

MARIA DE FÁTIMA ARAÚJO VIEIRA

**CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA QUALIDADE SANITÁRIA DE CAMAS DE FRANGO
DE DIFERENTES MATERIAIS REUTILIZADOS SEQUENCIALMENTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

V658c
2011

Vieira, Maria de Fátima Araújo, 1984-
Caracterização e análise da qualidade sanitária de camas de
frango de diferentes materiais reutilizados sequencialmente /
Maria de Fátima Araújo Vieira. – Viçosa, MG, 2011.
x, 81f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 70-81

1. Frango de corte. 2. *Salmonella*. 3. *Escherichia coli*.
4. Frango de corte - Fermentos e lesões - Análise.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 636.513

MARIA DE FÁTIMA ARAÚJO VIEIRA

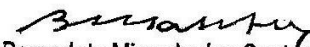
**CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA QUALIDADE SANITÁRIA DE CAMAS DE FRANGO DE
DIFERENTES MATERIAIS REUTILIZADOS SEQUENCIALMENTE**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Agrícola, para obtenção do
título de *Magister Scientiae*

APROVADA: 08 de julho de 2011.


Fernando da Costa Baêta


Sérgio Luiz de Toledo Barreto


Bernadete Miranda dos Santos
(Co-orientadora)


Ilda de Fátima Ferreira Tinôco
(Orientadora)

Aos meus amados pais,

irmãos e sobrinhos

Pelo apoio, carinho, amor e compreensão,

Dedico !

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ser meu refúgio, me dar força e me guiar na caminhada da vida.

Aos meus pais, José Geraldo e Maria Gorete, minha origem, minha base meus exemplos na vida,

Aos meus irmãos, José Mário e Josimar, e meus sobrinhos, Maria Eduarda, Júlia e João Pedro, por me apoiarem em todas as minhas decisões e estarem sempre ao meu lado.

À minha orientadora, professora Ilda de Fátima Ferreira Tinôco, pelos sábios ensinamentos, valiosos conselhos, confiança, incentivo e amizade.

À professora Bernadete Miranda dos Santos, pela grande ajuda em todas as etapas do trabalho, pelos ensinamentos, conselhos, confiança e amizade.

Aos professores Paulo Roberto Cecon e Ana Carolina Campana Nascimento pela valiosa colaboração nas análises estatísticas.

Aos professores do Ambiagro, Fernando da Costa Baeta e Cecília de Fátima Souza, pelos ensinamentos e valiosas sugestões.

Aos grandes amigos, Deborah, Maria Clara, Irene, Cinara, Roque, Keles, Fernandinha e Leidi pela amizade, companheirismo, apoio, paciência, aprendizagem e por serem excelentes companhias em todos os momentos.

Às minhas amigas, irmãs que eu escolhi pra vida toda, Gabi, Mel, Tata, Poly e Cinthia. Às minhas amigas de infância e sempre, Lillyan, Lili, Micheli, Carla, Karina, Lyvian e Laisy e aos amigos da ZOO2005 por todo apoio carinho e compreensão.

Aos colegas do Ambiagro, Diogo, Luciano, Keller, Jairo, Olga, Múcio, Marilu, Flávio, Humberto, Alexandre, Lina e Robinson pelo apoio e paciência. Às estagiárias Luísa e Gabriela, e aos laboratoristas Sr. Francisco, Sr. Deusdete e Sr. Simão, pela grande ajuda nas análises laboratoriais.

Às empresas e suas gerencias, as quais abriram suas portas e criaram todas as facilidades para a execução dessa pesquisa, nosso reconhecimento e gratidão.

À Universidade Federal de Viçosa, e aos funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola, pela amizade. À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

BIOGRAFIA

MARIA DE FÁTIMA ARAÚJO VIEIRA nasceu em 30 de outubro de 1984, filha de José Geraldo Vieira e Maria Gorete de Araújo Vieira, na cidade de Senador Firmino, Minas Gerais.

Em 2005 ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, terminando em julho de 2009.

Em 2007 iniciou estágio no AMBIAGRO (Núcleo de Pesquisa em Ambiente e Engenharia de Sistemas Agroindustriais), onde participou de projetos como bolsista de Iniciação Científica até julho de 2009.

Em agosto de 2009 iniciou o mestrado no Programa de Pós-Graduação do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, área de Construções Rurais e Ambiente.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Panorama da avicultura brasileira.....	4
2.2. A Cama na produção de frangos de corte.....	6
2.2.1. Reutilização da cama de frango.....	9
2.2.2. Fatores que afetam a qualidade da cama.....	12
2.2.2.1. Umidade da cama.....	12
2.2.2.2. Densidade de alojamento.....	14
2.2.2.3. Elementos climáticos.....	15
2.2.2.4. Bebedouros.....	15
2.2.2.5. pH da Cama.....	15
2.2.2.6. Microbiologia da cama.....	16
2.2.3. Aspectos Bacteriológicos da reutilização da cama.....	17
2.2.3.1. <i>Salmonella</i> spp.....	18
2.2.3.2. <i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>).....	21
2.2.4. Lesões do Coxim Plantar.....	26
2.2.5. Manejo da cama usada durante o período de vazio sanitário e sua relação com a carga microbiana.....	29
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1. Coleta das amostras.....	32
3.2. Avaliação das propriedades físicas da cama.....	33
3.2.1. Determinação da umidade da cama.....	34
3.2.2. Determinação do pH na cama.....	35
3.3. Avaliação das propriedades microbiológicas das amostras de cama.....	35
3.3.1. Identificação das bactérias <i>Escherichia coli</i> e <i>Salmonella</i> spp.....	36
3.4. Performance Geral do Plantel Avícola.....	37
3.4.1. Avaliação do coxim plantar das aves.....	37
3.4.2. Desempenho Zootécnico dos frangos.....	38
3.5. Determinação do número ideal de reutilizações da cama de aviários de frangos de corte do ponto de vista sanitário e performance geral do plantel	39

(fase de compostagem inicial no aviário).....	
3.6 Determinação se número ideal de reutilizações da cama de aviários de frangos de corte do ponto de vista sanitário e performance geral do plantel (fase de compostagem inicial no aviário), coincide com o número ideal de reutilizações da cama de aviário de frangos de corte do ponto de vista de compostagem final a campo.....	39
3.7. Delineamento estatístico.....	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4.1. Caracterização da cama de casca de café.....	42
4.1.1. Avaliação dos resultados de propriedades físicas da cama de casca de café de diferentes ciclos de uso.....	43
4.1.1.1. Teores de umidade da cama.....	44
4.1.1.2. Níveis de pH da cama.....	46
4.1.2. Avaliação do desempenho produtivo das aves para cada um dos diferentes ciclos de criação.....	47
4.1.3. Lesões no coxim plantar e sua relação com a umidade da cama.....	48
4.2. Caracterização da cama de Maravalha.....	51
4.2.1. Avaliação dos resultados de propriedades físicas da cama de maravalha de diferentes ciclos de uso.....	52
4.2.1.1. Teores de umidade da cama de maravalha.....	52
4.2.1.2. Níveis de pH da cama.....	54
4.2.2. Avaliação do desempenho produtivo das aves para cada um dos diferentes ciclos de criação.....	55
4.3. Análise da qualidade sanitária das camas de casca de café e maravalha.....	57
4.3.1. Ocorrência de <i>Salmonella</i> spp.....	57
4.3.2. Ocorrência da bactéria <i>E. coli</i>	60
4.4. Determinação sobre o número ideal de reutilizações da cama de aviários de frangos de corte com base nos resultados sanitários, performance geral do plantel (fase de compostagem inicial no aviário) e compostagem final a campo.....	65
5. CONCLUSÕES.....	68
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	70

RESUMO

VIEIRA, Maria de Fátima Araújo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2011. **Caracterização e análise da qualidade sanitária de camas de frango de diferentes materiais reutilizados seqüencialmente.** Orientadora: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco. Coorientadores: Bernadete Miranda dos Santos, Cecília de Fátima Souza e Paulo Roberto Cecon.

Considerando a importância do substrato cama na avicultura industrial do Brasil (segundo maior produtor e maior exportador do mundo) e a enorme pressão relativa à gestão ambiental quanto ao correto emprego e manejo dos resíduos gerados pelo setor produtivo, buscou-se, com esse trabalho, caracterizar diferentes tipos de cama utilizados na avicultura representativa do Estado de Minas Gerais (casca de café e maravalha). Visou-se analisar o efeito das reutilizações na sua qualidade física e sanitária, bem como sobre o desempenho produtivo dos plantéis de frango de corte. Objetivou-se, também, verificar se o número ideal de reusos, com base no ponto de vista sanitário, é o mesmo que se deve praticar para se proceder a compostagem a campo indicada por estudos anteriores conduzidos por Marín (2011). A pesquisa foi realizada com camas de 32 aviários, tendo sido investigados seus teores de umidade e níveis de pH; qualidade sanitária através de avaliações para identificação das bactérias *Escherichia coli* e *Salmonella spp.*; incidência de dermatites no coxim plantar e desempenho produtivo das aves. Foi observada, para cama de casca de café, uma tendência à redução dos teores de umidade a partir do primeiro ciclo de uso. Contudo, não foi verificada influência do ciclo de reutilização da cama sobre os valores de pH e desempenho produtivos das aves para nenhum dos dois substratos estudados. Em relação à qualidade sanitária, verificou-se que a cama de casca de café apresentou redução de cerca de 29 pontos percentuais na probabilidade de ocorrência de *Salmonella spp* quando comparada com a cama de maravalha, não tendo sido observado, contudo, diferenças estatísticas entre os diferentes ciclos de reutilização

para cada um dos substratos. Observou-se presença de *Escherichia coli* em todos os ciclos de reutilização das camas, inclusive na cama nova, para ambos os tipos de substrato (café e maravalha). Para cama de maravalha encontrou-se níveis de concentração 3 (considerados elevados) em todos os ciclos de reutilização; já para cama de casca de café, estes níveis só ocorreram a partir do final do segundo ciclo, momento a partir do qual os limites excederam aqueles considerados sanitariamente seguros. Houve ocorrências de lesões do coxim plantar em ambos tipos de substrato de camas, sendo que, somente para a cama de casca de café observou-se influência do número de reutilizações no grau de incidência dessas lesões (aumento de 30% entre o primeiro e o segundo reuso, a partir do qual houve tendência a estabilização). Do ponto de vista sanitário, o melhor momento para se proceder a retirada da cama de casca de café e de maravalha do aviário ocorre respectivamente ao final do segundo e primeiro ciclos de reutilização das mesmas, coincidindo com os resultados obtidos por Marin (2011) quanto ao melhor período para se proceder a compostagem a campo.

ABSTRACT

VIEIRA, Maria de Fátima Araújo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2011. **Characterization and analysis of the sanitary quality of broiler litters with different substrates utilized sequentially.** Adviser: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco. Co-advisers: Bernadete Miranda dos Santos, Cecília de Fátima Souza and Paulo Roberto Cecon.

Considering the importance of bedding in Brazilian industrial poultry (second world producer and first world exporter) and the pressure due to environmental management trends regarding the correct use and disposal of the residues generated by the productive sector, one seek, with this study, to characterize different types of beddings commonly used in the poultry industry of the State of Minas Gerais – Brazil (coffee hulls and wood shavings). It was aimed to analyze the effect of the number reuses on litter physical and sanitary qualities, along with the productive performance of the related broiler flocks. One also intended to verify if the ideal number of reuses, according to the sanitary point of view, is in agreement to the number of reuses needed to perform field composting, as indicated in a previous study by Marín (2011). The study was conducted with litter from 32 different broiler houses, being that the following litter characteristics were analyzed: moisture content, pH, litter sanitary quality through the identification of the presence of *Escherichia coli* and *Salmonella* spp., the incidence of footpad dermatitis and productive performance of birds. For the coffee hulls litter, one observed that its moisture content decreased with the increase in the number of reuses. However, no effect of the number of cycles of reutilization was observed on either litter pH or bird production performance in any of the types of substrates studied. Regarding the sanitary conditions, it was observed that the coffee hulls litter presented a reduction of about 29 percent points on the probability of occurrence of *Salmonella* spp as compared to the wood shavings litter; nevertheless, no statistical difference was

observed on bacterial occurrence with *Salmonella* spp for litters of different types or numbers of reutilization. The presence of *Escherichia coli* was detected in litters of all cycles, including fresh litter, for both types of substrate (coffee hulls and wood shavings). For the litter containing wood shavings, the level of concentration was 3 (considered high) in all cycles of reutilization; regarding the litter containing coffee hulls, the critical concentration level only occurred at the end of the second cycle, from which concentration levels exceeded the threshold considered sanitarly safe. The occurrence of footpad lesions was detected in broilers of barns with both types of litter, being that the effect of the number of cycles of reutilization of the litter on its degree of incidence was detected only for the litter with coffee hulls (increase of 30% between the first and second reuses, from which the concentration level tended to stabilize). From the sanitary point of view, the best moments to remove litters with coffee hulls and wood shavings are at the end of the second and first cycles of reutilization, respectively. This outcome is in agreement to the results presented by Marín (2011) regarding the best moment to proceed litter field composting.

1. INTRODUÇÃO

A indústria avícola brasileira é uma das maiores do mundo, sendo que o país é o terceiro maior produtor e primeiro maior exportador de carne de frango do mundo (UBA, 2010). Essa indústria cresce a cada ano e, à medida que a produção nacional aumenta, maiores quantidades de resíduos são gerados, sendo notória a necessidade de se pensar nas possibilidades de manejo e de destino destes resíduos a fim de se possibilitar cada vez mais sua reutilização, bem como minimizar os impactos por eles causados ao meio ambiente.

No caso específico da avicultura de corte, os resíduos produzidos nos galpões de criação compreendem a cama e as carcaças de animais mortos. A cama é constituída de materiais absorventes, tais como maravalha, casca de café, sabugo de milho triturado, capins, restos de cultura, casca de arroz e casca de amendoim. À medida que as aves são criadas, adiciona-se a este substrato excretas das aves, penas, restos de alimentos e secreções.

O país apresenta clima que permite a produção em aviários abertos, onde se conseguem condições de reutilização da cama, a qual, dependendo da sua qualidade, volume e manejo, podem ser reutilizadas por até 12 lotes, sendo que, no geral, se reutiliza por quatro lotes consecutivos. Reutilizações de cama contribuem imensamente para a redução do volume de resíduos a ser disposto, minimizando assim, os eventuais impactos causados ao meio ambiente. No entanto, para reutilização de cama com segurança, essa deve ser submetida a tratamentos adequados, preferencialmente naturais e sem utilização de água como carreador de excreta, para a redução de riscos microbiológicos e garantia de sustentabilidade ambiental. Entre esses tratamentos destaca-se a compostagem, iniciada no próprio

galpão durante os ciclos de reutilização, e finalizada, quando a cama é retirada do aviário e disposta em leiras, para completo tratamento aeróbio. Contudo, é importante saber qual é o melhor momento, ou seja, o momento máximo de reutilização de cama para que se possam garantir simultaneamente situações ideais, em que o material já disponha das características necessárias para rápida compostagem a campo e que as condições sanitárias da cama ainda estejam favoráveis às aves alojadas. Situações essas, que possibilitam o melhor substrato do ponto de vista da compostagem final.

Em aviários de frangos de corte, são ótimas as condições para o crescimento e multiplicação das principais bactérias da microbiota fisiológica, porém facilitam também o crescimento de patógenos e de outras bactérias indesejáveis que estejam presentes. Dentre esses organismos encontram-se, sobretudo as salmonelas, que são responsáveis por grandes problemas de saúde pública, e a bactéria *Escherichia coli* (*E. coli*), principalmente aquelas causadoras de dermatites nos frangos, também conhecidas como celulites.

Em um dos métodos maciçamente utilizados na indústria avícola brasileira para redução dos níveis bacteriológicos, ao final da criação de cada lote de frangos, é feito o enleiramento da cama no centro do galpão, onde ela é umedecida e coberta com lona para que ocorra o processo fermentativo. Essa cama permanece coberta por dez dias, durante os quais atinge cerca de 60 a 70°C de temperatura. Passado esse tempo, a cama poderá estar pronta para uma nova utilização, sendo, portanto, novamente distribuída no galpão preparado para o recebimento de um novo lote de animais, permitindo assim usos do mesmo substrato seqüencialmente.

Em trabalho realizado por Marín (2011), o autor que, utilizou as mesmas amostras de camas de maravalha e casca de café, dos mesmos aviários utilizados na

presente pesquisa, buscou avaliar os dois diferentes substratos utilizados em camas de frangos de corte e seus ciclos de reutilização, quanto ao melhor momento para se proceder a compostagem, com base na relação Carbono/Nitrogênio das amostras, assim como na determinação do potencial de emissão de amônia de acordo com a concentração de Nitrogênio amoniacal presente nos diferentes ciclos de reutilização dessas camas. O autor observou, nesse experimento que, a cama de maravalha do primeiro ciclo e a cama de casca de café do primeiro e segundo ciclos de utilização, foram as que se apresentaram no seu melhor momento para retirada do galpão e subsequente compostagem, quanto à sua relação Carbono/Nitrogênio. Da mesma forma, o autor observou que o tipo de substrato (maravalha ou casca de café), assim como o número de ciclos de reutilização das camas, não influenciou no potencial de concentração de Nitrogênio amoniacal.

Diante do exposto objetivou-se com esse trabalho caracterizar os diferentes tipos de cama utilizados na avicultura representativa do Estado de Minas Gerais, visando analisar o efeito do número de ciclos de uso no desempenho produtivo dos plantéis, qualidades físicas da cama, presença de dermatite de coxim plantar e qualidade sanitária quanto à presença de bactérias. Objetivou-se também verificar o melhor momento de renovação da cama de frango, ou seja, se o número máximo de reusos, com base no ponto de vista sanitário é o mesmo que se deve praticar para se proceder a compostagem a campo, de acordo com trabalhos conduzidos por Marin (2011).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Panorama da avicultura brasileira

A indústria avícola brasileira corresponde a um dos maiores complexos econômicos do setor agropecuário do país e, com o crescimento acelerado dessa atividade, aumenta-se também suas responsabilidades frente às questões de sustentabilidade e preservação ambiental à procura do equilíbrio entre a produção animal e o meio ambiente.

Segundo dados do Relatório Anual da União Brasileira de Avicultura – UBA (2010), o Brasil ocupa lugar de destaque no mercado mundial avícola, como terceiro maior produtor e maior exportador de carne de frango do mundo.

Em relação ao mercado interno, segundo dados da UBA (2009), o consumo brasileiro de frango aumentou significativamente ao longo dos últimos 20 anos, sendo que a produção avícola brasileira se concentra nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, tendo como principais estados produtores: Paraná, Santa Catarina, São Paulo, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.

Neste contexto, segundo Avimig (2011), Minas Gerais encontra-se hoje, no quadro nacional, com uma produção média de 7,54% da produção de frangos e 12,64% da produção de ovos. Sendo assim, a indústria avícola Mineira cresce a cada ano e dessa forma aumenta sua participação na produção e exportação de frangos de corte, tendo atingido em 2010 uma participação record na exportação brasileira de carne de frango.

De acordo com Resende (2010) o aumento no volume de produção tem associação direta com maior demanda por infraestrutura, insumos e também em

maior produção de resíduos da atividade, podendo ocasionar impactos econômicos, sanitários e ambientais, principalmente nas regiões de maior produção avícola.

Sendo assim, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em consonância com as Associações Estaduais, e, no caso de Minas, a AVIMIG, vem restabelecendo, com muito rigor desde 2008, as regulamentações para a produção avícola, dando especial ênfase ao manejo de cama de frango. O fato é que um dos resíduos de maior importância gerado pela avicultura de corte é a cama de frango, sendo esta definida como um subproduto derivado da criação industrial de frangos de corte, formada pelo resultado da mistura entre um material absorvente utilizado na forração do piso, substrato, mais o material excretado pelas aves, descamações cutâneas e penas acumulados durante o ciclo de criação (RESENDE, 2010).

Assim considerando-se os dados de Santos et al. (2005), (os quais reportam que a produção média de cama é de 1,75 kg/ave alojada para compostos de 20% de umidade), e que o número de aves de corte alojadas em Minas Gerais em 2010 é de 446.000.000, (segundo AVIMIG 2011), pode-se estimar que a produção de cama de frango do estado foi de aproximadamente 780.500.000 kg em 2010.

Desta forma, diante do enorme volume de cama de frango gerado, produtores e profissionais de toda cadeia produtiva brasileira e de Minas Gerais se preocupam, cada vez mais, com a maneira correta de se manejar esse resíduo.

A cama de frango, por muito tempo, foi fornecida para alimentação de ruminantes, no entanto, com intuito de garantir a sanidade animal e evitar riscos de doenças, como a encefalopatia espongiforme bovina (BSE), mais conhecida como mal da vaca louca, o Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), juntamente com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) proibiram, através da

Instrução Normativa (IN) nº 41, de 8 de outubro de 2009, a utilização de alimentos feitos com subprodutos de origem animal, como cama de frango, na criação de ruminantes, como bovinos, bubalinos, caprinos e ovinos, com punições severas para o produtor que fizer uso da cama de frango na alimentação do rebanho.

Com essa proibição, faz-se necessário a realização de mais pesquisas com objetivo de se encontrar alternativas para o aproveitamento da cama de frango, levando-se em consideração seu enorme valor como fertilizante e, ao mesmo tempo, buscando-se redução de seu volume e evitando-se sua deposição inapropriada e detrimental ao meio ambiente.

Dentre as formas de manejo apropriado da “cama de frango”, entende-se que se deve priorizar redução do volume do substrato, o que pode ser obtido via utilização seqüencial em vários lotes de criação das aves de corte, tendo como destino final a compostagem a campo para futura utilização como adubo orgânico.

Desta forma, inicialmente haveria, dentro do próprio aviário, uma compostagem durante o período de criação, a qual deve ser conduzida até o momento em que não haja ainda influencia negativa do substrato gerado (composto) nas condições sanitárias do lote e/ou desempenho produtivo e lesões do coxim plantar das aves.

2.2 – A Cama na produção de frangos de corte

A cama de frango consiste na mistura de excretas mais um material absorvente utilizado como substrato para receber e absorver a umidade das excretas, penas e descamações da pele das aves e restos de alimento que caem dos comedouros (OLIVEIRA & CARVALHO, 2002; BELLAVER & PALHARES, 2003), além de

contribuir para redução das oscilações de temperatura no aviário e, conseqüentemente, na melhoria do conforto das aves de uma maneira em geral, associado ao bem estar animal, como a possibilidade de expressão de seu instinto natural de ciscar. Portanto, é de extrema importância a adequada escolha do material a ser utilizado como cama, levando em consideração que as aves passarão todo seu ciclo de vida sobre a mesma. Uma boa escolha da cama também contribui para diminuição da incidência de lesões em regiões como peito, articulações e coxim plantar das aves, devendo possuir, entre suas características, capacidade de absorção e liberação de umidade, isolamento térmico, facilidade de obtenção e baixo custo.

Outra característica importante na qualidade da cama é o tamanho das partículas, pois influencia diretamente na absorção de umidade e a compactação da mesma, assim como geração de poeira em suspensão, quando muito fina, o que pode gerar problemas respiratórios e sanitários às aves. A umidade excessiva, o pisoteio das aves, gotejamento de água por problemas no bebedouros, desperdício de ração dos comedouros, dentre outros fatores, são os principais responsáveis para a ocorrência da compactação da cama, levando a formação de blocos que podem prejudicar o lote, aumentando consideravelmente a incidência de lesões, condenações e desclassificações de carcaça.

A qualidade da cama pode interferir e interagir significativamente no ambiente interno do aviário e, como exemplo, pode-se citar a elevação de temperatura ambiente que, se associada a umidade elevada da cama, pode levar a incrementos na emissão de amônia, que é um dos poluentes tóxicos mais frequentemente encontrados no interior das instalações aviárias, constituindo-se um dos principais problemas relacionados a qualidade do ar e seus componentes, e que causa danos à saúde tanto dos animais quanto dos trabalhadores, reduzindo, dessa

forma a produtividade de ambos (TINOCO, 2004; OSORIO et al., 2009; MENEGALI, 2009).

Vários fatores podem afetar a qualidade da cama aviária, tais como o tipo e composição da ração, natureza do material de pavimentação do galpão, tipo de substrato, período de permanência das aves sobre o material, densidade de animais, condições e período de estocagem (OLIVEIRA et al., 1988), número de reutilizações da cama, temperatura ambiente e utilização de equipamentos de resfriamento, como nebulizadores e ventiladores, entre outros (HERNANDES et al., 2002; ÁVILA et al., 2008).

Dessa forma, é importante que se faça um manejo da cama de frangos de maneira que se possa controlar o nível de umidade, a produção de amônia, a exposição das aves a agentes produtores de enfermidades, a prevenção contra proliferação de insetos e micro-organismos nocivos. Além disso, ao final de cada lote, devido ao grande volume de resíduo, a cama de frango apresenta o potencial de ser tanto um recurso como também um poluente, dependendo de como se trata a questão do seu descarte ou até mesmo do seu reaproveitamento.

De acordo com Resende (2010) as características microbiológicas da cama de frango podem estar associadas, ao mesmo tempo, a um material potencialmente contaminante, como também de grande utilidade ao se considerar o ativo metabolismo microbiano que se instala através da quantidade de matéria orgânica que a cama recebe ao longo do ciclo de criação das aves. Dessa forma, suas características a tornam uma excelente fonte de adubo orgânico que pode ser aproveitado quando respeitado a capacidade suporte do solo em que será aplicado. No entanto, na atual conjuntura comercial, os países importadores se preocupam não somente com a qualidade do produto adquirido, como também com o destino que se

dá aos resíduos gerados pela atividade avícola, levando-se em consideração as questões relacionadas a segurança alimentar e de prevenção de futuros problemas sanitários que poderiam ser veiculados por esses materiais.

Ademais com o crescimento da avicultura, os materiais utilizados para compor a cama de frango tornaram-se mais escassos e caros, apresentando como mais um fator na composição do custo de produção de frangos de corte. Dessa forma a reutilização da cama por vários lotes consecutivos, após passar por tratamento para redução dos níveis bacteriológicos, tem se mostrado uma boa alternativa para minimizar os custos, além dos efeitos de contaminação dos lotes através da cama e o efeito poluidor quando simplesmente depositada no meio ambiente.

2.2.1– Reutilização da cama de frango

Por constituir uma atividade onde os animais são criados juntos, em um único alojamento, a avicultura de corte gera uma grande quantidade de resíduos orgânicos os quais podem ter importante aplicação na agricultura. No entanto, em regiões onde há grande concentração de produção, o possível excedente de cama que possa estar sendo gerado tem maior chance de estar sendo depositada no meio ambiente sem passar previamente por um tratamento adequado, podendo provocar problemas ambientais graves, como o excesso de nutrientes no solo, poluição das mananciais, entre outros.

Por apresentar um clima que permite a produção em aviários abertos e, conseqüentemente ventilação natural em boa parte do dia, o Brasil fornece condições de reutilização da cama usada por até seis ou mais lotes consecutivos, dependendo do material do substrato. Essa prática tem sido utilizada e se tornou uma alternativa aos

materiais convencionalmente utilizados como cama (AVILA et al., 2008). Entretanto, segundo Jorge et al. (1997), a reutilização da cama não significa desconhecimento dos riscos associados ao método, ou desatenção aos cuidados de limpeza e desinfecção das instalações.

Estudos mostram que a cama bem reutilizada não se mostrou prejudicial às aves, ao contrário, evidenciou propriedades benéficas para os plantéis, uma vez que os lotes criados sobre elas apresentaram problemas sanitários menos frequentes, menor mortalidade e índices zootécnicos de produtividade, em muitos casos, similares ou até superiores aos observados no lotes criados em cama nova (JORGE, 1991)

Além das possíveis melhorias na qualidade do lote, a reutilização de cama também pode trazer benefícios em relação a disponibilidade do material utilizado como cama e reduz a quantidade de resíduos gerados pela criação de frangos de corte. Santos (1997) constatou que há diminuição significativa na produção de resíduos na granja quando se reutiliza a cama. De acordo com o autor, na criação de apenas um lote de aves a produção de cama alcançou 0,521 kg de matéria seca de cama/kg de peso vivo de ave, e para dois lotes 0,439 kg de matéria seca de cama/kg de peso vivo, indicando que uma reutilização pode diminuir em aproximadamente 16% o coeficiente de resíduo (produção de cama). Segundo Kelley et al. (1995), a reutilização de cama, além de reduzir os custos com aquisição de cama nova e o volume final gerado, reduz também a degradação ambiental.

No entanto, para a reutilização da cama, é de grande importância a realização de um bom método de manejo para que se possa garantir a sanidade dos próximos lotes criados sobre essa mesma cama. Segundo Garcia et al. (2010), é importante que se cumpram algumas exigências quando da reutilização de cama, tais como não

terem ocorrido doenças contagiosas no lote anterior e que se realize a retirada, lavagem e desinfecção de todos os equipamentos antes de recolocá-los no galpão, o qual já deverá estar devidamente limpo e desinfetado.

Para Garcia et al. (2010), a presença de bactérias na cama de aviário é inerente à produção, não podendo ser evitada, mas minimizada pela adoção de métodos eficientes para este fim. Quando se contrasta o perfil bacteriológico para enterobactérias entre camas novas e reutilizadas em vários lotes consecutivos, observa-se que, a partir do terceiro lote, as camas apresentam carga bacteriana igual ou inferior às camas novas, desde que o tratamento dado ao material seja corretamente aplicado.

No entanto, para que se possa reutilizar a cama por vários lotes consecutivos é necessário que se faça o controle da qualidade microbiológica da mesma, uma vez que esse fato se caracteriza como de extrema importância, principalmente quando se faz reutilização sequencial.

Salmonella spp., *E. coli* e *Clostridium*, estão entre as bactérias potencialmente patogênicas encontradas em camas de frango. Além da sanidade do lote anterior, uma vez que se pretende reutilizar a cama, há de se considerar também manejos a serem empregados, tais como o período de fermentação que a cama deverá sofrer antes da chegada do novo lote (SANTOS, 1997). Segundo Kelley et al. (1995), reduções significativas nas concentrações microbianas são possíveis durante duas a dezesseis semanas de estocagem da cama em pilhas.

Fanelli et al. (1970), monitorando *Salmonella entérica* sorovar Infantis e *Salmonella entérica* sorovar Typhimurium, constataram que essas bactérias tiveram menos persistência em cama reutilizada em comparação a cama nova. Segundo esses

autores, as camas reutilizadas parecem ter efeito inibitório que reduz a ocorrência da salmonela.

Em experimento realizado por Jorge (1991), foi observado que as camas usadas e novas diferem entre si quanto às características microbiológicas, sendo que a população de certas bactérias na cama reutilizada ao final do ciclo de produção é menor do que aquela ocorrida na fase inicial da criação, desde que a cama reutilizada não seja originada de lotes anteriores com problemas sanitários.

No que diz respeito ao efeito de reutilização das camas na performance animal, Jones & Hagler (1982) compararam cama nova e cama reutilizada na criação de frangos e não encontraram diferenças significativas no peso corporal, na conversão alimentar e no número de condenações de carcaça após o abate

2.2.2. Fatores que afetam a qualidade da cama

2.2.2.1 Umidade da cama

A umidade da cama de aves se destaca como um problema influenciado por diversos fatores, tais como questões ambientais, de manejo, sanitárias e nutricionais, que possuem uma parcela de contribuição na amplitude da questão. Na medida em que apresenta maior teor de umidade, a cama passa a influenciar diretamente as condições ambientais, especialmente no que se refere ao desafio microbiológico.

Muitos fatores podem modular a umidade da cama de aves e, dentre estes, existem os fatores nutricionais, considerados todos aqueles que levam as aves ao aumento no consumo de água ou perda excessiva de água pelas excretas (VIEIRA et al., 2003).

A cama deve ter uma taxa de umidade suficiente para que não ocorra geração de poeira em excesso, nem retenha muito a umidade, de forma que dificulte a proliferação de micro-organismos interessantes a sua decomposição. Uma cama com 22% de umidade não apresenta *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Listeria*, *Campylobacter* ou *Staphylococcus* spp. toxigênicos (FERREIRA et al., 2004). Abaixo destes teores já facilitam a incidência de poeiras em suspensão. Acima de 40 a 50% são detrimenais a salubridade do ambiente em geral (BAIÃO, 1995).

Segundo Abreu & Abreu (2002) o excesso de umidade na cama causa uma série de prejuízos às aves. Dentre esses listam as dermatites ulcerativas como produtoras de lesões nas aves que, posteriormente, poderão depreciar as carcaças.

Eichner (2005), em experimento realizado com frangos de corte, verificou que problemas de considerável relevância na criação de aves, como o aumento nos níveis de amônia no ar do galpão, aumento na incidência de distúrbios entéricos e lesões de carcaças e, mais incisivamente, o aumento na incidência e severidade de lesões de dermatite plantar nas aves estão relacionados à qualidade da cama em termos de seu nível de umidade. Os autores entendem que isto ocorre porque os frangos passam a maior parte do dia descansando sobre a cama e, conforme as condições de qualidade dessa, podem ocorrer dermatites ocasionadas pela abrasividade, amônia e calor. Assim, todos os fatores que aumentam a umidade da cama, especialmente se associados a temperaturas elevadas, contribuem para o surgimento de dermatites e baixa qualidade do ar ambiente.

2.2.2.2 Densidade de alojamento

Considerando o alto nível tecnológico empregado na criação de frangos de corte, assim como o alto custo das instalações aviárias, o manejo se torna um importante fator na rentabilidade da criação. Para Santos (2009) e Tinôco et. al (2009) a densidade populacional, ou seja, número de aves alojadas por metro quadrado, é um dos fatores de manejo que se relacionam, sobretudo, com a otimização das instalações e do processo de produção de frangos de corte. Assim, a utilização de alta densidade no alojamento de frangos de corte tem sido uma alternativa há muito tempo estudada, utilizada em outros países e que vem sendo empregada no Brasil com intuito de produzir maior quantidade de carne por unidade de área construída.

No entanto, o aumento da densidade, mesmo considerando o máximo permitido pela clientela internacional, em termos de bem estar animal (14 aves/m²) pode se tornar um entrave na criação de frangos de corte, pois o excesso de animais por área pode ocasionar deterioração acelerada da cama, devido ao aumento de deposição de excretas e de umidade na mesma, com conseqüentes problemas no bem estar, sanidade e desempenho das aves. Nesse sentido, o aumento da espessura da cama é recomendado, nesses casos, como forma de amenizar o problema.

Macari e Campos (1997) em estudo sobre a relação entre densidade de criação, umidade da cama e a interferência da altura na mesma recomendam para lotes criados durante o inverno, a espessura da cama deve ser de 10 cm ou mais enquanto que no verão, a espessura mínima deve ser de pelo menos 5 cm, quando se utiliza densidade de 14 ou mais aves/m².

2.2.2.3 – Elementos climáticos

A umidade relativa do ar e a temperatura ambiental afetam a qualidade da cama e deve haver a tentativa de atenuar as oscilações desses elementos nos abrigos. Em épocas chuvosas, deve-se intensificar a ventilação a fim de manter a umidade dentro das faixas adequadas ao ambiente, ao desempenho do animal e à cama. No verão, o uso de nebulizadores para arrefecimento da temperatura do ar no interior do galpão pode, quando mal ajustado e empregado, molhar a cama e causar seu emplastamento. No inverno, na tentativa de manter mais alta a temperatura, é comum diminuir muito a ventilação, o que leva ao excesso de umidade e de amônia no interior do galpão (PAGANINI, 2004).

2.2.2.4 Bebedouros

O tipo e o manejo dos bebedouros têm grande influência nos teores de umidade e conseqüentemente na qualidade da cama. Vazamentos, má regulagem do nível da água e pressão, má regulagem da altura e número insuficiente de equipamentos são causas freqüentes de áreas de emplastamento. Há que se considerar ainda que galpões equipados com bebedouros do tipo *nipple* geralmente têm a cama com qualidade significativamente melhor que galpões equipados com bebedouros do tipo pendular (SANTOS 2009).

2.2.2.5 pH da Cama

O pH é um indicador de elétrons dissociáveis podendo ser, até certo ponto, manipulado. Na cama de frango pode ser elevado ou reduzido a níveis que dificultam

a multiplicação de bactérias. Para Jeffrey (2001), o pH da cama pode variar desde o levemente ácido (pH 6,0) até o francamente alcalino (pH 9,0). Essa variação abrange uma amplitude que permite a multiplicação da maioria das bactérias de interesse na produção de frangos de corte, incluindo os patógenos zoonóticos como Salmonelas e Campilobacter. No manejo da cama de frango, a diminuição do pH é mais freqüente como método de redução do impacto bacteriano, uma vez que também reduz a volatilização da amônia e, conseqüentemente, evita danos ao aparelho respiratório das aves (FIORENTIN, 2005).

2.2.2.6 Microbiologia da cama

A microbiologia da cama é extremamente diversificada, em conseqüência do contínuo aporte de material fecal, secreções e descamações das aves durante o ciclo de criação e também de fungos e bactérias do ambiente. Segundo Santos (2009), vários estudos correlacionam a sobrevivência de bactérias com a umidade e pH.

Correlações entre positividade para *Salmonella entérica* sorovar Enteritidis e variáveis físicas da cama como, umidade, atividade da água (medição da água molecular livre) e pH foram observadas por Opara et al. (1992) citados por Paganini (2004). Nesse estudo os autores observaram que quanto maior a umidade, maior a atividade de água e maior o pH, maior é a probabilidade de uma cama ser positiva para *Salmonella entérica* sorovar Enteritidis.

2.2.3 Aspectos Bacteriológicos da reutilização da cama

Impactos de diversas naturezas podem advir das bactérias presentes na cama. A manipulação inadequada pode resultar em contaminação para o ambiente natural e a cama pode resultar em fonte de infecção para os próprios frangos, ou ainda contribuir para a maior presença de algumas bactérias zoonóticas no trato digestivo, aumentando os níveis de contaminação de carcaças oriundas da abertura acidental do inglúvio ou dos intestinos por ocasião de abate. Muitas bactérias Gram-positivas, como os Lactobacilos e os Bifidobacterium, estão presentes na excreta de frangos e na cama, porém não estão necessariamente relacionados a problemas sanitários. Entretanto, a presença frequente de patógenos na cama, especialmente as Enterobactérias e bactérias causadoras de zoonoses, como o caso da *Salmonella* e *E. coli*, em geral, é que gera preocupações devido a possíveis problemas por elas causados no próprio lote de frangos e eventualmente na saúde do consumidor (FIORENTIN, 2005)

Um aviário geralmente oferece ótimas condições para o crescimento e multiplicação das principais bactérias da microbiota fisiológica, principalmente Lactobacilos e Gram-positivos benéficos. No entanto, essas condições favoráveis também facilitam a multiplicação de patógenos e outras bactérias indesejáveis que estejam presentes. Dentre esses organismos, encontram-se sobretudo as salmonelas, implicando em problemas relacionados à segurança alimentar e a *E. coli*, responsável pela dermatite necrótica nos frangos.

2.2.3.1 *Salmonella* spp.

Considerando os problemas de doenças transmitidas por alimentos, a *Salmonella* spp aparece como um dos agentes mais importantes em surtos de toxinfecção alimentares (LAKE et al. 2002).

Salmonella refere-se a um gênero amplamente distribuído na natureza que pode infectar, além das aves, o homem, insetos, peixes, répteis e mamíferos em geral, causando a enfermidade denominada salmonelose. Pode causar infecção clínica ou subclínica em aves, podendo estas permanecerem como reservatório e fonte de infecção para humanos. É um micro-organismo de fácil adaptação, tornando-se muito difícil a erradicação dos ambientes criatórios (BACK et al., 2006).

As bactérias do gênero *Salmonella* spp. adaptam-se facilmente a condições ambientais extremas, podendo-se desenvolver tanto em pH ácido como o do estômago como em pH alcalino como o da albumina do ovo. Conseguem se manter no ambiente por longos períodos, sendo resistentes à desidratação e ao congelamento; no entanto, são destruídas a 60°C por 5 minutos e pela maioria dos desinfetantes comumente utilizados na limpeza de galpões avícolas como os compostos fenólicos, iodóforos e hipoclorito de sódio (D'AOUST et al., 2001).

Considerando a grande resistência da salmonela em sobreviver no meio ambiente nota-se que ela persiste por semanas ou até meses em cama de aves, nos equipamentos, nos galpões vazios, solo e nas excretas de animais silvestres. De acordo com Rodrigues (2005), as salmonelas são eliminadas em grande número nas excretas das aves, contaminando o solo e a água, e podem permanecer no material fecal por longo período, particularmente nas fezes secas, onde persistem por mais de 28 meses.

Na granja, a bactéria pode permanecer e propagar-se através da presença de pássaros, roedores, animais domésticos e silvestres, cama das aves e o homem, predispondo as aves à contaminação e ao carreamento de salmonelas para o abatedouro, comprometendo a qualidade do produto final (BERCHIERI JR & BARROW, 1995).

A doença causada por bactérias do gênero *Salmonella* spp é, genericamente, chamada de salmonelose. A salmonelose é a principal causa de doença intestinal bacteriana nos animais e nos seres humanos (DOYLE & CLIVER, 1990; BRENNER et al., 2000).

Segundo Rose et. al (2000), mais de 99% dos sorotipos de salmonelas podem causar doenças subclínicas em aves, no entanto sua maior importância e fonte de preocupação é em relação à saúde pública. As infecções causadas por salmonelas, em humanos, podem ser decorrentes de carnes, ovos ou derivados que estejam contaminados. A contaminação de carcaças de frangos pode ocorrer dentro dos abatedouros, de um lote contaminado para outro sadio, sendo favorecidas por algumas práticas de abate até hoje empregadas, como a utilização de área suja não separada da área limpa e a falta de cuidados no pré-chiller e no chiller. Portanto, para diminuir a contaminação nas carcaças, além de cuidados especiais nos abatedouros, faz-se necessário controlar a infecção nos galpões e estabelecer um controle de prevenção no ambiente contra a colonização pela bactéria. Esse controle deve ser bastante eficiente para se evitar a persistência da contaminação após limpeza e desinfecção dos galpões.

No Brasil, as infecções humanas por salmonelas constituem a mais importante das doenças transmitidas por alimentos, ocasionando um custo social que

é avaliado pela perda de produtividade, faltas ao trabalho, custos com medicações, internações e até casos fatais (SILVA, 2005).

A partir da crescente ênfase na segurança de produtos cárneos que chegam ao consumidor, tem-se estimulado a identificação de meios para reduzir ou eliminar *Salmonella* spp antes do abate, uma vez que a redução das taxas de contaminação pré-abate resulta em aumento na segurança dos produtos avícolas (FUNK et al., 2001).

A indústria avícola brasileira tem adotado vários critérios para controle de salmonelas que incluem ações no pré-abate e no abate. As ações prévias ao abate objetivam o controle de salmonelas nos plantéis de frangos, pois tem como intuito a redução do número de frangos portadores de salmonela entrando no abatedouro (SILVA, 2005). As aves portadoras de salmonelas são, frequentemente, a fonte inicial de contaminação no abate, onde os equipamentos e o manuseio inadequado das carcaças permitem a disseminação de micro-organismos entre as carcaças (LEITÃO, 2001).

Na carne de frango, as operações durante o abate são as principais fontes de contaminação por salmonelas. Estas bactérias possuem relativa resistência à dessecação, ao congelamento, a salmoura e a processos de defumação. Isto explica porque as salmonelas sobrevivem em muitos tipos de alimentos, sendo os produtos avícolas os principais responsáveis por surtos de salmoneloses de origem alimentar. Entretanto, qualquer alimento que contenha salmonelas torna-se um risco em potencial para o consumidor (RODRIGUES, 2005).

A qualidade dos programas de higiene das granjas, dos incubatórios e dos abatedouros influenciam de forma bastante acentuada a presença ou ausência de salmonelas no produto final (SANTOS et al., 2000). A transmissão vertical de

salmonelas em frangos de corte pode ocorrer e evitá-la é o primeiro passo para prevenir a introdução dessas em granjas. A saúde dos pintos de corte é um reflexo direto da saúde das matrizes, por isso requer um controle rígido e eficiente para garantir que as aves fiquem livres de contaminação (ROCHA et al., 2003; TESSARI et al., 2003).

A persistência das salmonelas em galpões, após limpeza e desinfecção é um dos maiores riscos para os lotes de aves que estão sendo alojadas. Os fatores de risco para a persistência da mesma após a limpeza e desinfecção dos galpões não são bem conhecidos, acredita-se que esteja relacionada a qualidade da água e ao tipo de produtos utilizados. Tem-se verificado que o formaldeído, utilizado na parte final da limpeza, diminui a prevalência e persistência da *Salmonella* spp (ROSE et. al, 2000). Tal fato nos mostra a grande importância e a necessidade da utilização de métodos eficazes para melhoria da qualidade sanitária, não só dos galpões avícolas como de todas as instalações relacionadas às etapas de criação das aves. Um exemplo clássico no qual pode-se atribuir como causa de aparecimento de doenças nos plantéis avícolas é o manejo inadequado da cama de aviário, que muitas vezes é desencadeado de forma errônea e pode contribuir para o desencadeamento de infecções nas aves.

2.2.3.2 *Escherichia coli* (*E. coli*)

As bactérias da espécie *E. coli* fazem parte da microbiota entérica de mamíferos e aves, sendo que sua colonização ocorre no intestino logo após o nascimento, embora o seu papel na microbiota entérica ainda não tenha sido completamente elucidado. Durante muito tempo foi considerado como um

microrganismo não patogênico, no entanto, alguns sorogrupos começaram a ser associados a diversas patologias no homem e nos animais domésticos (FERREIRA & KNÖBL, 2009).

No trato digestivo das aves a *E.coli* pode ser encontrada em concentrações acima de 10^6 unidades formadoras de colônia por grama de fezes. Esse número pode ser ainda maior em aves jovens, aves sem a microbiota normal estabelecida (LEITHNER & HELLER, 1992). Desse total, de 10 a 20 % são potencialmente patogênicas e, através das fezes, são liberados para o ambiente, havendo assim, uma excreção contínua de *E. coli* patogênica, tornando sua distribuição cosmopolita. As cepas permanecem nas criações por longos períodos, contaminando o ar, o alimento e a água que servirão como via de disseminação (FERREIRA & KNÖBL, 2009).

As bactérias do gênero *E. coli*, patogênica para aves, são responsáveis por diferentes quadros infecciosos, atuando como agente primário ou secundário. A bactéria pode afetar praticamente todos os órgãos das aves, causando infecções intestinais e extra-intestinais, conhecidas como colibacilose (BARNES et al., 2003).

A colibacilose pode apresentar diferentes formas, que são: septicemia, aerossaculite, pericardite, peritonite, onfalite, salpingite, sinovite e celulite (SANTOS et al, 2009).

São duas as formas de entrada na qual a *E. coli* pode chegar às vias respiratórias do animal: danificando o trato respiratório superior, ou associando-se a algum fator que o tenha produzido, e ou através de imunodepressão anterior (NAKAMURA et al., 1992). Exceto no caso da infecção via saco de gema a *E. coli* necessita de um fator que a torne potencialmente patogênica (BARNES & GROSS, 1997).

A ocorrência da colibacilose resulta da interação e alteração do equilíbrio entre bactéria, hospedeiro e o meio ambiente. As condições ambientais e de manejo contribuem muito para a ocorrência da doença, pois a bactéria é considerada um patógeno oportunista. Altas concentrações de amônia no galpão, deficiência na ventilação de ambientes avícolas, extremos de temperatura ambiente, umidade da cama, criação com alta densidade e deficiência no processo de desinfecção são considerados os principais fatores ambientais predisponentes (FERREIRA & KNÖBL, 2009).

A doença respiratória crônica, que aparece sob a forma de aerossaculite acomete com maior frequência aves jovens. Normalmente, o lote apresenta alta morbidade e baixa letalidade, porém existem casos nos quais a doença se complica e pode se observar alta letalidade. As aves doentes apresentam retardo no crescimento, piora nos índices de conversão alimentar e dispnéia (BARNES et. al, 2003).

Uma vez inalada, a bactéria necessita aderir ao epitélio traqueal e esse momento é fundamental para que a doença se desenvolva. A partir daí, ocorre a colonização e a invasão de outros órgãos, provocando quadros de septicemia e de lesões como pericardite e perihepatite. Portanto, a ciliostase causada por um agente primário como o pneumovírus aviário, o vírus da bronquite infecciosa, o vírus da doença de Newcastle, entre outros, favorece a instalação da colibacilose. A associação da *E. coli* e um, ou mais, agentes infecciosos gera um quadro respiratório denominado doença crônica respiratória. Outro quadro que pode ser observado é a síndrome da cabeça inchada. Nela, ocorrem edema de face, celulite facial e secreção óculo-nasal. A bactéria pode aproveitar-se de quadros provocados por agentes não infecciosos, como excesso de amônia no ambiente e falta de ventilação e aumentar o dano aos animais (BARNES & GROSS, 1997).

A celulite aviária é uma doença de etiologia multifatorial, pois são necessários, pelo menos, dois fatores para a sua ocorrência. Em primeiro, está a necessidade de que um trauma qualquer resulte em ferimento na pele, independente da razão, em segundo a presença maciça de contaminação bacteriana por *E. coli* (NORTON et al., 1997). Os fatores de risco que levam ao trauma são diversos, dentre eles pode-se citar a cama, dependendo do material que seja composta. A palha, por exemplo, pode possuir extremidades pontiagudas que, por sua vez levariam ao trauma e, acrescente-se, camas mal manejadas são verdadeiros sítios de crescimento bacteriano, inclusive para a *E. coli* (ELFADIL et al., 1996).

A compactação da cama causa lesões na região do peito e a umidade favorece a multiplicação bacteriana que encontra facilidades para penetrar e causar a inflamação (ROCHA et al., 2003). Também as más condições dos comedouros, bebedouros e as instalações em geral do galpão podem ocasionar um aumento de lesões cutâneas, além de outros fatores como a presença de agentes virais e químicos (ELFADIL et al., 1996; NORTON et al., 1997).

Scrader et al. (2004) confirmaram que a cama exerce um importante reservatório para *E. coli* associada à celulite em frangos de corte. Segundo os mesmos autores, ao se limitar o número de lotes criados sobre a mesma cama e aumentar o período de intervalo entre lotes, ocorre uma diminuição significativa da taxa de celulites em aves. Contudo não houve associação significativa entre a concentração de *E. coli* no final do período de crescimento, assim como de outras bactérias Gram negativas e a reutilização da cama. Esse fato indica que a contagem de *E. coli* e Gram negativas na cama é essencialmente a mesma entre cama de primeiro lote e aquela usada pela sexta vez. Tal trabalho também sugere que ocorre uma maturação qualitativa na cama, com seleção da população de *E. coli* menos

patogênica e mais adaptada ao ambiente da cama, uma vez que o aumento nos dias do período de intervalo entre lotes não reduz a concentração da bactéria como era esperado.

É importante ressaltar que nunca houve associação entre um caso de intoxicação alimentar no homem e a presença de celulite aviária. Entretanto, existe semelhança entre o perfil genético da *E. coli* proveniente de celulite e a mesma bactéria causadora de septicemia e meningite em humanos. Existe o risco da *E. coli* de origem aviária servir de banco de genes de resistência para os patógenos presentes em humanos (KUMOR et al., 1998).

Outra doença muito importante associada à *E. coli* patogênica para aves (APEC) é conhecida como aerossaculite ou doença dos sacos aéreos, tendo início como uma infecção respiratória. Esta infecção pode evoluir para uma bacteremia e uma infecção generalizada, ocasionando taxas de mortalidade elevadas, acima de 20%, reduzindo o crescimento das aves e a sua eficiência alimentar, e aumentando, conseqüentemente, as taxas de condenação de carcaça ao abate (DHO-MOULIN & FAIRBROTHER, 1999).

A perda de peso pelas aves, causada pela aerossaculite, pode ocasionar uma série de falhas tecnológicas durante o abate, como cortes no trato digestivo, pois os equipamentos na linha de abate não se ajustam ao tamanho menor das carcaças. Este erro tecnológico leva a um aumento no percentual de contaminação fecal das carcaças e, portanto, há um maior risco de contaminação das mesmas por bactérias patogênicas. Vários estudos têm demonstrado a associação entre a presença de aerossaculite e o aumento da microbiota bacteriana patogênica em lotes de frangos. Dentre essas bactérias patogênicas estariam a *E. coli*, o *Campylobacter jejuni* e a *Salmonella* spp. (RUSSEL, 2003).

2.2.4 Lesões do Coxim Plantar

O coxim plantar das aves ou pata das aves vem sendo muito utilizado para consumo humano, tornando-se um produto economicamente viável para a exportação, especialmente para Japão e Oriente. Nas últimas décadas incentivos financeiros aos avicultores que apresentem lotes de frangos com bom rendimento de patas, tem-se tornado uma prática usual, sendo muito valorizado também o tamanho das mesmas. As condições desejáveis são caracterizadas por patas isentas de inflamações e lesões necróticas, já que estas podem ir além da superfície plantar (BILGILI et al. 1999).

A pododermatite é um tipo de dermatite de contato que afeta a região plantar dos pés. O aparecimento da lesão, que inicia com uma inflamação da pele, em geral está associado a fatores corrosivos presentes na cama. Isto está relacionado à grande quantidade de fezes na cama, causada pelas altas densidades de aves em produções comerciais. Essa doença é um importante marcador da degradação da cama aviária, devido à alta densidade de alojamento que é severamente criticada pelas associações de bem-estar animal (MARTRENCAR et al ., 1997).

Essa dermatite se define como uma lesão plantar acastanhada, semelhante a uma queimadura, e de amplitude e profundidade variadas, com incidência altamente variável nos frangos. As avaliações histológicas destas lesões demonstram reações inflamatórias e necrose de epiderme e, em alguns casos, podem atingir até a derme (LYNN et al., 1991).

A pododermatite tem sido relacionada com o contato prolongado com substâncias corrosivas da cama das aves. Estas substâncias provavelmente fazem parte do processo de deterioração da cama, em que bactérias degradam o ácido úrico

excretado pelas aves gerando compostos amoniacais. Nessa situação, a umidade da cama tem papel fundamental, particularmente no aumento da atividade microbiológica da cama. Desse modo, alguns autores conseguiram atribuir a ocorrência das lesões de patas às condições inadequadas da cama, especialmente o excesso de umidade (MARTLAND, 1984; GREENE et al., 1985; McILROY et al., 1987).

Em alguns casos a pododermatite é o problema predominante em criações em alta densidade e em linhagens de crescimento rápido (TUCKER & WALKER, 1992; DAWKINS et al., 2004). A seleção para rápida taxa de crescimento em frango de corte foi acompanhada pela diminuição da capacidade de locomoção. Há ainda correlação altamente desfavorável entre o peso corporal e a habilidade de locomoção (KESTIN et al., 2001).

Paganini (2004) citou que a qualidade da cama pode ser fator determinante de incidência de lesões de patas e peito, importantes causas de condenações dessas partes no abatedouro.

Segundo Julian (2004), lesões como calos de pés têm sido associadas à cama molhada ou pegajosa juntamente com altas temperaturas ambientais. Os calos de pés são clinicamente observados quando as aves relutam em se levantar e andar em busca de alimentos, podendo constituir em problema principal em alguns plantéis.

O teor de umidade da cama tem grande influência sobre a incidência e severidade das lesões no coxim plantar de frangos de corte, por propiciar um ambiente favorável ao desenvolvimento de bactérias que podem contaminar a pele das aves. A umidade pode variar, tanto com a densidade populacional, como também pelo próprio material utilizado como cama, tipo e manejo de bebedouro e sanidade das aves, entre outros. O material utilizado como substrato da cama deve

ser altamente absorvente e secável, leve, com partículas de tamanho médio, ser macio e confortável para as aves, ser disponível localmente e absorver um mínimo de umidade do ambiente (ANGELO et al., 1997).

A cama das aves sofre mudanças físicas e de conteúdo de umidade à medida em que as excretas das aves vão se incorporando. Por outro lado, a umidade e a estrutura física da cama tem uma relação direta com o surgimento de lesões na região plantar das patas das aves, agravados pelo surgimento e formação de placas duras na superfície. Tucker & Walker (1992), demonstraram que a umidade e a friabilidade da cama estão altamente correlacionadas, assim como estas duas estão também correlacionadas com a incidência de pododermatite em aves. Lynn & Spechter (1987) observaram que em uma cama com teor de umidade superior a 46% ocorre concomitantemente o aumento na friabilidade, a qual se caracteriza pela formação de cascas na superfície da cama.

Diferentes tipos de material para cama oferecem distintas capacidades de retenção de água e, portanto, se comportam diferentemente em relação a capacidade de absorver a umidade gerada durante a criação. Wang et al. (1993), comparando a incidência de lesões no coxim plantar de aves criadas em camas secas e úmidas, detectaram que aproximadamente 38% das aves criadas sobre a cama seca apresentaram lesões no coxim plantar; já na cama úmida, a incidência foi de 92%.

Avaliando diferentes tipos de cama, Su et al. (2000) relataram que o tipo de substrato utilizado como cama influenciou os escores de lesões em coxim plantar, os quais foram menos incidentes em aves criadas sobre cama de maravalha quando comparadas aos daquelas criadas sobre camas de palhas.

2.2.5 – Manejo da cama usada durante o período de vazio sanitário e sua relação com a carga microbiana

A fermentação é um método biológico, natural, de decomposição da matéria orgânica em ambiente anaeróbico, no qual a intensa atividade microbiana contribui para o aumento da temperatura e a redução do pH, inviabilizando, dessa forma, o desenvolvimento de micro-organismos patogênicos presentes na cama. Esse processo ocorre no período de vazio sanitário compreendido entre um lote e outro, podendo durar de 7 a 10 dias.

Nos processos de compostagem tradicionais, a degradação aeróbica do resíduo orgânico ocorre durante 4 a 6 semanas e, ao final desse período, o material se encontra estabilizado (KELLEHER et al., 2002). Já no método de fermentação, segundo Macklin et al. (2006), o tempo em que a cama fica em compostagem é bem menor, porém não ocorre a estabilização da matéria. Ainda assim esse manejo da cama pode ser considerado como um método efetivo na redução da quantidade de bactérias em aviários no intervalo entre lotes, considerando a relação do binômio tempo versus temperatura na inativação de patógenos (LAVERGNE et al., 2006).

Em estudos realizados por Kwak et al. (2005), os autores simularam o empilhamento de cama de frango em escala reduzida e avaliaram os efeitos da aeração ou não dessas pilhas estocadas por um período de 17 dias sobre a sobrevivência das enterobactérias. Dessa forma obtiveram temperatura de 62° C (temperatura máxima conseguida) no interior da pilha a partir do 6° dia, e perceberam que aerar a pilha após esse pico fazia a temperatura decrescer em 10°C em 2 dias quando comparada às camas não aeradas. Com estes trabalhos puderam concluir que isolados de *Salmonella entérica* sorovar Enteritidis, *E. coli* e *Shiguelia*

sonnei intencionalmente inoculados, foram eliminadas em 4 dias e não foram mais detectadas, ainda que a temperatura abaixasse 20° C nas camas aeradas até o final do experimento. Nas camas que não foram empilhadas e, conseqüentemente, não tiveram a produção espontânea de calor, o tempo para eliminação desses patógenos ficou entre 4 e 8 dias. Os resultados desse estudo indicam que a eliminação de bactérias patogênicas na cama pode ocorrer não somente pelo calor gerado no empilhamento, mas também por outros fatores como o efeito tóxico da amônia exalada da cama e a competição microbiana exercida pela flora natural da cama.

Haapapuro et al. (1997), revisando estudos sobre resíduos, concluíram que o enleiramento de cama não é um processo seguro para eliminar bactérias como *Salmonella* spp. e *E. coli*, devido às variações de temperatura de fermentação nas leiras em diferentes profundidades, que variavam de 43 a 60°C, sendo necessárias temperaturas entre 71 a 77°C para inativação de bactérias patogênicas. No entanto, Jeffrey (2001) relatou que em pilhas de camas enleiradas em diferentes empresas avícolas nos EUA, não viradas e não arejadas, ocorreu inativação satisfatória de bactérias patogênicas como a *Salmonella* spp e *E. coli*, em apenas alguns dias. Embora as temperaturas medidas pelo autor sofressem alteração em diferentes profundidades da leira, outros parâmetros físicos foram relatados como determinantes da temperatura nas leiras como o pH, que sendo mais baixo pode inibir a leira de esquentar, e também a atividade da água, visto que leiras com baixos valores de atividade de água, apresentaram-se mais frias.

Mouchrek & Jorge (2001), em pesquisa realizada com intuito de baixar a carga bacteriana em camas reutilizadas observaram que a partir do terceiro lote, especialmente no tratamento de cobertura com lona no aviário, as camas apresentaram uma menor carga bacteriana quando comparadas a cama nova. No

mencionado trabalho foi demonstrado que o método mais eficiente na redução de enterobactérias foi o método fermentativo de cobertura com lona no aviário.

Marín (2011), trabalhando com amostras de camas de maravalha e casca de café, buscou avaliar os dois diferentes substratos utilizados em camas de frangos de corte e seus ciclos de reutilização, quanto ao melhor momento para se proceder a compostagem, com base na relação Carbono/Nitrogênio das amostras, assim como na determinação do potencial de emissão de amônia de acordo com a concentração de Nitrogênio amoniacal presente nos diferentes ciclos de reutilização dessas camas. O autor observou, nesse experimento que, a cama de maravalha do primeiro ciclo e a cama de casca de café do primeiro e segundo ciclos de utilização, foram as que se apresentaram no seu melhor momento para retirada do galpão e subsequente compostagem, quanto à sua relação Carbono/Nitrogênio. Da mesma forma, observou que o tipo de substrato (maravalha ou casca de café), assim como o número de ciclos de reutilização das camas, não influenciaram no potencial de concentração de Nitrogênio amoniacal.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em duas etapas: uma inicial, correspondente ao período de coleta de amostras de cama de frango em granjas avícolas comerciais do estado de Minas Gerais e outra conduzida nos laboratórios de Construções Rurais e Ambiente e de Resíduos Sólidos do Departamento de Engenharia Agrícola e Unidade de Estudo em Sanidade Avícola, do Departamento de Veterinária, pertencentes à Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil.

3.1 Coleta das amostras

Na primeira etapa do experimento foram coletadas amostras de cama de frango em aviários tipológica e regionalmente representativos da avicultura do Estado de Minas Gerais, ou seja, galpão de 12 a 14 metros de largura, pé direito de 2,8 a 3,2 metros, comprimento maior que 100 metros, cobertura em fibrocimento, densidade média de alojamento de 14 a 18 aves/m². Foram avaliadas camas constituídas de dois diferentes tipos de substrato (casca de café e maravalha fina), por serem os materiais mais comumente empregados nas mencionadas regiões, em função da maior disponibilidade e do menor custo. Foram consideradas camas de 1 a 4 ciclos de utilização.

As amostras de cama foram coletadas nos aviários, no período compreendido entre 35 a 45 dias de vida das aves (duas últimas semanas de criação), em granjas manejadas sob as mesmas condições de trabalho, densidade média de criação e clima, com a finalidade de se obter amostras homogêneas e representativas de cada caso e agrupamento. As instalações possuíam comedouros e bebedouros tubulares, e o sistema de ventilação era por pressão positiva. Os aviários eram equipados com cortinas laterais externas e ventiladores axiais dispostos nas laterais dos galpões que eram acionados conforme necessidade, em dias muito quentes. As coletas foram realizadas no período de verão.

Foram coletadas amostras de quatro galpões para cada um dos quatro ciclos de reutilização da cama, constituindo, assim, quatro repetições e totalizando 32 aviários investigados. Para cada um dos 32 aviários estudados foram coletadas 16 amostras simples, em pontos representativos de toda área do alojamento (Figura 1), sendo evitadas as áreas próximas ou abaixo dos comedouros e dos bebedouros,

conforme metodologia utilizada por Singh et al. (2004). Cada ponto de coleta amostral da cama correspondeu a um círculo de aproximadamente 20 cm de raio e 7 cm de altura, sendo as amostras retiradas com a ajuda de trado e pá. Das 16 amostras simples coletadas, foram obtidas 4 amostras compostas, que foram descompactadas, homogeneizadas e acondicionadas em sacos de polietileno devidamente identificados. Cada granja considerada foi identificada quanto ao tipo de cama, ciclo de uso, tamanho do galpão, % de mortalidade e espessura da cama.

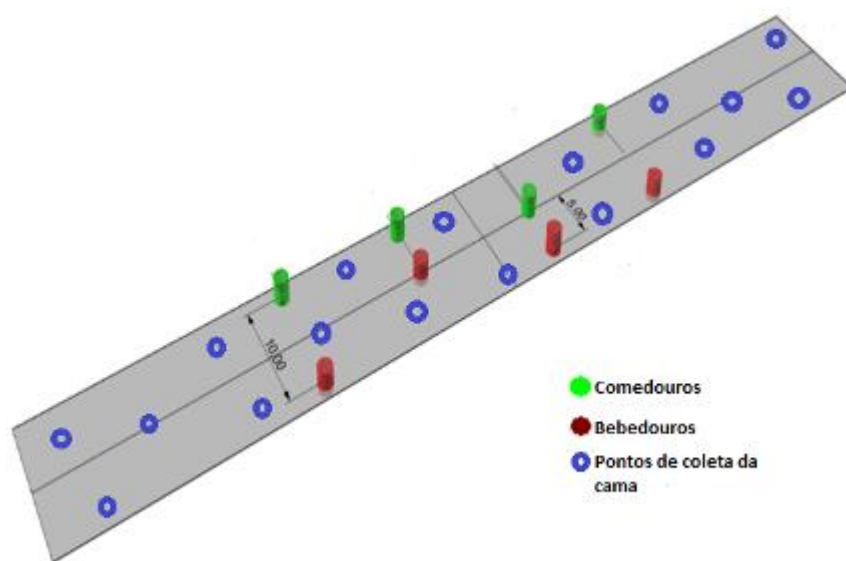


Figura 1. Pontos selecionados dentro do aviário para a coleta das amostras de cama.

3.2. Avaliação das propriedades físicas da cama

Esta etapa do experimento foi realizada nos Laboratórios de Construções Rurais e Ambiente e de Resíduos Sólidos do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, nos quais foram realizadas as análises para determinação de umidade e pH das amostras de cama de frango, coletadas nos aviários mencionadas no item anterior.

3.2.1 Determinação da umidade da cama.

Para a determinação da umidade presente nas amostras de cama de frango foi utilizado o método recomendado pela Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária – Embrapa (1997). Foram utilizados para essa etapa do trabalho cadinhos de porcelana com capacidade para 50 mL, estufa de secagem ajustada para temperatura de 65°C, estufa de secagem ajustada para temperatura de 105°C, balança eletrônica de precisão de 0,01g e dessecadores.

Os cadinhos passaram, previamente, por um processo de secagem no qual permaneceram por 30 minutos em estufa a 550°C e em seguida foram colocados em dessecadores para posterior resfriamento e determinação de peso. Após a pesagem dos mesmos, foi realizada a preparação das amostras de cama para secagem na qual se colocou 20 g de cada amostra do material em cadinhos devidamente identificados, que posteriormente foram levados para a secagem em estufa a temperatura de 65°C, por um período de 72 horas.

Após o período de secagem, foi feita a pesagem final das amostras e com os resultados foram determinados o conteúdo de água em base úmida (equação 1) e o conteúdo de água em base seca (equação 2) através das seguintes equações:

$$U_{(b.u)} = \frac{(M_u - M_s)}{M_u - M_r} \times 100 \quad (1)$$

$$U_{(b.s)} = \frac{(M_u - M_s)}{M_s - M_r} \times 100 \quad (2)$$

Em que,

U (b.s.) – Conteúdo de água em base seca.

U (b.u.) – Conteúdo de água base úmida (dag kg⁻¹);

Mu – Massa do material úmido + Mr (g);

Ms – Massa da amostra seca a 60 – 65°C ou a 103 – 105°C + Mr (g);

Mr – Massa do recipiente (g).

3.2.2 Determinação do pH da cama

Para determinação do pH da cama de cada um dos tratamentos foi utilizada a metodologia descrita por Camargo & Valadares (1980), na qual foram utilizadas amostras de 20g de cama dissolvidas em água destilada em uma proporção de 1:4 (amostra de cama: água). A mistura permaneceu em repouso por uma hora e, logo após, foi realizada a leitura do pH com um medidor elétrico de pH (pHmetro), conforme ilustrado nas Figura 2 e 3.



Figura 2: Material de cama em repouso



Figura 3: Determinação de pH através de pHmetro.

3.3. Avaliação das propriedades microbiológicas das amostras de cama

Esta etapa do trabalho foi realizada no Laboratório de Bacteriologia da Unidade de Estudo em Sanidade Avícola (UESA) do Departamento de Veterinária da Universidade Federal de Viçosa, no qual foram realizadas as avaliações para identificação das bactérias *Escherichia coli* e *Salmonella* spp.

Foram utilizados para essa etapa do experimento os seguintes materiais: balança eletrônica de precisão de 0,01g, vidraria com capacidade de 300 mL, alça bacteriológica, estufa bacteriológica ajustada para temperatura de 37°C e placas de Petri.

3.3.1 Identificação das bactérias *Escherichia coli* e *Salmonella* spp

As amostras de cama foram colhidas e acondicionadas em sacos plásticos estéreis, de acordo com os critérios adotados pelo Plano Nacional de Sanidade Avícola – PNSA – Brasil (BRASIL, 2002).

Para procedimento de identificação das bactérias foi utilizado o protocolo que se inicia com o pré-enriquecimento, com as amostras de cama pesadas e utilizando-se a proporção de 25g para cada 225 mL de salina 0,85%, adicionada de 0,01% de peptona. Em seguida as amostras foram incubadas à temperatura de 37°C por um período de 18 horas. Após o pré-enriquecimento o caldo foi semeado, com alça bacteriológica, por esgotamento, em placas de Petri, contendo meio de cultura ágar Eosina Azul de Metileno (EMB) para identificação da bactéria *Escherichia coli* (*E. coli*), sendo em seguida incubados a 37° por 24 horas. Após esse tempo, as placas foram retiradas da estufa, sendo realizada a leitura para identificação (presença/ausência) de *E. coli* nas amostras de cama de frango. As amostras positivas foram classificadas em quatro níveis de intensidade, segundo o grau de crescimento das colônias nas placas, ou seja, de acordo com a intensidade de crescimento das bactérias *E. coli*, nas placas de Petri contendo ágar EMB. As amostras foram classificadas por níveis de crescimento das mesmas, das seguintes formas: a) nível 1, no qual houve crescimento das bactérias, porém ocuparam somente ¼ da placa; b)

nível 2, crescimento um pouco mais intenso, ocupando 2/4 da placa; c) nível 3, crescimento ainda mais intenso, chegando a ocupar 3/4 da placa e, d) nível 4, caracterizado pelo crescimento máximo das bactérias ocupando toda a placa de Petri.

Para a identificação de *Salmonella* spp utilizou-se do enriquecimento seletivo, onde alíquotas de 1 mL dessa cultura pré-enriquecida foram transferidas para tubos contendo 10 mL de meio líquido Tetracionato-novobiocina (40 µg de novobiocina por mL). Os tubos foram incubados à temperatura de 37°C em estufa bacteriológica por 24 horas. Após este período, alíquotas foram retiradas, assepticamente, com alça bacteriológica e semeadas em placas de Petri, contendo meio indicador, verde brilhante, e incubadas por 24 horas sob temperatura de 37°C.

A identificação presuntiva da *Salmonella* spp foi realizada através da cultura obtida. Destas foram colhidas, com auxílio de agulha bacteriológica, previamente flamejada, amostras de cada uma das placas semeadas. Foram escolhidas entre três a cinco colônias com as características para realização da prova bioquímica através de tubos contendo meio inclinado tríplice açúcar ferro – TSI e uréia. Os tubos foram incubados à temperatura de 37°C, por um período de 24 horas. Assim sendo, a bactéria foi classificada quanto ao gênero de acordo com as características bioquímicas apresentadas no TSI e na uréia.

3.3 Performance Geral do Plantel Avícola

3.4.1 Avaliação do coxim plantar das aves

Durante o período de coleta das amostras de cama também foram feitas avaliações do coxim plantar das aves alojadas em cada ambiente, para a obtenção de

dados de presença/ausência de lesões nos mesmos devido às várias reutilizações da cama.

A avaliação do coxim plantar das aves foi realizada por análise visual dos mesmos, (presença ou ausência das lesões, em percentagem), de uma amostragem de 5% do total de aves alojadas por aviário. As aves foram escolhidas aleatoriamente dentro do galpão. Essa avaliação foi feita em período compreendido entre os 35 a 45 dias de vida das aves, (ultima semana de criação), exatamente nos dias de coleta das amostras de camas.

3.4.2 Desempenho Zootécnico dos frangos

O desempenho das aves criadas em cada um dos diferentes tipos de cama e períodos de reutilização foi averiguado com o objetivo de se avaliar possíveis influencias destas camas nos resultados ganho de peso diário médio, conversão alimentar final e mortalidade. A conversão alimentar final foi obtida dividindo-se o consumo total de ração pelo ganho de peso final das aves de cada galpão. A taxa de mortalidade foi determinada pela diferença entre a porcentagem das aves ao final da criação (42 dias) em relação ao total de aves alojadas.

Os valores obtidos foram confrontados com os índices médios e desempenho dos animais, segundo a tabela internacional da linhagem Cobb, aos 42 dias de idade, idade de abate, considerando Ganho de Peso Diário de 67,4 gramas e Conversão alimentar de 1,702 (MANUAL COBB, 2008).

3.5 Determinação do número ideal de reutilizações da cama de aviários de frangos de corte do ponto de vista sanitario e performance geral do plantel (fase de compostagem inicial no aviario)

Com base nos resultados encontrados de presença/ausência das bactérias *Salmonella* spp. e *Escherichia coli*, desempenho produtivo e incidência de lesões no coxim plantar das aves, serão identificados os melhores momentos para se proceder a retirada da cama das camas de maravalha e casca de café dos aviários.

3.6 Determinação se o número ideal de reutilizações da cama de aviários de frangos de corte do ponto de vista sanitario e performance geral do plantel (fase de compostagem inicial no aviario), coincide com o numero ideal de reutilizações da cama de aviários de frangos de corte do ponto de vista de compostagem final a campo.

Para nortear a decisão quanto ao melhor número de reutilizações sob os dois aspectos relacionados acima, serão analisados os resultados experimentais que permitirão responder simultaneamente as seguintes questões:

- 1) A partir de que ponto, a reutilização das diferentes camas estaria comprometendo a qualidade sanitária dos lotes seguintes de criação-
Resposta com base no ítem 3.5 acima descrito.
- 2) A partir de que número de reutilizações as diferentes camas estudadas possuirão, em sua composição média, a quantidade de elementos carbonatados e nitrogenados (relacao C/N), que favorecam e acelerem sua posterior

decomposição e tratamento final a campo? Estes dados já foram obtidos por Marin (2011), trabalhando com as mesmas amostras usadas neste experimento.

3.7 Delineamento estatístico

O experimento foi realizado segundo um delineamento inteiramente casualizado (DIC). Para caracterização das camas de casca de café e maravalha, foi realizada a análise de variância de cada tipo de cama separadamente, considerando quatro tratamentos (reusos da cama) e quatro repetições. A análise estatística dos dados de propriedades físicas da cama e desempenho zootécnico das aves foi realizada no software SAEG[®] (Sistema para análise estatística) onde os dados foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Para explicar a probabilidade de ocorrência de *Salmonella* spp nas amostras de cama e identificar seus determinantes, foi estimado o modelo logit cujas variáveis dependentes são baseadas na presença ou ausência da referida bactéria.

No modelo que explica a ocorrência de *Salmonella* spp, a variável dependente (Y_{sal}) foi definida como:

$$Y_{sal} = \begin{cases} 1, & \text{presença da } Salmonella \text{ spp na cama} \\ 0, & \text{ausência da } Salmonella \text{ spp na cama} \end{cases}$$

As variáveis explicativas são referentes à qualidade física da cama, umidade (Um) e pH, tipo (Cam) e ciclos de utilização (Nc) da mesma, definidas como:

$$Cam = \begin{cases} 1, & \text{cama de casca de café} \\ 0, & \text{cama de maravalha} \end{cases}$$

Nc = ciclos de utilização da cama (Nc = 1, 2, 3 e 4)

Um = umidade (%)

pH = pH (valor absoluto)

Deste modo, utilizou-se o seguinte modelo logit para explicar a ocorrência de *Salmonella* spp nas amostras de cama:

$$P(y_{sal} = 1 | \mathbf{x}_i, \boldsymbol{\beta}) = \Lambda(\mathbf{x}_i \boldsymbol{\beta}) \quad (1)$$

Neste caso, tem-se que $\Lambda(\cdot)$ é a função de distribuição de probabilidade acumulada logística, representada por:

$$\Lambda(X_i \boldsymbol{\beta}) = \frac{1}{1 + e^{-X_i \boldsymbol{\beta}}} = \frac{e^{X_i \boldsymbol{\beta}}}{1 + e^{X_i \boldsymbol{\beta}}} \cdot$$

Como este é um modelo não-linear, a estimação dos coeficientes deve ser feita pelo método de máxima verossimilhança (WAQUIL et al., 2004).

Deste modo, a equação estimada tem a seguinte forma:

$$\mathbf{x}_i \boldsymbol{\beta} = \beta_0 + \beta_1 Cam_i + \beta_2 Nc_i + \beta_3 Um_{it} + \beta_4 pH_i + \varepsilon_i, \quad (2)$$

em que Cam_i são os tipos de cama mais comumente utilizados nas regiões de coleta; Nc_i , são os números de reutilizações das camas, ou seja, ciclo de reutilizações das camas; Um_i é a umidade encontrada nas amostras de cama e pH_i , é o pH encontrado nas amostras de cama segundo os métodos de determinação de umidade e pH especificados nos itens 2.3.1 e 2.3.2, respectivamente, e, ε_i é o termo de erro do modelo.

O exame dos coeficientes não é o mais indicado para se analisar a magnitude do efeito de cada variável na probabilidade de ocorrência de *Salmonella* spp nas amostras de cama (COELHO et al., 2009). Esta análise é feita pelo cálculo do efeito

marginal (EM). O EM de uma variável explicativa mede o impacto da mesma sobre a probabilidade de ocorrência de um evento, neste caso, $P(y_{sal} = 1)$.

Para variáveis contínuas o EM é dado pela derivada da função em relação à variável, isto é,

$$\frac{\partial P}{\partial X_j} = \hat{P} (1 - \hat{P}) \hat{\beta}_j = \Lambda(X_i; \hat{\beta}) [1 - \Lambda(X_i; \hat{\beta})] \hat{\beta}_j \quad (3)$$

Para variáveis binárias o efeito marginal é a mudança em $P(Y = 1)$ quando X_i passa de 0 para 1. Assim, $EM = P(Y_{sal} = 1 | X_i = 1) - P(Y_{sal} = 1 | X_i = 0)$.

Segundo Coelho et al. (2009) o EM pode ser calculado no ponto médio das variáveis explicativas (efeito marginal médio) ou em pontos específicos da amostra (valores específicos das variáveis explicativas). Neste trabalho optou-se pelo cálculo no ponto médio da amostra.

A análise da ocorrência de *Escherichia coli* nas amostras de cama de frango foi realizada de modo descritivo, devido a não ocorrência de resultados suficientes pelos testes aplicados aos demais fatores avaliados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização da cama de casca de café

O resumo da análise de variância para os parâmetros de propriedades físicas da cama de casca de café, desempenho produtivo e presença de calos no coxim plantar das aves, para os diferentes níveis de utilização da mesma estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resumo da análise de variância e dos coeficientes de variação, para os parâmetros de desempenho animal e propriedades físicas da cama, referentes à umidade (Um) (%) e pH da cama (pH), conversão alimentar (CA) (g/g), ganho de peso diário (GPD) (g), mortalidade (Mort) (%) e lesões no coxim plantar das aves (Cal) (%) para os diferentes ciclos de utilização da cama de frango de casca de café.

FV	GL	Quadrados médios					
		Um	pH	CA	GPD	Mort	Cal
Número de ciclos	3	59,796*	0,0849	0,0053	25,482	0,592	661,72*
CV (%)		10,47	2,99	2,78	12,74	47,55	12,84

*Significativo a 5% de probabilidade

4.1.1 Avaliação dos resultados de propriedades físicas da cama de casca de café de diferentes ciclos de uso

Como se observa, na Tabela 2, houve efeito significativo dos diferentes ciclos de utilização da cama (primeiro, segundo, terceiro e quarto ciclos), a 5% de significância, sobre os resultados médios de umidade da cama (Um). Não foi verificado efeito significativo dos diferentes ciclos de utilização da cama sobre os resultados médios de pH da mesma.

Os valores médios das propriedades físicas da cama de casca de café para cada um dos diferentes ciclos de utilização da mesma, assim como as equações de regressão para cada variável foram avaliados pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, e estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios de umidade (Um) (%) e pH da cama para cada um dos diferentes ciclos de utilização (primeiro, segundo, terceiro e quarto uso).

Tratamento	Parâmetros	
	Um (%)	pH*
1º ciclo de utilização da cama	36,7 A	8,2
2º ciclo de utilização da cama	28,6 B	8,4
3º ciclo de utilização da cama	29,3 B	8,1
4º ciclo de utilização da cama	34,0 AB	8,2

As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a nível de 5% de significância.

*Não significativo a 5% de significância pela análise de variância.

4.1.1.1 Teores de umidade da cama

Pode ser observado pelo teste de Tukey que, para os diferentes ciclos de uso da cama, houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para os valores médios de conteúdo de umidade no substrato. Os resultados mostram que a cama de 1º ciclo difere estatisticamente das camas de 2º e 3º ciclos de utilização, apresentando maiores teores de umidade. Pode-se inferir, com base nos dados apresentados na Tabela 3 e ilustrados na Figura 4, que a umidade da cama, quando se utiliza como substrato casca de café, possui um comportamento quadrático, apresentando maiores valores de umidade no primeiro e último ciclo de utilização estudado.

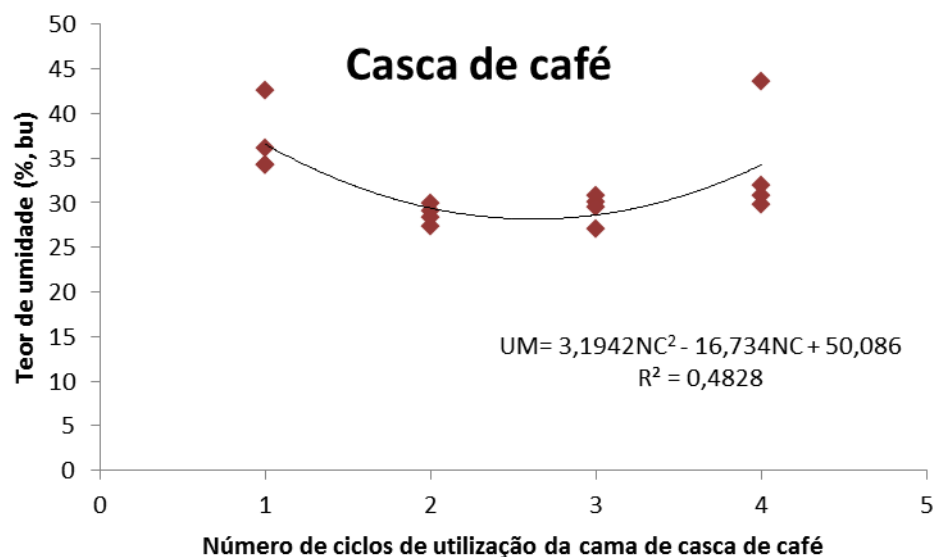


Figura 4. Efeito do número de ciclos de utilização no teor de umidade da cama de casca de café.

Como é conhecido, a casca de café se apresenta como um material particulado instável, possuindo alta capacidade de absorção de umidade quando comparada a outros materiais, além de possuir partículas de diferentes dimensões, que aumentam a porosidade e também contribuem para uma maior retenção e absorção da umidade, com conseqüente menor evaporação da água incorporada ao material da cama ao longo do processo de criação das aves. Tais características podem explicar o fato de a cama nova (1º ciclo de utilização) apresentar valores mais elevados (36,78%).

Pode-se atribuir os menores teores de umidade encontrados nas camas de 2º e 3º ciclos de utilização da mesma (28,6 e 29,3%, respectivamente), à menor granulometria das camas reutilizadas devido decomposição do material através do processo de fermentação aeróbica decorrente da atividade microbiana, o que aumenta a superfície específica das partículas do substrato, favorecendo, dessa forma, a perda de água, assim como, por apresentar material mais estabilizado, essa cama favorece a absorção da umidade.

No entanto, com sequentes reutilizações dessa cama, há um incremento exorbitante de material orgânico, acrescido da umidade adquirida, não só pelas excretas das aves, mas também por eventuais casualidades, como o vazamentos de bebedouros decorrentes de defeitos associados à frequência de uso, assim como o vazamento de nebulizadores, que são utilizados nas épocas secas do ano para manutenção da umidade relativa do ar e, se mal dimensionados, acabam resultando em problemas como aumento excessivo da umidade do ar, como também podem acarretar aumento da umidade da cama; dentre outros fatores, os quais contribuem para um processo de reumidecimento da cama. Com a mencionada maior deposição de excretas, ocorre, novamente, aumento da absorção e retenção de água, com diminuição da evaporação da mesma. Tal fato explica o comportamento da curva de umidade da cama, apresentada na Figura 4, onde há uma redução da umidade do 1º para o 2º e 3º ciclos de utilização, voltando a aumentar a partir do 4º (34,0%) ciclos de reutilização da cama.

4.1.1.2 Níveis de pH da cama

Conforme apresentado na análise de variância (Tabela 2) não foram observados efeitos significativos dos ciclos de utilização da cama de casca de café sobre os valores de pH da mesma a um nível de 5% de significância. Foram encontrados valores de 7,9 a 8,4 entre os quatro ciclos de utilização da cama de casca de café.

Estes resultados corroboram a afirmação de Fiorentin (2005) que diz que a criação de até quatro lotes na mesma cama não altera o pH de forma significativa, sendo essa alteração esperada somente com alguma ação específica para tal. Neste

sentido, Santos (2009) realizou trabalho de pesquisa comparando camas de casca de café e maravalha, tratadas ou não, com condicionadores químicos, tendo observado diferença significativa dos tratamentos sobre o pH das camas, encontrando um valor ligeiramente maior no pH da cama nova tratada com cal (6,57), em relação àquele encontrado para cama nova sem tratamento (5,83) aos 7 dias de experimento.

Em contrapartida Ávila et al. (2008), avaliando diferentes materiais utilizados como cama (maravalha, casca de arroz, sabugo de milho triturado, capim cameron picado, palhada da soja picada, resto da cultura do milho picado e serragem) reutilizados sequencialmente por 6 lotes consecutivos, observaram a ocorrência da padronização do pH entre os materiais, com redução nos últimos lotes semelhante a uma estabilização; o que segundo o autor, pode ser indicativo da criação de um meio não propício ao desenvolvimento de salmonela. Essas inferências de Ávila et al. (2008) confirmam interpretações de Fanelli et al. (1970), de que camas reutilizadas indicam produzir efeito inibitório na ocorrência de salmonela.

4.1.2 Avaliação do desempenho produtivo das aves para cada um dos diferentes ciclos de criação

Conforma já apresentado na Tabela 2 e representado na Tabela 4, a reutilização da cama de casca de café não apresentou diferença, ao nível de 5% de significância, para os resultados de desempenho produtivo, para as variáveis conversão alimentar (CA), ganho de peso diário (GPD) e mortalidade (Mort). Sendo assim, a renovação do substrato da cama de frango deverá ser uma decisão mais relacionada aos fatores de mercado e de sustentabilidade ambiental.

Tabela 4. Valores médios de desempenho produtivo das aves, conversão alimentar (CA), ganho de peso diário (GPD), mortalidade (Mort) e lesões no coxim plantar (Cal) para cada um dos diferentes ciclos de utilização da cama de casca de café (primeiro, segundo, terceiro e quarto uso).

Tratamento	Variáveis			
	CA*	GPD* (g)	Mort* (n° aves)	Cal (%)
1° ciclo de utilização da cama	1,88	59,9	4,6	60 B
2° ciclo de utilização da cama	1,92	59,7	4,4	90,3 A
3° ciclo de utilização da cama	1,86	59,7	5,1	77,7 AB
4° ciclo de utilização da cama	1,83	62,8	5,1	69,3 AB

As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a nível de 5% de significância.

*Não significativo a 5% de significância pela análise de variância.

4.1.3 Lesões no coxim plantar e sua relação com a umidade da cama

A frequência de utilização da cama de casca de café exerceu influência na incidência de lesões no coxim plantar das aves, conforme apresetado na Tabela 4.

Considerando que alguns trabalhos tem relatado uma relação direta da incidência de calos no coxim plantar com os níveis de umidade da cama, buscou-se verificar se esta relação efetivamente ocorreu no presente experimento.

De acordo com a Tabela 4, pode-se observar uma diferença de 10 a 30% entre os diferentes ciclos de utilização da cama (60; 90,3; 77,7 e 69,3%, respectivamente) quanto a incidência de lesões no coxim plantar das aves, o que demonstra um aumento na incidência dessas lesões com a reutilização da mesma.

Resultado semelhante foi encontrado por Santos (2009), que trabalhando com camas novas e reutilizadas de casca de café, tratadas ou não por condicionadores químicos, observou que, mesmo não tendo diferença significativa entre as camas novas de casca de café, tratadas ou não, as aves criadas sobre cama nova tratada com superfosfato simples (CN + SS), assim como, cama nova tratada

com cal (CN+cal), não sofreram lesões externas, ou calo no coxim plantar. Porém, as aves criadas em cama reutilizada tratada com cal, apresentaram índices de lesões superiores à criadas em cama nova de casca de café, com ou sem tratamento, na primeira fase do ciclo de produção das aves (fase de aquecimento).

No entanto, os resultados encontrados discordam daqueles encontrados por Santos (2009), para a segunda fase do ciclo de produção das aves, fase pós-aquecimento, que observou um menor índice de lesões no coxim plantar das aves criadas em camas reutilizadas. De maneira análoga, Traldi et al. (2004), também observaram que os escores de lesões no coxim plantar em frangos de corte da linhagem comercial Ross foram maiores para os frangos criados sobre cama nova quando comparados com a cama reutilizada. Os autores atribuem tal fato ao menor teor de umidade das camas reutilizadas. Segundo Angelo et al. (1997), o teor de umidade da cama tem grande influência sobre a incidência e severidades das lesões na carcaça de frango, além de proporcionar ambiente favorável ao desenvolvimento de bactérias que podem contaminar a pele dos frangos. O teor de umidade pode variar com a densidade populacional, o material utilizado como cama, o tipo de bebedouro e sanidade das aves. Wang et al. (1993), comparando a incidência de lesões no coxim plantar de aves criadas em camas secas e úmidas, detectaram que aproximadamente 38% das aves criadas sobre cama seca apresentaram lesões no coxim plantar enquanto que para as aves criadas em cama úmida a incidência de lesões no coxim plantar foi de 92%.

Assim, ainda que tenha sido observada maior incidência de lesões no coxim plantar das aves, quando a cama se apresentou com menores teores de umidade (o que contraria a literatura), pode-se inferir que, nesse caso, a umidade da cama não foi o fator determinante para a ocorrência de tal fato, uma vez que mesmo tendo

apresentado efeito significativo para os diferentes ciclos de utilização da cama, a umidade se manteve em níveis aceitáveis (variando entre 29,34 a 36,78%), não tendo apresentado teores exorbitantemente elevados para serem considerados prejudiciais ao desempenho dos animais.

Segundo Almeida (1986), camas com umidade acima de 35% tornam-se emplastadas, acarretando situação de desconforto às aves, afetando seu desempenho zootécnico e diminuindo a resistência a doenças. Para o autor a cama deve ser manejada de forma que sua umidade fique entre 20 e 35%, o que demonstra que a variação de umidade encontrada no presente trabalho não se caracteriza como prejudicial ao desempenho das aves.

Segundo Baião (1995), um dos fatores que podem interferir no desempenho das aves é a alta concentração de amônia, atingindo níveis mais elevados quando a umidade da cama está entre 40 e 60%.

Segundo Aa (2008), o excesso de umidade da cama, combinada com compostos nitrogenados, como a amônia provocam irritação no coxim plantar das aves, sendo que esta combinação pode ser causa de inciência de lesões severas no coxim plantar.

A umidade excessiva da cama, quando associada à diarréia das aves, frequentemente relaciona-se a pouca espessura do substrato e ao derramamento de água, criando condições favoráveis para a produção de amônia e propiciando o crescimento de agentes patogênicos (SANTOS, 2009).

A utilização de cama nova na área de pinteiros é realizada seguindo o preceito de que, dessa forma, os pintinhos serão alojados em um ambiente menos contaminado e portanto, menos propicio à propagação de contaminação para os animais.

No entanto, Paganini (2004), observou que as camas reutilizadas e que passaram pelo processo de fermentação apresentaram menor contaminação bacteriana qua a cama nova. Isso se deve ao processo de fermentação da cama antes do alojamento dos animais, já que a fermentação diminui a carga microbiana da cama.

Ainda que alguns estudos apresentem melhores resultados quanto a avaliação do coxim plantar das aves em camas reutilizadas, no presente trabalho, a cama nova proporcionou melhores resultados, apresentando menores porcentagens de lesões no coxim plantar das aves

4.2 Caracterização da cama de Maravalha

O resumo da análise de variância para os parâmetros de propriedades físicas da cama e desempenho produtivo das aves para os diferentes níveis de utilização da cama de maravalha estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Resumo da análise de variância e dos coeficientes de variação, para os parâmetros de qualidade física da cama e de desempenho animal referentes à umidade (Um) (%) e ph da cama (pH), conversão alimentar (CA), ganho de peso diário (GPD) (g), mortalidade (Mort) (%) e lesões no coxim plantar das aves (Cal) (%) para os diferentes ciclos de utilização da cama de frango de maravalha.

FV	GL	Quadrados médios					
		Um	pH	CA	GPD	Mort	Cal
Número de ciclos	3	50,072	0,2580	0,0051	0,2961	2,2328	38,25
CV (%)		14,25	4,28	2,39	3,49	28,24	25,93

*Significativo a 5% de probabilidade

4.2.1 Avaliação dos resultados de propriedades físicas da cama de maravalha de diferentes ciclos de uso

Conforme apresentado na Tabela 5, observa-se que, ao nível de 5% de significância, não houve efeito significativo do nível de reutilização da cama de maravalha em relação aos parâmetros de propriedades físicas da cama, teor de umidade (Um) e níveis de pH.

4.2.1.1 Teores de umidade da cama de maravalha

Embora não tenham sido encontradas diferenças significativas para os valores de umidade da cama de maravalha em relação ao diferentes ciclos de utilização da mesma, ao se analisar os valores encontrados para o referido parâmetro, pode se observar que há uma tendência na redução dos teores de umidade, à medida em que se reutiliza a cama, conforme observado na Tabela 6.

Tabela 6. Valores médios de umidade (Um) (%) e pH da cama de maravalha para cada um dos diferentes ciclos de utilização (primeiro, segundo, terceiro e quarto uso).

Tratamento	Parâmetros	
	Um (%)*	pH*
1º ciclo de utilização da cama	31,9	7,4
2º ciclo de utilização da cama	28,1	7,8
3º ciclo de utilização da cama	29,3	8,1
4º ciclo de utilização da cama	27,9	7,9

*Não significativo a 5% de significância pela análise de variância.

O comportamento linear do teor de umidade em relação ao número de ciclos de utilização da cama de maravalha, com redução nos teores de umidade à medida em que se reutiliza a cama, pode ser explicado pelas características físicas do material.

A maravalha, material proveniente do beneficiamento da madeira, possui partículas relativamente grandes, de aproximadamente 3,0 cm, o que devido a menor superfície específica levam a menor absorção e, devido a menor porosidade, levam a menor retenção de água, além de aumentar a evaporação da mesma durante o processo de criação das aves, comparativamente à casa de café. Durante o processo de fermentação, ocorrido entre os lotes de animais, a cama sofre ação das bactérias fermentativas adquirindo maior estabilidade, diminuindo sua capacidade inicial de retenção de água e aumentando o processo de evaporação da mesma, caracterizando os menores teores de umidade.

Resultado semelhante foi encontrado por Santos (2001), que observou uma redução na umidade quando comparou camas de maravalha nova e reutilizada (2º ciclo de reutilização), encontrando valores de 33,71% de umidade para cama nova e de 29,26% para cama reutilizada.

Quando comparou cama de casca de café e maravalha, tratadas ou não com condicionadores químicos, Santos (2009) verificou que as camas novas, independente do material de substrato, apresentaram maior teor de umidade quando comparadas à cama reutilizada tratada com cal. Por outro lado, Oliveira et al. (2003), citado por Santos (2009), não observaram efeitos ($P>0,05$) dos condicionadores químicos, sulfato de alumínio, gesso agrícola, superfosfato simples e cal hidratada, sobre o teor de matéria seca em cama de maravalha; o fato de se encontrar maiores teores de umidade na cama nova em detrimento da cama reutilizada pode ser atribuído à menor granulometria das camas reutilizadas, devido à decomposição do material, o que aumenta a área de superfície específica das suas partículas favorecendo a perda de água, assim como, por apresentar material mais estabilizado,

essa cama favorece a absorção da umidade, além de liberá-la para o meio através da ventilação, conforme também afirma Santos (2009).

4.2.1.2 Níveis de pH da cama

Conforme apresentado na análise de variância (Tabela 5) não foram observados efeitos significativos dos ciclos de utilização da cama de maravalha sobre os valores de pH da mesma a um nível de 5% de significância. Os valores médios de pH da cama de casca de maravalha, apresentam variação de 7,4 a 8,1 entre os diferentes ciclos de utilização da cama, conforme representado na Tabela 6, o que foi coerente com os resultados encontrados para cama de casca de café, que apresentou para todos os níveis de utilização da cama, o pH na forma básica. Este fato pode se dever à ação dos microrganismos presentes na cama, que durante a criação, permanecem em intensa atividade provocando reações químicas com liberação de bases pela matéria orgânica, elevando, dessa forma o pH da massa. Comportamento parecido também foi encontrado por Oliveira et al. (2003), usando cama de casca de arroz com densidade populacional de 12 aves/m².

O pH da cama, segundo Reheberger (2002), desempenha papel importante na volatilização da amônia, sendo que o acúmulo de material fecal e amônia aumentam o pH da cama, que varia tipicamente de 7 a 8,5 em aviários de frangos de corte. A amônia, por sua vez, quando formada na cama, pode-se encontrar de duas formas: como NH₃ (sem carga) ou como íon amônio (NH₄⁺), dependendo do pH da cama (BLAKE, 2000). Quanto maior o pH, menor será a conversão de NH₃ (volátil) em NH₄⁺ (não volátil).

Brake et al. (1992), ao comparar maravalha e serragem como material de cama de frango, observaram que durante o tempo de uso da cama, maior porcentagem de nitrogênio foi retido na maravalha em relação à serragem, o que indica que houve menor volatilização de amônia e o pH da maravalha foi menor do que da serragem.

Lien et al. (1998), comparando casca de amendoim e maravalha, observaram que as cascas de amendoim apresentaram pH e teor de amônia volatilizada maiores aos de maravalha. Segundo os autores, essas diferenças podem ser devidas à menor capacidade das bactérias produtoras de amônia em usar a maravalha como substrato devido ao seu alto teor de lignina.

4.2.2 Avaliação do desempenho produtivo das aves para cada um dos diferentes ciclos de criação

A reutilização da cama de maravalha não influenciou os resultados de desempenho produtivos das aves; conversão alimentar (CA), ganho de peso diário (GPD), mortalidade (Mort), assim como não influenciou os resultados de incidência de lesões no coxim plantar das aves (Cal), ao nível de 5% de significância. Sendo seus valores médios apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Valores médios de desempenho produtivo das aves, conversão alimentar (CA), ganho de peso diário (GPD), mortalidade (Mort) e lesões no coxim plantar (Cal) para cada um dos diferentes ciclos de utilização da cama de maravalha (primeiro, segundo, terceiro e quarto uso).

Tratamento	Variáveis			
	CA*	GPD* (g)	Mort* (n° aves)	Cal* (%)
1° ciclo de utilização da cama	1,8	59,2	6,6	63
2° ciclo de utilização da cama	1,8	58,0	4,8	67
3° ciclo de utilização da cama	1,9	58,9	5,2	60,5
4° ciclo de utilização da cama	1,9	59,6	5,9	44,5

*Não significativo a 5% de significância pela análise de variância.

Jorge (1991) afirma que a cama reutilizada não se revela prejudicial às aves e, em alguns casos, podem evidenciar propriedades benéficas para os plantéis criados em camas reutilizadas, os quais apresentaram menor mortalidade e índices zootécnicos de produtividade similares ou até superiores aos criados em cama nova.

Santos (2001), avaliando camas da maravalha reutilizadas (1° e 2° ciclos de utilização) observou que as aves criadas em cama reutilizada apresentaram valores de peso vivo superiores àquelas apresentados por aves criadas em cama nova, o que indica que a reutilização de cama não interferiu negativamente no ganho de peso das aves, ressaltando um certo cuidado, uma vez que os lotes foram criados em épocas diferentes. No que se refere à conversão alimentar, o autor não notou efeitos significativos entre as aves criadas nos diferentes ciclos de utilização da cama.

Embora não tenha sido encontrada diferença significativa entre os diferentes ciclos de uso da cama de maravalha sobre a incidência de lesões no coxim plantar das aves, os resultados observados, apresentados na Tabela 7 e ilustrados na Figura 5, para esse parâmetro, corroboram com aqueles encontrados por Traldi et al. (2007), que verificaram que os escores de lesões no coxim plantar e joelho foram maiores em frangos criados em cama nova, do que aqueles criados em cama reutilizadas, o que

pode ser atribuído ao maior teor de umidade da cama nova. Os mesmos autores, embora não tendo avaliado a granulometria da cama, verificaram visualmente que, à medida que a cama era reutilizada, suas partículas diminuíram, o que pode ter favorecido a menor incidência de lesões de joelhos e coxim plantar nas aves.

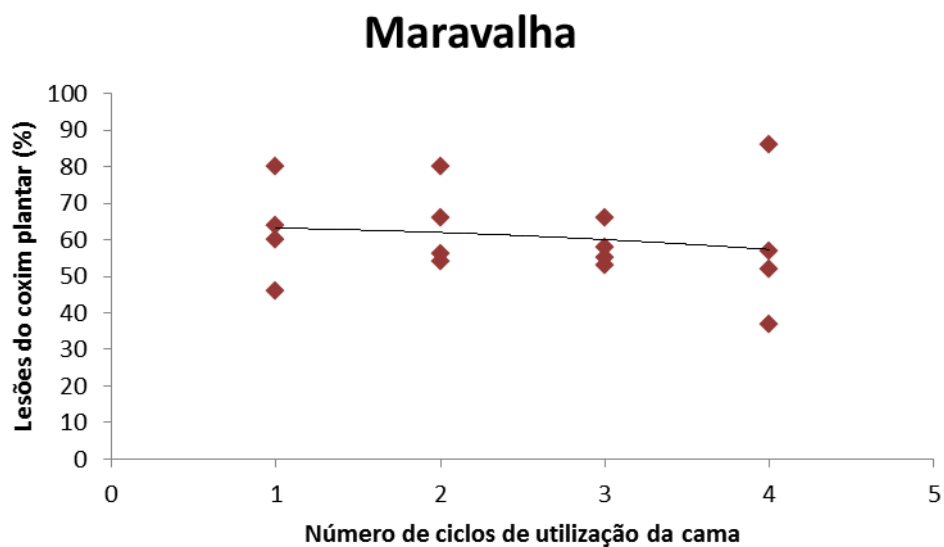


Figura 5. Efeito dos ciclos de utilização da cama de maravalha sobre a incidência de lesões no coxim plantar das aves

4.3 Análise da qualidade sanitária das camas de casca de café e maravalha

4.3.1 Ocorrência de *Salmonella* spp

O resumo do modelo Logit usado para estimativa dos parâmetros que visam identificar os determinantes para a ocorrência de *Salmonella* spp nas camas de frango de corte estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Resultados da estimativa da presença de *Salmonella* spp para os diferentes números de reutilização da cama, umidade (Um) e pH das camas de casca de café e maravalha.

Variável dependente: <i>Salmonella</i> spp			
Variável	Coefficiente	Desvio-Padrão	EM
Cama	-2,258495*	0,644935	-0,2861268*
Nº de ciclos	0,0418686 ^{ns}	0,2277788	0,005066 ^{ns}
Um	0,0929666*	0,0374016	0,0112488*
pH	0,361731 ^{ns}	0,4560713	0,0437687 ^{ns}
Constante	-6,476415	3,920802	

$LR = -52,98;$
 $\chi^2 = 17,58^*$
 $Count R^2 = 82,03\%$
 $P(y_{sat} = 1) = 0,14083151$

Nota: * significativo a 1% , ^{ns} não significativo.

Pode-se observar, pela Tabela 8, que, no modelo Logit, usado para explicar a presença de *Salmonella* spp nos diferentes materiais de substrato das camas de frango, a estatística *razão de verossimilhança* (LR) foi de 17,58, significativa a 1% de probabilidade, indicando que, conjuntamente, os regressores são estatisticamente diferentes de zero e, dessa forma, capazes de explicar tal fenômeno, ou seja, a presença de *Salmonella* spp tem relação, ou é influenciada pelos diferentes tipos de materiais utilizados como substrato da cama. O *Count R²* indica que o modelo previu corretamente 82,03% das observações, indicando bom ajuste.

A análise individual dos coeficientes estimados mostra que as variáveis, diferentes tipos de substratos utilizados como cama (Cam) e umidade da cama (Um), influenciaram na presença de *Salmonella* spp, ao nível de 1% de probabilidade de acordo com o esperado. As demais variáveis incluídas no modelo, níveis de pH e

número de reutilizações da cama, não se mostraram importantes para explicar a ocorrência de *Salmonella* spp, nas amostras analisadas.

De modo geral, a probabilidade de ocorrência de *Salmonella* spp na cama de frango, estimada pelo modelo, $P(Y_{sal}=1)$, é de aproximadamente 14,08%, dados os valores médios das características analisadas. No entanto, a mudança da cama de maravalha pela cama de casca de café, levou a uma redução de 28,61 pontos percentuais (p.p) na probabilidade de ocorrência de *Salmonella* spp nessa última (cama de casca de café). Isto nos permite inferir que a cama de casca de café apresenta melhores condições sanitárias em relação à cama de maravalha, no que diz respeito a ocorrência de *Salmonella* spp. No que se refere aos ciclos de utilização da cama, não houve diferença significativa entre as camas novas e reutilizadas, para os diferentes materiais, indicando que a incidência da bactéria *Salmonella* spp nas camas independe do ciclo de reutilização das mesmas.

Em contrapartida, Ávila et al. (2008), trabalhando com diferentes materiais de cama reutilizados até o 6º lote, verificaram resultados negativos para presença de salmonelas e reduzida ocorrência de oocistos tanto para os diferentes materiais utilizados como cama, quanto para as diferentes ciclos de reutilização das mesmas, o que, segundo o autor, demonstra a viabilidade do uso de vários materiais como substrato na composição das camas de aviários, bem como a viabilidade de reutilização da mesma.

Também Fanelli et al. (1970) constataram que salmonelas dos sorovares Infantis e Typhimurium tiveram menos persistência em cama reutilizada do que em cama nova. De acordo com esses autores, as camas reutilizadas parecem produzir um efeito inibitório, reduzindo a presença de salmonelas na cama; fator esse que não se mostrou significativo no presente trabalho.

No que se refere à umidade da cama, variável esta que também influenciou os resultados de ocorrência de *Salmonella* spp, pode-se observar, segundo o modelo apresentado (Tabela 8), que um aumento de 1% na umidade da cama, levaria a um aumento de 11,25 pontos percentuais (p.p) na probabilidade de ocorrência de *Salmonella* spp nessa cama.

A umidade da cama, se associado a altos valores de temperatura do ar, constitui um dos fatores determinantes para o aumento da proliferação microbiana, com fermentação e liberação de gases, como nitritos, nitratos, amônia e sulfato de hidrogênio (McWARD & TAYLOR, 2000). Dessa forma, o equilíbrio dinâmico dos microrganismos depende da sua capacidade de adaptação ao meio, o que determinará sua maior ou menor competitividade (CORRÊIA et al. 2000).

A atividade da água (A_w) é um parâmetro de avaliação da umidade definido como a capacidade de uma amostra umidificar o ar em sua volta, ou seja, a quantidade de água disponível para as bactérias. A A_w acima de 0,85 facilita a multiplicação de bactérias. No entanto, algumas bactérias, como as salmonelas, possuem capacidade de adaptação para sobreviverem em baixos valores de A_w (REZENDE et al. 2001). Dessa forma, a atividade da água, e o teor de umidade da cama, enquadram-se como parâmetros adequados para indicação da presença e multiplicação das bactérias, quando apresentam valores altos; mas não necessariamente indicam ausência quando apresentam valores baixos.

Rezende et al (2001) verificaram, experimentalmente, aumento de 100 vezes na concentração de salmonelas, em um período de 24 horas, quando essa foi submetida a crescimento em cama com A_w de 0,932 ou 0,987. A mesma amostra de salmonela foi capaz de se adaptar e se manter crescente quando a A_w foi reduzida de

0,987 para 0,893. Segundo os autores é necessário manter a cama com Aw 0,85 para se evitar a multiplicação de salmonelas.

Também Hayes et al. (2000) verificaram distribuição dispersa de *Salmonella* spp na cama de frango, cuja presença, segundo os autores, esteve diretamente relacionada com a atividade de água (Aw) e a umidade formada vários nichos dentro do galpão. Os autores inferiram que a população dessa bactéria possa ser controlada, em condições de criação comercial de frangos de corte, mantendo-se a cama com Aw abaixo de 0,84 e umidade entre 20 e 25%, usando-se, para isso, o recurso de ventilar a cama. Os resultados de Hayes et al. (2000) corroboram os encontrados no presente trabalho, no qual foi demonstrado que o acréscimo da umidade da cama, seja esta casca de café ou maravalha, aumenta a probabilidade de ocorrência, ou seja, de presença de *Salmonella* spp na cama.

4.3.2. Ocorrência da bactéria *E. coli*.

No que se refere à bactéria *Escherichia coli* (*E. coli*) foi possível observar a ocorrência de resultados positivos em praticamente todas as amostras de cama, independente do ciclo de utilização da cama, assim como do tipo de substrato da mesma (Figuras 6 e 7, respectivamente para os substratos maravalha e casca de café).

Maravalha

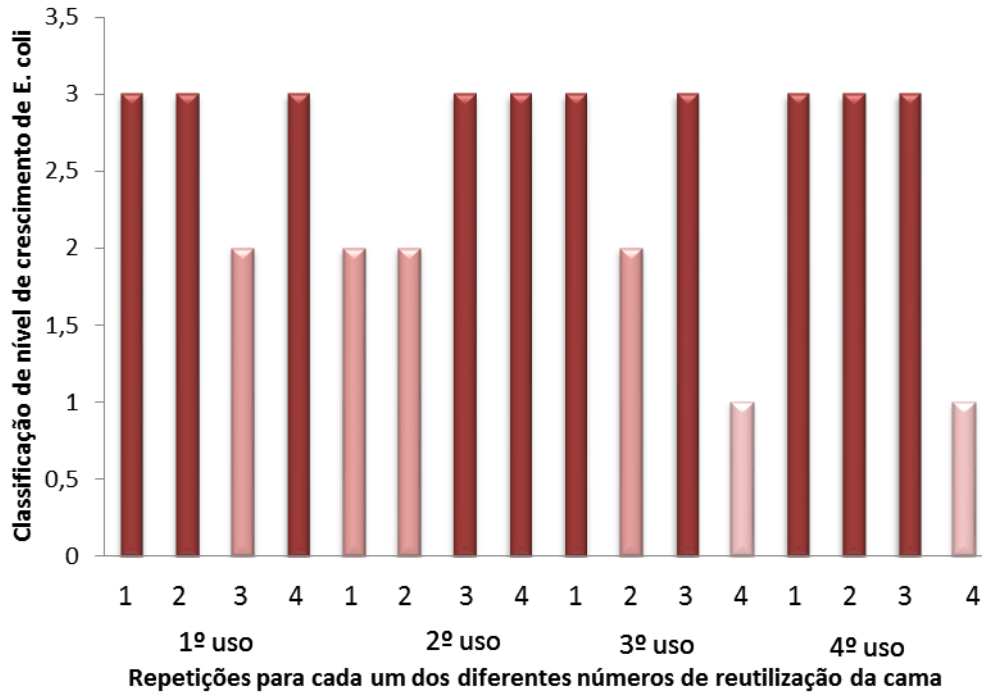


Figura 6: Distribuição e classificação do crescimento de *E. coli* nos diferentes ciclos de utilização da cama de maravalha.

Casca de café

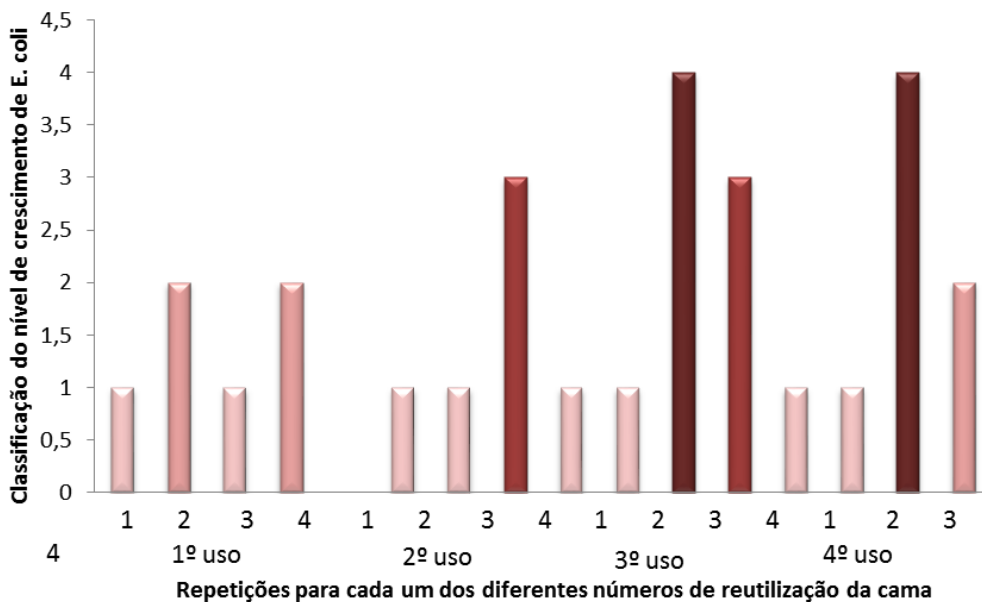


Figura 7: Distribuição e classificação do crescimento de *E. coli* nos diferentes ciclos de utilização da cama de casca de café.

O crescimento das colônias de *E. coli* nas amostras de cama de maravalha, não obedeceu uma distribuição normal, de acordo com a classificação em níveis de intensidade, como o esperado. No entanto, pode-se observar, na Figura 6, que houve uma predominância do nível 3 de crescimento, em detrimento dos demais, em todos os ciclos de reutilização.

Com relação à cama de casca de café, pode-se observar (Figura 7) o aumento da intensidade de crescimento da *E. coli*, em relação aos ciclos de utilização da mesma, tendo o 3º e 4º ciclos de reutilização da cama apresentados a ocorrência do nível 4 de crescimento, não sido observado para os demais ciclos.

Segundo Harry & Hemsley (1965), a *E. coli* possui uma distribuição cosmopolita, sendo o principal habitante do trato gastrintestinal de mamíferos e de aves. Os autores afirmam que é possível encontrar, nos aviários, 10^9 unidades formadoras de colônias (UFC) por grama de fezes e 10^6 UFC por grama de cama e poeira da mesma, tornando praticamente impossível a eliminação deste agente do ambiente.

No ambiente, a *E. coli* pode persistir por longos períodos, particularmente sob condições sem umidade, sendo veiculadas, nos lotes de frangos, através de alimentos, da água e de roedores (BARNES et al., 2003). Este fato contribui para a ocorrência da *E. coli*, em todos os tipos de cama, independentes do ciclo de reutilização das mesmas, conforme verificado no presente trabalho.

Ivos et al, (1966) fizeram um estudo da dinâmica da microbiota da cama, analisando a correlação entre o microclima nas instalações avícolas, a população microbiana, os componentes físico-químicos das cama e sua qualidade sanitária geral. Estes autores observaram que ocorre um rápido crescimento da população de coliformes a partir de 17 dias após o alojamento das aves, o qual atinge o pico no 24º

dia, mantendo-se nesses níveis até o 40°, para então começar a decrescer. Tal comportamento foi relacionado, pelos autores, ao desenvolvimento da decomposição química da matéria orgânica e consequente estabelecimento do equilíbrio microbiológico na cama, condicionando o rápido decréscimo da população de microorganismos ao longo do tempo por causa da limitação dos substratos do meio e liberação de produtos do seu metabolismo. Este fato era também esperado com a reutilização das camas, uma vez que, ao passar pelo processo de fermentação, essa cama também sofre processo de decomposição química da matéria orgânica, sendo estabilizada. No entanto, no presente trabalho, não foi verificada tal dinâmica, uma vez que observa-se, para cama de maravalha, que tanto na cama nova como na reutilizada, o crescimento bacteriano foi semelhante, apresentando, em todos os ciclos de utilização da cama, os mesmos níveis de intensidade de bactéria. Isto pode ser explicado pelo fato de que, ao final ou durante a criação do lote, é usualmente adicionado uma camada de cama nova, visando melhorar as características físicas de porosidade e umidade das camas. Com isso, novo substrato é disponibilizado para manutenção ou crescimento dos níveis de *E. coli*.

No caso da cama de casca de café, tal comportamento se mostrou ainda mais contraditório, uma vez que os níveis de maior intensidade de crescimento da *E. coli* (nível 4) foram encontrados nas camas de 3° e 4° ciclos de reutilização. Infere-se que o substrato casca de café, possui em sua composição, maior quantidade de matéria orgânica a ser decomposta e que, novas adições de substratos novos (cama nova), intensificou, ainda mais, o potencial de crescimento de *E. coli*.

Schrader et al. (2004), trabalhando com camas de frango de diferentes ciclos de reutilização, encontraram resultados que corroboram com aqueles encontrados no presente trabalho, e confirmam que a cama é um importante reservatório para o

desenvolvimento de *E. coli* associadas à celulite em frangos de corte. Segundo os autores, ao se limitar o número de lotes criados sobre a mesma cama e aumentar o período de intervalo entre os lotes, ocorre uma diminuição significativa da taxa de celulites nas aves, contudo não encontraram associação significativa entre a concentração de *E. coli* no final do período de crescimento, assim como de outras bactérias Gram negativas e a reutilização da cama. O que significa que a contagem de *E. coli* e Gram negativas na cama é essencialmente a mesma entre a cama nova e a de 6º lote. O mesmo trabalho também sugere que ocorre uma maturação qualitativa na cama, com a seleção e população de *E. coli* menos patogênica e mais adaptada ao ambiente da cama, uma vez que o aumento nos dias do período de intervalo entre lotes não reduz a concentração da bactéria como era esperado.

4.4 Determinação sobre o número ideal de reutilizações da cama de aviários de frangos de corte com base nos resultados sanitários, performance geral do plantel (fase de compostagem inicial no aviário) e compostagem final a campo.

Conforme discutido ao longo deste trabalho, o número correto de vezes que se deve proceder a reutilização de uma mesma cama de frangos de corte, em sucessivos lotes de criação, vai depender de uma série de fatores e critérios que podem ser variáveis no tempo, de acordo com as necessidades econômicas, de volume e tipo de substrato disponível, do volume gerado a partir do uso, do espaço geográfico do entorno e topografia de áreas de recebimento, estação do ano, mercado, manejo final do resíduo, finalidade de sua destinação final e fatores sanitários.

Entretanto, sabidamente, do ponto de vista ambiental, quanto mais vezes se reutiliza uma cama, menores volumes de substratos são necessários, menor volume de resíduos gerado e menores problemas ambientais parecem ocorrer. Em contrapartida, os trabalhos também demonstram que a cada número de reutilização da cama, a carga bacteriológica tende a aumentar, em velocidades diferenciadas dependendo do substrato, umidade, temperatura, etc. Sendo assim, e a partir das premissas anteriores, duas interrogações extremamente relevantes pesam na decisão quanto ao melhor número de reutilizações e precisam ser respondidas simultaneamente e em consonância:

- 3) A partir de que número de reutilizações a cama, (composto este heterogêneo e a base de substratos diversos, dejeções de aves, penas, etc.) , possuirá em sua composição média, a quantidade de elementos carbonatados e nitrogenados,(relacao C/N) que favorecam e acelerem sua posterior decomposição e tratamento final a campo?
- 4) A partir de que ponto, a reutilização das camas estaria comprometendo a qualidade sanitária dos lotes seguintes de criação?
- 5) Qual seria o número ideal de reutilizações de uma determinada cama para que os dois quesitos anteriores sejam otimizados? Em outras palavras, qual o melhor momento do ponto de vista da sustentabilidade ambiental e sanitária para retirada das camas de um aviário, visando simultaneamente obter-se um bom material para rápida compostagem à campo, e que garanta a qualidade sanitária dos lotes em criação futuros?

Assim, visando responder o quesito 01, Marín (2011), trabalhou com as mesmas amostras de camas de maravalha e casca de café, dos mesmos aviários utilizados na presente pesquisa. O autor, buscou avaliar os dois diferentes substratos

utilizados em camas de frangos de corte e seus ciclos de reutilização, quanto ao melhor momento para se proceder a compostagem, com base na relação Carbono/Nitrogênio das amostras, assim como na determinação do potencial de emissão de amônia de acordo com a concentração de Nitrogênio amoniacal presente nos diferentes ciclos de reutilização dessas camas. O autor observou, nesse experimento que, a cama de maravalha do primeiro ciclo e a cama de casca de café do primeiro e segundo ciclos de utilização, foram as que se apresentaram no seu melhor momento para retirada do galpão e subsequente compostagem, quanto à sua relação Carbono/Nitrogênio. Da mesma forma, observou que o tipo de substrato (maravalha ou casca de café), assim como o número de ciclos de reutilização das camas, não influenciaram no potencial de concentração de Nitrogênio amoniacal.

No entanto, a presente pesquisa demonstrou que, do ponto de vista sanitário, a cama composta de casca de café apresentou melhores condições sanitárias em relação à cama de maravalha, quanto à ocorrência de *Salmonella* spp. Em relação aos ciclos de utilização da cama, do primeiro até o quarto uso seqüencial, não houve diferença significativa entre as camas novas e reutilizadas, para os diferentes materiais, indicando que a incidência da bactéria *Salmonella* spp nas camas independe do ciclo de reutilização das mesmas. Entretanto, os presentes estudos se realizaram apenas até a quarta reutilização da cama, havendo ainda dúvida se a situação sanitária se agravaria em números de reutilizações maiores.

Em relação ao comportamento da ocorrência e crescimento da bactéria *Escherichia coli* nas camas compostas por maravalha, verifica-se que houve uma predominância do nível 3 de crescimento, em detrimento dos demais, em todos os ciclos de reutilização, ou seja, independente do ciclo de reutilização das camas de maravalha, houve um crescimento considerável da referida bactéria. No entanto, para

as camas compostas por casca de café, pode-se observar que, a medida em que se reutiliza a cama, ocorre também o aumento do crescimento de colônias de *E. coli* na cama, confirmado pela maior presença do nível 4 de crescimento dessa bactéria no 3º e 4º ciclos de reutilização da cama. Dessa forma pode-se inferir, que em relação à ocorrência de *E. coli* em camas compostas por casca de café, o melhor momento para se proceder a compostagem é ao final do segundo ciclo de reutilização, no qual, ainda que tenha sido verificada a ocorrência da bactéria, ela se apresentou em um nível de crescimento menor quando comparado aos ciclos subsequentes de utilização da cama.

5. CONCLUSÕES

Tendo em vista as condições em que o trabalho foi realizado e com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- Foi observado, para cama de casca de café, uma tendência a redução dos teores de umidade a partir do primeiro uso, não tendo sido verificada influência do ciclo de reutilização sobre o pH da cama para nenhum dos substratos.
- Os ciclos de reutilização das camas de frango, independentes do substrato utilizado para compor a mesma, não influenciaram o desempenho produtivo das aves.
- A incidência da bactéria *Salmonella* spp nas camas de frango independem do ciclo de reutilização das mesmas. Contudo, a cama de casca de café apresentou uma redução de 29 pontos percentuais (p.p) na probabilidade de

ocorrência da bactéria *Salmonella* spp, quando comparada com a cama de maravalha.

- Foi observada intensa concentração de *Escherichia coli* (nível 3), em todos os ciclos de reutilização da cama de maravalha. Para a cama de casca de café, verificou-se relação direta entre o nível de concentração de *Escherichia coli* com o número de reutilizações do substrato, sendo que níveis considerados sanitariamente inseguros só ocorreram a partir do final do segundo ciclo de reutilização.
- Houve ocorrências de lesões do coxim plantar em ambos tipos de substrato de camas, sendo que, somente para a cama de casca de café observou-se influência do número de reutilizações no grau de incidência dessas lesões (aumento 30% entre o primeiro e o segundo reuso, a partir do qual houve tendência a estabilização).
- Do ponto de vista sanitário, o melhor momento para se proceder a retirada da cama de casca de café e de maravalha do aviário ocorre respectivamente ao final do segundo e primeiro ciclos de reutilização das mesmas, coincidindo com os resultados obtidos por Marin (2011) quanto ao melhor período para se proceder a compostagem a campo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AA, A. van der, Clay minerals to fight footpad lesions. **Word Poultry**, v.24, n.12, 2008

ABEF – Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos. **Relatório anual 2009/2010**. Disponível em www.abef.com.br. Acesso em 10/02/ 2011.

ABREU, V. M. N; ABREU, P.G. Qualidade de carcaça e o manejo na produção. **Avicultura Industrial**, v. 93 n.1101, p.12-16, 2002.

ALMEIDA, M.A.C. Fatores que afetam a umidade da cama. **Avicultura Industrial**, n.76, p.16-18, 1986

ANGELO, J.C.de; 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**, Viçosa, v.26, n.1, p.121-130, 1997.

AVILA, V.S., OLIVEIRA, U., FIGUEIREDO, E.A.O., COSTA, C.A.F., ABREU, V.M.N., ROSA, P.S. Avaliação de materiais alternativos em substituição à maravalha como cama de aviário. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n.2, p.273-277, 2008

AVIMIG – Associação dos Avicultores de Minas Gerais. **Revista Avimig**. Ano 11. Nº 100. Março de 2011

BACK, A.; BELTRÃO, N.; LEÃO, J.A. Monitoria e Controle de Salmonela: Aspectos Práticos. In: VII SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA. **Anais ...** Chapecó - SC: Associação dos Médicos Veterinários do Oeste de Santa Catarina, 2006. p. 95 – 103.

BAIÃO, N.C. Efeitos da alta densidade populacional sobre o ambiente das instalações avícolas In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIAS E

INSTALAÇÕES NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995, São Paulo. **Anais...** Campinas, SP; FACTA, 1995. p. 67-75.

BARNES, H.J.; GROSS, W.B. **Diseases of Poultry**. 10^a edição, ed. B.W. Calnek, Iowa State University Press, Ames, Iowa USA, p.131-141, 1997.

BARNES, H.J.; VAILLANCOURT, J.; GROSS, W.B. Colibacillosis. In: SAIF, Y.M. (Ed.). **Diseases of poultry**. 11 th ed. Ames: Iowa State University Press, 2003. chap. 18, p. 631-652.

BELLAVER, C.; PALHARES, J.C.P. Uma visão sustentável sobre a utilização da cama de aviário. **Avicultura Industrial** v. 94, n.1113, p.14-18, 2003.

BERCHIERI JR, A.; BARROW, P.A. Patologia e métodos de diagnóstico. In: CONFERÊNCIA APINCO 1995 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Curitiba, **Anais...** p1-5, 1995.

BILGILI, S.E.; MONTENEGRO, G.I.; HESS, J.B.; ECKMAN, M.K. Sand as litter for rearing broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, v.8, p.345-351, 1999.

BRAKE, J.P.; CHAMBLEE, T.N.; SHULTZ, C.D. Daily feed and water consumption of broiler from 0 to 21 days of age. **Journal Applied Poultry Research**, v.1, p.467-472, 1992

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Secretaria de defesa Agropecuária. DAS/DIPOA. **Manual Genérico de procedimentos para APPCC em Indústrias de produtos de Origem Animal**. 2002. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/sda/dipoa/manualgenerico.html>. Acesso em 13/01/2011

BRENNER, F.W.; VILLAR,R.G.; ÂNGULO,F.J.; TAUXE,R.; SWAMINATHAN, B. *Salmonella* nomenclature. **Journal of Clinical Microbiology**, v.38, n.7, p.2465 – 2467, 2000.

CAMARGO, O.A. & VALADARES, J.M.A.S. Comportamento do manganês em Oxisol influenciado pela aplicação de carbonato de cálcio e sacarose. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 4, 71-75, 1980.

COELHO, A.B; AGUIAR, D.R.D de; FERNANDES, E.E. Padrão de consumo de alimentos no Brasil. **RESR**, Piracicaba, SP, vol. 47, n. 2, p. 335-362, abr/jun 2009.

COBB. **Broiler Management Guide**. Arkansas: Cobb-Vantress USA, 65p. 2008.

CORRÊA, É.K. et al. Condicionamento ambiental e desempenho de suínos em crescimento e terminação criados sobre piso com leito de cama. **Revista Brasileira de Zootecnia-Brazilian Journal of Animal Science**, v.29, p.2072-2079, 2000.

D'AOUST, J.Y.; MAURER, J.; BAILEY, J.S. Salmonella Species. In: DOYLO, M.P.; BEUCHAT, L.R.; MONTVILLE, I.J. (Eds). Food Microbiology: fundamentals and frontiers, 2 ed. Washinton: **ASM Pressn**, n.8, p. 141 -178, 2001

DOYLE, M.P.; CLIVER, D.O. Salmonella. In: CLIVER, D.O. Foodborne diseases. San Diego, Califórnia: **Academic Press**, 1990b. cap. 11, p. 185-208

DHO-MOULIN, M.; FAIRBROTHER, J.M. Avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC). **Veterinary Research**, v.30, p.299-316, 1999.

EICHNER, GERMANO (2005). Alternativas na formulação de Dietas Vegetarianas para frangos de corte. **Tese de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – 105p.**

ELFADIL, A.A.; VAILLANCOURT, J.P.; MEEK, A.H. Impact of stocking density, breed, and feathering on the prevalence of abdominal skin scratches in broiler chickens. **Avian Diseases**, v.40, n.3, p. 546-552, 1996

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FANELLI, M.J.; SASLER, W.W.; BROWNELL, J.R. Preliminary studies on persistence of salmonellae in poultry litter. **Avian Diseases**, v.14, n.1, p.131-141, 1970

FERREIRA, H.A. et al. Efeito de condicionadores químicos na cama de frango sobre o desempenho de frangos de corte. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, p.542-546, 2004.

FERREIRA, A.J.P.; REVOLLEDO, L.; FERREIRA, C.S.A. Colibacilose. In: REVOLLEDO, L.; FERREIRA, A.J.P. (Ed.). **Patologia aviária**. Barueri: Manole, 2009. cap. 7, p.67-74.

FERREIRA A.J.P.; KNÖBL, T. Colibacilose. In: BERCHIERI JUNIOR A.; SILVA, E.N.; Di FABIO, J.; SESTI, L.; ZUANAZE, M.A.F. (Ed.). **Doença das aves**. 2th ed. Campinas: FACTA, 2009. cap.4.2, p.457-471.

FIORENTIN, L. Reutilização da cama na criação de frangos de corte e as implicações de ordem bacteriológica na saúde humana e animal. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2005. 23p. (**Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 94**).

FIORENTIN, L. 2005. Aspectos bacteriológicos da reutilização da cama de aviários de frangos de corte. Disponível em <http://www.nordeste rural.com.br>. Acesso em 05/04/11.

FUNK, J.A. et al. Longitudinal study of Salmonella entérica in growing pigs reared in multi-site swine production systems. **Veterinary Microbiology**, n.83 p.45-60, 2001

GARCIA, R.G.; PAZ, I.C.L.A.; CALDARA, F.R. Papel da cama na produção e bem estar de frangos de corte. Disponível em: www.avisite.com.br/cet/img/cama_20110309.doc. 2010 Acesso em 10/04/11.

GREENE, J.A.; McCracken, M. R.; EVANS, R.T. Contact dermatitis of Broilers – clinical and pathological findings. **Avian Pathology**, Abingdon, v.14, p.23-28, 1985.

HAAPAPURO, E.R.; BERNARD, N.D.; SIMON, M. Review – animal waste used as livestock feed: dangers to human health. **Prev. Med.** v.26, p. 599-602, 1997.

HARRY, E.G.; HEMSLEY, L.A. The association between the presence of septicaemia strains of *Escherichia coli* in the intestinal tracts of chickens and the occurrence of coli septicaemia. **Veterinary Record, London**, v.77, p.35-40, 1965.

HAYES, J.R.; CARR, L.E.; MALLINSON, E.T.; DOUGLASS, L.W.; JOSEPH, S.W. Characterization of the contribution of water activity and moisture content to the population distribution of *Salmonella* spp in commercial poultry houses. **Poultry Science**, v.79, p.1557-1561, 2000.

HERNANDES, R.; CAZETTA, J.O.; MORAES V.M.B. Frações nitrogenadas, glicídicas e amônia liberada pela cama de frangos de corte em diferentes densidade se tempos de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, 2002.

IVOS, J.; ASAJ, A.; MARJANOVIC, L.J.; MADZIROV, Z. A contribution to the hygiene of deep litter in the chicken house. **Poultry Science**, v.45, n.4, p.676-683, 1966.

JEFFREY, J.S. Inactivation of bacteria in stacked poultry litter. Davis: University of California, 2001, 8 p. (**USPEA Final Report**).

JONES, F.T.; HAGLER, W.M. Observation on new and reused litter for growing broiler. **Poultry Science**, v.62, n.3, p.175-179, 1982

JORGE, M. A. Cama de frangos de corte: como fazer dela sua aliada na prevenção de enfermidades. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 1991, Santos. **Anais...** Santos: FACTA, 1991. p. 21-28.

JORGE, M. A.; MARTINS, N.R.S.; RESENDE, J.S. Cama de frango e sanidade avícola. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 1997, São Paulo, 1997. **Anais...**São Paulo: FACTA, 24-37

JULIAN, R. J. Production and growth related disorders and other metabolic diseases of poultry: a review. **The Veterinary Journal In Press: Corrected Proof**. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. 2004. Acesso em 20 de janeiro 2011.

KELLEY, T.R.; PANCORBO, O.C.; MERKA, W.C.; THOMPSON, S.A.; CABRERA, M.L.; BARNHART, H.M. (1995). Bacterial pathogens and indicator in poultry litter during re-utilization. **Journal of Applied Poultry Research**, v.4, 366-373

KELLEHER, B.P.; LEAHY, J.J.; HENIHAN, A.M. **Advances in poultry litter disposal technology** – a review. *Bioresour. Technol.*, v. 83, p. 27-36, 2002

KESTIN, S. C.; GORDON, S.; SU, G.; SORENSEN, P. (2001). **Relationships in broiler chickens between lameness, liveweight, growth rate and age**. *Veterinary Record*, v.148, p.195-197.

KUMOR, L.W.; OLKOWSKI, A.A.; GOMIS, S.M.; B.J. Cellulitis in broiler chickens: epidemiological trends, meat hygiene, and possible human health implications. **Avian Diseases**. V.42, n.2, p. 285-291, 1998.

KWAK, W.S.; HUH, J.W.; MCCASKEY, T.A. Effect of processing time on enteric bacteria survival and on temperature and chemical composition of broiler poultry litter processed by two methods. **Bioresour. Technol.**, v.96, p.1529 – 1536, 2005.

LAKE, R.; HUDSON A.; CRESSEY P. Risk profile: Salmonella (non Typhoid) in poultry (whole and pieces) October 2002. **INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND RESEARCH LIMITED**. Disponível em <URL <http://www.esr.cri.nz>> Acesso em 15/02/2011.

LAVERGNE, T.K.; STEPHENS, M.F.; SCHIELLINGER, D. In-house pasteurization of broiler litter. [Louisiana]; **Louisiana State University Agricultural Center**, 2006. 16p. Disponível em : <http://www.lsuagcentes.com/en/communications/publications/publications+Catalog/Crops+and+Livestock/Poultry/InHouse+Pasteurization+of+Broiler+Litter.htm>. Acesso em: 05/05/2011

LEITÃO, M.F.F. Qualidade e segurança alimentar em produtos avícolas. In: CONFERÊNCIA APINCO 2001 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas, **Anais...** Campinas: FACTA, 2001, p.181-190.

LEITHNER, G.; HELLER, E.D. Colonization of *Escherichia coli* in young turkeys and chickens. **Avian Diseases**, Kennett Square, v.36, p.211-220, 1992.

LIEN, R.J.; HESS, J.B.; CONNER, D.E.; WOOD, C.W.; SHELBY, R.A. Peanut hulls as a litter source for broiler breeder replacement pullets. **Poultry Science**, v.74, n.1, p.41-46, 1998.

LYNN, N.J.; SPECHTER, H.H. The effect of drinker design on broiler performance, water usage, litter moisture and atmospheric ammonia. Meden Vale, Mansfield Notts, EN: Gleadthorpe EHF, 1987. 9p. (**FAC Report, 488**).

LYNN, N.J.; TUCKER, S.A.; BRAY, T.S. Litter condition and contact dermatitis in broiler chickens. In: SPELDERHOLT JUBILEE SYMPOSIA, Doorwerth, Netherlands, 1991. **Proceedings...: Quality of poultry products and poultry meat**. [Doorwerth, Netherlands], 1991.

MACARI, M; CAMPOS, S.S. Respostas fisiológicas de frangos de corte criados em alta densidade. In: **Simpósio sobre Ambiência, Sanidade e Qualidade da Carcaça de Frangos de Corte**; 1997, Concórdia, Santa Catarina. Brasil. p. 1-13.

MACKLIN, K.S.; HESS, J.B.; BILGILI, S.F. Effects of in-house composting of litter on bacterial levels. **J.Appl. Poult. Res.**, v.15, p. 531 -537, 2006

MARÍN, O.L.Z. 2011. Caracterização e avaliação de distintas camas de frango submetidas a reusos seqüenciais na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais. **Dissertação (mestrado em Engenharia Agrícola)** – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. Brasil.

MARTLAND, M.F. Wet litter as a cause of plantar pododermatites leading to foot ulceration and lameness in fattening turkeys. **Avian Pathology**, Abingdon, v.13, p.241-252, 1984.

MARTRENCAR, A.; MORISSE, J. P.; HUINNIC, D.; COTTE, J.P.; MOINARD, C. The effect of stocking density and group size on different behavioural and productivity traits of broilers. **5th European Symposium on Poultry Welfare**, Wageningen, Wageningen Agricultural University and ID-DLO, p.153-154, 1997.

McILROY, S.G.; GOODAL, E.A.; Mc MURRAY, C.H. A contact dermatite of broilers – epidemiological findings. **Avian Pathology**, Abindon, UK, v.16, n.1, p.93-105, 1987.

Mc WARD, G.W.; TAYLOR D.R. Acidified clay litter amendment. **Journal Applied Poultry Research**, v.9, p.518- 529, 2000.

MENEGALI, I. 2009. Avaliação de diferentes sistemas de ventilação mínima sobre a qualidade do ar e o desempenho de frangos de corte. (**Doutorado – Engenharia Agrícola**) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. Brasil.

MOUCHREK, E; JORGE, M. A. Reutilização de cama. **Revista AVIMIG**, dezembro de 2001, nº17, ano 2.

NAKAMURA, K.; NARITA, M.; IMAI, K.; MATSUMURA, T.; MAEDA, M.; TANIMURA, T. The effect of mixed live vaccines of Newcastle disease and infectious bronchitis on the chicken respiratory tract. **J. Comp Pathol.** V.106, n.4, p.341-350, 1992.

NORTON, R.A.; BILGILI, S.F.; McMURTREY, B.C.A. Reproducible model for the induction of avian cellulites in broiler chickens. **Avian Diseases**, Kennett Square, v.41, p.422-428, 1997

OLIVEIRA, M.D.S.; VIEIRA, P.F.; SAMPAIO, A.A.M. Efeito do tempo de estocagem sobre a composição bromatológica da cama de frango. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.17, n.2, p.115-119, 1988.

OLIVEIRA, M. C. & CARVALHO, I. D. Rendimento e lesões em carcaças de frangos de corte criados em diferentes camas e densidades populacionais. **Ciênc. Agrotécnica**. Lavras. V.26, n.5, p. 1076-1081, set./out., 2002.

OLIVEIRA M.C.; ALMEIDA C.V.; ANDRADE D.O. Teor de Matéria Seca, pH e Amônia Volatilizada da Cama de Frango Tratada ou Não com Diferentes Aditivos. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.4, p.951-954, 2003.

OSORIO, S.J.; TINOCO, I.F.F.; CIRO, H.J. Ammonia: a review about concentration and emission models in livestock structures. **Dyna (Medellín)**, v. 158, p. 89-99, 2009.

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

REHBEGER, T.C. Controlling litter microorganisms. **e- Digest**, v.2, n.6, p.1-6, 2002.

REZENDE, C.L.E.; MALLINSON, E.T.; GUPTE, A.; JOSEPH, S.W. Salmonella spp. are affected by different levels of water activity in closed microcosms. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v.26. p.222-225, 2001.

RESENDE, F.M.S. (2010). Análise Físico-Químicas e Virucidas da Fermentação Com Cobertura e Sem Amontoamento da Cama de Aves. **Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária – Preventiva)** – Escola de veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo horizonte, Minas Gerais.

ROCHA, P.T.; MESQUITA, A.J.; ANDRADE, M.A.; LOULY, P.R.; NASCIMENTO, M.N. *Salmonella* spp em forros de caixa de transporte e órgãos de pintos de um dia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.6, p.672-676, 2003.

RODRIGUES, D.P. Ecologia e prevalência de *Salmonella* spp. em aves e material avícola no Brasil. In: CONFERÊNCIA APINCO 2005 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2005, Santos, **Anais...Santos: FACTA**, 2005, p.223 – 228.

ROSE, N.; BEAUDEAU, F.; DROUIN, P.; TOUX, J.Y.; ROSE, V. and COLIN, P. Risk factors for *Salmonella* persistence after cleansing and disinfection in French broiler-chicken houses. **Preventive Veterinary Medicine**, v.44, p. 9-20, 2000.

RUSSEL, S.M. The effect of airsacculitis on bird weights, uniformity, fecal contamination, processing errors, and populations of *Compylobacter* spp. and *Eschericha coli*. **Poultry Science**, v.82, p.1326-1331, 2003.

SANTOS, T.M.B. (1997). 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. **Dissertação (mestrado em Zootecnia – Produção Animal)** – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal.

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**, v.14, n.4, p.1024-1030, 2000.

SANTOS, T.M.B. 2001. Balanço Energético e adequação do uso de biodigestores em galpões de frangos de corte. **(Doutorado – Zootecnia)**. Universidade Estadual Paulista de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal, São Paulo – Brasil

SANTOS, T.M.B.; LUCAS, J.R.; SAKOMURA, N.K. Efeitos de densidade populacional e da reutilização da cama sobre o desempenho de frangos de corte e produção de cama. **Ver. Port. Ciênc. Vet.**, v.100, n. 553-554, p. 45-52, 2005.

SANTOS, C.R. 2009. Cama de casca de café tratada com condicionadores químicos e sua influência na qualidade do coxim plantar de frangos de corte. **Tese (Doutorado – Engenharia Agrícola)** – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. Brasil.

SCHRADER, J.S. SINGER , R.S.; ATWILL, E.R. A prospective study of management and litter variables associated with cellulites in California broiler flocks. **Avian Disease**. V.48, p. 522-530, 2004

SILVA, E.N. Salmonelose aviária e suas implicações no contexto da saúde pública. In: CONGRESSO PERNAMBUCANO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 1999. Recife. **Anais ... Recife: SPEMVE**, 2005a. p.25-34

SINGH, A.; BICUDO, J.R.; TINÔCO, A. L.; TINÔCO, I.F.F.; GATES, R.S.; CASEY, K.D.; PESCATORE, AJ. Characterization of Nutrients in Built-up Broiler Litter Using Trench and Random Walk Sampling Methods. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 13, p. 426-432, 2004.

SU, G.; SORENSEN, P.; KESTIN, S.C. A note and the effects of perches and litter substrate on leg weakness in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.79, n.9, p 1259-1263, 2000.

TESSARI, E.N.C.; CARDOSO, A.L.S.P.; CASTRO, A.G.M.; ZANATTA, G.F.; KANASHIRO, A.M.I. Incidência de *Salmonella* spp. em pintos de corte recém-nascidos. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.70, n.3, p.279-281, 2003.

TINÔCO, I.F.F.; SINGH, Anchu; BICUDO, J.R.; TINÔCO, A.L.A.; GATES, R.S.; CASEY, K.D. ; PESCATORE, A. J. Characterization of Nutrients in Built-up Broiler Litter Using Trench and Random Walk Sampling Methods. **World's Poultry Science Journal**, Lexington - KY - USA, v. 03, n. 05, p. 426-432, 2004.

TINÔCO, Ilda de Fátima Ferreira; RESENDE, Patrícia Lacerda; FERREIRA, Rosemar Gomes da Sila; FERREIRA, Danielle Gomes da S. **Produção de Frango de corte de alta densidade**. Viçosa, CPT, 2009. 256p

TRALDI, A.B.; OLIVEIRA, M.C.; GRAVENA, R.A. Avaliação das características da cama reutilizada e das lesões de peito, joelho e coxim plantar em frangos de corte concumindo ração com probiótico. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.71, (supl.), p. 1-1749, 2004.

TRALDI, A.B.; OLIVEIRA, M.C.; DUARTE, K.F.; MORAES, V.M.B. Avaliação de probiótico na dieta de frangos de corte criados em cama nova e reutilizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n.3, p.660-665, 2007.

TUCKER, S.A.; WALKER, A.W. Hock burn in broilers. In: **RECENT Advances in Animal Nutrition**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1992.

UBA - União Brasileira de Avicultura – **Relatório 2008/2009**. Disponível em: <<http://www.uba.org.br>> Acesso em 20/01/2011

UBA - União Brasileira de Avicultura – **Relatório 2009/2010**. Disponível em: <<http://www.uba.org.br>>. Acesso em 20/01/2011

VIERA,S.L; LIMA I.L.; BORGES, C.A.; FENANDES, L.M; QUADROS, V.R. Broiler utilization of vegetarian diets. **Poultry Science, Savoy, IL**, v. 82, n. S1, p.38, 2003.

WANG, G.; EKSTRAND, C.; SVEDBERG, J. Wet litter and perches a risk factors for the development of foot pad dermatitis in floor-housed hens. **British Poultry Science, Edinburgh**, v. 39, n.2, p.191-197, 1993.

WAQUIL,P.D.; FINCO, M.V.A; MATTOS, E.J. Pobreza Rural e Degradação Ambiental: uma Refutação da Hipótese do Círculo Vicioso. **RER**, Rio de Janeiro, vol. 42, nº 02, p. 317-340, abr/jun 2004.