. H. G.; LARA, A. C. Características de carcaça de frangos de corte criados em diferentes materiais de cama aviária. In: **XIII Encontro Latino Americano de**

Iniciação Científica, 2009, Vale do Paraíba. XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 2009.

ROSTAGNO, H.S; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2011, 252p.

SANTOS, E. C.; COTTA, J. T. B.; MUNIZ, J. A.; FONSECA, R. A.; TORRES, D. M. Avaliação de alguns materiais usados como cama sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 1024 – 1030, 2000.

SAS. **INSTITUTE SAS® User' Guide**: statistics. Cary, NC, 2002.

WILLIS, W. L.; MURRAY, C.; TALBOTT, C. Evaluation of leaves as a litter material. **Poultry Science**, Campaign, v. 76, n. 8, p. 1138 – 1140, 1997.

CAPÍTULO 3 – Produção e qualidade de três tipos diferentes de cama de frangos de corte criados do 1° aos 42° dias de idade

RESUMO - O objetivo do estudo foi avaliar produção de cama das aves, coliformes totais e termotolerantes, composição química e determinação das fibras de três tipos de cama de frangos de corte, criados durante o período de 1 a 42 dias de idade. Foram utilizados 720 pintos de corte da linhagem Cobb 500[®], distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e oito repetições com 30 aves cada. Os tratamentos consistiram de diferentes tipos de cama: T1: Cama de Maravalha; T2: Cama de Casca de Amendoim; T3: Cama de Capim Napier. Para caracterização da produção de camas, as mesmas foram pesadas no início e no final de criação das aves (42 dias), sendo coletadas amostras representativas e significativas (10%) para análises dos teores de (MS) utilizados nos cálculos da produção de cama na MS (kg/boxe e kg/ave) e na (MN) (kg). Para cada boxe foi determinado o coeficiente de resíduo (Cr) (*kg de cama de frango (MS) / kg de peso vivo das aves*). Análises de coliformes totais e termotolerantes da cama foram feitas através da metodologia dos tubos múltiplos e resultados foram expressos em número mais provável (NMP/100ml de cama diluída). Com as amostras coletadas das camas foram realizadas análises para verificação da composição química (nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K)) e determinação das fibras em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) e lignina. Foi realizada a análise de variância dos dados e em caso de significância estatística foi adotado o procedimento de comparação das médias pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Observou-se que o uso de três tipos diferentes de cama não afetou significativamente o número de coliformes totais e termotolerantes. Para o teor de minerais, a Cama de Casca de Amendoim o maior nível de Nitrogênio e o Capim Napier o maior nível de potássio, diferindo significativamente dos demais tratamentos. O tratamento que utilizou a cama de maravalha apresentou valores maiores e significativos ($P < 0,05$) para FDN, FDA e Lignina. Com base nos resultados, o uso de camas diferentes na criação de frangos de corte, causa efeitos na qualidade da cama final, quanto aos minerais Nitrogênio e Potássio e ao teor de Fibras (FDN e FDA) e lignina.

Palavras-chave: avicultura, coeficiente de resíduo, coliformes totais e termotolerantes

1. INTRODUÇÃO

A maioria dos frangos de corte é criada sobre piso de terra batida ou de concreto. A cama é o material que fica distribuído sobre o piso dos galpões para servir de leito para as aves, absorver a umidade, servir como isolante térmico e absorver o impacto do peso das aves (PAGANINI, 2004). De modo geral, possui espessura de 5 a 16 cm sendo a maravalha o material mais utilizado para esta finalidade.

Nos últimos anos, a avicultura brasileira obteve um crescimento acelerado e, conseqüentemente, a produção de resíduos acompanhou esse crescimento, gerando a cada dia um volume ainda maior de resíduos cujo destino causa implicações ao produtor.

A cama de frango é o material da granja, normalmente confeccionado à base de maravalha, que serve como piso para as aves e que acaba sendo enriquecida com ração que cai dos comedouros e com o próprio dejetos das aves. No final de cada ciclo do frango essa cama se torna um resíduo e sem destino correto se torna um grande problema para o ambiente.

Por muito tempo, este material foi destinado a alimentação de ruminantes, porém, em 2004, com a publicação da Instrução Normativa nº 8, ficou proibido o uso da cama de frango na alimentação animal, devido à problemas deste componente relacionados com a doença de BSE (doença da vaca louca).

Com essa proibição, o seu principal descarte tem sido no solo, utilizada como fertilizante, na tentativa de limpar o quanto antes o galpão. O descarte desses resíduos sem que tenham sofrido algum tipo de tratamento prévio, pode levar a sérios problemas de contaminação química e microbiológica do solo e da água, o que coloca em risco a qualidade de vida dos animais daquele ambiente e da população ao redor das unidades produtoras.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi o uso de três tipos de materiais para cama sobre produção de cama de frango, determinação dos números mais prováveis (NMP) de

coliformes totais e termotolerantes, determinação da composição química e determinação das fibras em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) e lignina.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de Avicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – campus de Jaboticabal – São Paulo, em um galpão de alvenaria com 36 boxes, com cobertura de telha de barro, piso de concreto, paredes laterais com 0,30 m de altura, completados com tela de arame até o telhado e cortinado externo móvel, dividido em boxes de 3,2 x 1,4m, separados por muretas de alvenaria de 1 m de altura.

Foram alojados 30 pintos de corte Cobb 500®, por boxe, provenientes de um mesmo lote de matrizes, com idade e linhagem iguais. Obteve-se uma densidade de 6,69 aves/m². Essas aves foram criadas de 1 a 42 dias de idade e foram retiradas somente no dia do abate.

As camas de frango foram adquiridas e sua matéria seca (MS) foi realizada para posterior redistribuição nos boxes.

Nas primeiras duas semanas de idade das aves, foram utilizados comedouros tubulares infantis os quais foram substituídos gradativamente por comedouros tubulares com capacidade para 20 kg de ração após a primeira semana de idade. Os bebedouros foram tipo nipple desde a fase inicial até a fase final. O aquecimento inicial foi feito através de lâmpadas infravermelho de 250 watts, procurando manter a temperatura ambiente entre 28 a 30°C, durante as duas primeiras semanas de vida. Os pintos foram vacinados contra a doença de Marek, Gumboro e Bouba no próprio incubatório, seguindo-se a vacinação no galpão de criação das aves, no 5^o e 21^o dias contra a Doença de Gumboro e no 7^o dia contra a Doença de New Castle, ambas por via ocular.

Foram registradas diariamente a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar com termômetro digital, colocados na altura das aves. Foi usado o manejo de cortinas e de ventiladores para a garantia do conforto térmico das aves. O programa de luz adotado foi o de 24 horas de luz, durante todo o período experimental. As aves receberam água e ração *ad libitum* durante todo o período experimental que foi

dividido em duas fases de criação: pré-inicial/inicial (1a 21 dias de idade) e crescimento/final (22 a 42 dias de idade).

Tratamentos experimentais

As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com mineiras, vitaminas e aminoácidos, para atenderem às exigências nutricionais de cada fase de criação das aves (inicial, crescimento e final) de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011) (Tabelas 1 e 2).

Os tratamentos utilizados foram os seguintes:

- ✓ Tratamento 1: Cama de Maravalha.
- ✓ Tratamento 2: Cama de Casca de Amendoim.
- ✓ Tratamento 3: Cama de Capim Napier.

Tabela 1. Composição calculada das rações experimentais para a fase pré-inicial/inicial, crescimento/final

Ingredientes	Pré-inicial/Inicial	Crescimento/Final
Milho Moído	54,33	61,48
Farelo de Soja (45%)	38,00	29,70
Óleo de Soja	2,57	3,72
Sal (Comum)	0,10	0,10
Núcleo AC-50 Inicial*	5,00	-
Núcleo AC-50 Crescimento**	-	5,00
Total	100,00	100,00

Tabela 2. Análise calculada dos níveis nutricionais das rações experimentais

Ingredientes	Pré-inicial/Inicial	Crescimento/Final
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2.950	3.075
Proteína Bruta (%)	22,00	18,45
Fibra Bruta (%)	2,76	2,51
Cálcio (%)	1,05	0,98
Fósforo Total (%)	0,67	0,62
Fósforo Disponível (%)	0,44	0,40
Sódio (%)	0,17	0,20
Lisina Total (%)	1,22	1,11
Lisina Digestível Aves (%)	1,09	1,00
Metionina Total (%)	0,34	0,51
Metionina + Cistina Total (%)	0,86	0,60
Metionina Digestível Aves (%)	0,24	0,47
Treonina Total (%)	0,85	0,72
Treonina Digestível Aves (%)	0,80	0,63
Triptofano Total (%)	0,29	0,23
Triptofano Digestível Aves (%)	0,24	0,20

* Produto comercial que está contribuindo com: Vitamina A (mínimo) – 176.000,00 UI/kg; Vitamina D3 (mínimo) – 40.000,00 UI/kg; Vitamina E (mínimo) – 500,00 UI/kg; Vitamina K3 (mínimo) – 120,00 mg/kg; Vitamina B1 (mínimo) – 36,00 mg/kg; Vitamina B2 (mínimo) – 200,00 mg/kg; Vitamina B6 (mínimo) – 70,00 mg/kg; Vitamina B12 (mínimo) – 700,00 mcg/kg; Niacina (mínimo) – 750,00 mg/kg; Biotina (mínimo) – 3,00 mg/kg; Ácido Pantotênico (mínimo) – 600,00 mg/kg; Ácido Fólico (mínimo) – 30,00 mg/kg; Colina (mínimo) – 20,00 mg/kg; Ferro (mínimo) – 1.100,00 mg/kg; Cobre (mínimo) – 300,00 mg/kg; Manganês (mínimo) – 1.800,00 mg/kg; Zinco (mínimo) – 1.200,00 mg/kg; Iodo (mínimo) – 24,00 mg/kg; Selênio (mínimo) – 4,00 mg/kg; Metionina (mínimo) – 32,00 g/kg; Cálcio (mínimo) – 180,00 g/kg; Fósforo (mínimo) 66,00 g/kg; Sódio (mínimo) – 23,00 g/kg; Magnésio (mínimo) – 5,00 g/kg; Enxofre (mínimo) – 4,00 g/kg; Cloro (mínimo) – 36,00 mg/kg; Antimicrobiano – 2,00 mg/kg; Coccidiostático – 10 g/kg; Antifúngico – 200,00 mg/kg; Antioxidante – 1,00 mg/kg. ** Produto comercial que está contribuindo com: Vitamina A (mínimo) – 150.000,00 UI/kg; Vitamina D3 (mínimo) – 35.000,00 UI/kg; Vitamina E (mínimo) – 4800,00 UI/kg; Vitamina K3 (mínimo) – 1100,00 mg/kg; Vitamina B1 (mínimo) – 34,00 mg/kg; Vitamina B2 (mínimo) – 170,00 mg/kg; Vitamina B6 (mínimo) – 70,00 mg/kg; Vitamina B12 (mínimo) – 650,00 mcg/kg; Niacina (mínimo) – 700,00 mg/kg; Biotina (mínimo) – 3,00 mg/kg; Ácido Pantotênico (mínimo) – 500,00 mg/kg; Ácido Fólico (mínimo) – 25,00 mg/kg; Colina (mínimo) – 12,00 mg/kg; Ferro (mínimo) – 1.100,00 mg/kg; Cobre (mínimo) – 300,00 mg/kg; Manganês (mínimo) – 1.800,00 mg/kg; Zinco (mínimo) – 1.200,00 mg/kg; Iodo (mínimo) – 24,00 mg/kg; Selênio (mínimo) – 4,00 mg/kg; Metionina (mínimo) – 20,00 g/kg; Cálcio (mínimo) – 166,00 g/kg; Fósforo (mínimo) 60,00 g/kg; Sódio (mínimo) – 23,00 g/kg; Magnésio (mínimo) – 5,00 g/kg; Enxofre (mínimo) – 3,00 g/kg; Cloro (mínimo) – 36,00 mg/kg; Antimicrobiano – 2,00 mg/kg; Coccidiostático – 10 g/kg; Antifúngico – 200,00 mg/kg; Antioxidante – 1,00 mg/kg.

Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e oito repetições de 30 aves por unidade experimental.

Características avaliadas

Produção de cama das aves

Para caracterização da produção de camas, foram realizadas pesagens no início (dia 0) e no final de criação de cada lote (43 dias de criação), sendo coletadas amostras representativas e significativas (10%) para análises dos teores de matéria seca (MS) utilizados nos cálculos da produção de cama na MS (kg) e na matéria natural (MN) (kg), e por ave alojada na MS (kg/ave).

Para cada lote foi determinado o coeficiente de resíduo (Cr), o qual foi utilizado para se determinar o potencial de geração de resíduo em um sistema de produção. Na avicultura de corte, significa a relação entre a quantidade de cama gerada (MS) e o peso vivo dos frangos produzidos no sistema ($Cr = \text{kg de cama de frango (MS)} / \text{kg de peso vivo das aves}$), conforme adaptado de Risser (1985) e Strehler e Sutzle (1987).

Análise da composição da cama

Determinação dos números mais prováveis (NMP) de coliformes totais e termotolerantes

Para as análises de coliformes totais e termotolerantes da cama de frango de corte, foram utilizados as técnicas descritas por Silva et al. (1997).

Determinação da composição química da cama

Com as amostras coletadas foram realizadas análises para verificação dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), segundo Bataglia et al. (1983).

Para quantificação do teor de Nitrogênio, foram utilizadas digestão sulfúrica para obtenção do extrato e a determinação analítica utilizando-se o método semi-micro Kjeldhal, cujo princípio baseia-se na transformação do nitrogênio amoniacal ((NH₄)₂SO₄) em amônia (NH₃), a qual é fixada pelo ácido bórico e posteriormente titulada com H₂SO₄ até nova formação de (NH₄)₂SO₄, na presença do indicador ácido/base.

O Potássio foi quantificado utilizando-se digestão nitro-perclórica para obtenção do extrato, posteriormente submetido a espectrofotômetro de absorção

atômica GBC, modelo 932 AA, sendo o Fósforo determinado por método colorimétrico, utilizando-se espectrofotômetro HACH modelo DR-2000.

Determinação das fibras em detergente neutro e ácido e lignina

As determinações dos conteúdos de fibras em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), e lignina foram efetuadas conforme metodologias propostas no AOAC (1980) de amostras de cama de frango.

Análises estatísticas

Os dados foram analisados pelo programa SAS[®] (SAS Institute, 2002) e em caso de significância estatística as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de cama das aves

No presente estudo não foi observado diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos para as características, de produção de cama na MS e MN total, e por ave na MS e Cr. Mostrando que as aves, independentemente do tipo de cama tiveram a mesma produção de resíduos.

O tipo de material utilizado como base nas camas de aviário e o número de ciclos de criação das aves sobre a mesma cama podem interferir nos potenciais de produção de cama, como demonstrado por Santos e Lucas JR. (1997) em estudo de três tipos de cama (napier-N, mistura de napier + maravalha-NM e maravalha-M) utilizado em um ciclo de criação e reutilizado num segundo ciclo. Os mesmos autores afirmaram que se considerando produções médias de cama (kg MS) e os pesos médios das aves nos dois lotes foram observados que a produção de cama diminui com o aumento na densidade populacional, refletindo na diminuição do Cr,

ou seja, quanto maior a densidade populacional adotada, menores ($p < 0,01$) foram os Cr obtidos.

Tabela 3. Médias da produção de cama na matéria natural (MN), na matéria seca (MS) e por ave na MS e coeficiente de resíduo (Cr) de frangos de corte alimentados criados em diferentes tipos de cama

Tratamentos	Produção de cama			
	MN (kg)	MS (kg)	MS (kg/ave)	Cr (kg/kg)
Maravalha	43,57	32,33	1,45	0,41
Casca de amendoim	41,95	33,12	1,40	0,43
Capim Napier	43,33	33,04	1,44	0,42
Valores de F	0,48	0,22	0,24	0,29
Valores de P	0,69	0,88	0,86	0,86
CV ¹	6,68	7,89	7,82	0,83

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). ¹ - coeficiente de variação.

Análise da composição da cama

Determinação dos números mais prováveis (NMP) de coliformes totais e termotolerantes

Avaliando os dados para as características de coliformes expressos em NMP/100 ml de diluição da cama de frango. Observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos tanto para o número de coliformes totais como para os coliformes termotolerantes. Numericamente, pode se observar maior valor de coliformes para o Capim Napier. Este resultado pode evidenciar que, mesmo a cama de Capim Napier tendo ficado nas mesmas condições que demais camas do experimento (mesmo número de aves, mesmo manejo, mesma estocagem), sua alta manipulação (colheita, transporte de carreta, trituração e secagem em local exposto) lhe conferiu um número maior de coliformes do que os demais tratamentos.

Tabela 4. Resultados das análises quanto ao parâmetro de coliformes totais e termotolerantes (NMP/100 ml) das diferentes camas de frango de corte criados até 42 dias de idade.

Tratamentos	Características	
	Coliformes Totais (NMP/100ml)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)
Maravalha	11,00 x 10 ⁷	7,20 x 10 ⁷
Casca de amendoim	10,30 x 10 ⁷	7,50 x 10 ⁷
Capim Napier	11,10 x 10 ⁷	7,90 x 10 ⁷

Determinação da composição química da cama

No presente estudo foi observado que houve diferença ($p < 0,05$), entre os tratamentos para P, onde os o Capim Napier apresentou um maior nível deste mineral. Para Nível de o Nitrogênio e Potássio nas camas estudadas, não obteve diferença significativa. Isso pode ser explicado devido ao manejo dessa forrageira que é exigente quanto ao teor de macronutrientes, como, por exemplo, o Fósforo, que juntamente com as excretas das aves elevou esse valor.

No geral pode-se observar uma grande variação na composição química da cama de frango devido ao fato de haver diferenças nos materiais utilizados como cama, no balanço nutricional, no manejo dos frangos de corte, dentre outras diversas variações.

Tabela 5. Composição química (Nitrogênio – N, Fósforo – P e Potássio – K) das camas de maravalha, casca de amendoim e Capim Napier após utilização para criação frangos de corte do 1° ao 42° dia.

Tratamentos	Macronutrientes (g/100g)		
	N	P	K
Maravalha	1,06 B	3,78 B	3,12
Casca de amendoim	1,35 A	3,15 B	3,19
Capim Napier	1,24 A	5,32 A	3,16
Valores de F	15,16	9,22	18,00
Valores de P	0,023	<0,0001	0,632
CV ¹	14,09	19,15	10,52

¹Coeficiente de variação; médias com letras diferentes na mesma coluna são estatisticamente diferentes.

Na tabela 6, estão descritos os valores encontrados para a composição química da cama referente a fração fibra, onde pode-se evidenciar, que a cama de Maravalha diferiu estatisticamente das demais camas, apresentando maiores valores para FDN, FDA e Lignina, não diferenciando dos demais tratamentos apenas no valor de celulose.

Tabela 6. Composição da fração fibra das camas de maravalha, casca de amendoim e Capim Napier após utilização para criação frangos de corte do 1° ao 42° dia.

Tratamentos	Composição (% MS)			
	FDN	FDA	Celulose	Lignina
Maravalha	72,17A	50,48A	36,14	13,50A
Casca de amendoim	61,60B	37,38B	26,23	9,99AB
Capim Napier	63,69B	37,35B	30,84	5,91B
Valores de F	15,16	9,22	18,00	10,21
Valores de P	0,023	0,042	0,632	0,701
CV¹	14,09	19,15	10,52	12,82

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). ¹ - coeficiente de variação.

5. CONCLUSÃO

Nas condições em que foi conduzido o presente estudo observou-se que a o uso de três tipos diferentes de cama não afetou o número de coliformes totais e termotolerantes. Para o teor de minerais, foi observado que as concentrações de cada um variaram de acordo com o tipo de cama, tendo a Cama de Casca de Amendoim o maior nível de Nitrogênio e o Capim Napier o maior nível de Potássio. O tratamento que utilizou a cama de maravalha apresentou valores maiores para FDN, FDA e Lignina, que correspondem às fibras de difícil decomposição.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 13th. ed. Washington, 1980.

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).

PAGANINI, F. J. Manejo da cama. In: A. A. MENDES, I. A. NAAS e M. MACARI. **Produção de frangos de corte**. FACTA: Campinas, SP. Brasil, p. 107-116, 2004.

RISSER, P. **Resíduos agrícolas e florestais: a biomassa como fonte de energia**. Moscou: Ed. Mir, 1985, p. 25-45.

ROSTAGNO, H.S; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2011, 252p.

SANTOS, T.M.B.,LUCAS JR. J. **Produção de biogás a partir de três tipos de cama obtidos em dois ciclos de criação de frangos de corte**. In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, Campina Grande: SBEA/UFPE, (EAG030), 1997. 3p. (CD).

SAS. **INSTITUTE SAS® User' Guide**: statistics. Cary, NC, 2002.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varala, 1997. 295p.

STREHLER, A., SUTZLE, W. (1987). Biomass residues. In: Hall D. O. (Ed.). **BIOMASS: regenerable energy**. Chichester: John Wiley e Sons Ltd.

CAPÍTULO 4 – Utilização de três tipos de cama de frango em biodigestores semi-contínuos para produção de biogás

RESUMO - O objetivo do estudo foi avaliar a biodigestão anaeróbia de três tipos de cama em biodigestores semi-contínuos, bem como a produção e a qualidade de biogás. Os tratamentos consistiram de diferentes tipos de camas: T₁: cama de maravalha; T₂: cama de casca de amendoim; T₃: cama de capim napier. Ao final do período experimental de criação dos animais (42 dias de idade) as camas provenientes de cada tratamento foram coletadas, ensacadas, identificadas, preparadas e distribuídas em biodigestores do tipo contínuo utilizando-se o volume de carga diária de 2kg (cama + água). As variáveis analisadas foram os teores de Sólidos Totais e Voláteis, o Potencial de Produção de Biogás e a proporção dos gases contidos nele. Para o cálculo de Sólidos Totais e Voláteis foram utilizadas as metodologias descritas por APHA (2012). A produção de biogás foi determinada em função do deslocamento do gasômetro e a composição do biogás foi medida com auxílio de um cromatógrafo de fase gasosa. Foi realizada a análise de variância dos dados e em caso de significância estatística foi adotado o procedimento de comparação das médias pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Pode-se concluir que a cama mais indicada para a produção de biogás em biodigestores semi-contínuos é a cama de capim napier, pois apresentou potenciais de produção de 0,3659 m³/ kg de sólidos voláteis e produção média de 0,00319 m³ de biogás. O tratamento que se utilizou casca de amendoim obteve resultado semelhante do capim napier, diferindo estatisticamente destes dois, somente o tratamento com cama de maravalha, que apresentou os valores mais reduzidos.

Palavras-chave: bioenergia, biogás, metano, potencial de produção de biogás, resíduos da avicultura

1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, a exploração avícola tem se caracterizado pela produção de frango de corte precoces, devido ao aumento na demanda mundial de carnes. Com isso, a geração de resíduos no setor vem aumentando, sendo necessário ao produtor tomar conhecimento sobre questões ambientais, para que sua atividade seja sustentável.

Os produtores, cada vez mais têm demonstrado interesse na questão ambiental e o manejo adequado dos resíduos produzido na atividade, bem como, cada vez mais esse interesse é despertado também nos consumidores desses produtos. A avicultura de corte gera excesso de resíduos sólidos e consome grande quantidade de energia elétrica para manter o sistema de alimentação, ventilação e aquecimento das aves. Sendo assim, estudos visando a sustentabilidade energética da atividade têm sido desenvolvidos.

Uma alternativa para redução de custos e destinação correta dos dejetos é a biodigestão anaeróbia que produz o biogás que pode ser utilizado para gerar energia na granja, além disso, a mesma permite o isolamento dos resíduos, e reduz a população de moscas, de parasitos e patógenos ao homem e aos animais; assim como redução de odores, de sólidos (LUCAS JUNIOR; SANTOS 2000).

A fermentação da cama de aviário produz o biogás, que consiste de aproximadamente 60% de metano e 38% de dióxido de carbono. Os 2% restantes são traços de vapor d'água, amônia e sulfeto de hidrogênio.

Além da produção do biogás, o efluente pode ser utilizado como biofertilizante de plantas, por ser fonte de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, cobre, manganês, e outros minerais (MAGALHÃES et al., 1986).

2. OBJETIVOS

Objetivou-se avaliar o desempenho de biodigestores semi-contínuos quando abastecidos com três tipos de cama de frango quanto aos potenciais de produção de biogás e sua composição.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Local, resíduo e preparo dos substratos

As aves foram criadas até 42 dias de idade, após as camas de frango foram retiradas dos boxes e identificadas por tratamento (T1: cama de maravalha; T2: cama de casca de amendoim; T3: cama de capim napier). As camas foram acondicionadas em baldes plásticos e levadas ao Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal / UNESP.

A cama produzida foi armazenada e dividida em partes, para compor a carga diária dos biodigestores semi-contínuos.

O substrato utilizado para o abastecimento dos biodigestores foi a cama de frango diluída e o volume da carga foi o mesmo para todos os biodigestores (2litros/dia) por um período de 60 dias, conforme descrito na Tabela 1. Os substratos foram preparados para ter um teor de sólidos totais próximo a 3,0%, segundo modelo proposto por Lucas Junior (1994). Foram utilizados 400,00 g de cama diluídos em 10,50 kg de água, onde, depois de preparado, foi feita a separação de sólidos com auxílio de uma peneira de aproximadamente 1 mm. A fração sólida retida na peneira foi descartada, utilizando-se somente o que ficou diluído e passou pela peneira.

Tabela 1. Quantidade de substratos em kg adicionados aos biodigestores contínuos diariamente

Cama	Água	Total
0,0734	1,9266	2,000

Para a realização desse trabalho foram confeccionados biodigestores semi-contínuos em escala experimental de material PVC com aproximadamente 60 litros para substratos em fermentação.

Os biodigestores semi-contínuos foram constituídos de duas partes distintas; sendo um deles o recipiente para o material em fermentação e o outro o gasômetro. O recipiente para o material em fermentação foi composto por um cilindro reto de PVC com diâmetro de 300 mm e com 1 m de comprimento tendo as extremidades fixadas com duas placas de PVC com 1,5 cm de espessura de cada lado. Em uma placa foi fixado um cano de entrada por onde se fez o abastecimento e na extremidade foram fixados dois canos, sendo um destinado à saída do biofertilizante e outro a saída do gás.

O gasômetro foi constituído de dois cilindros de 250 e 300 mm de diâmetro e encontram-se inseridos, um no interior do outro, de tal forma que o espaço existente entre a parede externa do cilindro interior e a parede interna do cilindro exterior comporta um volume de água (“selo de água”), atingindo profundidade de 500 mm. O cilindro de 300 mm de diâmetro foi fixado sobre uma placa de PVC com 2,5 cm de espessura, recebendo o cilindro de 250 mm de diâmetro no seu interior. O cilindro de 250 mm diâmetro teve uma das extremidades vedadas com um cap que recebeu o gás produzido, a outra extremidade estava emborcada no selo de água para armazenar o gás produzido. Os gasômetros foram dispostos sobre uma bancada, em condições de temperatura ambiente, abrigados da luz solar e chuvas.

Abaixo, podemos observar nas figuras 1 e 2 os biodigestores que foram construídos para este experimento.



Figura 1. Biodigestores experimentais dispostos em uma bancada.



Figura 2. Biodigestor semi-contínuo.

Tratamentos experimentais

Os tratamentos foram definidos em função das diferentes camas sob as quais os frangos foram alojados.

Para os biodigestores semi-contínuos foram utilizados três tratamentos com quatro repetições, sendo que os tratamentos utilizados foram os seguintes:

- ✓ Tratamento 1: Cama de maravalha + água.
- ✓ Tratamento 2: Cama de casca de amendoim + água.
- ✓ Tratamento 3: cama de capim napier + água.

Todos os tratamentos foram preparados com 400 g de cama de frango diluídas em 1,50 kg de água;

Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos (três tipos de cama) e quatro repetições de biodigestores semi-contínuos.

Características avaliadas

Ensaio de biodigestão anaeróbia

Determinação dos teores de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV)

As amostras destinadas às determinações dos teores de sólidos totais e voláteis, dos substratos, afluentes e efluentes dos ensaios de biodigestão anaeróbia, foram acondicionadas em cadinhos de porcelana previamente tarados, pesados para se obter o peso úmido (Pu) do material e em seguida, levadas à estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 65°C até atingirem peso constante e em seguida, resfriadas em dessecador e pesadas novamente em balança com precisão de 0,01 g, obtendo-se o peso seco (Ps). O teor de sólidos totais foi determinado segundo metodologia descrita por APHA (2012).

Para a determinação do teor de sólidos voláteis, os materiais secos obtidos após a determinação do teor de sólidos totais, foram pesados em cadinhos de porcelana e levados à mufla a temperatura de 575°C durante um período de 2 horas e após resfriamento em dessecadores, os materiais foram pesados em balança com precisão de 0,0001 g, obtendo-se o peso de cinzas. O teor de sólidos voláteis foi determinado a partir da metodologia descrita por APHA (2012).

Para o cálculo dos sólidos totais e voláteis do afluente foram coletadas amostras a partir do início do experimento em 23/07/2012. Após isso foram feitas coletas semanalmente de 24/09/2012 até o seu final em 04/12/2012. Já para o cálculo de sólidos totais do efluente foram coletadas amostras a partir da data de 24/09/2012, em que houve a primeira saída de efluente e após essa data, semanalmente até o dia 04/12/12.

Determinação do volume de biogás e cálculo dos potenciais de produção de biogás

As camas foram separadas por tratamento e armazenadas para utilização no fornecimento diário de biodigestores semi-contínuos. Cargas diárias foram preparadas utilizando-se como substrato as camas de frango e água, sendo que, após a diluição, a mistura passou por peneira (malha de 3 mm), separando-se as frações sólida e líquida. A fração líquida foi adicionada nos biodigestores (2 litros de carga diária/biodigestor, correspondendo a tempo de retenção hidráulica de 30 dias).

A produção de biogás foi quantificada conforme ocorreu o acúmulo em gasômetros, realizando-se a leitura diária. A leitura consistiu, na medição da altura aferida em régua fixada junto ao gasômetro, que se deslocava verticalmente. O número obtido na leitura foi multiplicado pela área de seção transversal interna dos gasômetros, igual a 0,04906 m². Após cada leitura os gasômetros foram zerados utilizando-se o registro de descarga do biogás. A correção do volume de biogás para as condições de 1 atm em 20°C, foi efetuada com base no trabalho de CAETANO (1985), em que pelo fator de compressibilidade (Z), o biogás apresenta comportamento próximo ao ideal.

Para a correção do volume de biogás, utiliza-se a expressão resultante da combinação das leis de Boyle e Gay-Lussac, onde:

$$\frac{V_0 \times P_0}{T_0} = \frac{V_1 \times P_1}{T_1}$$

em que:

V_0 = volume de biogás corrigido, m³;

P_0 = pressão corrigida do biogás, 10.322,72 mm de H₂O;

T_0 = temperatura corrigida do biogás, 293,15 K;

V_1 = volume do gás no gasômetro;

P_1 = pressão do biogás no instante da leitura, 9673,24 mm de H₂O;

T_1 = temperatura do biogás, em K, no instante da leitura.

Considerando-se a pressão atmosférica média de Jaboticabal igual a 9627,24 mm de água e pressão conferida pelos gasômetros de 46 mm de água, obtém-se como resultado a seguinte expressão, para correção do volume de biogás:

$$V_0 = (V_1/T_1) \times 274,70$$

Análise da composição do biogás produzido

Para avaliação da composição do biogás produzido, foram feitas análises com base nos teores de metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂). Semanalmente foram retiradas amostras de biogás dos biodigestores durante todo o período experimental, utilizando-se seringas plásticas de 50 mL de volume. As determinações foram feitas em cromatógrafo de fase gasosa da marca FINNINGAN GC 2001 equipado com colunas Porapak Q, Peneira Molecular 5A e detector de condutividade térmica, utilizando o hidrogênio como gás de arraste. A calibração do equipamento foi feita com o gás padrão contendo 55,4% de metano, 35,1% de dióxido de carbono, 2,1% de oxigênio e 7,7% de nitrogênio.

Análises estatísticas

Os dados foram analisados pelo programa SAS[®] (SAS Institute, 2002) e em caso de significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação dos teores de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV)

Na tabela 1 estão apresentados os valores para os teores médios de sólidos totais e voláteis e a porcentagem de sólidos voláteis reduzidos.

Tabela 1. Teores médios de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV), em %, e redução de sólidos voláteis (SV) para os biodigestores abastecidos com substratos de cama de maravalha, casca de amendoim e capim Napier

	AFLUENTE		EFLUENTE		REDUÇÃO DE SV
	ST(%)	SV (%)	ST (%)	SV (%)	(%)
CAMA					
MARAVALHA	0,594	0,357	0,395	0,198	44,61 a
C. AMENDOIM	0,544	0,304	0,375	0,166	45,51 a
C. NAPIER	0,734	0,436	0,497	0,232	46,71 a
Valores de P					>0,0005
Valores de F					1,15 ^{NS}
CV ¹ %					4,29

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). ¹ - coeficiente de variação.

A redução dos teores de sólidos voláteis apresentou valores abaixo dos valores encontrados por Santos (1997) e valores semelhantes aos encontrados por Santos (2001), que encontrou valores de 44,98% de redução de sólidos voláteis.

Como pode ser observado na Tabela 1 não houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos para a redução do teor de sólidos voláteis.

Produção de biogás

Na Tabela 2 estão descritos os resultados para produção de biogás dos biodigestores semi-contínuos em m³, durante a de coleta de dados.

Tabela 2. Produção média diária de biogás, em m³, nos biodigestores abastecidos com substrato de cama de maravalha, de casca de amendoim e de capim Napier

DIAS	PRODUÇÃO DE BIOGÁS (m ³)		
	MARAVALHA	C. AMENDOIM	C. NAPIER
1	0,00431	0,00445	0,00633
2	0,00408	0,00431	0,00642
3	0,00363	0,00383	0,00570
4	0,00230	0,00240	0,00352
5	0,00230	0,00240	0,00352
6	0,00230	0,00240	0,00352
7	0,00230	0,00240	0,00352
8	0,00230	0,00240	0,00352
9	0,00230	0,00240	0,00352
10	0,00237	0,00210	0,00347
11	0,00242	0,00190	0,00344
12	0,00242	0,00190	0,00344
13	0,00242	0,00190	0,00344
14	0,00288	0,00233	0,00388
15	0,00310	0,00254	0,00410
16	0,00310	0,00254	0,00410
17	0,00282	0,00219	0,00367
18	0,00262	0,00196	0,00338
19	0,00262	0,00196	0,00338
20	0,00241	0,00213	0,00336
21	0,00188	0,00255	0,00331
22	0,00188	0,00255	0,00331
23	0,00188	0,00255	0,00331
24	0,00202	0,00284	0,00336
25	0,00214	0,00308	0,00340
26	0,00214	0,00308	0,00340
27	0,00184	0,00271	0,00290
28	0,00123	0,00198	0,00190
29	0,00123	0,00198	0,00190
30	0,00123	0,00198	0,00190
31	0,00123	0,00198	0,00190
32	0,00142	0,00201	0,00210

33	0,00169	0,00206	0,00238
34	0,00169	0,00206	0,00238
35	0,00169	0,00206	0,00238
36	0,00169	0,00206	0,00238
37	0,00169	0,00206	0,00238
38	0,00158	0,00184	0,00248
39	0,00153	0,00173	0,00253
40	0,00153	0,00173	0,00253
41	0,00153	0,00173	0,00253
42	0,00153	0,00173	0,00253
43	0,00153	0,00173	0,00253
44	0,00153	0,00173	0,00253
45	0,00240	0,00266	0,00354
46	0,00289	0,00320	0,00412
47	0,00289	0,00320	0,00412
48	0,00257	0,00287	0,00365
49	0,00191	0,00221	0,00270
50	0,00191	0,00221	0,00270
51	0,00191	0,00221	0,00270
52	0,00221	0,00239	0,00294
53	0,00262	0,00264	0,00329
54	0,00262	0,00264	0,00329
55	0,00262	0,00264	0,00329
56	0,00262	0,00256	0,00316
57	0,00261	0,00252	0,00309
58	0,00261	0,00252	0,00309
59	0,00261	0,00252	0,00309
60	0,00087	0,00084	0,00103
TOTAL	0,00220	0,00237	0,00319

Na Figura 3, pode-se observar o comportamento de cada material utilizado como cama em relação a produção de biogás.

Pode-se notar que, por volta do 14º dia ocorreu o primeiro pico de produção de biogás e já se pode observar que o capim napier foi o que apresentou maior pico, em relação aos demais.

Após o período de pico, foi observada uma queda e posterior estabilização da produção para todos os tratamentos, isto, deve-se em partes à queda da temperatura observada na região durante o período.

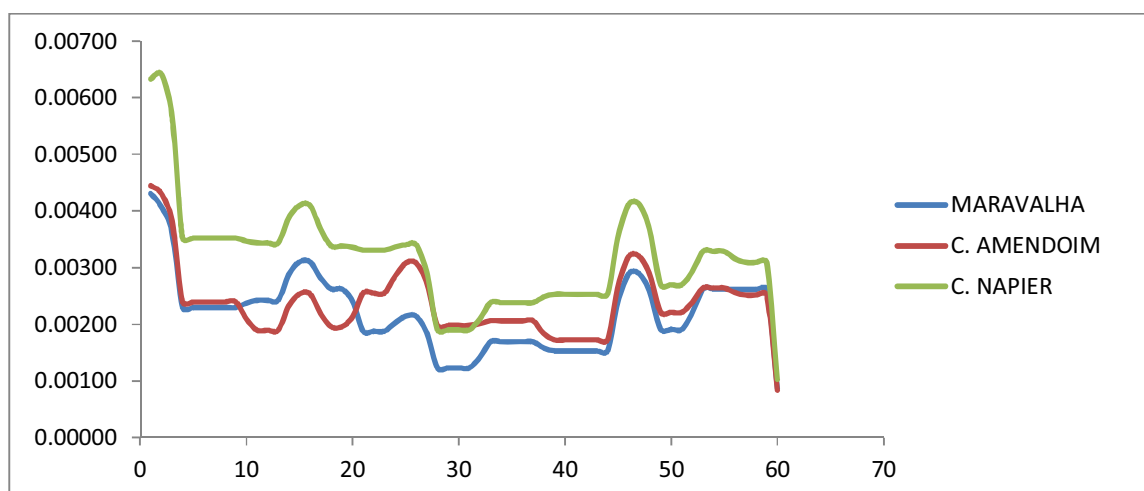


Figura 3. Produções médias diárias de biogás, em m³ nos biodigestores abastecidos com substratos de cama de maravalha, de casca de amendoim e de capim napier

Todos os tratamentos apresentaram novamente pico de produção de biogás aos 46 dias de coleta, onde se nota, novamente, a maior produção de biogás pelo tratamento com capim napier.

Potencial de produção de Biogás

Na Tabela 3 estão apresentados os valores para o potencial de produção de biogás em m³/kg de cama, m³/kg ST adicionados e em m³/kg SV adicionados.

Pode-se notar que mesmo com valores altos do coeficiente de variação, o tratamento com Capim Napier apresentou diferença significativa em relação aos demais tratamentos, quando se observa a produção de biogás em m³/kg de cama.

Para a produção por m³/kg de sólidos totais adicionados não foi observado diferença significativa para nenhum tratamento estudado. Já para a produção em m³/kg de sólidos voláteis adicionados, observa-se que o capim napier e a casca de

amendoim, apresentaram maior produção, em relação à maravalha, diferindo significativamente deste tratamento.

Tabela 3. Potenciais de produção de biogás, expressos em m³ de biogás por kg de cama e por kg de ST e SV adicionados

TRATAMENTOS	PRODUÇÃO DE BIOGÁS		
	m ³ /kg cama	m ³ /kg ST adic	m ³ /kg SV adic
Maravalha	0,0289 b	0,1857 a	0,3086 b
C. amendoim	0,0311 b	0,2174 a	0,3693 a
C. Napier	0,0418 a	0,2173 a	0,3659 a
Valores de P	<0,0001	>0,0005	<0,0005
Valores de F	16,02**	2,54 ^{NS}	7,17*
CV*	10,17	11,11	7,66

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). ¹ - coeficiente de variação.

Produção de metano

Na Tabela 4 são apresentados os resultados para produção de metano dos biodigestores semi-contínuos em m³, durante a fase de coleta de dados. Nota-se o mesmo comportamento dos dados de produção de biogás, sendo o tratamento com capim napier o que apresentou produção superior de metano quando comparado aos demais tipos de cama. Isto porque, durante o processo de biodigestão, o capim napier, por ser uma forrageira, apresenta mais facilidade de decomposição pelas bactérias metanogênicas do que os demais materiais utilizados neste experimento, que possuem valores altos de lignina e fibras insolúveis.

Tabela 4. Produção média diária de metano, em m³, nos biodigestores abastecidos com substratos de cama de maravalha, de casca de amendoim e de capim Napier

DIAS	PRODUÇÃO DE METANO (m ³)		
	MARAVALHA	C. AMENDOIM	C. NAPIER
1	0,00319	0,00264	0,00443
2	0,00302	0,00256	0,00449
3	0,00258	0,00269	0,00368
4	0,00163	0,00167	0,00229
5	0,00163	0,00167	0,00229
6	0,00163	0,00167	0,00229
7	0,00163	0,00167	0,00229
8	0,00163	0,00167	0,00229
9	0,00177	0,00183	0,00251
10	0,00182	0,00161	0,00248
11	0,00186	0,00147	0,00246
12	0,00186	0,00147	0,00246
13	0,00186	0,00147	0,00246
14	0,00221	0,00177	0,00277
15	0,00238	0,00192	0,00293
16	0,00238	0,00192	0,00293
17	0,00211	0,00164	0,00255
18	0,00196	0,00146	0,00235
19	0,00196	0,00146	0,00235
20	0,00180	0,00159	0,00234
21	0,00140	0,00191	0,00230
22	0,00140	0,00191	0,00230
23	0,00140	0,00191	0,00230
24	0,00152	0,00213	0,00234
25	0,00169	0,00237	0,00255
26	0,00169	0,00237	0,00255
27	0,00145	0,00209	0,00217
28	0,00097	0,00152	0,00142
29	0,00097	0,00152	0,00142
30	0,00097	0,00152	0,00142
31	0,00097	0,00152	0,00142
32	0,00112	0,00155	0,00157
33	0,00133	0,00159	0,00178
34	0,00133	0,00159	0,00178
35	0,00133	0,00159	0,00178
36	0,00131	0,00158	0,00175
37	0,00131	0,00158	0,00175

38	0,00123	0,00141	0,00182
39	0,00119	0,00132	0,00186
40	0,00119	0,00132	0,00186
41	0,00119	0,00132	0,00186
42	0,00119	0,00132	0,00186
43	0,00119	0,00132	0,00186
44	0,00119	0,00132	0,00186
45	0,00186	0,00204	0,00260
46	0,00224	0,00245	0,00302
47	0,00221	0,00242	0,00311
48	0,00196	0,00217	0,00275
49	0,00146	0,00167	0,00204
50	0,00146	0,00167	0,00204
51	0,00146	0,00167	0,00204
52	0,00169	0,00181	0,00222
53	0,00201	0,00200	0,00248
54	0,00201	0,00200	0,00248
55	0,00201	0,00200	0,00248
56	0,00200	0,00194	0,00239
57	0,00200	0,00190	0,00233
58	0,00200	0,00190	0,00233
59	0,00200	0,00190	0,00233
60	0,00067	0,00063	0,00078
TOTAL	0,10052	0,10562	0,13762

Na Figura 4, observa-se o comportamento de cada material utilizado como cama em relação a produção de metano.

Observa-se, que foram conseguidos níveis constantes de produção de metano durante boa parte do período de coletada e no 47º dia apresentou pico de produção para todos os tratamentos, destacando-se novamente o tratamento com capim napier, que apresentou níveis de metano superiores aos demais tratamentos.

Após o período de pico, foi observada estabilização e posterior queda da produção para todos os tratamentos.

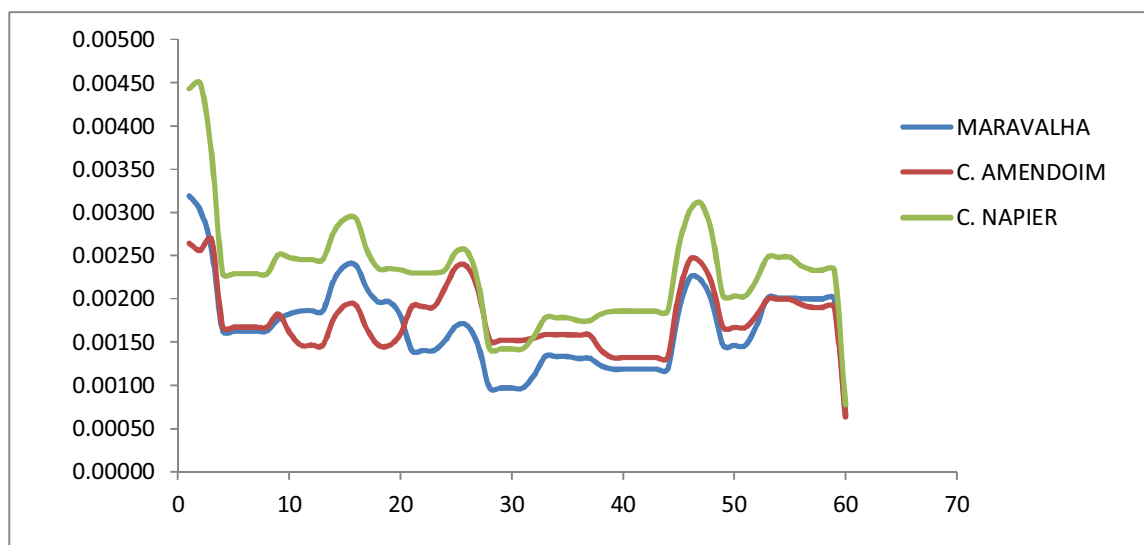


Figura 4. Produções médias diárias de metano, em m^3 , nos biodigestores abastecidos com substratos de cama de maravalha, de casca de amendoim e de capim napier

Potencial de produção de Metano

Na Tabela 5 estão apresentados os valores para o potencial de produção de metano em m^3/kg de cama, m^3/kg ST adicionados e em m^3/kg SV adicionados.

Tabela 5. Potenciais de produção de metano, expressos em m^3 de metano por kg de cama e por kg de ST e SV adicionados

Tratamento	PRODUÇÃO DE METANO		
	m^3/kg cama	m^3/kg ST adic	m^3/kg SV adic
Maravalha	0,0220 b	0,1411 a	0,2346 b
C. amendoim	0,0231 b	0,1617 a	0,2892 a
C. Napier	0,0301 a	0,1563 a	0,2632 ab
Valores de P	<0,0001	>0,0005	<0,0005
Valores de F	14,02**	1,80 ^{NS}	4,89*
CV ¹	9,39	10,39	9,80

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). ¹ - coeficiente de variação.

Para a produção por m³/kg de sólidos totais adicionados não foi observado diferença significativa para nenhum tratamento estudado. Já para a produção em m³/kg de sólidos voláteis adicionados, observa-se que a casca de amendoim apresentou maior produção de metano, em relação a maravalha, mas não diferindo significativamente do capim napier.

Composição do biogás

Na Tabela 6 estão apresentados os valores em percentual da composição do biogás produzido em biodigestores semi-contínuos abastecidos com camas de maravalha, casca de amendoim e capim Napier.

Tabela 6. Composição do biogás de três tipos de cama de frango tratados em biodigestores contínuos

Semanas	Maravalha		Casca de Amendoim		Capim Napier	
	CO ₂	CH ₄	CO ₂	CH ₄	CO ₂	CH ₄
1	23,18	0,00	24,84	0,00	35,54	0,00
2	28,60	0,00	37,96	0,00	46,66	0,00
3	35,75	2,86	41,12	23,06	50,60	0,90
4	55,13	0,00	53,16	12,78	63,86	0,76
5	60,71	1,79	62,93	2,30	66,97	7,13
6	45,08	20,63	59,88	21,73	78,27	8,78
7	46,68	52,18	46,96	51,86	40,77	58,30
8	39,38	58,10	36,95	62,10	36,51	62,97
9	25,13	74,17	24,80	74,81	23,33	76,00
10	26,13	73,09	27,61	71,13	24,45	74,42
11	37,26	59,49	25,33	70,02	21,56	74,12
12	27,94	70,75	34,20	64,74	27,80	70,86
13	19,53	76,01	26,31	71,56	22,24	76,87
14	20,32	75,01	25,71	69,58	20,87	74,97
15	18,39	77,01	21,08	74,78	16,94	78,93
16	19,35	76,58	22,56	73,38	18,38	77,58
17	19,65	75,65	20,17	75,42	19,28	76,50
18	13,99	88,29	0,63	94,62	0,00	94,98

De acordo com a Tabela 6 observa-se que o tratamento com Capim Napier apresentou produção com crescimento constante, atingindo o maior nível de metano ao final das semanas observadas. Esse comportamento se assemelha bastante ao observado para a cama de casca de amendoim, que apresentou aumento crescente dos níveis de metano, porém com algumas quedas durante o período. O tratamento com cama de maravalha foi o que obteve desempenho abaixo dos demais na conversão de dióxido de carbono e na produção de metano.

5. CONCLUSÃO

Nas condições em que o experimento foi realizado, podemos concluir que tanto a cama de maravalha, como a cama de capim napier produzem bons volumes de biogás, maiores produções de metano e uma maior redução no nível de dióxido de carbono.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22th ed. Whashington, D.C., 2012, 1496 p.

CAETANO, L. **Proposição de um sistema modificado para quantificação d biogás**. 1985. 75 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura)- Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1985.

LUCAS JR, J. **Algumas Considerações sobre o uso do estrume de suínos como substrato para três sistemas de biodigestores anaeróbios**. 1994. 137f. Tese (Livre-Docência Construções Rurais) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1994.

LUCAS JR., J; SANTOS, T. M. B. Aproveitamento de resíduos da indústria avícola para produção de biogás. In: SIMPÓSIO DE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA, 2000. Concórdia. **Anais...** Concórdia: CNPSA, 2000. p. 27-43.

MAGALHAES, A. T. P. **Biogás**: um projeto de saneamento urbano. São Paulo: Nobel, 1986.120 p.

SANTOS, T.M.B.,LUCAS JR. J. **Produção de biogás a partir de três tipos de cama obtidos em dois ciclos de criação de frangos de corte.** In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, Campina Grande: SBEA/UFPE, (EAG030), 1997. 3p. (CD).

SANTOS, T. M. B. **Balanco energético e adequação do uso de biodigestores em galpões de frangos de corte.** 2001. 167 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

SAS. **INSTITUTE SAS® User' Guide**: statistics. Cary, NC, 2002.

CAPÍTULO 5 – Utilização de três tipos de cama de frango em biodigestores batelada para produção de biogás

RESUMO - O objetivo do estudo foi avaliar a biodigestão anaeróbia de três tipos de cama em biodigestores do tipo batelada, bem como a produção e qualidade de biogás. Os tratamentos consistiram de diferentes tipos de camas e diferentes modos de preparo de substratos: T₁ - cama de maravalha + água – com separação da fração sólida; T₂ - cama de maravalha + água – sem separação da fração sólida; T₃ – fração sólida da maravalha; T₄ - cama de casca de amendoim + água – com separação da fração sólida; T₅ - cama de casca de amendoim + água – sem separação da fração sólida; T₆ - fração sólida da casca de amendoim; T₇ - cama de capim napier + água – com separação da fração sólida; T₈ - cama de capim napier + água – sem separação da fração sólida e T₉ - fração sólida do capim napier. Ao final do período experimental de criação dos animais (42 dias de idade) as camas provenientes de cada tratamento foram coletadas, ensacadas, identificadas, preparadas e distribuídas nos biodigestores batelada de acordo com cada tratamento. O volume de carga diária foi de 1,8 kg (cama + água) para todos os biodigestores. As variáveis analisadas foram os teores de Sólidos Totais e Voláteis, o Potencial de Produção de Biogás e qualidade do biogás produzido como também, a proporção dos gases contidos nele. Para o cálculo de Sólidos Totais e Voláteis foram utilizadas as metodologias descritas por APHA (2012). O volume de biogás foi medido baseando-se no deslocamento vertical dos gasômetros durante o período de produção e a composição do biogás foi medida com auxílio de um cromatógrafo de fase gasosa. Foi realizada a análise de variância dos dados e em caso de significância estatística foi adotado o procedimento de comparação das médias pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. A Cama de Capim Napier é a mais indicada para produção de biogás, pois foi notada uma redução significativa do teor de Sólidos Voláteis, quando comparamos aos demais tratamentos estudados e independentemente do tipo de preparo (com separação, sem separação e fração sólida) obteve teores de metano acima de 60%.

Palavras-chave: bioenergia, biogás, cama de frango, metano, resíduos da avicultura.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, houve a substituição da carne bovina por alternativas proteicas, principalmente a carne de frango, pode-se dizer que alguns fatores foram importantes para que houvesse essa mudança sendo um deles caracterizado pela queda dos preços relativos do frango frente às demais carnes (TEIXEIRA e FERREIRA FILHO, 2008).

O aumento da produção nacional de frangos de corte, principalmente nos últimos anos, possibilitou ao setor uma maior inserção no mercado internacional e a continuidade do abastecimento doméstico sem alteração no preço (CARVALHO, 2007).

Nos dias atuais, a exploração avícola tem se caracterizado pela produção de frangos de corte precoces, devido ao aumento na demanda mundial de carnes. Com isso, a geração de resíduos no setor vem aumentando, sendo necessário ao produtor tomar conhecimento sobre questões ambientais, para que sua atividade seja sustentável.

Santos (2001) relata que o aumento da demanda de carne de frango tem exigido uma produção rápida e caracteristicamente concentrada, com crescimentos vertiginosos do setor. Conseqüentemente são produzidas excessivas quantidades de resíduo nos galpões de criação.

Para destinar adequadamente os resíduos, os produtores devem possuir um programa racional de controle dos dejetos, visando a sua correta utilização para evitar os problemas de poluição. Por outro lado os resíduos gerados nas atividades ligadas a produção animal, apesar dos problemas ambientais que podem causar, apresentam valor energético, podendo significar um fator de agregação, na atividade principal. Dessa forma, encontrar uma maneira adequada para o manejo dos dejetos e ou resíduos é o maior desafio para reduzir os custos de produção e minimização dos impactos ambientais (COSTA, 2009).

O desenvolvimento avícola sustentável pode ser iniciado tendo por base o planejamento da implantação da atividade e do manejo correto dos dejetos, que usa a estratégia de crescimento a partir da reciclagem dos resíduos.

A biodigestão anaeróbia é um processo biológico natural e eficiente no tratamento de consideráveis quantidades de resíduos, reduzindo o seu poder poluente e os riscos sanitários advindos dos mesmos (HILL, 1980).

Pouco se sabe da influência do tipo de cama sobre a produção de biogás e sua qualidade. Diante do exposto, este estudo foi realizado com o intuito de avaliar três tipos de cama de frango para a produção de biogás em biodigestores do tipo batelada.

2. OBJETIVOS

Objetivou-se avaliar o desempenho de três tipos de cama de frango em processos de biodigestão anaeróbia para a produção e qualidade de biogás utilizando-se biodigestores do tipo batelada.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Local, resíduo e preparo dos substratos

Os substratos utilizados para o abastecimento dos biodigestores foram os três tipos de camas de frango advindas de aves criadas de 1 a 42 dias de idade, como descritos nos capítulos anteriores. Para a carga dos biodigestores, foram adotados três tipos de preparo. No primeiro modo, a cama foi diluída com água, homogeneizada e separados 1,80 kg por repetição para abastecer os biodigestores sem a separação da fração sólida. No segundo modo, a cama foi diluída em água, passada em uma peneira de aproximadamente 1 mm, sendo utilizado no abastecimento somente a fração de passou pela peneira. No terceiro modo, a cama foi diluída em água, passada em um peneira de aproximadamente 1 mm, sendo utilizado no abastecimento somente a fração (sólida) que ficou retida na peneira. O volume da carga foi o mesmo para todos os biodigestores, de 1,80 kg.

Os biodigestores do tipo batelada (Figura 1) foram constituídos por três cilindros retos de PVC com diâmetros de 7,5, 10 e 15 cm, acoplados sobre um cap de PVC com capacidade operacional de 2 litros de substrato em fermentação, cada. Os cilindros de 10 e 15 cm foram inseridos um no interior do outro, de tal forma que o espaço existente entre a parede externa do cilindro interior e a parede interna do cilindro exterior comportasse um volume de água (“selo de água”), atingindo profundidade de 50 cm. O cilindro de diâmetro intermediário teve uma das extremidades vedadas, conservando-se apenas uma abertura para descarga do biogás, e emborcado no selo de água, para propiciar condições anaeróbias e armazenar o gás produzido.

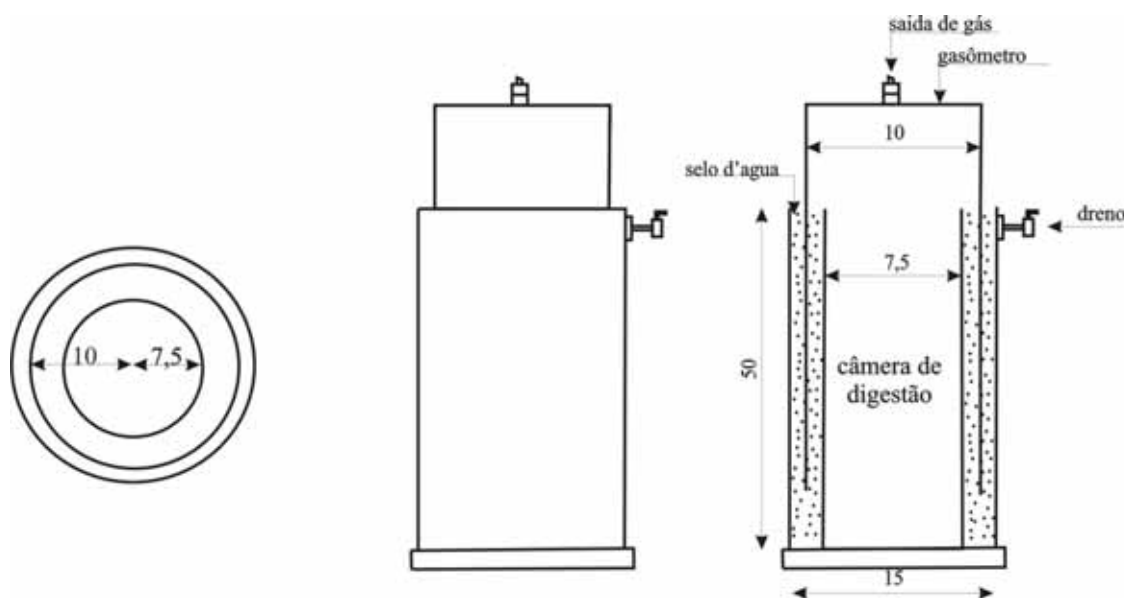


Figura 1. Digestor tipo batelada de bancada.

Foram utilizados 9 tratamentos com 4 repetições sendo que os tratamentos utilizados foram os seguintes:

- ✓ Tratamento 1: CSM- cama de maravalha + água – com separação da fração sólida;
- ✓ Tratamento 2: SSM - cama de maravalha + água – sem separação da fração sólida e
- ✓ Tratamento 3: FSM – fração sólida da maravalha.

- ✓ Tratamento 4: CSCA- cama de casca de amendoim + água – com separação da fração sólida;
- ✓ Tratamento 5: SSCA - cama de casca de amendoim + água – sem separação da fração sólida e
- ✓ Tratamento 6: FSCA – fração sólida da casca de amendoim.
- ✓ Tratamento 7: CSCN- cama de capim napier + água – com separação da fração sólida;
- ✓ Tratamento 8: SSCN - cama de capim napier + água – sem separação da fração sólida e
- ✓ Tratamento 9: FSCN – fração sólida do capim napier.

Delineamento experimental

Foi adotado um delineamento inteiramente casualizado, com 9 tratamentos e 4 repetições, totalizando 36 parcelas experimentais.

Características avaliadas

Ensaio de biodigestão anaeróbia - Determinação dos teores de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV)

As amostras destinadas às determinações dos teores de sólidos totais e voláteis, dos substratos, afluentes e efluentes dos ensaios de biodigestão anaeróbia, foram acondicionadas em cadinhos de alumínio previamente tarados, pesados para se obter o peso úmido (Pu) do material e em seguida, levadas à estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 65°C até atingirem peso constante e em seguida, resfriadas em dessecador e pesadas novamente em balança com precisão de 0,01 g, obtendo-se o peso seco (Ps). O teor de sólidos totais foi determinado segundo metodologia descrita por APHA (2012).

Para a determinação do teor de sólidos voláteis, os materiais secos obtidos após a determinação do teor de sólidos totais, foram pesados em cadinhos de porcelana e levados à mufla a temperatura de 575°C durante um período de 2 horas e após resfriamento em dessecadores, os materiais foram pesados em balança com

precisão de 0,0001 g, obtendo-se o peso de cinzas. O teor de sólidos voláteis foi determinado a partir de metodologia descrita por APHA (2012).

Determinação do volume de biogás e cálculo dos potenciais de produção de biogás

As camas foram separadas por tratamento e armazenadas para utilização no fornecimento diário de biodigestores contínuos. Para a preparação das cargas sem a separação da fração sólida, foram homogeneizados 200 g de cama com 1,8 kg de água. Logo em seguida, os biodigestores foram abastecidos. Para a preparação das cargas com a separação da fração sólida, foram homogeneizados 200 g de cama com 1,8 kg de água, passados em peneira de 2 mm, reservando o que passou na peneira para abastecer os biodigestores. Para a preparação das cargas da fração sólida, foram homogeneizados 200 g de cama com 1,8 kg de água, passados em peneira de 2 mm reservando o que ficou retido na peneira para abastecer os biodigestores.

A produção de biogás foi quantificada conforme ocorreu o acúmulo em gasômetros, realizando-se a leitura diária. A leitura consistiu, na medição da altura aferida em régua fixada junto ao gasômetro, que se deslocava verticalmente. O número obtido na leitura foi multiplicado pela área de seção transversal interna dos gasômetros, igual a 0,04906 m². Após cada leitura os gasômetros foram zerados utilizando-se o registro de descarga do biogás. A correção do volume de biogás para as condições de 1 atm em 20°C, foi efetuada com base no trabalho de CAETANO (1985), onde pelo fator de compressibilidade (Z), o biogás apresenta comportamento próximo ao ideal.

Para a correção do volume de biogás, utiliza-se a expressão resultante da combinação das leis de Boyle e Gay-Lussac, onde:

$$\frac{V_0 \times P_0}{T_0} = \frac{V_1 \times P_1}{T_1}$$

em que:

V_0 = volume de biogás corrigido, m³;

P_0 = pressão corrigida do biogás, 10.322,72 mm de H₂O;

T_0 = temperatura corrigida do biogás, 293,15 K;

V_1 = volume do gás no gasômetro;

P_1 = pressão do biogás no instante da leitura, 9673,24 mm de H₂O;

T_1 = temperatura do biogás, em K, no instante da leitura.

Considerando-se a pressão atmosférica média de Jaboticabal igual a 9627,24 mm de água e pressão conferida pelos gasômetros de 46 mm de água, obtém-se como resultado a seguinte expressão, para correção do volume de biogás:

$$V_0 = (V_1/T_1) \times 274,70$$

Análise da composição do biogás produzido

Para avaliação da composição do biogás produzido, foram feitas análises com base nos teores de metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂). Semanalmente foram retiradas amostras de biogás dos biodigestores durante todo o período experimental, utilizando-se seringas plásticas de 50 mL de volume. As determinações foram feitas em cromatógrafo de fase gasosa da marca FINNINGAN GC 2001 equipado com colunas Porapack Q, Peneira Molecular 5A e detector de condutividade térmica, utilizando o hidrogênio como gás de arraste. A calibração do equipamento foi feita com o gás padrão contendo 55,4% de metano, 35,1% de dióxido de carbono, 2,1% de oxigênio e 7,7% de nitrogênio.

A composição do biogás foi medida semanalmente, para avaliar as quantidades presentes dos seguintes gases: dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄), que teve duração de sete semanas com a primeira leitura realizada no dia 18/02/2013.

Análises estatísticas

Os dados foram analisados pelo programa SAS[®] (SAS Institute, 2002) e em caso de significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação dos teores de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV)

Na Tabela 1 pode-se observar os resultados obtidos para os teores de sólidos totais e voláteis das camas de frango tratadas em biodigestores batelada com separação ou não da fração sólida.

Comparando os resultados da Tabela 1, observa-se que os tratamentos com maravalha e com capim napier, ambos quando utilizados sem separação da fração sólida obtiveram os maiores valores para redução de sólidos voláteis, 54,63% e 56,12%, respectivamente, diferindo significativamente dos demais tratamentos. Ainda pode-se constatar, que mesmo esses dois tratamentos não diferindo entre si, o tratamento de capim napier sem separação da fração sólida, ainda apresenta um percentual de redução maior quando se comparado ao tratamento de maravalha com separação da fração sólida.

Tabela 1. Teores médios de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV), em %, e redução de sólidos voláteis (SV)

Tratamentos	AFLUENTE		EFLUENTE		REDUÇÃO DE SV
	ST(%)	SV (%)	ST (%)	SV (%)	(%)
Maravalha-SS	7,52	6,31	3,34	2,86	54,63 a
Maravalha-CS	1,43	1,19	1,05	0,82	30,51 d
Maravalha-FS	26,88	21,53	23,37	10,69	50,35 b
Amendoim-SS	4,65	3,34	3,39	1,89	43,23 c
Amendoim-CS	1,33	0,80	0,69	0,38	52,64 ab
Amendoim-FS	22,71	17,30	22,57	12,11	29,95 d
C. Napier-SS	7,41	5,65	4,54	2,47	56,12 a
C. Napier-CS	1,69	0,98	1,08	0,58	40,28 c
C. Napier-FS	27,66	21,34	23,20	12,94	39,34 c
Valores de P					<0,0001
Valores de F					138,79**
CV ¹ %					3,83

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). ¹ - coeficiente de variação.

Pode-se notar também que o tratamento com casca de amendoim com separação da fração sólida, quase não difere significativamente dos tratamentos citados acima, apresentando redução de sólidos voláteis de 52,64%.

Produção de biogás

Na Tabela 2 estão os valores em m³ da produção diária de biogás que foi produzido nos biodigestores com os tratamentos estudados.

Tabela 2. Produção média diária de biogás, em m³, nos biodigestores abastecidos com substratos de cama de maravalha, de casca de amendoim e de capim napier, com separação da fração sólida, sem separação da fração sólida e a fração sólida

Dias	Maravalha			Amendoim			C. Napier		
	SS	CS	FS	SS	CS	FS	SS	CS	FS
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,006055
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,010314
3	0,000646	0	0,0015584	0	0	0	0,00174	0	0,006705
4	0,0010693	0	0,0025794	0	0	0	0,002879	0	0,001979
5	0,0010693	0	0,0025794	0	0	0	0,002879	0	0,001979
6	0,0010693	0	0,0025794	0	0	0	0,002879	0	0,001979
7	0,0010693	0	0,0025794	0	0	0	0,002879	0	0,001979
8	0,0010693	0	0,0025794	0	0	0	0,002879	0	0,001979
9	0,0003787	0	0,0009135	0	0	0,00668609	0,00102	0	0,000701
10	0,0010634	0	0,0024419	0,0015876	0	0,00694909	0,001348	0	0,001692
11	0,0017245	0	0,0039599	0,0025746	0	0,00483336	0,002186	0	0,002745
12	0,0011784	0	0,0023487	0,0012668	0	0,00464581	0,001406	0	0,001765
13	0,0001946	0	0,0005281	0,0013202	0	0,00430793	0	0	0
14	0,0001946	0	0,0005281	0,0013202	0	0,00430793	0	0	0
15	0,0001946	0	0,0005281	0,0013202	0	0,00430793	0	0	0
16	0,0004169	0	0,00033	0,001438	0	0,00421347	0,000134	0,000268	0,000112
17	0,0007873	0	0	0,0016343	0	0,00405604	0,000358	0,000716	0,000298
18	0,0007873	0	0	0,0016343	0	0,00405604	0,000358	0,000716	0,000298
19	0,0007873	0	0	0,0016343	0	0,00405604	0,000358	0,000716	0,000298
20	0,0007873	0	0	0,0016343	0	0,00405604	0,000358	0,000716	0,000298
21	0,0013689	0,0009843	0,0002629	0,0010708	0,0006908	0,00241007	0,000911	0,000849	0,000102
22	0,0016698	0,0014935	0,0003989	0,0007792	0,0010483	0,00155847	0,001197	0,000918	0
23	0,0016698	0,0014935	0,0003989	0,0007792	0,0010483	0,00155847	0,001197	0,000918	0
24	0,0016698	0,0014935	0,0003989	0,0007792	0,0010483	0,00155847	0,001197	0,000918	0
25	0,0016698	0,0014935	0,0003989	0,0007792	0,0010483	0,00155847	0,001197	0,000918	0
26	0,0016698	0,0014935	0,0003989	0,0007792	0,0010483	0,00155847	0,001197	0,000918	0
27	0,0028402	0,0011248	0,0001537	0,0003003	0,000404	0,00141855	0,002424	0,000915	0
28	0,0035742	0,0008935	0	0	0	0,00133081	0,003194	0,000913	0
29	0,0035742	0,0008935	0	0	0	0,00133081	0,003194	0,000913	0
30	0,0042108	0,0002904	0	0	0	0,00152284	0,004364	0,000297	0
31	0,0045174	0	0	0	0	0,00161529	0,004928	0	0
32	0,0049429	0,0004294	0	0,0007667	0,000322	0,00193688	0,00538	0,001043	0,000107
33	0,0051762	0,0006648	0	0,0011872	0,0004986	0,00211323	0,005627	0,001615	0,000166
34	0,0047685	0,0005042	0	0,0009745	0,000338	0,00174063	0,005155	0,001184	0,000113
35	0,0039107	0,0001664	0	0,000527	0	0,00095688	0,00416	0,000277	0
36	0,0039107	0,0001664	0	0,000527	0	0,00095688	0,00416	0,000277	0
37	0,0039107	0,0001664	0	0,000527	0	0,00095688	0,00416	0,000277	0
38	0,0041742	0,0001109	0	0,0003513	0	0,00063792	0,004732	0,000185	0
39	0,0047013	0	0	0	0	0	0,005877	0	0
40	0,0047013	0	0	0	0	0	0,005877	0	0
41	0,0035008	0	0	0	0	0	0,005795	0	0
42	0,0028622	0	0	0	0	0	0,005752	0	0
43	0,0024208	0	0	0	0	0	0,005292	0	0
44	0,002144	0	0	0	0	0	0,005003	0	0
45	0,0021487	0,0002409	0	0,0004311	0	0,0005008	0,004849	0,000342	0
46	0,0021549	0,0005687	0	0,0010176	0	0,00118221	0,004639	0,000808	0
47	0,0021549	0,0005687	0	0,0010176	0	0,00118221	0,004639	0,000808	0
48	0,0021549	0,0005687	0	0,0010176	0	0,00118221	0,004639	0,000808	0
49	0,0007183	0,0001896	0	0,0003392	0	0,00039407	0,004219	0,000269	0
50	0	0	0	0	0	0	0,004009	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0,004009	0	0
52	0	0	0	0	0	0	0,003742	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0,003552	0	0
54	0	0	0	0	0	0	0,003552	0	0
55	0,0043711	0	0	0	0	0	0,003397	0	0
56	0,0034396	0	0	0	0	0	0,002359	0	0
57	0,0014108	0	0	0	0	0	0,001758	0	0
58	0,0014108	0	0	0	0	0	0,001758	0	0
59	0,0014108	0	0	0	0	0	0,001758	0	0
60	0,0014108	0	0	0	0	0	0,001758	0	0
61	0,0014108	0	0	0	0	0	0,001758	0	0
62	0,0014108	0	0	0	0	0	0,001758	0	0
63	0,0014108	0	0	0	0	0	0,001758	0	0
64	0,0012698	0,000158	0	0	0	0,00026044	0,001017	0,000137	0
65	0,0012047	0,0002309	0	0	0	0,00038075	0,000674	0,0002	0
66	0,0012047	0,0002309	0	0	0	0,00038075	0,000674	0,0002	0
67	0,0012047	0,0002309	0	0	0	0,00038075	0,000674	0,0002	0
68	0,0012047	0,0002309	0	0	0	0,00038075	0,000674	0,0002	0
69	0,0012047	0,0002309	0	0	0	0,00038075	0,000674	0,0002	0
70	0,0012047	0,0002309	0	0	0	0,00038075	0,000674	0,0002	0
71	0,0012047	0,0002309	0	0	0	0,00038075	0,000674	0,0002	0
72	0,0012047	0,0002309	0	0	0	0,00038075	0,000674	0,0002	0
73	0,0004041	0,00	0	0	0	0,00012771	0,000226	0,00	0

Ao analisar a Tabela 2, pode-se notar que houve bastante variação entre os tratamentos em relação aos dias de produção de biogás, sendo os tratamentos de maravalha e capim napier sem separação da fração sólida os tratamentos que apresentaram produção de biogás mais constante, se comparadas aos demais tratamentos.

Logo abaixo, na Figura 2, observa-se a curva média de produção de biogás dos tratamentos estudados neste experimento.

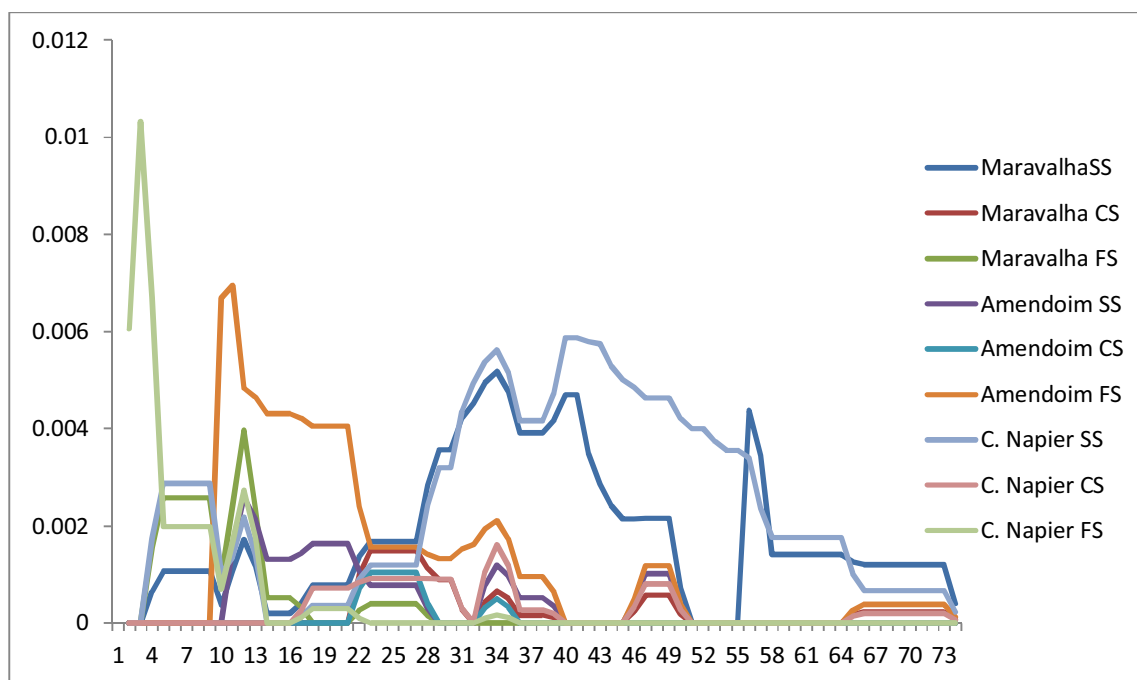


Figura 2. Produções médias diárias de biogás, em m³, nos biodigestores abastecidos com substratos de cama de maravalha, de casca de amendoim e de capim napier

Ao analisar a Figura 2 também pode-se observar que os tratamentos com maravalha e capim napier sem separação da fração sólida são os que apresentaram valores mais altos para a produção média de biogás em relação aos demais tratamentos estudados.

Pode ser notado também que o tratamento no qual foi utilizada a fração sólida da casca de amendoim apresentou pico de produção elevado logo no início do processo não persistindo nos demais dias de produção.

Potenciais de produção de biogás

Na Tabela 3 estão descritos os potenciais de produção de biogás para os tratamentos estudados neste experimento.

Tabela 3. Potenciais de produção de biogás, expressos em m³ de metano por kg de cama e por kg de ST e SV adicionados

Tratamentos	PRODUÇÃO DE BIOGÁS		
	m ³ /kg Cama	m ³ /kg ST adic	m ³ /kg SV adic
Maravalha-SS	0,6619 b	0,9788 b	1,1648 b
Maravalha-CS	0,0904 ef	0,7033 bc	0,8466 bc
Maravalha-FS	0,1422 de	0,0588 d	0,0734 d
Amendoim-SS	0,1609 de	0,3918 cd	0,5367 cd
Amendoim-CS	0,0375 f	0,3093 d	0,5027 cd
Amendoim-FS	0,4554 c	0,2233 d	0,2926 d
C. Napier-SS	0,9109 a	1,3948 a	1,8169 a
C. Napier-CS	0,1065 ef	0,6995 bc	1,2110 b
C. Napier-FS	0,2083 d	0,0839 d	0,1086 d
Valores de P	<0,0001	<0,0001	<0,0005
Valores de F	261,16**	33,48**	27,24**
CV ¹	12, 13	28,63	30,65

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). ¹ - coeficiente de variação.

Observando a Tabela 3, pode-se notar que para todos os potenciais de produção calculados, o tratamento com capim napier sem separação da fração sólida foi o que teve o melhor resultado, diferindo significativamente dos demais tratamentos estudados. Como foi observado nas características apresentadas anteriormente, observa-se que o tratamento com maravalha sem separação da fração sólida também apresentou um bom potencial de produção, porém não se igualando estatisticamente ao tratamento com capim napier.

Composição do biogás

Fração Sólida

A composição do biogás está descrita de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4. Composição do biogás da fração sólida dos três tipos de cama de frango utilizados

Semanas	Maravalha		Capim Napier		Casca de amendoim	
	Co ₂	CH ₄	Co ₂	CH ₄	Co ₂	CH ₄
1	0	0	0	0	48,05	40,10
2	99,82	0	68,10	0	28,41	68,59
3	16,01	78,22	29,63	63,31	25,44	71,95
4	11,59	85,28	8,74	39,85	20,57	77,71
5	0	0	3,05	21,49	0	0
6	5,66	91,28	6,14	62,10	15,22	82,78
7	3,56	89,95	2,55	45,57	10,66	86,55

Co₂: dióxido de carbono; CH₄: metano.

É normal nos primeiros dias a maior produção de CO₂ e, à medida que o processo vai estabilizando há maior produção de CH₄.

Com relação à maravalha observou-se que não houve a produção de gás na primeira semana avaliada. Já na segunda semana houve uma produção alta de Co₂, com 99,82%. Com o passar das semanas a produção de Co₂ foi diminuindo até a produção de 3,56% na sétima semana.

Nas duas primeiras não houve produção do gás CH₄. Verificou-se a maior produção na leitura da sexta semana, sendo de 91,28%.

Para o capim Napier não houve produção de gás na primeira semana. Já na segunda semana houve a maior produção de Co₂, com 68,10%. Nas semanas seguintes a produção de Co₂ ocorreu diminuição do valor. Depois ocorreu um pequeno aumento entre as leituras da quinta e sexta semana, que passou de uma produção de 3,05% para 6,14%, respectivamente. Na sétima semana observou-se uma produção de 2,55%.

Nas duas primeiras semanas não houve a produção de gás CH₄. Já na terceira semana verificou-se a sua maior produção, com 63,31% e, um menor valor de produção na quinta semana, com 21,49%.

A casca de Amendoim foi o único tratamento que apresentou a produção de gás logo na primeira semana. A produção de Co_2 foi de 48,05% e, com uma produção decrescente até a leitura da sétima semana, com uma produção de 10,66% e, apresentando nenhuma produção na quinta semana.

A produção do gás CH_4 na primeira semana foi de 40,10%, aumentando até a leitura da sétima semana, com valor de 86,55%. Na quinta semana não houve produção de CH_4 .

COSTA (2009) encontrou valores de entre 70 e 90 % de metano em biogás, em tratamentos que continham cama de frango diluída em biofertilizante e água e cama de frango diluída em biofertilizante ambos sem a separação de sólidos respectivamente, valores semelhantes aos encontrados na Maravalha e na casca de amendoim e, superior ao encontrado no capim Napier.

Com Separação da Fração Sólida

Na Tabela 5 estão apresentados os valores para composição do biogás dos três tratamentos que foram adicionados aos biodigestores com separação da fração sólida.

Tabela 5. Composição do biogás dos três tipos de cama de frango utilizados

Semanas	Maravalha		Casca de amendoim		Capim Napier	
	Co_2	CH_4		CH_4	Co_2	CH_4
1	0	0	0	0	0	0
2	68,11	6,84	2,44	19,97	99,82	0
3	29,64	63,31	9,01	77,31	16,02	78,22
4	8,74	39,86	6,05	61,63	11,59	85,29
5	3,05	21,49	0	0	0	87,46
6	6,14	62,11	0	0	5,66	91,28
7	2,55	45,57	0	0	3,56	89,95

Pode-se observar, que o tratamento com capim napier foi o que produziu maiores percentuais de metano, se comparado aos demais tratamentos estudados, chegando ao final da 7ª semana com 89,95% de metano.

O tratamento com casca de amendoim obteve um resultado abaixo do esperado, o que pode evidenciar a interferência direta de algum fator sobre este tratamento.

AIRES (2009) trabalhando com cama de frango composta por casca de amendoim com diferentes reutilizações com e sem separação de sólidos, comparou a produção de metano e chegou a resultado de 81,35 e 78,92 % de CH₄ para cama de primeiro lote e 85,98 e 81,98 % para camas de terceiro lote, ambas com e sem separação de sólidos respectivamente. Os valores foram semelhantes aos encontrados neste estudo para o tratamento com maravalha e casca de amendoim e, superiores aos encontrados no tratamento com capim Napier.

Sem Separação da Fração Sólida

Na Tabela 6 estão apresentados os percentuais de composição do biogás produzido em biodigestores com os três tratamentos estudados sem a separação da fração sólida.

Tabela 6. Composição do biogás dos três tipos de cama de frango utilizados

Semanas	Maravalha		Casca de amendoim		Capim Napier	
	Co ₂	CH ₄	Co ₂	CH ₄	Co ₂	CH ₄
1	88,82	5,95	88,16	6,64	47,82	5,87
2	56,311	43,67	50,71	24,22	42,85	37,40
3	41,18	56,55	69,44	24,98	18,37	54,11
4	30,72	67,91	43,58	55,03	15,36	78,60
5	25,69	72,49	34,11	59,34	12,96	82,42
6	27,54	71,13	29,79	65,47	10,13	85,68
7	27,53	71,12	28,01	65,21	9,21	87,99

Pode-se observar, que novamente o tratamento com o capim napier foi o que apresentou maior percentual de metano em relação os demais tipos de cama. Deve-se notar também, que apesar do tratamento com maravalha também ter obtido um

percentual satisfatório, o tratamento ainda permaneceu um percentual mais elevado de dióxido de carbono, o que não é desejado no processo de biodigestão.

FUKAYAMA (2008) encontrou em média valores de 82,5 % de CH₄ em substratos de cama de frango de primeiro de lote com casca de amendoim sem separação de sólidos diluídas em água, valor superior que o encontrado nesse experimento.

5. CONCLUSÃO

Com o presente estudo, conclui-se que a Cama de Capim Napier é a mais indicada para produção de biogás, pois foi notada uma redução significativa do teor de Sólidos Voláteis, quando comparada aos demais tratamentos estudado e independente do tipo de preparo (com separação, sem separação e fração sólida) obteve teores de metano acima de 60%.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRES, A. M. **Biodigestão anaeróbia da cama de frangos de corte com ou sem separação das frações sólida e líquida.** 2009. 160 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 22th. ed. Whashington, D.C., 2012, 1496 p.

CAETANO, L. **Proposição de um sistema modificado para quantificação de biogás.** 1985. 75 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1985.

CARVALHO, T. B. **Estudo da elasticidade-renda da demanda de carne bovina, suínas e de frango no Brasil.** 2007. 88 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

COSTA, L. V. C. **Biodigestão anaeróbia da cama de frango associada ou não ao biofertilizante obtido com dejetos de suínos: produção de biogás e qualidade do biofertilizante.** 2009. 89 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

FUKAYAMA, E. H. **Características quantitativas e qualitativas da cama de frango sob diferentes reutilizações: efeitos na produção de biogás e biofertilizante.** 2008.96 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal. 2008.

GERARDI, M. H. **The microbiology of anaerobic digesters.** Jon Wiley & Sons, 2003. 130 p.

HILL, D. T. Methane gas production from dairy manure at high solids concentrations. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 23, n. 1, p. 122-126, 1980.

LUCAS JR, J. **Algumas Considerações sobre o uso do estrume de suínos como substrato para três sistemas de biodigestores anaeróbios.** 1994. 137f. Tese (Livre-Docência Construções Rurais) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1994.

MAGALHAES, A. T. P. **Biogás: um projeto de saneamento urbano.** São Paulo: Nobel, 1986.120 p.

MAGBANUA JUNIOR, B. S.; ADAMS, T. T.; JOHNSTON, P. Anaerobic codigestion of hog and poultry waste. **Bioresource Technology**, v. 76, p.165-168, 2001.

MIRANDA, A. P. **Influência da temperatura e do tempo de retenção hidráulica em biodigestores alimentados com dejetos de bovinos e suínos**. 2005. 113 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2005.

SANTOS, T. M. B. **Balço energético e adequação do uso de biodigestores em galpões de frango de corte**. 2001. 167 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

SAS. **INSTITUTE SAS® User' Guide**: statistics. Cary, NC, 2002.

TEIXEIRA, E. C.; FERREIRA FILHO, J. B. S. Estrutura de oferta e de demanda derivada da produção de frangos de corte no Brasil a partir de uma função lucro translog. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46, 2008, Rio Branco, **Anais...** Rio Branco: SOBER, 2008. p. 1-21.