



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE CAMA DE
FRANGO DE CORTE COM INCLUSÃO DE GRAMÍNEA
DESIDRATADA E SUA INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO**

BRUNA BARRETO PRZYBULINSKI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal.

Dourados – MS
Fevereiro de 2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE CAMA DE
FRANGO DE CORTE COM INCLUSÃO DE GRAMÍNEA
DESIDRATADA E SUA INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO**

BRUNA BARRETO PRZYBULINSKI

Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia

Co-orientadores: Prof^ª. Dr^ª. Fabiana Ribeiro Caldara
Dr^ª. Maria Fernanda de Castro
Burbarelli

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal.

Dourados – MS

Fevereiro de 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

P973c Przybulinski, Bruna Barreto

Caracterização de diferentes tipos de cama de frango de corte com inclusão de gramínea desidratada e sua influência na produção [recurso eletrônico] / Bruna Barreto Przybulinski. -- 2020.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Rodrigo Garófallo Garcia.

Coorientadoras: Fabiana Ribeiro Caldara , Maria Fernanda de Castro Burbarelli.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2020.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. casca de arroz. 2. desempenho. 3. maravalha. 4. qualidade de cama. 5. sustentabilidade. I. Garcia, Rodrigo Garófallo. II. Caldara, Fabiana Ribeiro. III. Burbarelli, Maria Fernanda De Castro. IV. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE CAMA DE FRANGO DE
CORTE COM INCLUSÃO DE GRAMÍNEA DESIDRATADA E SUA INFLUÊNCIA
NA PRODUÇÃO**

por

BRUNA BARRETO PRZYBULINSKI

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
de MESTRE EM ZOOTECNIA

Aprovado em: 20/02/2020



Dr. Rodrigo Garófallo Garcia
Orientador – UFGD



Dra. Claudia Marie Komiyama
UFGD



Dra. Maria Fernanda de Castro Burbarelli
UFGD



Dra. Sabrina Endo Takahashi
UTFPR

Ao meu amado esposo Neuri, e as minhas princesas Sarah e Sofia,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter guiado meus passos e pensamentos, sendo tão bondoso comigo até aqui.

Ao meu esposo Neuri e minha família, que me deram suporte, incentivo e superaram minha ausência e devaneios em momentos de angústia, incertezas e dificuldades.

À Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), especialmente a Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), pela oportunidade de realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao querido Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia pela orientação acadêmica, amizade, conhecimento, companheirismo, compreensão, incentivo, oportunidades ofertadas e pela preocupação paternal. Obrigada por sempre acreditar e confiar em mim!

À Pós-doutoranda Maria Fernanda de Castro Burbarelli, pela co-orientação, amizade, paciência, companheirismo, educação, conhecimento (principalmente estatístico), ajuda durante a parte prática (principalmente nas análises microbiológicas), humildade e dedicação.

À Prof^a Dr^a. Fabiana Ribeiro Caldara pela co-orientação, auxílio e sugestões.

À Prof^a. Dr^a. Claudia Marie Komiyama pela co-orientação, por ser solícita em todos os momentos, pela dedicação, conhecimento dividido, suporte durante o desenvolvimento do experimento, por mostrar que a vida acadêmica vai além da sala de aula.

À Prof^a. Dr^a Érika Rosendo de Sena Gandra pela ajuda no primeiro ano de mestrado, pelas conversas, risadas, trocas de experiências e esclarecimentos de dúvidas infundáveis.

Aos irmãos da avicultura, além da Maria, a Kelly Barbosa, Jean Kaique, Felipe Serpa, Vivian Castilho pela ajuda, companheirismo, pelos mates, tererés, comidas, risadas, reclamações, conversas (e muitas), por embarcarem em todas as “índiadas”, por estarem presentes em cada conquista desta caminhada. Obrigada pelas contribuições científicas, correções, artigos, eventos científicos, resumos, aulas ministradas, formamos uma grande equipe!

Aos alunos da graduação e iniciação científica: Wellington dos Santos, Hindyra Folador, João Paulo Bueno, Erique Porfirio, Jacqueline Souza, Letícia Garcia e demais integrantes do grupo de pesquisa em avicultura que contribuíram com esse trabalho. Obrigada por dividirem o fardo durante as análises e período experimental. Obrigada pela dedicação e por nos auxiliarem sempre que solicitado. Sem vocês o projeto não seria executado!

Às estagiárias Vanessa Fukuda e Bruna Eberhart que auxiliaram nas atividades laboratoriais.

Aos técnicos da FACET e FCA, em especial a Adriana, Ronaldo, Giza, Elda, Thiago e João que sempre me auxiliaram durante as análises, com muita educação e conhecimento, cedendo equipamentos, espaço e instrumentos depositando confiança no meu trabalho.

À equipe terceirizada e de funcionários da UFGD: Néelson (manutenção), Zé Carlos (FAECA), Aluísio (horta), Carlos (transporte), DIMAP.

Ao Sr. Alfredo pela experiência e ajuda durante o período de criação das aves, pelos tererés, conversas e por nos auxiliar em todas as análises e manejos independente de horário ou da atividade, sendo nosso braço forte.

À empresa BRF pela disponibilidade dos pintainhos e fornecimento de ração, viabilizando a pesquisa.

À Prof^a. Dr^a. Carla Eloize Carlucci que autorizou a utilização do laboratório de Física do Solo auxiliando com conhecimento, e sempre solícita e querida em todas as vezes que conversamos.

Aos professores Marco Antonio Previdelli Orrico Júnior, Jefferson Rodrigues Gandra, Euclides Reuter de Oliveira, Andréa Maria Araújo Gabriel, Mábio Silvan e Rafael Henrique de T. B. de Goes, por cederem laboratórios, equipamentos e me auxiliarem nas metodologias utilizadas durante a fase experimental.

À Prof^a Dr^a. Ana Carolina Amorim Orrico pela dedicação, confiança, sugestões, ensinamentos e disponibilidade de ser banca na qualificação.

À Prof^a. Dr^a Sabrina Endo Takahashi pela disponibilidade de ser banca de defesa.

Ao Fernando Benitez, Isabella Lippi, Andrey Sávio, Ana Paula Favarim e Rita Pietramale e demais amigos e colegas do mestrado, pelas conversas, companhias e por compartilhar as dificuldades e alegrias acadêmicas.

Aos professores do programa de Pós Graduação em Zootecnia que compartilharam conhecimento e experiências durante a jornada acadêmica. Obrigada por contribuírem com minha formação!

Muito obrigada!

“Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente, mas o que melhor se adapta às mudanças”

Leon Megginson

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT	2
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	3
CAPÍTULO 1.....	6
REVISÃO DE LITERATURA.....	6
IMPORTÂNCIA DA CAMA PARA AVICULTURA	7
MATERIAIS UTILIZADOS COMO CAMA.....	8
PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA CAMA DE FRANGO DE CORTE.....	10
Umidade	10
Temperatura	12
pH.....	13
MICROBIOLOGIA DA CAMA	14
EMISSÃO DE AMÔNIA	16
INFLUÊNCIAS DA CAMA NO DESEMPENHO PRODUTIVO.....	17
BEM-ESTAR ANIMAL.....	18
SUSTENTABILIDADE.....	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
CAPÍTULO 2.....	28
RESUMO.....	29
ABSTRACT	30
INTRODUÇÃO	31
MATERIAL E MÉTODOS.....	33
Criação das aves e delineamento experimental.....	33
Características e manejo com a cama	33
Análise microbiológica quantitativa da cama	34
Análises físico-químicas da cama	35
Temperatura superficial.....	35
Temperatura interna	35
Densidade	35
Análise granulométrica	36
Capacidade de Retenção de Água	36
pH.....	37

Matéria Seca.....	37
Nitrogênio amoniacal e Estimativa de emissão de amônia.....	37
Fibra bruta e lignina.....	38
Temperatura superficial das aves.....	38
Desempenho do lote.....	38
Rendimento de carcaça e cortes.....	39
Análise estatística.....	39
RESULTADOS.....	40
Análise microbiológica quantitativa da cama.....	40
Análises físico-químicas da cama.....	44
Temperatura superficial.....	45
Temperatura Interna.....	46
Densidade.....	47
Análise granulométrica.....	48
Capacidade de Retenção de Água.....	50
pH.....	51
Matéria Seca.....	53
Nitrogênio amoniacal e Estimativa de Emissão de Amônia.....	55
Fibra bruta e lignina.....	57
Temperatura superficial das aves.....	61
Desempenho do lote.....	65
Rendimento de carcaça e cortes.....	67
DISCUSSÃO.....	69
CONCLUSÕES.....	78
REFERÊNCIAS.....	79
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Contagem total de unidade formadora de colônias (Log UFC/g de cama) de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusões de gramínea desidratada.....	42
Tabela 2. Médias do crescimento microbiológico (Log UFC/g de cama) em diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusões de gramínea desidratada. Probabilidades dos efeitos simples e interações entre substrato, inclusão de gramínea desidratada e tempo ..	43
Tabela 3. Temperatura superficial (°C) de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusão de gramínea desidratada	45
Tabela 4. Médias de temperatura interna (°C) de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusões de gramínea desidratada. Probabilidades dos efeitos simples e interações entre substrato, inclusão de gramínea desidratada e tempo.....	46
Tabela 5. Densidade de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusões de gramínea desidratada	47
Tabela 6. Granulometria (%) de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusões de gramínea desidratada	49
Tabela 7. Capacidade de retenção de água (g água/g de cama) de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusões de gramínea desidratada	51
Tabela 8. Médias do pH de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusões de gramínea desidratada. Probabilidades dos efeitos simples e interações entre substrato, inclusão de gramínea desidratada e tempo.....	52
Tabela 9. Médias da matéria seca (%) de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusões de gramínea desidratada. Probabilidades dos efeitos simples e interações entre substrato, inclusão de gramínea desidratada e tempo.....	54
Tabela 10. Médias de nitrogênio total (%) de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusões de gramínea desidratada. Probabilidades dos efeitos simples e interações entre substrato, inclusão de gramínea desidratada e tempo.....	56
Tabela 11. Médias de emissão de amônia (mg/m ² /h) de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusão de gramínea desidratada. Probabilidades dos efeitos simples e interações entre substrato, inclusão de gramínea desidratada e tempo.....	56
Tabela 12. Fibra em detergente neutro (% MS) (FDN), fibra em detergente ácido (% MS) (FDA) e lignina (% MS) de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusão de gramínea desidratada em cama nova e com 42 dias.....	59

- Tabela 13.** Temperatura superficial (°C) de frangos de corte criados em diferentes substratos de cama com inclusão de gramínea desidratada..... 63
- Tabela 14.** Consumo de ração (CR) (g), ganho de peso (GP) (g), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) (%) de 1 a 7 dias de frangos de corte criados em maravalha e casca de arroz, com diferentes inclusões de gramínea desidratada..... 66
- Tabela 15.** Consumo de ração (CR) (g), ganho de peso (GP) (g), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) (%) de 1 a 42 dias de frangos de corte criados em maravalha e casca de arroz, com diferentes inclusões de gramínea desidratada..... 67
- Tabela 16.** Peso vivo (PV) (kg), peso de carcaça quente (PCQ) (kg) e peso de carcaça resfriada (PCR) (kg) de frangos de corte criados em maravalha e casca de arroz, com diferentes inclusões de gramínea desidratada..... 68

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1.** Descrição esquemática dos critérios utilizados para selecionar o material de cama mais adequado para a produção de frangos de corte 9
- Figura 2.** Distribuição do nitrogênio em função do pH..... 14

CAPÍTULO 2

- Figura 1.** Contagem total de microorganismos de cama de frango (maravalha e casca de arroz) com diferentes inclusões de gramínea desidratada, com 1 dia de alojamento das aves 43
- Figura 2.** Efeito da interação do tempo nos diferentes substratos de cama em relação a contagem total de microorganismos 44
- Figura 3.** Efeito da interação do tempo nos níveis de inclusão de gramínea desidratada nos diferentes tipos de cama em relação a contagem total de microorganismos 44
- Figura 4.** Efeito do tempo na temperatura interna de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusões de gramínea desidratada..... 47
- Figura 5.** Efeito da interação dos diferentes substratos de cama de frango de corte e inclusões de gramínea desidratada em relação a densidade 48
- Figura 6.** Retenção dos materiais casca de arroz e maravalha na peneira 4 mm..... 50
- Figura 7.** Interação do tempo x inclusão de gramínea desidratada x casca de arroz no pH de cama de frango..... 52
- Figura 8.** Interação do tempo x inclusão de gramínea desidratada x maravalha no pH de cama de frango 53
- Figura 9.** Efeito da interação do tempo e inclusão de gramínea desidratada nos diferentes tipos de cama em relação a matéria seca 55
- Figura 10.** Efeito da interação tempo e inclusão de gramínea desidratada nos diferentes tipos de cama em relação a emissão de amônia ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$)..... 57
- Figura 11.** Efeito da inclusão de gramínea desidratada e dos diferentes substratos de cama de frango de corte em relação a FDA (%) com 0 dia 60
- Figura 12.** Efeito da inclusão de gramínea desidratada e dos diferentes substratos de cama de frango de corte em relação a lignina (%) com 0 dia..... 60

Figura 13. Efeito da inclusão de gramínea desidratada e dos diferentes substratos de cama de frango de corte em relação a FDA (%) com 42 dias 61

Figura 14. Peso de carcaça quente de frangos de corte criados em maravalha e casca de arroz, com diferentes inclusões de gramínea desidratada..... 69

RESUMO

PRZYBULINSKI, B.B. **Caracterização de diferentes tipos de cama de frango de corte com inclusão de gramínea desidratada e sua influência na produção.** 2020. 86 p. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados.

A cama possui importância para a avicultura e a sua qualidade gera preocupação na produção, pois afeta o desempenho, a saúde, a qualidade da carcaça e o bem-estar dos frangos. No Brasil o material mais utilizado para essa finalidade é a maravalha, seguido da casca de arroz, mas o uso desses materiais vem sendo limitado pela concorrência e disponibilidade e utilizar o resíduo de corte de grama como cama na avicultura seria contribuir de forma sustentável com o ambiente. Neste contexto, o presente estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes tipos de materiais de cama com inclusão de gramínea desidratada sobre o desempenho e rendimento de carcaça e cortes e verificar as características físico-químicas e microbiológicas dos materiais utilizados. Utilizou-se 1080 pintainhos de corte de um dia de idade, machos, da linhagem Cobb 500[®], distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3x2, sendo três níveis de gramínea desidratada (0, 25 e 50%) e dois materiais de cama (casca de arroz e maravalha), com seis repetições, totalizando 36 boxes, com 30 aves cada. No que se refere às variáveis de cama, analisou-se contagem total de microorganismos e as características físico-químicas. Avaliou-se também a temperatura superficial das aves. O desempenho das aves foi analisado até os 42 dias de idade quando as aves foram abatidas e realizado o rendimento de carcaça e cortes. A inclusão de gramínea apresentou maior contagem microbiológica com 1 dia, estabilizando-se com os demais materiais depois dos 28 dias. A maior média de temperatura interna da cama foi em cama com casca de arroz ($P=0,0383$) que também apresentou maior capacidade de retenção de água ($P<0,0001$). Inclusões acima de 25% de gramínea apresentam maior capacidade de retenção de água ($P=0,0018$), pH ($P<0,0001$), umidade ($P<0,0001$), e teor de nitrogênio ($P=0,0024$) e menor densidade ($P<0,0001$) e FDA ($P<0,0001$ com 0 dia e $P=0,0012$ com 42 dias) na sua estrutura. As maiores emissões de amônia ocorreram na inclusão de 25% de gramínea ($P=0,0213$). A inclusão de gramínea desidratada não prejudicou os índices zootécnicos e rendimento de carcaça ($P<0,0001$), favorecendo a conversão alimentar nas fases iniciais ($P=0,0119$). A inclusão de gramínea pode ser utilizada em substituição de até 25% na maravalha, sem prejudicar os parâmetros físico-químicos dos materiais e desempenho das aves.

Palavras-chave: casca de arroz, desempenho, maravalha, qualidade de cama, sustentabilidade.

ABSTRACT

PRZYBULINSKI, B. B. **Characterization of different types of broiler litter including dehydrated grass and its influence on production.** 2020. 86 p. Dissertation (master's degree) – Faculty of Agrarian Sciences, Federal University of Grande Dourados.

The litter is important for poultry and its quality raises concern in production, as it affects performance, health, carcass quality and the welfare of chickens. In Brazil the material most used for this purpose is wood shavings, followed by rice husks, but the use of these materials has been limited by market competition and availability, and using grass clippings waste as a litter in poultry would contribute sustainably to the environment. In this context, the present study was carried aiming to evaluate the effects of different types of bedding materials with inclusion of dehydrated grass, on the carcass yield and performance, and to verify the physical-chemical and microbiological characteristics of the materials used. 1080 male day-old broiler chicks of the Cobb 500[®] strain were used, distributed in a completely randomized design, in a 3x2 factorial arrangement (levels of dehydrated grass (0, 25 and 50%) and bedding materials (bark rice and shavings)), with six repetitions, totaling 36 boxes, with 30 chickens each. The performance of the poultry was analyzed until 42 days of age when the broiler were slaughtered and the measurements of carcass and cuts yield. Regarding to litter variables, physical and chemical characteristics and the total microorganism count were analyzed. The poultry' surface temperature was also evaluated. The inclusion of grass showed greater microbiological contamination in the initial phase, stabilizing with the other materials after 28 days. The highest average of internal temperature was in litter with rice husk (P=0.0383), which also showed greater water retention capacity (P <0.0001). Inclusions above 25% of grass have higher humidity (P <0.0001), water holding capacity (P=0.0018), pH (P<0.0001) and nitrogen content (P=0.0024); and lower density (P<0.0001) and FDA (P<0.0001 0 days and P=0.0012 with 42 days) in its structure. The highest emissions occurred when including 25% grass (P=0.0213). The inclusion of dehydrated grass did not affect zootechnical indexes and carcass yield (P<0.0001), favoring feed conversion in the initial stages (P=0.0119). The inclusion of grass can be used to replace up to 25% in shavings, without harming the physical-chemical parameters of the materials and performance of the poultry.

Keywords: rice husk, performance, shavings, litter quality, sustainability.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A expansão da avicultura ocorreu devido à melhora dos índices zootécnicos, que estão intimamente ligados a evolução genética, nutrição e o manejo das aves. Conforme o recente relatório do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), a produção de carne de frango de corte no Brasil em 2020 irá aumentar 2,5% alavancando o setor avícola (USDA 2019). Para atender esse mercado há a necessidade de ampliar o número de aves alojadas e conseqüentemente a demanda por materiais de cama será maior.

A cama é um dos principais componentes do sistema de produção avícola, pois possui características de absorver umidade, ser isolante térmico e minimizar o impacto do peso da ave sobre o piso, proporcionando uma superfície mais macia e assim melhorar as condições de bem-estar das aves (Mendes et al. 2004). Além disso, deve apresentar na sua estrutura alto teor de lignina e celulose, ter partículas de tamanho médio, liberar com facilidade a umidade absorvida e possuir baixo custo (Dai Prá e Roll 2012).

Uma cama de baixa qualidade influencia negativamente no desempenho do lote, obtendo características indesejáveis de carcaça (Macari et al. 2014), causando prejuízos para o produtor e perdas econômicas para a indústria avícola. O material utilizado como cama nos aviários interfere no comportamento das aves, sendo que quanto melhor a qualidade da cama, mais a ave consegue expressar seu comportamento natural, considerando a cama como instrumento de enriquecimento ambiental, tornando o ambiente mais atrativo e exploratório, favorecendo as condições de bem estar animal (Baxter et al. 2017).

A escolha pelo material a ser utilizado é feita conforme a oferta da região e o custo, sendo a maravalha de *Pinus* o principal material usado no Brasil (Macari et al. 2014). A busca por materiais de cama alternativos vem crescendo juntamente com a avicultura, já que a demanda da maravalha é maior que a oferta do produto, acarretando em alguns casos o

aumento do custo de produção do setor avícola. Além disso, a maravalha é utilizada em outros setores da pecuária, aumentando a concorrência entre os tipos de criação. As cascas, palhadas e gramíneas são uma alternativa de substituição desse material de cama, sendo a casca de arroz amplamente utilizada em regiões onde há a produção do cereal devido à qualidade e suas propriedades.

O corte de grama nas cidades é uma prática comum, principalmente em épocas de alta temperatura e umidade, quando o crescimento da gramínea é maior. O resíduo desse corte normalmente é armazenado em recipientes plásticos, e destinado a locais impróprios, não aproveitando esse material orgânico de uma forma sustentável. Descartar a grama em resíduo sólido faz com que a degradação desse material seja alterada, gerando impacto para o ambiente, já que os sacos plásticos demoram de 100 a 400 anos para serem degradados (Santos et al. 2012). Já é habitual nas grandes cidades manter áreas verdes, sejam em condomínios, parques, clubes esportivos e canteiros de ruas, ocorrendo a necessidade de cortes de gramas periódicos. O corte de grama de um clube esportivo, por exemplo, gera em média 3200 m³ de resíduo por semana, e se esse resíduo não é aproveitado de maneira correta (Soares et al. 2017), um volume expressivo de lixo nos aterros sanitários municipais.

Visando utilizar esse resíduo na avicultura, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes tipos de materiais de cama com inclusão de gramínea desidratada sobre o desempenho e rendimento de carcaça e cortes de frango, e verificar as características físico-químicas e microbiológicas dos materiais utilizados.

O presente trabalho está estruturado em dois capítulos, sendo o Capítulo 1 uma revisão de literatura sobre as principais características da cama de frango de corte e seus impactos no desempenho, bem-estar e qualidade do ambiente. O Capítulo 2 intitulado “Caracterização de diferentes tipos de cama de frango de corte com inclusão de gramínea

desidratada e sua influência na produção” apresenta os resultados do estudo e encontra-se redigido conforme as normas da Canadian Journal of Animal Science (ISSN 0008-3984).

CAPÍTULO 1
REVISÃO DE LITERATURA

IMPORTÂNCIA DA CAMA PARA AVICULTURA

Denomina-se cama todo o material distribuído no piso do aviário com a função de absorver a excreta, umidade excessiva do ambiente, penas e todo o desperdício de água e ração (Macari et al. 2014). Possui ampla importância para o meio avícola e a sua qualidade gera grande preocupação na produção de frangos de corte, pois afeta o desempenho, a saúde, a qualidade da carcaça e o bem-estar do frango de corte (Garcês et al. 2013).

A cama proporciona conforto térmico à ave, pois funciona como isolante do piso nas fases iniciais que necessitam de aquecimento, e minimiza as variações de temperatura no aviário durante todo o período de criação (Toledo et al. 2019). Contribui para a qualidade do ambiente, já que apresenta propriedades que podem manter a umidade ideal e minimizar gases e poeira, que prejudicam o sistema respiratório das aves. Além disso, deve diminuir a contaminação de microorganismos patógenos, evitando o contato direto das aves com a excreta, e quando manejada adequadamente evita a proliferação de vetores de doenças (Daí Prá e Roll 2012).

O substrato utilizado tem a função de diminuir o impacto do peso da ave, absorvendo o peso do animal sobre a superfície do material escolhido (Mendes et al. 2004), fornecendo um leito macio, com mais conforto, e evitando lesões de carcaça e patas.

O tipo, a quantidade e a qualidade do material utilizado como cama pode contribuir para o aparecimento de pododermatites, devido ao contato direto da ave com a cama (Cengiz et al. 2011), sendo a alta incidência de pododermatite no lote um indicativo de baixo desempenho e bem-estar das aves, fazendo com que haja mais atenção com o manejo da cama. Entretanto, para que a cama desempenhe seu potencial dentro do sistema de produção, é necessário que o material escolhido atenda algumas características.

MATERIAIS UTILIZADOS COMO CAMA

No sistema intensificado de frango de corte o objetivo maior é aumentar os rendimentos produtivos. Busca-se através da intensificação da produção maximizar os lucros, através da diluição dos custos gerados durante o processo. O material escolhido como cama deve ter custo baixo de aquisição e manter suas propriedades para possibilitar seu reuso para os próximos lotes. Há uma variedade de materiais que podem ser escolhidos como cama, e a procura por substratos alternativos têm aumentado, sendo que utilizar materiais que as indústrias e a agricultura descartam tem sido o foco da escolha, dando destino a esses subprodutos de baixo custo e apelo sustentável.

Quando realizada uma comparação entre seis materiais: maravalha, casca de arroz, capim Napier (*Pennisetum purpureum*), bagaço de cana (*Saccharum L.*) e inclusões de 50% bagaço de cana (*Saccharum L.*) e 50% maravalha, 50% bagaço de cana (*Saccharum L.*) e 50% casca de arroz, observou-se que a maravalha apresenta melhores características, seguida pela casca de arroz, oferecendo maior possibilidade de reutilização e facilidade de manejo (Garcia et al. 2012).

O tamanho da partícula, teor e acúmulo de umidade, teor de compactação e outras características físicas do material utilizado, são fatores que podem influenciar a eficiência do tipo de material de cama (Toghyani et al. 2010). Há critérios que devem ser avaliados quando se realiza a escolha de um determinado material para incluir no aviário como cama de frango (Figura 1).

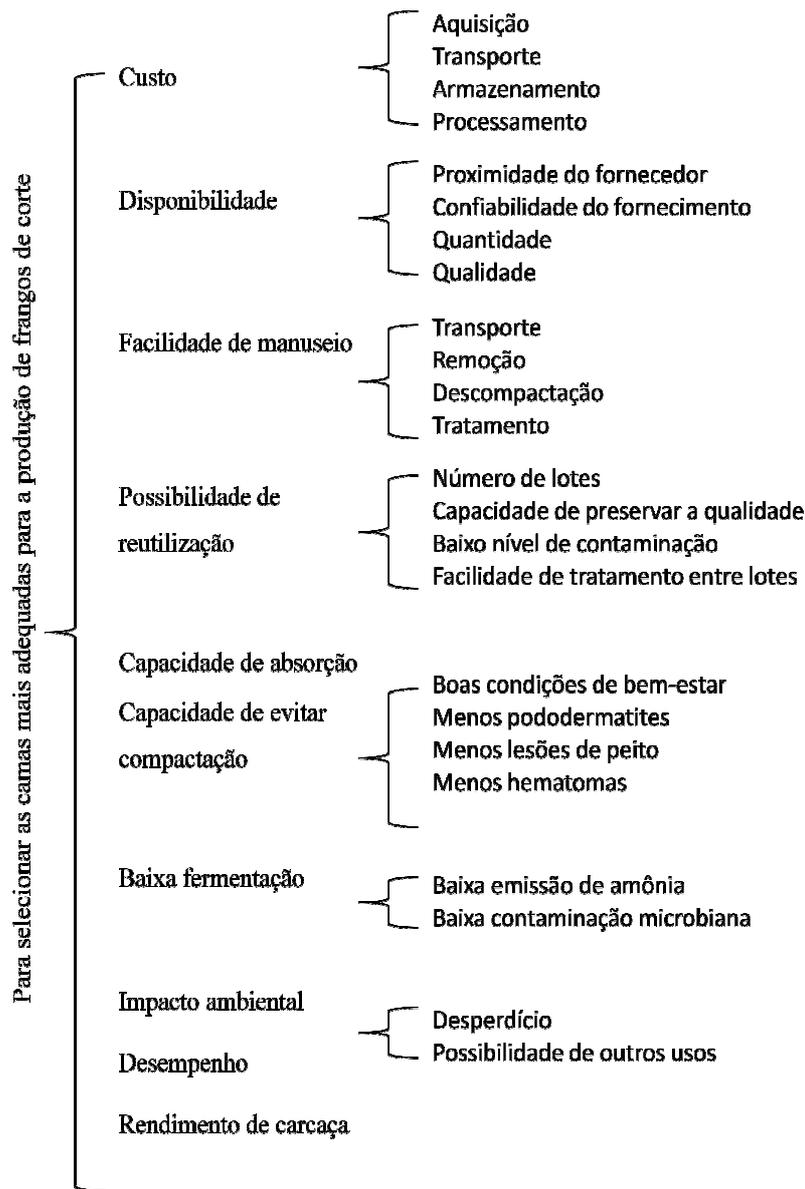


Figura 1. Descrição esquemática dos critérios utilizados para selecionar o material de cama mais adequado para a produção de frangos de corte

Fonte: Garcia et al. 2012

A maravalha é o principal material utilizado como cama na maioria dos países de referência avícola, porém sua disponibilidade está limitada, visto que há procura por esse substrato nos outros setores de produção (Oke et al. 2019). É formada pelo processamento da madeira, que resulta em raspas com tamanho médio de 3 cm (Dai Prá e Roll 2012). A qualidade da maravalha vai depender da origem da madeira (*Pinus*, madeira de Lei, Uva

Japão), espessura e umidade natural do material (Macari et al. 2014). O local de armazenamento deve ser ponto de atenção, pois locais mais úmidos tendem a facilitar a proliferação de fungos *Aspergillus flavus* e *Aspergillus fumigatus*, que impactam negativamente na qualidade respiratória das aves (Mendes et al. 2004).

A casca de arroz embora seja um material comumente utilizado, tem sua utilização dependente da oferta do produto, já que não há indústrias de beneficiamento de arroz em todas as localidades do nosso país, sendo restrita a determinadas regiões. Possui aproximadamente 6 mm de tamanho, baixa capacidade de encharcamento e facilidade de perda de água por evaporação (Dai Prá e Roll 2012; Macari et al. 2014).

Há materiais alternativos sendo utilizados como cama de frango, e esses materiais normalmente são subprodutos da agricultura e diminuem os custos do produtor, podendo ser utilizados desde que não afetem o desempenho zootécnico do lote. Pode-se citar como exemplo a casca de oleaginosas, palha de cereais, sabugo de milho triturado, resíduos de cana de açúcar e feno de gramíneas (Villagrà et al. 2011).

As gramíneas são facilmente encontradas, tendo alta disponibilidade quando comparadas a outros materiais, sendo incluído nessa categoria o capim elefante, braquiária, colômbio, pastagem natural entre outros materiais (Mendes et al. 2004). Há a necessidade da retirada de umidade desse material antes de usá-lo dentro do aviário, sendo importante a realização do processo de desidratação para manter a qualidade e as propriedades do substrato.

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA CAMA DE FRANGO DE CORTE

Umidade

Uma cama de boa qualidade, quando realizado o revolvimento durante o período de alojamento das aves e respeitado o tratamento entre o intervalo dos lotes, deve apresentar-se

seca e solta desde que não seja fonte de partículas para o ambiente, aumentando a poeira suspensa no ar. Em contra partida, a cama úmida e compactada favorece a emissão de amônia, podendo-se avaliar a umidade da cama pela forma de apresentação do material no aviário ou pelas condições de higiene das aves, já que em camas mais úmidas as aves tendem a se sujar mais (Macari e Maiorka 2017).

A cama com teor de umidade abaixo de 20% aumenta a concentração de poeira no interior do aviário, irritando as vias aéreas dos animais causando desconforto, tanto para as aves quanto para o trabalhador envolvido com o manejo diário. Níveis acima de 35% também são prejudiciais, pois acarretam em problemas de saúde e bem estar, aumento da incidência de lesões, e condenações de carcaças (Dai Prá e Roll 2014).

O tipo de material afeta diretamente a absorção de umidade durante o período de criação dos frangos, e isto ocorre pela característica físico-química do material escolhido (Toledo et al. 2019). Além disso, os materiais se diferem da sua umidade original antes de serem dispostos no aviário, possuindo tamanhos de partículas diferentes e capacidade de retenção de água específicas de cada matéria-prima. Miles et al. (2011) encontraram umidade entre 30 a 46% na maravalha e casca de arroz, e conforme ocorreu o aumento dos teores de umidade em cada material houve também um aumento de emissão de amônia, mostrando a importância de manter a umidade ideal da cama.

Cengiz et al. (2011) avaliando a umidade na cama de frango, constataram que a exposição precoce da cama com alta umidade pode aumentar a incidência e a gravidade de pododermatite, e que se melhorada a qualidade dessa cama haveria uma diminuição no grau de severidade da lesão.

Temperatura

A temperatura é um dos estressores ambientais que prejudicam a produção avícola, sendo as aves extremamente sensíveis a esses desafios ambientais (Lara e Rostagno 2013). Manter a temperatura ideal do ambiente é um desafio para as instalações e equipamentos dos galpões de frango de corte e a cama deve colaborar com esse ambiente, mantendo uma temperatura de conforto a ave, já que há uma troca térmica entre cama e animal.

No que se refere a temperatura, o período de criação é dividido em duas etapas: a de aquecimento (fase inicial) onde os pintainhos necessitam de calor para se manter em conforto térmico e no restante do período de criação há uma necessidade de maior ventilação e resfriamento do ambiente, pois além do calor emitido pelo animal, a temperatura externa dos aviários é predominantemente elevada.

Variações de temperatura na cama podem ocorrer em virtude da atividade microbiana em locais isolados da cama, que apresentam principalmente excesso de umidade (Silva et al. 2013). Outro fator importante para as alterações de temperatura está relacionado ao tipo de material selecionado. Bowers et al. (2003) avaliando a temperatura da maravalha e areia, observaram que a temperatura superficial da areia é menor que a da maravalha, porém a areia apresenta dificuldades de manter a temperatura na fase inicial de aquecimento. Quando comparada a maravalha com seis materiais diferentes (areia, casca de coco, casca de arroz, *Panicum maximum*, jornal e maravalha, e espiga de milho moída) não há diferença na temperatura dos materiais testados, mas há diferença no tempo que a gramínea e a areia levam para atingir a temperatura mais alta, apresentando temperaturas mais baixas que os demais materiais na fase inicial de criação (Garcês et al. 2017). A casca de arroz quando nova apresenta temperatura superficial menor, comparada a casca de arroz reutilizada, e a maravalha nova e reutilizada (Jacob et al. 2016).

pH

A cama quando nova apresenta um pH levemente ácido e após o alojamento com o início da excreção das aves há alteração do meio, tornando-o mais alcalino (Dai Prá e Roll 2012). O pH influencia na qualidade da cama, sendo determinante para a volatilização da amônia quando seus valores estão alcalinos.

A cama durante a vida do lote tende a apresentar pH na faixa de 8 a 9 e quanto maior for o pH, mais rápida é a degradação do ácido úrico (Macari et al. 2014). O ácido úrico oriundo das excretas é degradado pelas enzimas produzidas pelos microorganismos liberando amônia para o meio, sendo que esse processo depende de um meio propício para ocorrer e fatores como pH, temperatura, umidade e oxigênio são essenciais para que essa reação ocorra (França et al. 2014).

Bactérias e enzimas convertem o ácido úrico em íon amônio (NH_4^+) que elevam o pH da cama, tornando-a um local propício para o crescimento de bactérias e para a volatilização da amônia (NH_3) (Weiss 2015). Por isso, para se manter a qualidade da cama e do ar, principalmente quando se refere à emissão de amônia, é importante manter o pH da cama reduzido (Toppel et al. 2018), já que a cama em meio ácido além de reduzir a emissão de amônia, reduz a atividade dos microorganismos (França et al. 2014).

A sintonia entre pH e os fenômenos que ocorrem na cama em relação ao comportamento do nitrogênio amoniacal, podem ser observados na Figura 2.

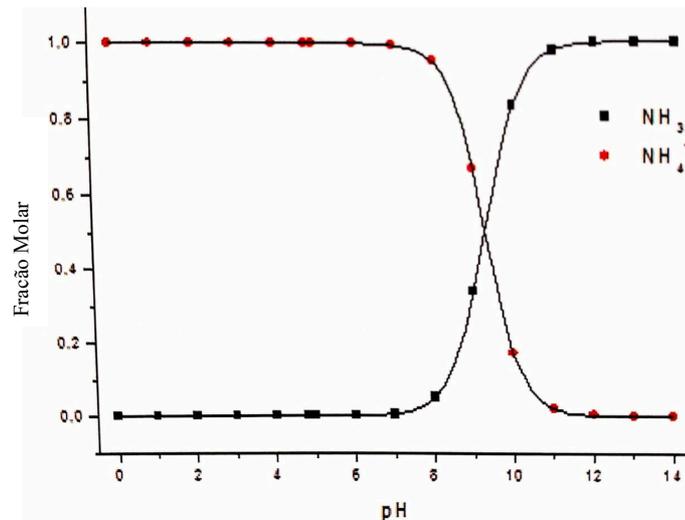


Figura 2. Distribuição do nitrogênio em função do pH

Fonte: Macari et al 2014.

Oliveira et al. (2005) comparando o pH da maravalha e serragem durante a vida do lote, não encontraram diferenças entre os materiais, mas verificaram um aumento do pH com o passar do tempo, o que está intimamente ligado ao teor de umidade e emissão de amônia da cama. Já Carvalho et al. (2011) encontraram diferenças de pH nos materiais casca de arroz misturado com casca de café, comparado a maravalha, sendo que as cascas apresentaram melhor qualidade de pH, com valor médio de 5,5 evitando a degradação de ácido úrico e produção de amônia.

MICROBIOLOGIA DA CAMA

A cama absorve toda a excreta da ave, tornando o material que inicialmente possui baixa carga microbiológica, em um material de alta fonte de contaminação, podendo acarretar em doenças tanto de origem bacteriana, quanto de parasitas, vírus e fungos (Mendes et al. 2004). A população microbiana da cama pode sofrer influência de dois principais fatores: a origem do material e o manejo da cama durante a vida do lote. A maioria dos substratos

alternativos usados na avicultura é de natureza orgânica (cascas de arroz, cascas de amendoim, gramíneas, palha, cana-de-açúcar e outros produtos secos, absorventes e de baixo custo) e podem apresentar uma variação na sua qualidade microbiológica, contendo fungos, leveduras e bactérias patogênicas (Toledo et al. 2019).

A microbiota da cama é ampla e pode apresentar concentração de até 10^{10} UFC/g de material, sendo 90% dessa diversidade de bactérias do tipo gram-positivas (Amit-Romach et al. 2004). Na condição de nova, a cama apresenta maior carga bacteriana proveniente do ambiente de criação, enquanto que a reutilizada possui bactérias das excretas das aves (Cressman et al. 2010). Entretanto, as altas cargas bacterianas em camas novas estão comumente relacionadas à origem do material, devido às condições de produção, armazenamento e transporte (Abreu et al. 2013).

Em cama reutilizada esse acúmulo de bactérias não é necessariamente prejudicial para as aves, visto que boa parte desses microorganismos representam a microbiota do trato intestinal desses animais. As principais bactérias benéficas encontradas na cama são as do gênero *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, mas há aquelas que podem ocasionar patologias para humanos ou para as aves, como *Salmonella*, *Campylobacter*, *E. coli* e *Clostridium* (Amit-Romach et al. 2004). Com isso a cama mal manejada pode levar o animal a problemas entéricos em decorrência desse aumento de microorganismos patogênicos, deixando as aves mais suscetíveis ao aparecimento de outras doenças. As condições da cama podem afetar significativamente a microbiota intestinal, principalmente nas fases iniciais, pois os microorganismos presentes no intestino das aves recém alojadas são predominantemente originários de bactérias oriundas do material de cama (Cressman et al. 2010).

A palha embora seja um material utilizado em algumas regiões do mundo, apresenta fatores microbiológicos negativos. Quando utilizada ainda úmida, após a colheita, pode apresentar alta contagem de micotoxinas e esporos de fungos, acarretando em problemas

respiratórios em aves (HCC 2010), sendo muito importante o processo de desidratação, retirando a umidade e favorecendo suas propriedades como material de cama.

EMISSÃO DE AMÔNIA

A qualidade do ar dentro dos galpões de frango de corte está relacionada à integridade física e térmica das aves, necessitando e dependendo de um material adequado como cama. Fatores como umidade excessiva na cama e no ar, altas temperaturas, acúmulo de excreta por reutilização da cama e densidade acima do permitido, resultam em uma piora do ambiente de criação e conseqüentemente ao bem-estar das aves (Moura et al. 2010; Benevides et al. 2016). Além disso, o uso inadequado da ventilação mínima, principalmente no período de inverno pode contribuir para o aumento dos níveis de amônia nos aviários (Palhares e Kunz 2011).

A emissão de gases como amônia, dióxido de carbono e óxido nitroso nas instalações de criação de animais degradam o ambiente prejudicando a qualidade do ar, podendo esse processo ser agravado pela cama, ou o reuso dela (Miles et al. 2011). A alta umidade na cama pode permitir a proliferação de fungos e bactérias desnitrificantes, quebrando o ácido úrico com a ação da enzima urease e produzindo subprodutos, sendo o principal subproduto dessa reação a amônia, um gás incolor que irrita a mucosa respiratória e ocular (Dai Prá e Roll 2012; Soliman et al. 2017).

O material utilizado como substrato pode favorecer a emissão de amônia e quando se compara diferentes tipos de materiais (bagaço de cama, maravalha, casca de arroz e capim napier), o bagaço de cana apresenta menor emissão, sendo o capim napier o que apresenta maior nível de emissão de amônia, mostrando assim a importância da escolha do material em relação à qualidade do ambiente (Freitas et al. 2011).

Embora existam diferentes estudos sobre o nível ideal de amônia no ambiente, sugere-se que a quantidade de amônia dentro dos aviários não deve exceder a 10 ppm, podendo afetar o desempenho e saúde das aves. Porém, em camas reutilizadas aceita-se até 20 ppm, antes do alojamento dos pintainhos (Cobb 2018). Quando os níveis chegam a 60 ppm, a ave fica vulnerável a problemas respiratórios, podendo causar efeitos nocivos, prejudicando fisiologicamente as trocas gasosas quando os níveis encontram-se próximos a 100 ppm (Macari et al. 2014).

INFLUÊNCIA DA CAMA NO DESEMPENHO PRODUTIVO

Quando seleciona-se materiais para cama de frango, é determinante que esse substrato não altere os principais índices de desempenho produtivo das aves, tornando-o viável para a indústria avícola. Muitos estudos são realizados com diversos materiais, não havendo uma homogeneidade dos resultados. Brito et al. (2016) utilizando maravalha, feno de capim elefante, casca de arroz e areia não encontraram interferência do material nos parâmetros de peso médio, consumo de ração, conversão alimentar, mortalidade, rendimento de carcaça, coração, moela e fígado das aves.

Toledo et al. (2019) quando analisaram os resultados de estudos com diferentes tipos de cama, comparando diversos materiais com a maravalha verificaram que o maior peso corporal, melhor conversão alimentar e menor mortalidade de frangos ocorreu em camas de maravalha, ratificando a eficiência desse substrato para o setor avícola. Porém, Mendes et al. (2011) comparando maravalha e serragem concluíram que o material da cama não afeta o desempenho das aves, ocorrência de calo de peito e umidade da cama. Resultados semelhantes foram encontrados por Garcia et al. (2013) que não encontraram diferença no

consumo, ganho de peso, conversão alimentar e mortalidade entre frangos criados em oito tipos de cama diferentes.

Onu et al. (2011) encontraram maior consumo de ração em frangos de corte criados em maravalha e serragem em comparação com cascas de arroz, atribuindo isso ao comportamento de consumir resíduos de arroz misturado com o material usado como cama. Além disso, não houve diferença no ganho de peso das aves criadas nesses três tipos de materiais.

Além de influenciar diretamente os índices de desempenho, a cama pode interferir de forma indireta nesse parâmetro. As aves quando acometidas por lesões severas de patas, em decorrência da contaminação bacteriana, compactação e alta umidade da cama, tendem a diminuir o consumo em virtude da limitação de deslocamento ou por dor. Isso reflete no ganho de peso, rendimento e alto índice de condenações das carcaças (Hashimoto et al. 2013).

BEM-ESTAR ANIMAL

A maioria dos problemas de bem-estar é desencadeado por fatores genéticos e ambientais, e também pela interação entre eles. Avaliar esses problemas precocemente é de suma importância para a indústria avícola, pois assim há uma rápida identificação das limitações do sistema de produção, não interferindo no bem-estar e desempenho desses animais (Popescu et al. 2018).

Utilizar parâmetros ambientais é uma forma prática de mensurar se as aves estão em bem-estar, porém os próprios animais são indicadores de seu ambiente de criação, de modo que medidas baseadas em animais, como comportamento, dermatites de contato (peito, jarrete e pés), lesões de carcaça, e temperatura corporal, podem ser usadas para avaliar o bem-estar dos animais.

Para que as aves estejam em bem-estar, a instalação onde os animais são criados deve fornecer conforto e proteção de condições adversas, oferecendo ventilação, temperatura e umidade adequadas (ABPA 2016). As aves são susceptíveis às alterações de temperatura ambiental, modificando seu comportamento, buscando através da homeostase manter a temperatura corporal.

A quantificação da temperatura deve ser realizada de forma menos invasiva possível, para se obter dados mais precisos da condição térmica do ambiente ou do animal. Nesse sentido, a análise de imagem termográfica consegue atender essa perspectiva, fazendo uma medição da temperatura superficial do animal e do ambiente, estimando a perda de calor (Nascimento et al. 2011). Quando comparada a temperatura superficial de frangos de corte através de termografia infravermelha em relação aos parâmetros ambientais (umidade relativa, temperatura de bulbo seco e úmido), pode-se observar que através dessa metodologia de imagens consegue-se mensurar a interferência do ambiente na temperatura corporal das aves (Baracho et al. 2011). As imagens termográficas são utilizadas como ferramenta para escolhas de materiais e equipamentos das instalações dos aviários, buscando alternativas de menor transferência de calor para os animais proporcionando assim melhor conforto térmico. (Nascimento et al. 2014).

Como a ave está permanentemente em contato com a cama durante sua vida no aviário, mensurar a temperatura do substrato se torna necessário, visto que quando a ave está em conforto térmico, há melhor associação da sua temperatura com a temperatura das instalações (Nascimento et al. 2014). A temperatura superficial da cama está correlacionada de forma positiva com a incidência de pododermatite em frangos de corte (Jacob et al. 2016), ratificando a importância da temperatura da cama para o bem-estar das aves.

As características dos materiais utilizados como cama de frangos de corte podem enriquecer o ambiente e favorecer comportamentos naturais em ambiente de confinamento

(Gunnarson et al. 2000). Popescu et al. (2018) analisando dois diferentes materiais de cama (palha e casca de semente de girassol) concluíram que as condições de alojamento relacionadas a qualidade da cama, temperatura e umidade do ar foram mais importantes para o bem-estar do frango do que a densidade dos animais.

SUSTENTABILIDADE

Segundo a *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, a sustentabilidade é um conceito multidimensional, englobando questões ambientais, de bem-estar, economia e administração, que busca garantir os direitos e bem-estar sem esgotar nenhum ecossistema do planeta (FAO 2018). Já existe uma procura da população brasileira por produtos que tenham sido processados e produzidos com apelos sociais e ambientais sustentáveis (Demattê Filho e Marques 2011).

Utilizar resíduos de outras áreas da produção é uma forma eficiente de estreitar a relação agricultura-pecuária de forma sustentável. Quando se diminuí o desperdício de materiais orgânicos, usando-o eficientemente na produção avícola, há uma contribuição ambiental da cadeia. Da mesma forma, utilizar descartes da sociedade como o resíduo do corte de grama de jardim, é uma alternativa sustentável e de contribuição com o meio ambiente.

A busca por materiais de cama alternativos minimizando custos, mas pensando no reaproveitamento de materiais é contínua no meio científico. O *Panicum maximum* quando utilizado como cama de frango em comparação a espiga de milho e maravalha, mostrou resultados satisfatórios, não prejudicando os resultados de produção, sendo uma ótima alternativa para diminuir os custos e promover a produção intensiva de frangos de corte (Oke et al. 2019). Outros exemplos citados utilizaram o bagaço de cana-de-açúcar, capim-cameron

picado, palha de soja picada, capim napier e resíduos da cultura do milho picado, que atenderam as necessidades como material de cama sem influenciar negativamente o desempenho dos animais (Araújo et al. 2007; Ávila et al. 2008; Garcia et al. 2013).

O descarte da poda de grama é uma prática frequente nas cidades, gerando grande volume de lixo. Em condições naturais, a grama iria se deteriorar sendo incorporada ao solo, servindo inclusive de cobertura vegetal. No entanto, após o corte a grama é armazenada em sacos de lixo e descartada em aterros sanitários, transformando o orgânico em resíduo sólido, formando subprodutos como dióxido de carbono, sulfeto de hidrogênio e metano, que juntamente com o resíduo orgânico decomposto formam chorume, causando impactos ambientais indesejáveis (Candiotto e Rigo 2015). Utilizar esse resíduo na avicultura seria uma alternativa que minimizaria esse impacto nas cidades. Entretanto, o uso desse material como cama de frango necessita de maiores estudos principalmente para evidenciar suas características microbiológicas, viabilizando sua utilização dentro das instalações avícolas sem afetar o desempenho e bem-estar das aves.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABPA - Associação Brasileira de proteína Animal. 2016. Protocolo de Bem-Estar para Frangos de Corte. Disponível: <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/publicacoes-tecnicas> [20 Set. 2019].
- Abreu, V.M.N., Abreu, P.G., Paiva, D.D.P., Coldebella, A., Jaenisch, F.R.F., Cestonaro, T. and Silva, V.S. 2013. Evaluation of Soybean Straw as Litter Material in Poultry Production and Substrate in Composting of Broiler Carcasses. Embrapa Suínos e Aves - Capítulo em livro científico.
- Amit-Romach, E., Sklan, D. and Uni, Z. 2004. Microflora ecology of the chicken intestine using 16S ribosomal DNA primers. *Poult. Sci.* **83**(7):1093-1098.
- Araújo, J.S., Oliveira, V. e Braga, G.C. 2007. Desempenho de frangos de corte criados em diferentes tipos de cama e taxa de lotação. *Ciênc. Anim. Bras.* **8**(1):59-64.
- Avila, V.S., Oliveira, U. Figueiredo, E.A.P., Costa, C.A.F., Abreu, V.M.N. e Rosa, P.S. 2008. Avaliação de materiais alternativos em substituição à maravalha como cama de aviário. *R. Bras. de Zootec.* **37**(2):273-277.
- Baracho, M.S., Nääs, I.A., Nascimento, G.R., Cassiano, J.A. and Oliveira, K.R. 2011. Surface temperature distribution in broiler houses. *Braz. J. Poultry Sci.* **13**(3):177-182.
- Baxter, M., Bailie, C.L. and O'Connell, N.E. 2018. An evaluation of potential dustbathing substrates for commercial broiler chickens. *Animal.* **12**(9):1933-1941.
- Benevides, W.S., Díaz, M.P., Guano, L.E., Pinheiro, A.R.A., Oliveira Frota, L., Oliveira Campos, W. and Pinto, P.W.C. 2016. Study of animal welfare through analysis and comparison of the presence of foot pad dermatitis in broilers raised in controlled environments in Brazil and Spain. *Rev. Bras. Hig. Sanid. Anim.* **10**(3):330-350.

- Bowers, B.D., Hess, J.B., Bilgili, S.F., Blake, J.P. and Eckman, M.K. 2003. Sand litter temperatures during brooding. *J. Appl. Poult. Res.* **12**(3):271-274.
- Brito, D.A.P., Brito, D.R.B., Gomes, A.M.N., Cunha, A.D.S., Silva Filho, U.A. e Pinheiro, A.A. 2016. Desempenho produtivo e rendimento de carcaça de frangos criados em diferentes materiais de cama aviária. *Ciênc. Anim. Bras.* **17**(2):192-197.
- Candiotto, L.Z.P. e Rigo, V. 2015. Trajetória da destinação de resíduos sólidos no município de Francisco Beltrão/PR a partir da década de 1970. *Rev. Form.* **2**(22):212-233.
- Carvalho, T.M.R., de Moura, D.J., de Souza, Z.M., de Souza, G.S., e Bueno, L.G.B. 2011. Qualidade da cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte. *Pesq. Agropec. Bras.* **46**(4):351-361.
- Cengiz, Ö., Hess, J.B. and Bilgili, S.F. 2011. Effect of bedding type and transient wetness on footpad dermatitis in broiler chickens. *J. Appl. Poult. Res.* **20**(4):554-560.
- Cressman, M.D., Yu, Z., Nelson, M.C., Moeller, S.J., Lilburn, M.S. and Zerby, H.N. 2010. Interrelations between the microbiotas in the litter and in the intestines of commercial broiler chickens. *Appl. Environ. Microbiol.* **76**(19):6572-6582.
- Cobb-Vantress. 2018. Broiler Management Guide.
- Dai Prá, M.A. e Roll, V.F.B. 2012. Cama de aviário: utilização, reutilização e destino. 1ª ed. Porto Alegre, Manas.
- Dai Prá, M.A. e Roll, V.F.B. 2014. Cama de frangos de corte: materiais reutilização e destino. Seminário Internacional de Manejo y Sistemas Operativos em Pollo de Engorde- AMEVEA, Bogotá D.C. Junior 17-19.
- Demattê Filho, L.C. e Marques, P.E.M. 2011. Dinâmica tecnológica da cadeia industrial da avicultura alternativa: multifuncionalidade, desenvolvimento territorial e sustentabilidade. *Seg. Alim. e Nutric.* **18**(2):1-11.

- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018. Sustainability Pathways. Available: <http://www.fao.org/nr/sustainability/en/> [20 Set. 2019].
- França, L.G.F., Tinôco, I.F.F., Mendes, M.A.S.A. e Coelho, D.J.R. 2014. Caracterização de fatores que influenciam a emissão de amônia pelos dejetos de galinhas poedeiras e proposição de um score para o potencial máximo de emissão. In: XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Anais. Campo Grande: CONBEA.
- Freitas, L.W., Garcia, R.G., Nääs, I.A., Caldara, F.R. e Lima, N.D.S. 2011. Volatilização de amônia em diferentes tipos de cama para frangos de corte/volatilization of ammonia in different types of broiler litter. *Rev. Bras.de Eng. de Biossist.* **5**(3):142-151.
- Garcês, A., Afonso, S.M.S., Chilundo, A. and Jairoce, C.T.S. 2013. Evaluation of different litter materials for broiler production in a hot and humid environment: 1. Litter characteristics and quality. *J. Appl. Poult. Res.* **22**(2):168-176.
- Garcês, A.P.J.T, Afonso, S.M.S., Chilundo, A. and Jairoce, C.T.S. 2017. Evaluation of different litter materials for broiler production in a hot and humid environment: 2. Productive performance and carcass characteristics. *Trop. Anim. Health Prod.* **49**(2):369-374.
- Garcia, R.G., Almeida Paz, I.C.L., Caldara, F.R., Nääs, I.A., Pereira, D.F. and Ferreira, V. M.O.S. 2012. Selecting the most adequate bedding material for broiler production in Brazil. *Braz. J. Poultry Sci.* **14**(2):121-127.
- Garcia, R.G., Paz, I.C.D.L.A., Caldara, F.R., Nääs, I.A, Freitas, L.W., Borille, R., Royer, A.F.B. e Spindola, N.F. 2013. Alternativas para a composição de cama de frango. *Agrarian.* **6**(19):81-89.
- Gunnarsson, S., Matthews, L.R., Foster, T.M. and Temple, W. 2000. The demand for straw and feathers as litter substrates by laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **65**(4):321-330.

- Hashimoto, S., Yamazaki, K., Obi, T. and Takase, K. 2013. Relationship between severity of footpad dermatitis and carcass performance in broiler chickens. *J. Vet. Med. Sci.* **75**(11):1547–1549.
- HCC – Hybu Cig Cymru. 2010. Alternative bedding materials for beef and sheep housing systems in Wales, Available: <https://meatpromotion.wales/en/industry-resources/animal-health-and-welfare/woodchip-for-livestock-bedding-project> [14 out. 2019].
- Jacob, F.G., Baracho, M.S., Nääs, I.A., Salgado, D.A. and Souza, R. 2016. Incidence of Pododermatitis in Broiler Reared under Two Types of Environment. *Braz. J. Poultry Sci.* **18**(2):247-254.
- Lara, L.J. and Rostagno, M.H. 2013. Impact of heat stress on poultry production. *Anim.* **3**(2): 356-369.
- Macari, M., Mendes, A.M., Menten, J.F. e Nääs, I.A. 2014. *Produção de Frangos de corte*. 2ª ed. São Paulo: Facta.
- Macari, M. e Maiorka, A. 2017. *Fisiologia das aves comerciais*. 2ª ed. São Paulo: Funep
- Mendes, A.A., Nääs, I.A. e Macari, M. *Produção de frangos de corte*. São Paulo: Facta, 2004.
- Mendes, A.S., Paixão, S.J., Restelatto, R., Reffatti, R., Possenti, J.C., de Moura, D.J., Morello, G.M.Z. and de Carvalho, T.M.R.. 2011. Effects of initial body weight and litter material on broiler production. *Braz. J. Poultry Sci.* **13**(3):165-170.
- Miles, D.M., Rowe, D.E. and Cathcart, T.C. 2011. Litter ammonia generation: Moisture content and organic versus inorganic bedding materials. *Poult. Sci.* **90**(6):1162-1169.
- Moura, D.J.D., Bueno, L.G.D.F., Lima, K.A.O.D., Carvalho, T.M.R.D. and Maia, A.P.D.A.M. 2010. Strategies and facilities in order to improve animal welfare. *R. Bras. de Zootec.* **39**:311-316.

- Nascimento, G.R., Nääs, I.A., Pereira, D.F., Baracho, M.S. and Garcia, R. 2011. Assessment of broiler surface temperature variation when exposed to different air temperatures. *Braz. J. Poultry Sci.* **13**(4), 259-263.
- Nascimento, G.R.D., Nääs, I.A., Baracho, M.S., Pereira, D.F. e Neves, D.P. 2014. Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte. *Rev. Bras. Eng. Agríc. e Ambiental.* **18**(6):658-663.
- Oliveira, M.C., Bento, E.A., Carvalho, F.I. e Rodrigues, S.M.M. 2005. Características da cama e desempenho de frangos de corte criados em diferentes densidades populacionais e tipos de cama. *Ars Vet.* **21**(3):303-310.
- Oke, O.E., Daramola, J.O., Uyanga, V., Iyasere, O.S., Njoku, C.P. and Babatunde, M.B. 2019. Influence of bedding materials on organ weights, meat quality, breast and footpad dermatitis of broiler chickens under hot humid climate. *Agric. Tropic. et Subt.* **52**(1):3-8
- Onu, P.N., Madubuike, F.N., Nwakpu, P.E. and Anyaehie, A.I. 2011. Performance and carcass characteristics of broilers raised on three different litter materials. *Agric. Biol. J. N. Am.* **2**:1347-1350.
- Palhares, J.C.P. e Kunz, A. 2011. Manejo ambiental na Avicultura. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, p. 221,
- Popescu, S., El Mahdy, C., Diugan, E.A., Petrean, A.B. and Borda, C. 2018. The Effect of Bedding Type on the Welfare Quality of Broiler Chickens. *Scie. Pap.: Anim. Sci. Biotech.* **51**(1):86-91.
- Santos, A.S.F., Freire, F.H.O. e Costa, B.L.N. 2012. Sacolas plásticas: destinações sustentáveis e alternativas de substituição. *Polímeros.* **22**(3):228-237.
- Silva, E.G.D., Santos, A.C.D., Ferreira, C.L.S., Sousa, J.P.L.D., Rocha, J.M.L.D. e Silveira Júnior, O. 2013. Variabilidade espacial das características ambientais e peso de frangos de corte em galpão de ventilação negativa. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.* **14**(1):132-141.

- Soares, M.A., Araújo, L.G. e Betim, F. 2017. Compósito ecológico com fibra foliar da grama. *Rev. Bras. de Inic. Cient.* **4(7)**:37-52.
- Soliman, E.S., Moawed, S.A. and Hassan, R.A. 2017. Influence of microclimatic ammonia levels on productive performance of different broilers' breeds estimated with univariate and multivariate approaches. *Vet. World.* **10(8)**:880
- Toghyani, M., Gheisari, A., Modaresi, M., Tabeidian, S.A. and Toghyani, M. 2010. Effect of different litter material on performance and behavior of broiler chickens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **122(1)**:45-52.
- Toledo, T.D.S.D., Pich, C.S., Roll, A.A.P., Dai Prá, M.A., Leite, F.L., Xavier, E.G. and Roll, V.F.B. 2019. The effect of litter materials on broiler performance: a systematic review and meta-analysis. *Brit. Poultry Sci.* **60(6)**:605-616
- Toppel, K., Kaufmann, F., Schön, H., Gaulty, M. and Andersson, R. 2018. Effect of pH-lowering litter amendment on animal-based welfare indicators and litter quality in a European commercial broiler husbandry. *Poult. Sci.* **98(3)**:1181-1189.
- USDA - United States Department of Agriculture. 2019. Brazil Poultry and Products Annual -
USDA Gain Reports. Available:
https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Poultry%20and%20Products%20Annual_Brasilia_Brazil_8-13-2019.pdf [03 nov. 2019].
- Villagrà, A., Olivas, I., Althaus, R.L., Gómez, E.A., Lainez, M. and Torres, A.G. 2011. Behavior of broiler chickens in four different substrates: a choice test. *Brazilian Journal of Poult.Sci.* **16(1)**:67-75.
- Weiss, A. 2015. Effects of acidic litter amendments with multiple application on ammonia, microbial environment, production performances, and health of broilers. Tese de Doutorado. University of Delaware.

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE CAMA DE FRANGO DE CORTE COM INCLUSÃO DE GRAMÍNEA DESIDRATADA E SUA INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO

Projeto aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA)/UFGD

Nº de protocolo: 07/2019.

Redigido de acordo com as normas da Canadian Journal of Animal Science, Qualis A4

(2019), fator de impacto – JCR 0,850 (2018).

Caracterização de diferentes tipos de cama de frango de corte com inclusão de gramínea desidratada e sua influência na produção

RESUMO: O objetivo foi avaliar os diferentes tipos de materiais de cama com inclusão de gramínea desidratada sobre o desempenho, rendimento de carcaça e cortes e verificar as características físico-químicas e microbiológicas dos materiais. Utilizou-se 1080 pintainhos distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3x2, sendo três níveis de gramínea desidratada (0, 25 e 50%) e dois materiais de cama (casca de arroz e maravalha), com seis repetições. No que se refere às variáveis de cama, analisou-se contagem total de microorganismos e as características físico-químicas. Avaliou-se também a temperatura superficial das aves. O desempenho das aves foi analisado até os 42 dias de idade quando as aves foram abatidas e realizado o rendimento de carcaça e cortes. A inclusão de gramínea apresentou maior contagem microbiológica na fase inicial, estabilizando-se com os materiais depois dos 28 dias. A maior média de temperatura interna foi em cama com casca de arroz ($P=0,0383$) que também apresentou maior capacidade de retenção de água ($P<0,0001$). Inclusões acima de 25% de gramínea apresentam maior capacidade de retenção de água ($P=0,0018$), pH ($P<0,0001$), umidade ($P<0,0001$), e teor de nitrogênio ($P=0,0024$) e menor densidade ($P<0,0001$) e FDA ($P<0,0001$ com 0 dia e $P=0,0012$ com 42 dias) na sua estrutura. As maiores emissões de amônia ocorreram na inclusão de 25% de gramínea ($P=0,0213$). A inclusão de gramínea desidratada não prejudicou os índices zootécnicos e rendimento de carcaça ($P<0,0001$), favorecendo a conversão alimentar nas fases iniciais ($P=0,0119$). A inclusão de gramínea pode ser utilizada em substituição de até 25% na maravalha, sem prejudicar os parâmetros físico-químicos dos materiais e desempenho das aves.

Palavras-chave: casca de arroz, desempenho, maravalha, qualidade de cama, sustentabilidade.

Characterization of different types of broiler litter including dehydrated grass and its influence on production

ABSTRACT: The objective was to evaluate the different types of bedding materials with the inclusion of dehydrated grass, on performance, carcass yield and cuts, verifying the physical-chemical and microbiological characteristics of the materials. 1080 chicks were used, distributed in a completely randomized design, with 3 levels of dehydrated grass (0, 25 and 50%) and 2 bedding materials: rice husks and shavings, with 6 repetitions. Performance was evaluated and at 42 days of age the chicken were slaughtered and the carcass and cuts yield was measured. Regarding to litter variables, physical and chemical characteristics and the total microorganism count were analyzed. The inclusion of grass showed greater microbiological contamination in the initial phase, stabilizing with the materials after 28 days. The highest average of internal temperature was in litter with rice husk ($P=0.0383$), which also showed greater water retention capacity ($P<0.0001$). Inclusions above 25% of grass have higher humidity ($P<0.0001$), water holding capacity ($P=0.0018$), pH ($P<0.0001$) and nitrogen content ($P=0.0024$); and lower density ($P<0.0001$) and FDA ($P <0.0001$ 0 days and $P = 0.0012$ at 42 days). The highest ammonia emissions occurred with the inclusion of 25% grass ($P=0.0213$). The inclusion of grass did not affect zootechnical indexes and carcass yield ($P<0.0001$), favoring feed conversion in the initial stages ($P=0.0119$). The inclusion of grass can be used to replace up to 25% in shavings, without harming the physical-chemical parameters of the materials and performance of the poultry.

Keywords: rice husk, performance, shavings, litter quality, sustainability.

INTRODUÇÃO

Na criação de frangos de corte, o ambiente em que os animais são criados interfere diretamente no desempenho. A cama onde as aves ficam dispostas durante todo o período de criação é um componente importante desse ambiente, sendo que o frango de corte passa mais de 80% do seu tempo deitado sobre a cama (Weeks et al. 2000). Esse substrato utilizado como cama exerce a função principal de evitar o contato direto das aves com o piso diminuindo variações de temperatura, além de absorver água, excreta, alimento e penas (Toledo et al. 2019).

Além do custo, as características naturais do material e suas alterações durante o ciclo de criação são levadas em consideração na escolha do substrato. Fatores como capacidade de retenção de água, densidade, umidade, temperatura, pH, tamanho de partícula e contaminação microbiológica vão determinar a qualidade desse material (Garcês et al. 2013; Taherparvar et al. 2016; Zikic et al. 2017). Controlar a umidade da cama é o desafio principal, já que está ligada a fatores como emissão de amônia, poeira, odor e saúde das aves (Dunlop et al. 2015). As características físicas do material escolhido pode ser uma ferramenta importante na tomada de decisão na escolha do material, evitando possíveis problemas na qualidade da cama.

O desempenho dos frangos pode ser influenciado pelo tipo de cama, seja pela ingestão do material nas fases inicial ou pela inatividade devido ao aumento de pododermatites em decorrência de cama úmida (Weeks et al. 2000; Sirri et al. 2016; Garcês et al. 2017). Pesquisas demonstram que os substratos alternativos (aparas ou casca de pinheiro, areia, palha de trigo picada, casca de arroz, serragem, papel, *Switchgrass* picado) não prejudicam o desempenho de frangos de corte, sendo um indicativo de que outros materiais

podem ser utilizados em substituição da maravalha (Bilgili et al. 2009; Davis et al. 2010, Onu et al. 2011; Villagr a et al. 2011).

No Brasil o material mais utilizado como cama de frango   a maravalha, seguido da casca de arroz. Porém, a concorrência pelo uso da maravalha tanto pela indústria de madeira quanto pela pecuária e bioenergia têm dificultado e onerado os custos para a produ o avícola (Davis et al. 2010, Oke et al. 2019). A utiliza o de casca de arroz limita-se a regiões onde há produ o desse cereal, não ocorrendo disponibilidade do produto para todas as localidades produtoras de frango de corte (Garcia et al. 2012). Deste modo, torna-se importante encontrar materiais alternativos que atendam às necessidades dos animais e do ambiente de cria o. Utilizar resíduos de outros setores como da agricultura,   uma forma de melhorar a produ o e diminuir o desperdício de materiais orgânicos, usando-os de forma eficiente na produ o avícola.

As gramíneas são perenes e de fácil propaga o, comumente encontradas em áreas rurais principalmente onde há produ o de ruminantes (Davis et al. 2015). Quando desidratada e embalada possui maior facilidade de armazenamento, favorecendo a logística e o manejo (Purswell et al. 2020). Na  rea urbana, o resíduo do corte de grama normalmente não   destinado de forma correta, sendo muitas vezes armazenados em embalagens plásticas e descartados juntamente com materiais inorgânicos. Inserir esse material na cama de frango seria uma alternativa de diminuir o uso de maravalha ou casca de arroz e ainda contribuir para um destino adequado do resíduo de gramínea. Nesse contexto, o presente estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes tipos de materiais de cama com inclusão de gramínea desidratada sobre o desempenho e rendimento de carcaça e cortes de frango, e verificar as características físico-químicas e microbiológicas dos materiais utilizados.

MATERIAL E MÉTODOS

Criação das aves e delineamento experimental

Todos os procedimentos adotados foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFGD (Protocolo nº 07/2019). O presente estudo foi realizado em um aviário experimental da cidade de Dourados, no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. A região possui latitude 22°13'18" S, longitude 54°48'23" W e altitude de 430 m e classificação climática de clima tropical úmido com inverno seco (Cwa) (Köppen 1948). O aviário possui boxes de 2,43 m² (1,80 x 1,35 m) equipados com bebedouros pendulares, comedouros tubulares, cortinas e sobrecortinas, placa evaporativa e nebulizadores para controlar a temperatura interna. Para o aquecimento na fase inicial utilizaram-se lâmpadas infravermelhas de 250 W, e adotou-se o programa de luz da linhagem Cobb[®], com lâmpadas de 40 W, obtendo-se 22 lúmens/m².

Foram utilizados 1080 pintainhos de corte de um dia de idade, machos, da linhagem Cobb 500[®], distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3x2: três níveis de gramínea desidratada (0, 25 e 50%) e dois materiais de cama (casca de arroz e maravalha), com seis repetições, totalizando 36 boxes, com 30 aves cada. A ração experimental foi fornecida *ad libitum*, a base de milho e farelo de soja, de acordo com a fase produtiva atendendo as exigências nutricionais propostas por Rostagno et al. (2017). A densidade utilizada foi de 14 aves/m².

Características e manejo com a cama

A gramínea utilizada na inclusão da cama era da espécie Esmeralda (*Zoysia japonica*), cortada com aproximadamente 5 cm de comprimento, seca ao sol por três dias, enleirada a noite, e espalhada novamente durante a manhã, sendo revolvida no período da

tarde facilitando sua desidratação. Foram utilizados 10 cm de altura de cama nos boxes, sendo as camas revolvidas com rastelo a cada dois dias em todos os tratamentos durante todo o período experimental. Para mensurar a inclusão de cada material de cama, utilizou-se uma caixa como medida de volume e estabeleceram-se as porcentagens de inclusão, revolvendo a cama para homogeneização dos diferentes substratos. Foram utilizadas no total oito caixas de material por boxes, sendo fracionadas conforme as inclusões dos tratamentos: inclusões de 50%: quatro caixas de gramínea e quatro caixas de maravalha ou casca de arroz; inclusões de 25%: duas caixas de gramínea e quatro caixas de maravalha ou casca de arroz.

As coletas para análise de cama foram realizadas no período da manhã com 0, 1, 14, 28 e 42 dias de experimentação. Foram coletadas de cada repetição três amostras do perfil da cama de pontos diferentes do boxe, formando-se um *pool*. Após a coleta, as amostras foram congeladas a -18°C para posterior análise laboratorial.

As análises de temperatura superficial e temperatura interna da cama foram realizadas in loco.

Análise microbiológica quantitativa da cama

As análises de contagem microbiológica foram realizadas nos dias 0, 1, 14, 28 e 42. Foram utilizados 10 g de amostra do *pool* de cama de cada repetição por dia de coleta, colocados em Erlenmeyer com 90 ml de água peptonada com diluições seriadas até 10^{-12} , semeadas em placas com *ágar count plate* (Evancho et al. 2001). As amostras foram realizadas em duplicatas, e as placas incubadas a 37°C por 24 horas para posterior contagem de colônias.

Para melhor disposição dos dados, multiplicou-se a contagem de microorganismos de acordo com a diluição, fez-se a média da duplicata, transformou para UFC/g, para posteriormente utilizar o logaritmo 10.

Análises físico-químicas da cama

As análises de temperatura superficial, temperatura interna, pH, matéria seca, nitrogênio total e estimativa de emissão de amônia foram realizadas nas amostras de 0, 1, 14, 28 e 42 dias de idade experimental.

A análise granulométrica, de densidade e capacidade de retenção de água foram realizadas com amostras de idade experimental zero (material íntegro, sem excreta).

Análise de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina foram realizadas no início do experimento (idade zero) e final (42 dias).

Temperatura superficial

A análise de temperatura superficial foi realizada por meio de câmera termográfica infravermelha da marca TESTO[®], modelo 880 com imagens realizadas a um metro de distância da cama. Fez-se uma foto por repetição, e por meio do software Testo IRSoft[®] selecionou-se 30 pontos aleatórios na cama para determinação da temperatura média dos pontos. A emissividade utilizada foi de 0,97, conforme metodologia adaptada de Nascimento et al. (2014).

Temperatura interna

Para a medida de temperatura interna da cama, um termômetro digital do tipo espeto foi introduzido na metade da profundidade da cama, em dois pontos opostos na diagonal do boxe, utilizando a média desses dois pontos.

Densidade

Em um becker colocou-se a amostra de cama até atingir a capacidade total do recipiente (500 ml) e estimou-se o peso em balança analítica de precisão 000,1 g. As análises foram feitas em quintuplicata. A densidade foi expressa em g/cm^3 , pois se avaliou o peso do material em relação ao seu volume (Teixeira et al. 2017).

Análise granulométrica

A amostra foi homogeneizada, pesada em balança analítica de 0,001 g de precisão, e realizado o peneiramento do material, agitando o conjunto de peneiras 20 vezes no mesmo sentido. As peneiras utilizadas foram de malha 9, 4, 2, 1 e 0,5 mm. Posteriormente, pesou-se a fração retida em cada peneira, calculando assim a porcentagem de material acumulado em cada peneira com relação ao peso inicial total da amostra (NBR 7181, ABNT/16). Para cada amostra realizou-se o procedimento de peneiramento cinco vezes, utilizando-se a média dos cinco valores de cada peneira.

Capacidade de Retenção de Água

Para determinar a capacidade de retenção de água, 20 g de amostra foram colocadas em becker, acrescentando-se 200 ml de água destilada. A mistura foi homogeneizada com um bastão de vidro, de forma que todas as partículas ficassem submersas na água. Após repouso de 30 minutos, a amostra foi colocada em peneira de 2 mm por 10 minutos e realizada a pesagem novamente (Oliveira et al. 2002). A amostra foi para estufa a 105 °C por 24 horas.

$$UmM = \frac{PI-PMS}{PMS} \quad Ret = \frac{PF-PMS}{PMS} \quad CRA = Ret-UmM$$

onde:

UmM = umidade natural do material;

PI = peso inicial da amostra;

PMS = peso matéria seca;

Ret = umidade retida no material depois de adicionado água;

PF = peso final após adicionado água;

CRA = capacidade de retenção de água.

pH

Foi utilizado 10 g de amostra de cama e 90 ml de água destilada, homogeneizada com bastão de vidro, repousada por 30 minutos e peneirada em gaze para evitar contato da cama com o eletrodo, conforme metodologia adaptada de Teixeira et al. (2017). Foi utilizado medidor de pH de bancada modelo TEC-51 Tecnal.

Matéria Seca

Na determinação da matéria seca utilizou-se a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2006). Após pré-secagem a 60 °C durante 72 horas em estufa de ventilação forçada, a amostra foi moída, e utilizados 2 g de amostra para secagem definitiva a 105 °C por 24 horas. A matéria seca foi calculada com base na seguinte equação:

$$MS = \frac{ASA \times ASE}{100}$$

onde:

MS = % de matéria seca total;

ASA = % da amostra após pré-secagem;

ASE = % da amostra após secagem definitiva.

Nitrogênio total e Estimativa de emissão de amônia

A mensuração do teor de nitrogênio total foi realizada com 0,3 g de amostra em duplicata pelo método de *Kjeldahl*, realizando a digestão da proteína e posterior destilação do nitrogênio (AOAC, 1990). Utilizou-se o destilador de nitrogênio modelo SL-74 Solab.

Estimou-se a emissão de amônia através da fórmula desenvolvida por Miragliotta et al. (2004):

$$E = \exp (-6,5023 + 0,3020\text{dia} + 0,1218Tc + 0,6142\text{pH} - 0,0043\text{dia}^2)$$

onde:

E = emissão de amônia (mg/m²/h);

dia = dia de produção;

pH = pH da cama;

Tc = temperatura média da cama (°C).

Fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina

A fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram determinadas conforme metodologia de Van Soest et al. (1991). Utilizou-se 0,5 g de amostra de cama em duplicata, realizando as análises de modo seqüencial de forma que as mesmas amostras que foram utilizadas para determinar FDN foram utilizadas para determinar a fração de FDA e lignina. O determinador de fibra utilizado foi o modelo TE-149 Tecnal.

Temperatura superficial das aves

O registro das temperaturas de superfícies das aves foi realizado através de imagens termográficas capturadas a um metro de distância das aves, às 8hs, 12hs e às 16hs nos dias 21, 28, 35 e 42 de idade das aves. Utilizou-se uma câmera termográfica infravermelha da marca TESTO[®], modelo 880 e com base nessas imagens, calculou-se a temperatura superficial média das aves do boxe com o auxílio do software Testo IRSoft[®]. Foram selecionados 30 pontos aleatórios no corpo das aves da imagem, adotando-se 0,95 de emissividade da superfície das aves, conforme metodologia de Royer et al. (2015).

Desempenho do lote

Foram avaliados semanalmente de forma cumulativa o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e viabilidade. Para análise dos dados foi utilizado os períodos 1 a 7, 1 a 21 e 1 a 42 dias.

Foi realizada a pesagem por boxe das aves para ganho de peso semanal, ração fornecida e sobras para mensurar o consumo de ração. A conversão alimentar foi baseada nos dois parâmetros anteriores (consumo alimentar/ganho de peso). Para cálculo da viabilidade foram consideradas as mortalidades ocorridas no boxe no período avaliado em relação ao número de aves alojadas.

Rendimento de carcaça e cortes

Aos 42 dias de idade, selecionaram-se 10 aves por repetição para o abate, sendo essas aves submetidas a um período de jejum alimentar de 6 horas, pesadas para mensuração do peso vivo (PV), eutanasiadas por deslocamento cervical e sacrificadas por sangria das veias jugulares e artérias carótidas, escaldadas a 58 °C, depenadas, evisceradas e retirados os pés e cabeça. Posteriormente todas as carcaças foram submetidas ao pré-*chiller* durante 18 minutos (10 a 18 °C) e *chiller* durante 12 minutos (0 a 2 °C) como forma de resfriamento da carcaça.

O rendimento da carcaça quente (RCQ) foi obtido por meio da equação: $RCQ = PCQ * 100 / PV$, sendo que PCQ é o peso da carcaça quente após evisceração, e o rendimento de carcaça resfriada (RCR) foi obtido pela equação: $RCR = PCR * 100 / PV$, sendo que PCR é o peso da carcaça resfriada após passar pelo processo de resfriamento (*chiller*). Os rendimentos dos cortes de peito, perna, asa e dorso foram mensurados com base no PCR.

Análise estatística

Os dados foram observados quanto à normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias. Os dados de viabilidade e granulometria por não atenderem essas premissas, foram transformados através da escala logarítmica. Posteriormente foram submetidos à análise de variância através do procedimento MIXED do SAS (SAS 9.3). Foram realizados os

desdobramentos dos efeitos das interações entre os efeitos principais (substrato e níveis de inclusão de gramínea desidratada) sendo avaliados através de regressões utilizando polinômios ortogonais e comparações de médias pelo teste de Tukey.

As variáveis microbiológica, pH de cama, matéria seca, nitrogênio e emissão de amônia foram submetidos a análise de variância através do procedimento MIXED do SAS (SAS 9.3) com o uso do comando REPEATED na qual os dias de avaliação foram considerados medidas repetidas no tempo. Em todas as análises realizadas o nível de significância utilizado foi de 5%.

RESULTADOS

Os resultados foram expressos de duas formas, sendo que para aquelas variáveis que obtiveram interação, efeitos simples de níveis de inclusão de gramínea ou tempo, os resultados foram apresentados através das equações. Porém, por se tratar de um experimento com somente três níveis de inclusão de gramínea desidratada, para melhor representação dos dados foram realizadas comparação de médias de alguns resultados.

Análise microbiológica quantitativa da cama

Os diferentes substratos utilizados como cama apresentaram diferença significativa nos dias 0, 1, 14, 21 e 28 dias (Tabela 1). A casca de arroz mostrou-se com maior contagem microbiana até os 28 dias de idade do lote. Já com 1 dia, para as inclusões de gramínea desidratada quanto maior a adição, maior a contagem de microorganismos, apresentando comportamento linear crescente ($y=0,0129x+5,4293$; $R^2=0,0977$; $P=0,05$) (Figura 1).

Aos 28 dias, a cama sem gramínea desidratada apresentou maior contagem do que os outros níveis de inclusão, apresentando comportamento linear decrescente com a inclusão da gramínea ($y=-0,009x+7,1903$; $R^2=0,1828$; $P=0,0199$).

Quando se avaliou o efeito do tempo para a contagem microbiológica (Tabela 2), houve interação substrato*tempo, apresentando equação polinomial de quarto grau (Figura 2), e tempo*inclusão de gramínea também apresentando uma equação polinomial de quarto grau (Figura 3) representando as fases de lag log dos microorganismos.

Tabela 1. Contagem total de unidade formadora de colônias (Log UFC/g de cama) de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusões de gramínea desidratada

Dia	Substrato	Níveis de Inclusão			Média	EPM	Valor de P		
		0	25	50			Substrato (S)	Níveis de Inclusão (N)	S*N
0	Casca de arroz	5,75	6,03	5,63	5,80 a				
	Maravalha	3,96	5,12	5,12	4,73 b	0,164	0,0002	0,0745	0,1142
	Média	4,85	5,58	5,38	5,22				
1	Casca de arroz	6,25	6,28	6,89	6,47 a				
	Maravalha	4,60	5,23	5,25	5,02 b	0,142	<0,0001	0,0003	0,0582
	Média	5,42 C	5,75 B	6,07 A	5,75				
14	Casca de arroz	10,92	10,69	10,16	10,58 a				
	Maravalha	8,74	8,82	9,03	8,86 b	0,191	<0,0001	0,6788	0,1585
	Média	9,83	9,75	9,60	9,68				
21	Casca de arroz	12,69	12,26	12,43	12,46 a				
	Maravalha	10,47	10,22	10,41	10,36 b	0,197	<0,0001	0,1325	0,8026
	Média	11,58	11,24	11,42	11,21				
28	Casca de arroz	7,43	7,05	6,92	7,13 a				
	Maravalha	7,04	6,52	6,69	6,75 b	0,080	0,0078	0,0151	0,6714
	Média	7,23 A	6,78 B	6,80 B	6,94				
42	Casca de arroz	6,58	6,27	6,65	6,50				
	Maravalha	6,51	6,48	6,42	6,47	0,082	0,8607	0,6812	0,5686
	Média	6,54	6,38	6,54	6,48				

EPM: Erro padrão da média

*Os valores médios na mesma linha seguidos por diferentes letras maiúsculas diferem significativamente (P<0,05).

**Os valores médios na mesma coluna seguidos por diferentes letras minúsculas diferem significativamente (P<0,05).

Tabela 2. Médias do crescimento microbiológico (Log UFC/g de cama) em diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusões de gramínea desidratada. Probabilidades dos efeitos simples e interações entre substrato, inclusão de gramínea desidratada e tempo

Substrato	Níveis de Inclusão			Média	EPM
	0	25	50		
Casca de arroz	7,50	7,27	7,40	7,39	
Maravalha	6,05	6,23	6,32	6,20	0,159
Média	6,78	6,75	6,86	7,45	

Valor de P						
Substrato (S)	Níveis de Inclusão (N)	Tempo (T)	S*N	S*T	N*T	S*N*T
0,0001	0,5023	<0,0001	0,0756	<0,0001	0,0115	0,5104

EPM: Erro padrão da média

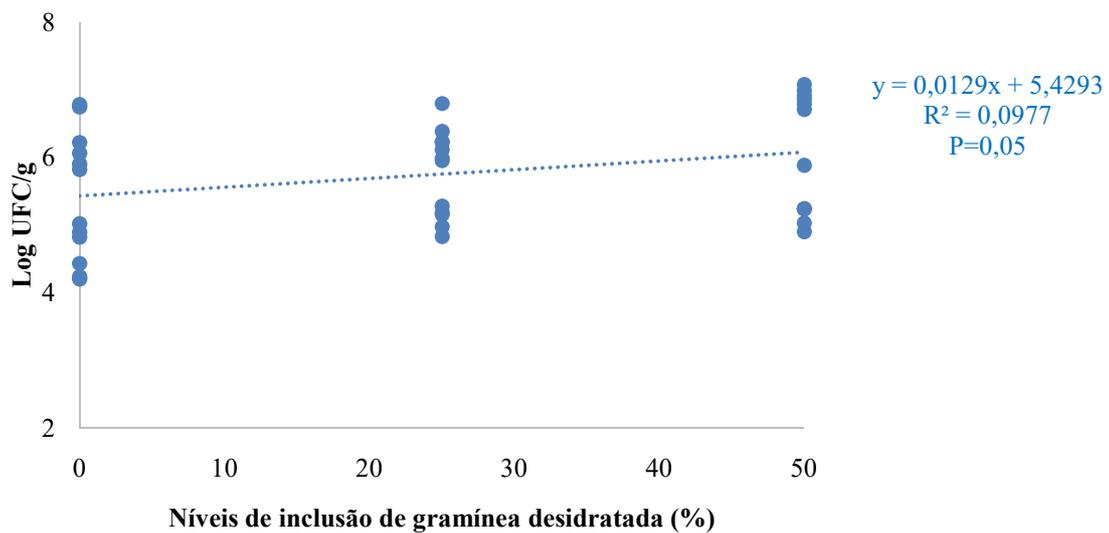


Figura 1. Contagem total de microorganismos de cama de frango (maravalha e casca de arroz) com diferentes inclusões de gramínea desidratada, com 1 dia de alojamento das aves

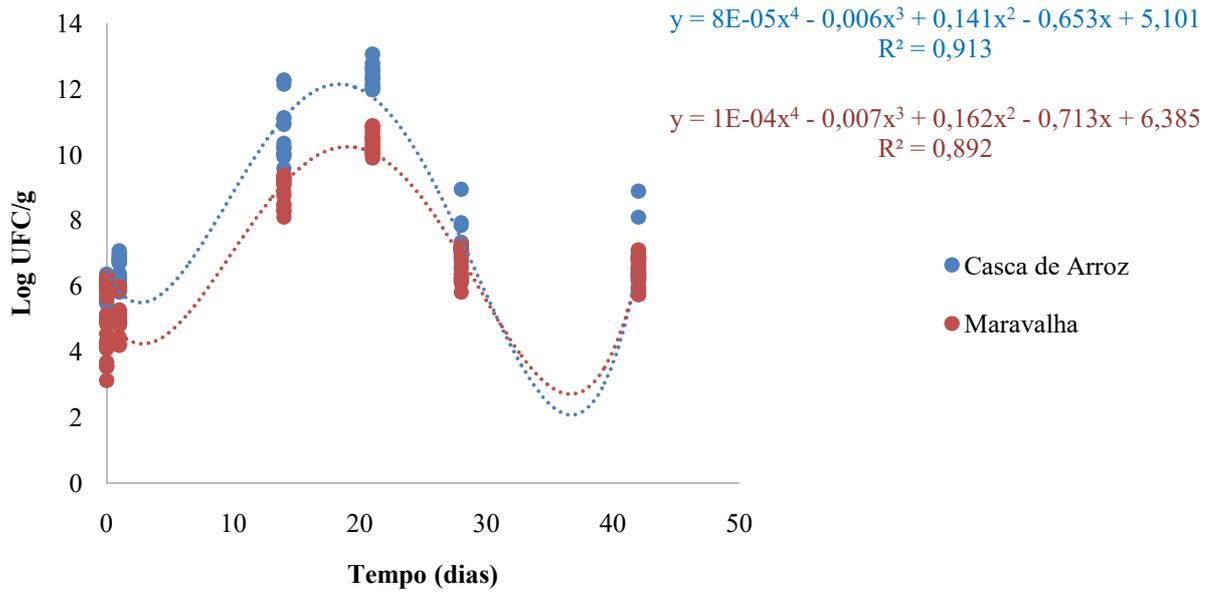


Figura 2. Efeito da interação do tempo nos diferentes substratos de cama em relação a contagem total de microorganismos

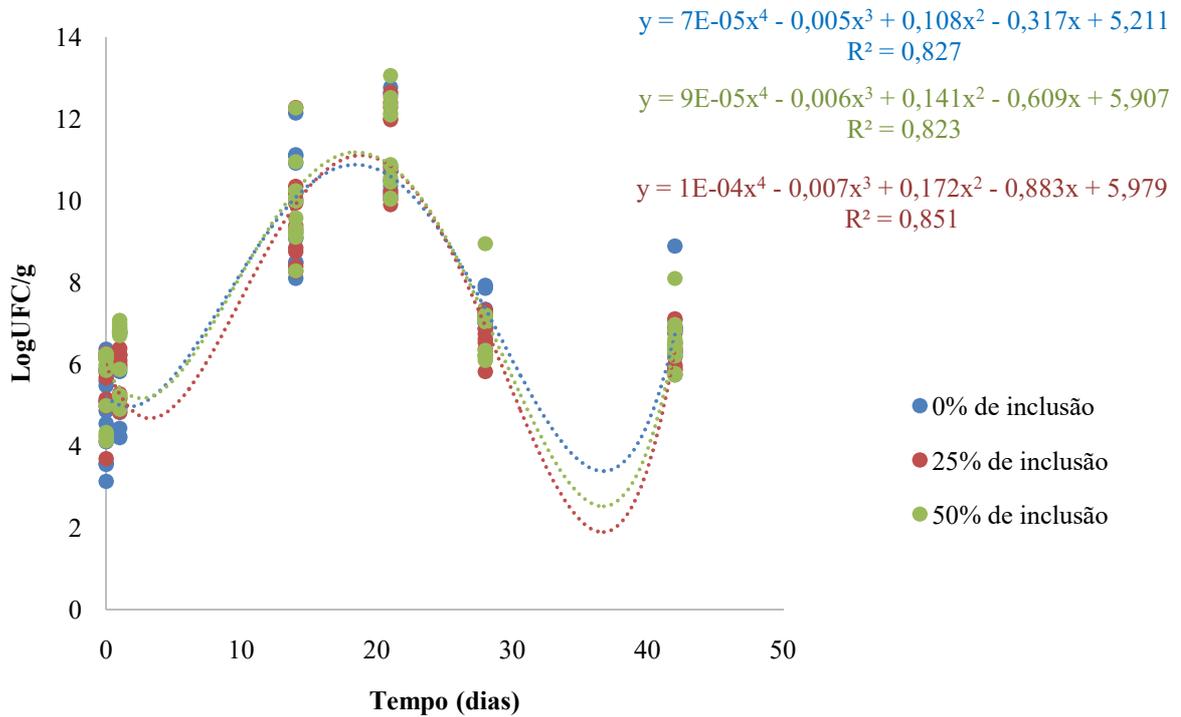


Figura 3. Efeito da interação do tempo nos níveis de inclusão de gramínea desidratada nos diferentes tipos de cama em relação a contagem total de microorganismos

Análises físico-químicas da cama

Temperatura superficial

Não houve efeito do tipo de substrato em todos os dias avaliados e dos níveis de inclusão nos dias 0, 1, 14, e 28 dias na temperatura superficial da cama (Tabela 3).

Aos 42 dias, os níveis de inclusão apresentaram diferença significativa ($P=0,0279$), sendo que a inclusão de 50% de gramínea desidratada teve as maiores médias de temperatura superficial quando comparado aos demais níveis.

Tabela 3. Temperatura superficial (°C) de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusão de gramínea desidratada

Dia	Substrato	Níveis de Inclusão			Média	EPM	Valor de P		
		0	25	50			Substrato (S)	Níveis de Inclusão (N)	S*N
0	Casca de arroz	30,8	31,0	30,9	30,9	0,846	0,4456	0,2529	0,7967
	Maravalha	30,7	30,8	31,0	30,8				
	Média	30,8	30,9	30,9	30,9				
1	Casca de arroz	36,7	36,6	36,7	36,7	0,243	0,1515	0,8600	0,7990
	Maravalha	35,8	35,4	35,6	35,9				
	Média	36,2	36,5	36,2	36,3				
14	Casca de arroz	28,6	28,5	28,8	28,6	0,098	0,7667	0,3055	0,4920
	Maravalha	28,2	28,7	28,8	28,6				
	Média	28,4	28,6	28,8	28,6				
28	Casca de arroz	29,7	29,7	30,0	29,8	0,090	0,1173	0,0771	0,6544
	Maravalha	29,3	29,4	29,9	29,5				
	Média	29,5	29,5	30,0	29,7				
42	Casca de arroz	27,1	27,4	28,3	27,6	0,215	0,2351	0,0279	0,9643
	Maravalha	27,5	27,9	30,0	28,1				
	Média	27,3 B	27,7 B	28,7 A	27,9				
Equação									
Níveis de Inclusão / 42 dias		$y=0,0324x+26,967$				P=0,0011		R ² =0,2850	

EPM: Erro padrão da média

*Os valores médios na mesma linha seguidos por diferentes letras maiúsculas diferem significativamente ($P<0,05$).

Temperatura Interna

Não houve efeito dos níveis de inclusão de gramínea desidratada nos diferentes substratos analisados. Houve apenas efeito isolado do tipo de substrato, sendo que a cama de casca de arroz apresentou maior temperatura interna do que a de maravalha ($P=0,0383$) (Tabela 4). Houve efeito do tempo na temperatura interna, apresentando comportamento linear crescente ($P<0,0001$) (Figura 4).

Tabela 4. Médias de temperatura interna ($^{\circ}\text{C}$) de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusões de gramínea desidratada. Probabilidades dos efeitos simples e interações entre substrato, inclusão de gramínea desidratada e tempo

Substrato	Níveis de Inclusão			Média	EPM	
	0	25	50			
Casca de arroz	30,8	31,2	31,0	31,0 a	0,181	
Maravalha	30,4	31,1	30,8	30,7 b		
Média	30,6	31,2	31,0	30,9		
Valor de P						
Substrato (S)	Níveis de Inclusão (N)	Tempo (T)	S*N	S*T	N*T	S*N*T
0,0383	0,8006	<0,0001	0,4369	0,2154	0,7776	0,8062

EPM: Erro padrão da média

*Os valores médios na mesma coluna seguidos por diferentes letras minúscula diferem significativamente ($P<0,05$).

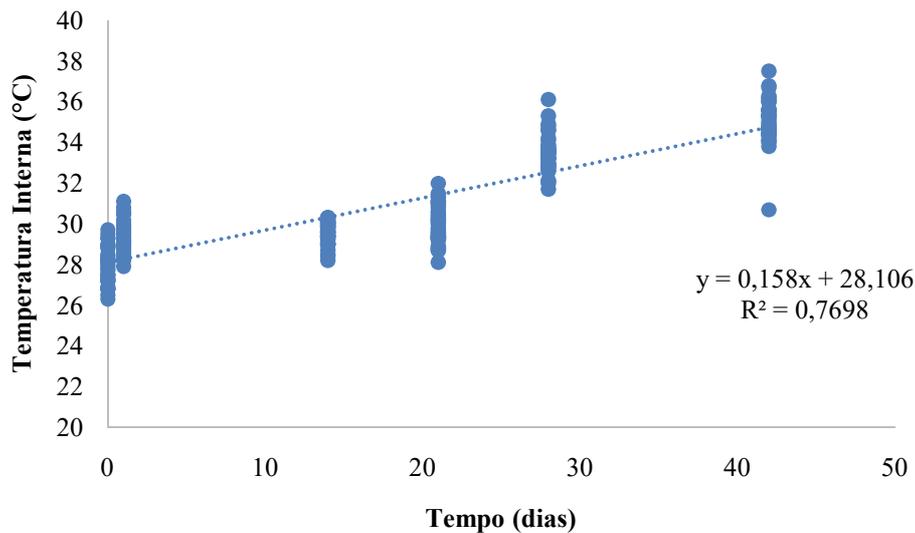


Figura 4. Efeito do tempo na temperatura interna de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusões de gramínea desidratada

Densidade

A inclusão de gramínea desidratada interagiu com os substratos utilizados (Tabela 5), apresentando comportamento linear decrescente para casca de arroz ($y = -0,0009x + 0,1185$; $R^2 = 0,7517$; $P < 0,0001$) e maravalha ($y = -0,0008x + 0,1178$; $R^2 = 0,7397$; $P < 0,0001$) (Figura 5).

As inclusões 25 e 50% apresentaram menor densidade na casca de arroz, enquanto que na maravalha somente a inclusão de 50% de gramínea diferiu das demais inclusões, apresentando menor densidade.

Tabela 5. Densidade de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusões de gramínea desidratada

Substrato	Níveis de Inclusão			Média	EPM	Valor de P		
	0	25	50			Substrato (S)	Níveis de Inclusão (N)	S*N
Casca de arroz	0,121 Aa	0,085 Bb	0,080 Ba	0,095				
Maravalha	0,113 Aa	0,110 Aa	0,073 Ba	0,100	0,003	0,4752	<0,0001	0,0020
Média	0,117	0,100	0,076	0,097				

EPM: Erro padrão da média

*Os valores médios na mesma linha seguidos por diferentes letras maiúsculas diferem significativamente ($P < 0,05$).

**Os valores médios na mesma coluna seguidos por diferentes letras minúsculas diferem significativamente ($P < 0,05$).

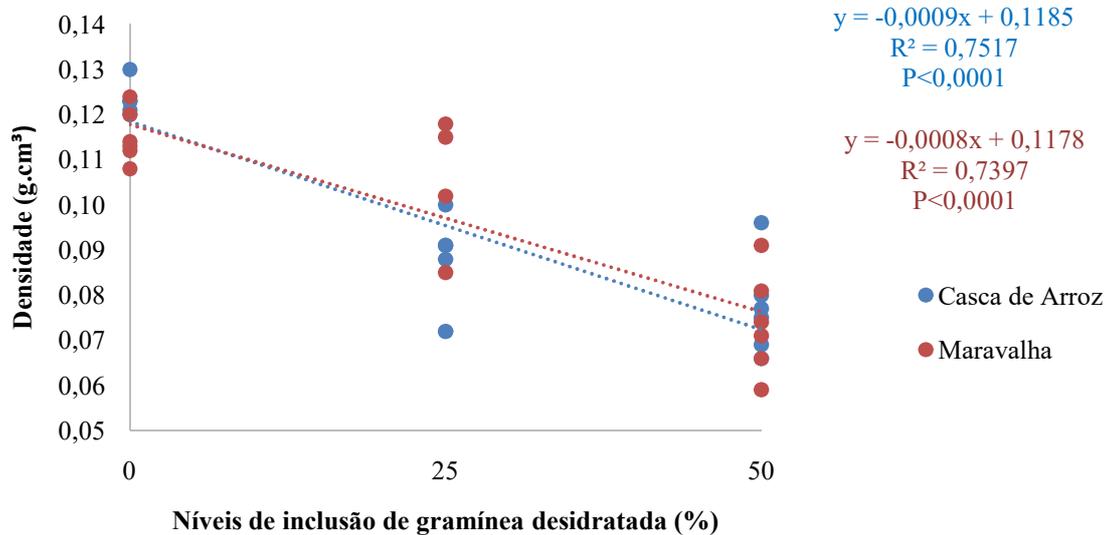


Figura 5. Efeito da interação dos diferentes substratos de cama de frango de corte e inclusões de gramínea desidratada em relação a densidade

Análise granulométrica

Os tamanhos de partículas dos materiais utilizados apresentaram comportamentos diferentes entre casca de arroz e maravalha (Tabela 6). Na peneira de 9 mm houve interação do tipo de material com a inclusão de gramínea desidratada apresentando efeito linear crescente para casca de arroz ($y=0,8396x+2,5491$; $R^2 = 0,6017$; $P=0,0002$), sendo que a maravalha não apresentou equação significativa. Também houve interação do tipo de material de cama e inclusão de gramínea na peneira de 4 mm, com uma equação linear crescente para casca de arroz ($y=-0,7286x+53,881$; $R^2=0,6306$; $P<0,0001$) e maravalha ($y=0,3261x+32,828$; $R^2 = 0,4329$; $P=0,0036$) (Figura 6).

A maravalha obteve partículas maiores, com maior quantidade de materiais retidos na peneira de 9 mm. Porém, apresentou maior porção de materiais na peneira de 0,5 mm

($P=0,0432$) e no fundo do conjunto das peneiras quando comparada com a casca de arroz ($P=0,0003$).

A casca de arroz, com partículas menores, não reteve nenhum material na peneira de 9 mm quando não havia inclusão de gramínea desidratada, o que delineou seu comportamento nas demais peneiras, retendo mais material na peneira de 4 mm ($P=0,0021$) e 2 mm ($P<0,0001$) do que a maravalha.

Tabela 6. Granulometria (%) de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusões de gramínea desidratada

Nº	Peneira (mm)	Substrato	Níveis de Inclusão			Média	EPM	Valor de P		
			0	25	50			Substrato (S)	Níveis de Inclusão (N)	S*N
9		Casca de arroz	0 Bb	28,63 Aa	41,98 Aa	23,54				
		Maravalha	40,16 Aa	38,60 Aa	50,24 Aa	43,00	3,555	0,0004	0,0007	0,0230
		Média	20,01	33,62	46,11	33,27				
4		Casca de arroz	57,41 Aa	28,60 Ba	20,97 Ca	35,66				
		Maravalha	33,86 Ab	22,64 Aa	17,54 Aa	24,68	2,708	0,0021	<0,0001	0,0354
		Média	45,63	25,62	19,26	30,17				
2		Casca de arroz	31,49	35,59	29,41	31,49 a				
		Maravalha	15,42	24,71	19,73	19,95 b	1,314	<0,0001	0,0540	0,1389
		Média	23,46	29,15	24,57	25,73				
1		Casca de arroz	7,24	6,28	5,46	6,33				
		Maravalha	6,31	8,87	7,45	7,49	0,369	0,1069	0,4714	0,1222
		Média	6,77	7,50	6,45	6,91				
0,5		Casca de arroz	2,58	1,90	1,48	1,98 b				
		Maravalha	2,69	2,81	2,88	2,79 a	0,197	0,0432	0,6192	0,3933
		Média	2,64	2,36	2,18	2,39				
Fundo		Casca de arroz	0,78	0,91	0,62	0,76 b				
		Maravalha	1,45	2,20	2,09	1,91 a	0,166	0,0003	0,4429	0,4824
		Média	1,11	1,56	1,36	1,34				

EPM: Erro padrão da média

*Os valores médios na mesma linha seguidos por diferentes letras maiúsculas diferem significativamente ($P < 0,05$).

**Os valores médios na mesma coluna seguidos por diferentes letras minúsculas diferem significativamente ($P < 0,05$).

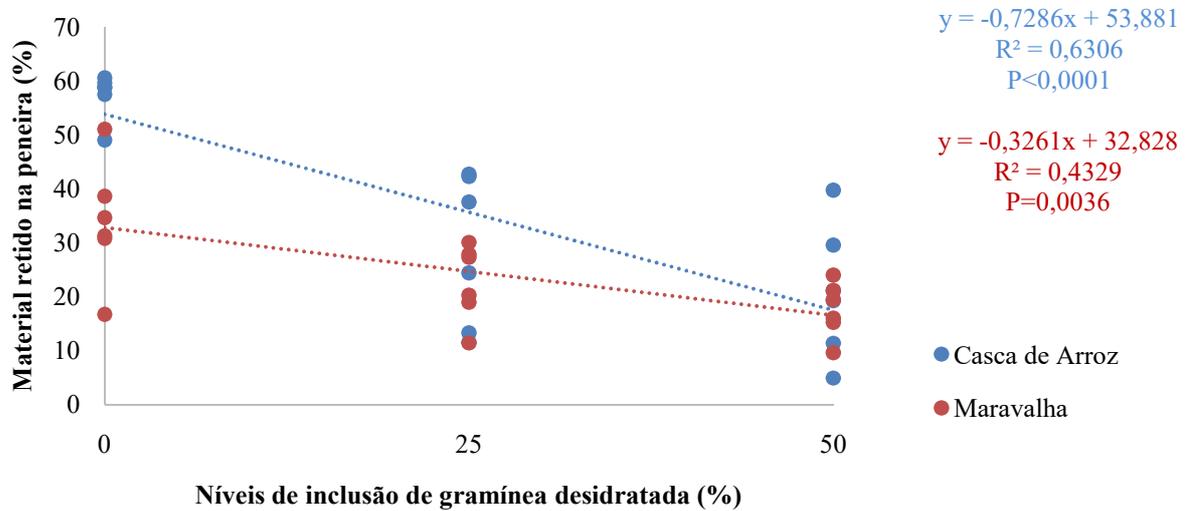


Figura 6. Retenção dos materiais casca de arroz e maravalha na peneira 4 mm

Capacidade de Retenção de Água

Houve efeito isolado do substrato ($P < 0,0001$) e dos níveis de inclusão de gramínea ($0,0018$). Em relação as médias dos substratos a cama de casca de arroz apresentou maior retenção de água do que a de maravalha. (Tabela 7). Os níveis de inclusão de gramínea apresentaram equação linear crescente ($y = 0,0071x + 1,4339$; $R^2 = 0,1518$; $P = 0,0399$) e quando comparada as médias, o nível que mais reteve água foi o de 50% de inclusão de gramínea desidratada, independente do substrato utilizado.

Tabela 7. Capacidade de retenção de água (g água/g de cama) de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusões de gramínea desidratada

Substrato	Níveis de Inclusão			Média	EPM	Valor de P		
	0	25	50			Substrato (S)	Níveis de Inclusão (N)	S*N
Casca de arroz	1,67	1,75	1,93	1,78 a				
Maravalha	1,33	1,33	1,60	1,38 b	0,051	<0,0001	0,0018	0,3377
Média	1,44 B	1,54 B	1,77 A	1,57				

EPM: Erro padrão da média

*Os valores médios na mesma linha seguidos por diferentes letras maiúsculas diferem significativamente (P<0,05).

**Os valores médios na mesma coluna seguidos por diferentes letras minúsculas diferem significativamente (P<0,05).

pH

Conforme foi aumentando o tempo de criação das aves, houve uma elevação do pH, apresentando interação entre tempo, material utilizado (casca de arroz e maravalha) e inclusão de gramínea desidratada (Tabela 8).

Para casca de arroz houve efeito linear crescente nos níveis de inclusão de gramínea 0 e 25%, e quadrático negativo no nível de 50%, sendo que com 25% de gramínea desidratada o aumento de pH foi mais acentuado, quando comparado com a equação de 0%. O nível de 50% de inclusão atingiu o ponto de máximo pH com aproximadamente 30 dias (Figura 7). Já a maravalha apresentou comportamento linear crescente para o nível de 25% de inclusão; e quadrático negativo para 0 e 50% de inclusão atingindo aos 37 e 34 dias, respectivamente o maior valor de pH. (Figura 8).

Tabela 8. Médias do pH de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusões de gramínea desidratada. Probabilidades dos efeitos simples e interações entre substrato, inclusão de gramínea desidratada e tempo

Substrato	Níveis de Inclusão			Média	EPM
	0	25	50		
Casca de arroz	6,935	6,908	6,915	6,919	
Maravalha	6,112	6,437	6,641	6,397	0,051
Média	6,523	6,673	6,778	6,659	

Valor de P						
Substrato (S)	Níveis de Inclusão (N)	Tempo (T)	S*N	S*T	N*T	S*N*T
<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

EPM: Erro padrão da média

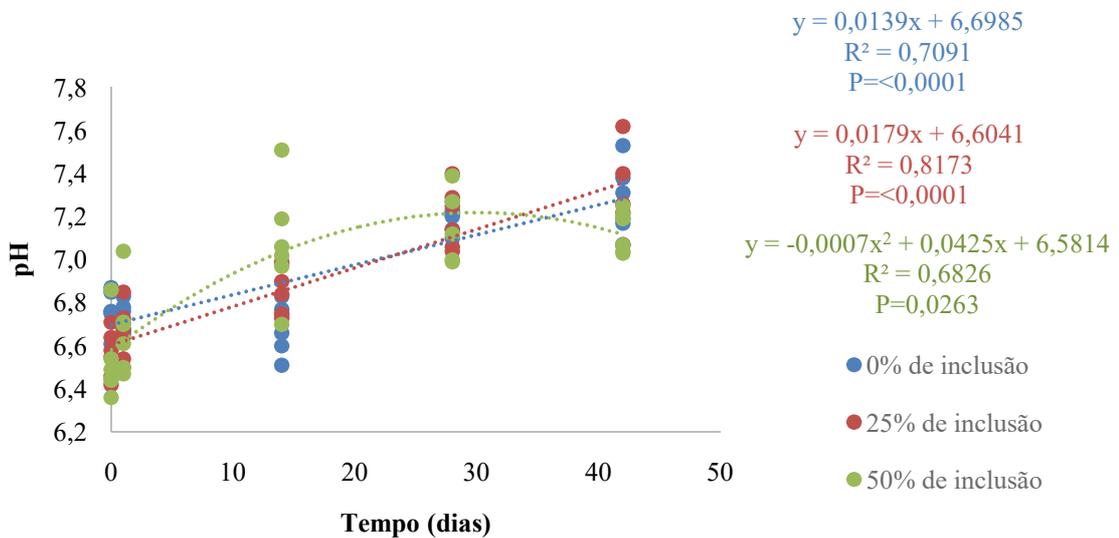


Figura 7. Interação do tempo x inclusão de gramínea desidratada x casca de arroz no pH de cama de frango

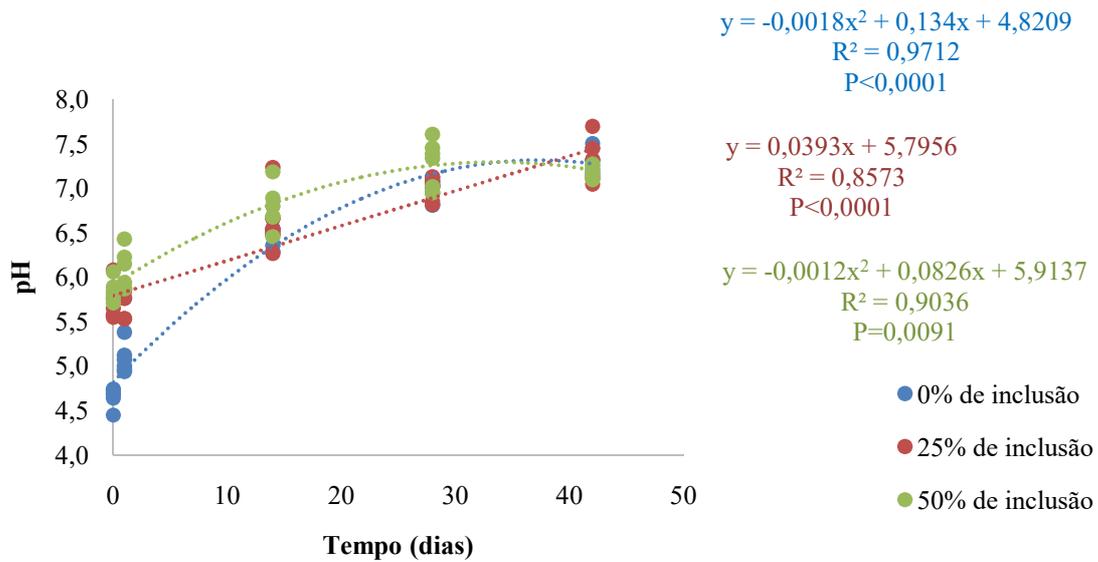


Figura 8. Interação do tempo x inclusão de gramínea desidratada x maravalha no pH de cama de frango

Matéria Seca

Houve interação do tempo e níveis de inclusão de gramínea desidratada na umidade dos materiais de cama ($P < 0,0001$) (Tabela 9), apresentando efeito quadrático positivo para as inclusões 0 e 25% e linear decrescente para a inclusão de 50% (Figura 9), mostrando que conforme aumentou o tempo das aves sobre a cama, aumentou a umidade do substrato. A diferenciação da umidade em relação aos níveis de inclusão iniciou com 14 dias de experimento, sendo que as inclusões 25 e 50% apresentaram maior umidade com 14, 28 e 42 dias do que o substrato puro (0% de gramínea desidratada).

Tabela 9. Médias da matéria seca (%) de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusões de gramínea desidratada. Probabilidades dos efeitos simples e interações entre substrato, inclusão de gramínea desidratada e tempo

Substrato	Níveis de Inclusão			Média	EPM	
	0	25	50			
Casca de arroz	70,678	64,735	64,000	66,471		
Maravalha	65,976	67,008	64,100	65,695	1,265	
Média	68,327	65,872	64,050	65,891		
Valor de P						
Substrato (S)	Níveis de Inclusão (N)	Tempo (T)	S*N	S*T	N*T	S*N*T
0,2545	<0,0001	<0,0001	0,0522	0,1273	0,0027	0,3568
Desdobramento dos Níveis de Inclusão*Tempo						
Níveis de Inclusão	Dias					
	0	1	14	28	42	
0	81,427 a	84,719 a	70,200 a	55,613 a	49,675 a	
25	83,975 a	85,599 a	65,360 b	50,287 b	44,138 b	
50	82,336 a	84,453 a	63,640 b	47,584 b	42,237 b	

EPM:Erro padrão da média

*Os valores médios na mesma coluna seguidos por diferentes letras minúsculas diferem significativamente (P<0,05).

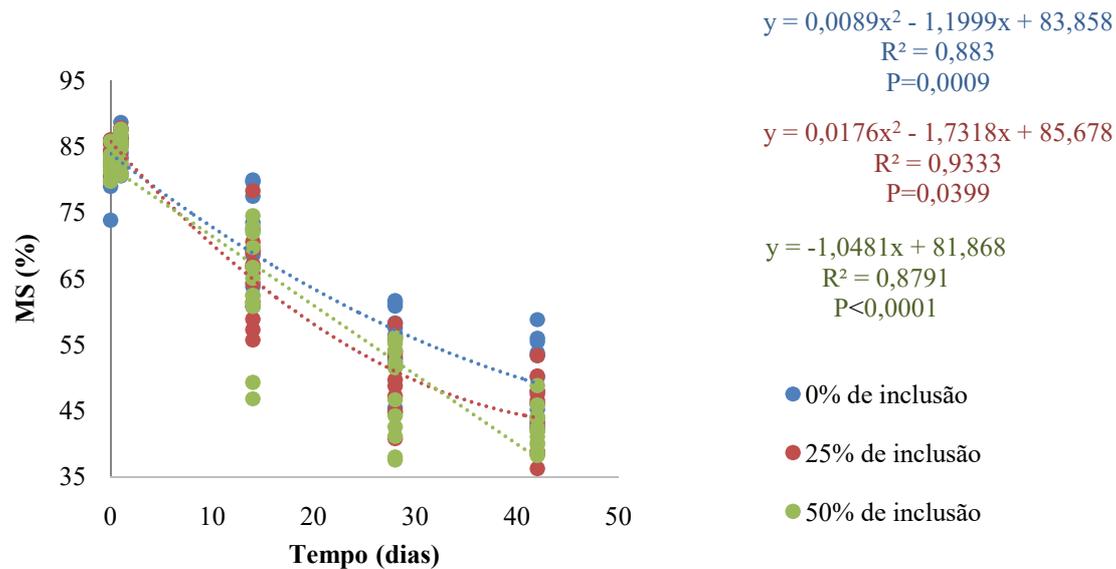


Figura 9. Efeito da interação do tempo e inclusão de gramínea desidratada nos diferentes tipos de cama em relação a matéria seca

Nitrogênio total e Estimativa de Emissão de Amônia

Houve efeito linear crescente tanto nos níveis de inclusão de gramínea desidratada ($y=0,0081x+1,3592$; $R^2=0,0380$; $P<0,0001$) quanto no tempo ($y=0,0446x+0,8026$; $R^2=0,7252$; $P<0,0001$) em relação a porcentagem de nitrogênio total (Tabela 10). O nível de 50% de inclusão apresentou maior teor de nitrogênio quando comparado aos demais níveis de inclusão de gramínea desidratada.

A emissão de amônia apresentou interação do tempo e dos níveis de inclusão de gramínea desidratada (Tabela 11). Nos três níveis de inclusão houve comportamento quadrático positivo (Figura 10) e conforme foram aumentando a permanência das aves sobre a cama houve um aumento da emissão de amônia. Ao final do ciclo de produção, a inclusão de 25% de gramínea desidratada apresentou a maior emissão de amônia.

Tabela 10. Médias de nitrogênio total (%) de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusões de gramínea desidratada. Probabilidades dos efeitos simples e interações entre substrato, inclusão de gramínea desidratada e tempo

Substrato	Níveis de Inclusão			Média	EPM	
	0	25	50			
Casca de arroz	1,444	1,607	1,759	1,603		
Maravalha	1,334	1,410	1,815	1,521	0,062	
Média	1,389 B	1,510 B	1,787 A	1,569		
Valor de P						
Substrato (S)	Níveis de Inclusão (N)	Tempo (T)	S*N	S*T	N*T	S*N*T
0,3830	0,0024	<0,0001	0,5450	0,0507	0,4908	0,2432
Equações						
Níveis de Inclusão	y=0,0081x+1,3592			R ² =0,0380	P<0,0001	
Tempo	y=0,0446x+0,8026			R ² =0,7252	P<0,0001	

EPM: Erro padrão da média

*Os valores médios na mesma linha seguidos por diferentes letras maiúsculas diferem significativamente (P<0,05).

Tabela 11. Médias de emissão de amônia (mg/m²/h) de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusão de gramínea desidratada. Probabilidades dos efeitos simples e interações entre substrato, inclusão de gramínea desidratada e tempo

Substrato	Níveis de Inclusão			Média	EPM	
	0	25	50			
Casca de arroz	583,02	632,16	542,92	586,04		
Maravalha	523,35	578,57	549,80	550,57	0,805	
Média	553,19	605,37	546,36	563,83		
Valor de P						
Substrato (S)	Níveis de Inclusão (N)	Tempo (T)	S*N	S*T	N*T	S*N*T
0,0589	0,0213	<0,0001	0,2725	0,2700	<0,0001	0,4169

EPM: Erro padrão da média

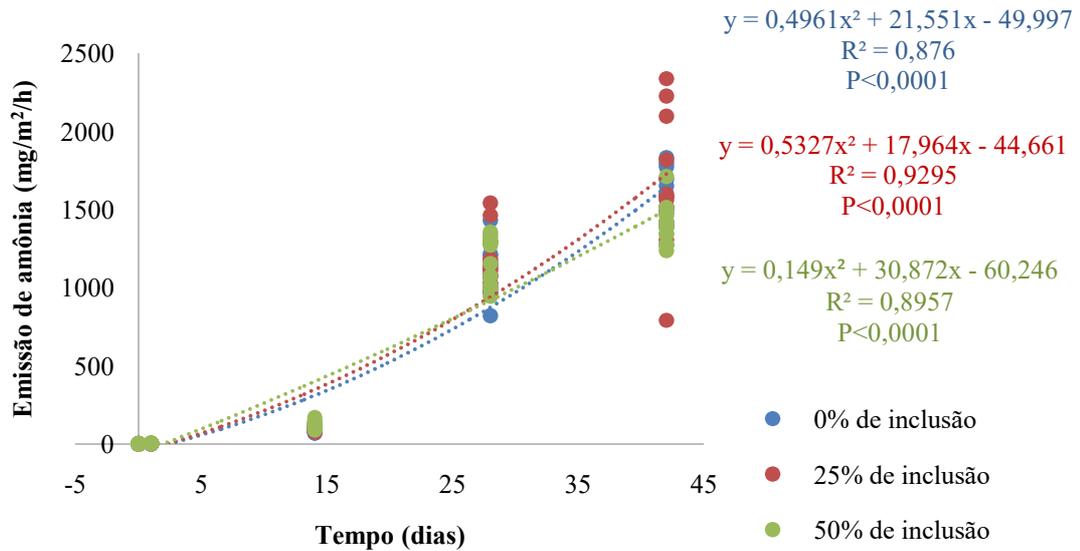


Figura 10. Efeito da interação tempo e inclusão de gramínea desidratada nos diferentes tipos de cama em relação a emissão de amônia ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$)

Fibra detergente neutro, fibra detergente ácido e lignina

Houve interação do substrato e níveis de inclusão de gramínea desidratada nas variáveis FDA ($P=0,0176$) (casca de arroz: $y = -0,1625x + 62,998$; $R^2=0,4672$; $P=0,0026$ e maravalha: $y = 0,3225x + 69,711$; $R^2=0,8284$; $P < 0,0001$) e lignina ($P=0,0027$) (casca de arroz: $y = -0,0661x + 28,823$; $R^2=0,205$; $P=0,0270$ e maravalha: $y = -0,2275x + 32,26$; $R^2 = 0,7683$; $P < 0,0001$) no dia zero do período experimental (Tabela 12). A casca de arroz com 50% de inclusão de gramínea apresentou o menor teor de FDA, enquanto na maravalha os três níveis de inclusão apresentaram diferença entre as médias, e conforme foi aumentando a inclusão, houve uma diminuição da FDA (Figura 11). Houve efeito isolado dos substratos e dos níveis de inclusão na FDN no período de zero dia. Os níveis de inclusão apresentaram equação linear decrescente ($y = -0,1204x + 79,840$; $R^2=0,3786$; $P=0,0011$), sendo que quando observado as médias, a inclusão de 50% de gramínea desidratada, independente do substrato, apresentou menor teor de FDN no início do experimento ($P=0,0003$) e comparando os substratos, a casca de arroz apresentou maior teor de FDN do que a maravalha ($P=0,0010$). Avaliando o teor de

lignina na cama de casca de arroz nesse período não houve diferença entre as médias nos níveis de gramínea desidratada. Para o uso de maravalha com 50% de inclusão de gramínea houve menor teor de lignina (Figura 12).

Aos 42 dias, houve interação do substrato e níveis de inclusão de gramínea desidratada para FDA ($P=0,142$) (casca de arroz: $y=-0,0982x+32,037$; $R^2=0,2884$; $P=0,0170$ e maravalha: $y = -0,1748x + 38,236$; $R^2 = 0,2759$; $P=0,0009$), não sendo observado diferença entre os níveis de inclusão na casca de arroz e na maravalha a inclusão de 50% apresentou o menor teor de FDA nesse período (Figura 13). A FDN manteve seu comportamento de 0 dia, apresentando efeito isolado dos substratos e dos níveis de inclusão aos 42 dias, sendo que os níveis de inclusão apresentaram equação linear decrescente ($y=-0,1469x+53,114$; $R^2=0,3543$; $P=0,0024$) e a inclusão de 50% continuou apresentando o menor teor de FDN ($P=0,008$). Porém, quando observado as médias dos substratos, a maravalha passou a apresentar maior teor de FDN ($P<0,0001$), diferente do encontrado no início do experimento. A lignina aos 42 dias apresentou efeito isolado dos níveis de inclusão de gramínea desidratada ($P=0,0016$), com comportamento linear decrescente ($y=-0,0677x+14,659$; $R^2=0,3335$; $P=0,0005$), mantendo o nível de 50% de inclusão de gramínea com o menor teor de lignina.

Tabela 12. Fibra em detergente neutro (% MS) (FDN), fibra em detergente ácido (% MS) (FDA) e lignina (% MS) de diferentes substratos de cama de frango de corte com inclusão de gramínea desidratada em cama nova e com 42 dias

Variável	Dia	Substrato	Níveis de Inclusão			Média	EPM	Substrato (S)	Valor de P	
			0	25	50				Níveis de Inclusão (N)	S*N
FDN	0	Casca de arroz	79,33	81,67	76,12	79,03 a	0,834	0,0010	0,0003	0,0704
		Maravalha	78,99	75,26	70,16	74,80 b				
		Média	79,15 A	78,46 A	73,13 B	76,83				
FDA	0	Casca de arroz	62,15 Ab	60,95 Aa	55,72 Ba	59,61	1,116	0,1236	<0,0001	0,0176
		Maravalha	69,05 Aa	63,22 Ba	52,93 Ca	61,74				
		Média	65,61	62,09	54,33	60,59				
Lignina	0	Casca de arroz	28,79 Aa	27,90 Aa	25,98 Aa	27,56	0,773	0,3450	<0,0001	0,0027
		Maravalha	31,22 Aa	28,63 Aa	20,02 Bb	26,63				
		Média	30,01	28,27	23,00	28,90				
FDN	42	Casca de arroz	49,05	45,01	44,45	46,16 b	1,012	<0,0001	0,0008	0,0635
		Maravalha	55,92	55,03	46,51	52,48 a				
		Média	52,48 A	50,02 A	45,48 B	49,34				
FDA	42	Casca de arroz	31,16 Aa	28,20 Ab	28,09 Aa	29,16	1,063	0,0004	0,0012	0,0142
		Maravalha	38,95 Aa	38,54 Aa	27,68 Ba	35,06				
		Média	35,06	33,38	27,89	31,91				
Lignina	42	Casca de arroz	14,25	12,03	11,78	12,69	0,432	0,3004	0,0016	0,1529
		Maravalha	15,10	14,50	10,73	13,44				
		Média	14,68 A	13,26 A	11,25 B	12,92				
Equações										
FDN / 0 dia			$y = -0,1204x + 79,840$				P=0,0011		R ² =0,3786	
FDN / 42 dias			$y = -0,1469x + 53,114$				P=0,0024		R ² =0,3543	
Lignina / 42 dias			$y = -0,0677x + 14,659$				P=0,0005		R ² =0,3335	

EPM: Erro padrão da média / MS: Matéria Seca

*Os valores médios na mesma linha seguidos por diferentes letras maiúsculas diferem significativamente (P<0,05).

**Os valores médios na mesma coluna seguidos por diferentes letras minúsculas diferem significativamente (P<0,05).

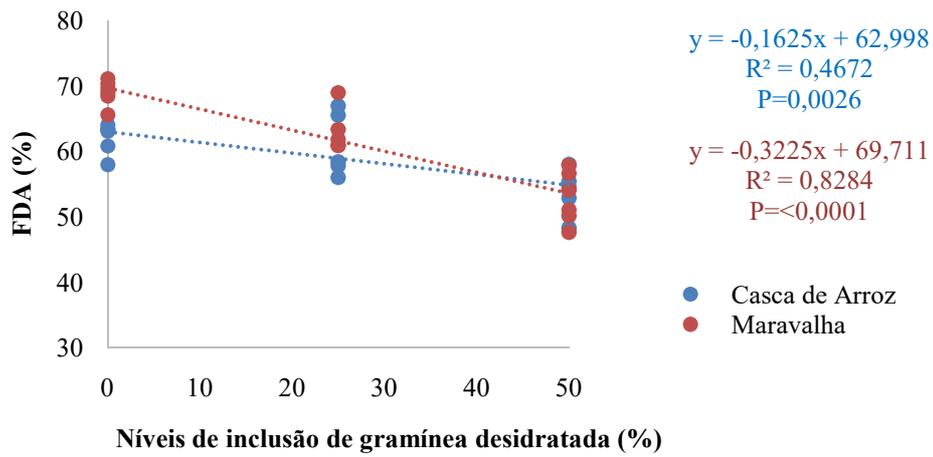


Figura 11. Efeito da inclusão de gramínea desidratada e dos diferentes substratos de cama de frango de corte em relação a FDA (%) com 0 dia

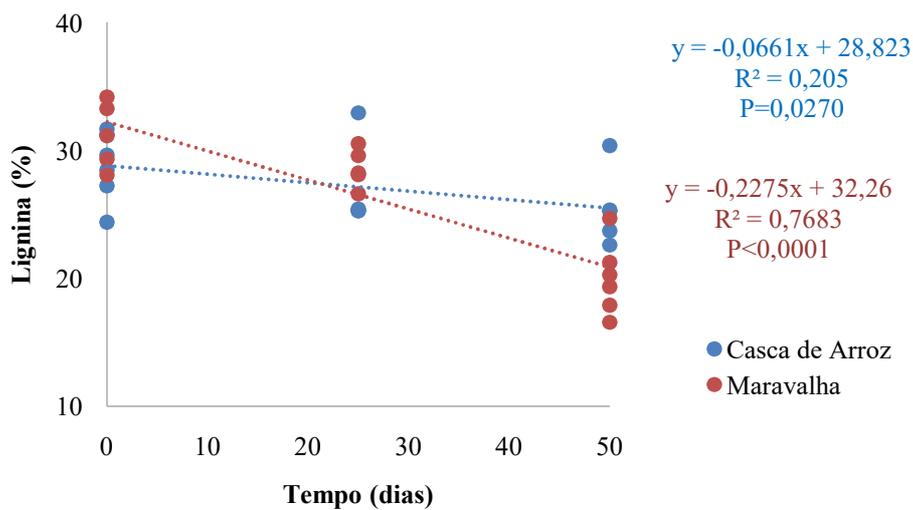


Figura 12. Efeito da inclusão de gramínea desidratada e dos diferentes substratos de cama de frango de corte em relação a lignina (%) com 0 dia

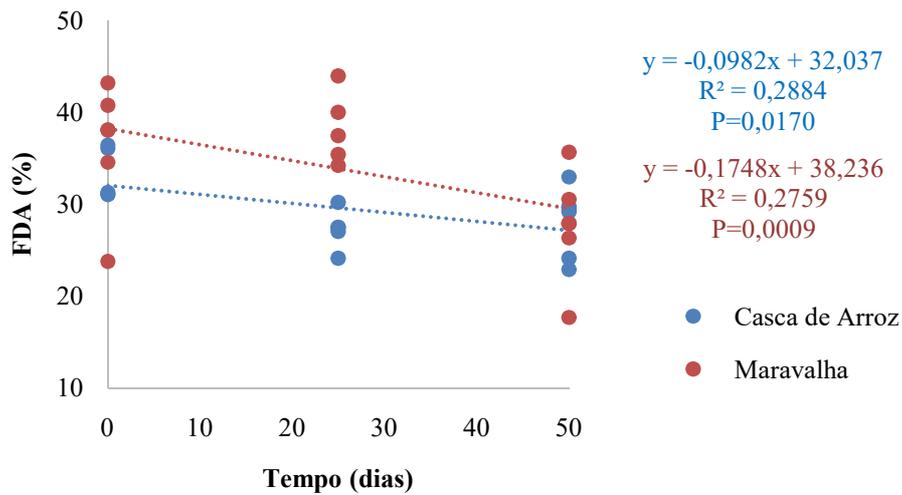


Figura 13. Efeito da inclusão de gramínea desidratada e dos diferentes substratos de cama de frango de corte em relação a FDA (%) com 42 dias

Temperatura superficial das aves

As aves apresentaram diferença de temperatura superficial em todos os dias avaliados, porém em períodos diferentes de coleta (Tabela 13). Houve interação dos substratos utilizados e dos níveis de inclusão de gramínea aos 21, 28 e 42 dias, nos períodos das 12 horas ($P=0,0037$), 8 horas ($P=0,0017$) e 12 horas ($P=0,0175$) respectivamente.

Aos 21 dias, a temperatura superficial das aves criadas em casca de arroz apresentou comportamento quadrático positivo ($y=0,0012x^2-0,0534x+34,171$; $P=0,0181$; $R^2=0,3496$) e a maravalha linear crescente ($y=0,021x+33,242$; $P=0,0039$; $R^2=0,4137$) sendo que as aves criadas nos níveis de inclusão 25 e 50% apresentaram maiores médias de temperatura nos dois materiais. Nos substratos puros, as aves criadas em cama de casca de arroz apresentaram maior temperatura que as aves criadas em maravalha, quando utilizadas as inclusões não foi observada diferença de temperatura entre os diferentes substratos.

Aos 28 dias, a temperatura superficial das aves criadas sobre a casca de arroz apresentou comportamento quadrático positivo ($y=0,00108x^2-0,0382X+32,296$; $P=0,0181$; $R^2=0,6171$) e com relação a maravalha não houve efeito da equação ao realizar o

desdobramento (P linear=0,6478; P quadrático=0,3056). Nesse período as aves criadas sobre a casca de arroz com 50% de inclusão de gramínea desidratada no período da manhã, apresentaram maior temperatura, enquanto que a temperatura superficial das aves criadas na maravalha não apresentou diferença estatística entre os níveis de inclusão.

Aos 35 dias houve efeito isolado dos níveis de inclusão no período das 16 horas, apresentando comportamento quadrático positivo ($y=0,000913x^2-0,0364x+31,843$; $P=0,0121$; $R^2=0,2413$), sendo que as aves criadas em cama com inclusão 0 e 25% apresentaram menores temperaturas que a inclusão de 50%.

Aos 42 dias, a temperatura superficial das aves criadas sobre a casca de arroz apresentou comportamento quadrático positivo ($y=0,00126x^2-0,0492x+31,541$; $P=0,0382$; $R^2=0,3525$) e não houve efeito da equação para maravalha (P linear=0,2419; P quadrático=0,0634). Aves criadas em casca de arroz com inclusão de gramínea 0 e 50% apresentaram maior temperatura superficial, enquanto que na maravalha as maiores temperaturas foram com 25 e 50%. Não houve diferença na temperatura superficial quando comparado as médias dos substratos.

Tabela 13. Temperatura superficial (°C) de frangos de corte criados em diferentes substratos de cama com inclusão de gramínea desidratada

Dia	Horas	Substrato	Níveis de Inclusão			Média	EPM	Valor de P		
			0	25	50			Substrato (S)	Níveis de Inclusão (N)	S*N
21	8	Casca de arroz	30,71	30,72	30,20	30,54	0,144	0,2015	0,1917	0,9865
		Maravalha	31,10	31,15	30,51	30,92				
		Média	30,91	30,94	30,33	30,73				
	12	Casca de arroz	34,17 Ba	35,58 Aa	34,50 Aa	34,09				
		Maravalha	33,08 Bb	34,09 Aa	34,10 Aa	33,76				
		Média	33,63	33,84	34,30	33,92				
	16	Casca de arroz	33,92	33,35	33,76	33,68				
		Maravalha	33,14	33,64	33,19	33,33				
		Média	33,53	33,50	33,48	33,50				
28	8	Casca de arroz	32,29 Ba	32,01 Bb	33,07 Aa	32,46	0,080	0,1507	0,0068	0,0017
		Maravalha	32,53 Aa	32,76 Aa	32,62 Ab	32,64				
		Média	32,42	32,39	32,85	32,53				
	12	Casca de arroz	34,82	34,80	34,46	35,03				
		Maravalha	34,46	35,15	35,24	34,95				
		Média	34,64	34,97	35,35	34,99				
	16	Casca de arroz	32,09	31,62	32,38	32,03				
		Maravalha	32,02	31,75	32,19	31,99				
		Média	32,05	31,69	32,28	32,01				
35	8	Casca de arroz	27,18	26,99	26,99	27,05	0,104	0,8886	0,8001	0,9906
		Maravalha	27,17	27,03	27,05	27,08				
		Média	27,17	27,01	27,02	27,07				
	12	Casca de arroz	30,35	30,80	30,86	30,67				
		Maravalha	30,34	30,55	30,80	30,56				

	Média	30,34	30,68	30,83	30,62				
	Casca de arroz	31,83	31,28	32,31	31,81				
16	Maravalha	31,86	31,72	32,29	31,96	0,112	0,4667	0,0132	0,6163
	Média	31,84 B	31,50 B	32,30 A	31,88				
	Casca de arroz	27,36	27,38	27,47	27,40				
8	Maravalha	27,40	27,17	27,62	27,40	0,087	0,9638	0,4754	0,7070
	Média	27,38	27,28	27,55	27,40				
	Casca de arroz	31,54 ABa	31,10 Ba	32,23 Aa	31,63				
42	12 Maravalha	30,80 Ba	31,74 Aa	31,29 ABa	31,28	0,132	0,1459	0,1285	0,0175
	Média	31,17	31,42	31,77	31,45				
	Casca de arroz	31,04	30,43	31,22	30,90				
16	Maravalha	30,73	30,99	30,68	30,80	0,132	0,7172	0,7610	0,2327
	Média	30,88	30,71	30,95	30,85				
Equações									
21 dias / 12 horas	Casca de arroz	Y = 0,0012x ² -0,0534x+34,171				P=0,0181	R ² =0,3496		
	Maravalha	Y = 0,021x+33,242				P=0,0039	R ² =0,4137		
28 dias / 8 horas	Casca de arroz	Y = 0,00108x ² -0,0382X+32,296				P=0,0181	R ² =0,6171		
	Maravalha	P linear = 0,6478 / P quadrático = 0,3056				Sem efeito			
42 dias / 12 horas	Casca de arroz	Y = 0,00126x ² -0,0492x+31,541				P=0,0382	R ² =0,3525		
	Maravalha	P linear = 0,2419 / P quadrático = 0,0634				Sem efeito			

EPM: Erro padrão da média

*Os valores médios na mesma linha seguidos por diferentes letras maiúsculas diferem significativamente (P<0,05).

**Os valores médios na mesma coluna seguidos por diferentes letras minúsculas diferem significativamente (P<0,05).

Desempenho do lote

Não houve efeito dos tratamentos sobre o desempenho das aves no período de 1 a 21 dias.

Para o período de 1 a 7 dias (Tabela 14) não houve efeito dos tratamentos no consumo de ração e viabilidade. Houve efeito do substrato no ganho de peso, sendo que as aves criadas sobre a casca de arroz apresentaram maior ganho de peso do que as criadas em cama de maravalha ($P=0,0386$). Para a conversão alimentar, houve efeito isolado dos níveis de inclusão de gramínea desidratada, com comportamento linear decrescente ($y=-0,0013x+1,0584$; $R^2=0,3134$; $P=0,0048$), sendo a melhor conversão alimentar apresentada pelas aves criadas sobre 50% de inclusão ($P=0,0119$).

No período total (1 a 42 dias) não houve efeito do consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade. No ganho de peso das aves houve interação entre o material de cama e a inclusão de gramínea desidratada ($P=0,0044$), sendo que o peso das aves criadas em cama de maravalha não diferiram nos níveis de inclusão de gramínea, enquanto que a cama de casca de arroz com inclusão de 50% proporcionou menor ganho de peso aos frangos (Tabela 15). As equações não foram significativas ao realizar o desdobramento da interação, não sendo representadas.

Tabela 14. Consumo de ração (CR) (g), ganho de peso (GP) (g), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) (%) de 1 a 7 dias de frangos de corte criados em maravalha e casca de arroz, com diferentes inclusões de gramínea desidratada

Substrato	Níveis de Inclusão			Média	EPM	Valor de P		
	0	25	50			Substrato (S)	Níveis de Inclusão (N)	S*N
Casca de arroz	163,53	159,08	150,00	157,53				
CR Maravalha	157,18	151,00	154,06	154,08	0,906	0,3632	0,2019	0,3708
Média	160,35	155,04	152,03	155,81				
Casca de arroz	152,58	154,80	144,96	153,74 a				
GP Maravalha	144,96	146,54	150,35	147,28 b	0,513	0,0386	0,6386	0,8238
Média	148,77	150,50	152,26	150,51				
Casca de arroz	1,07	1,03	0,98	1,03				
CA Maravalha	1,05	1,00	1,03	1,02	0,009	0,9079	0,0119	0,0848
Média	1,06 A	1,01 B	1,00 B	1,02				
Casca de arroz	95,00	96,11	97,22	96,11				
VB Maravalha	97,22	96,11	97,23	96,85	0,397	0,3629	0,4367	0,4383
Média	96,11	96,11	97,22	96,48				

EPM: Erro padrão da média

*Os valores médios na mesma linha seguidos por diferentes letras maiúsculas diferem significativamente (P<0,05).

**Os valores médios na mesma coluna seguidos por diferentes letras minúsculas diferem significativamente (P<0,05).

Tabela 15. Consumo de ração (CR) (g), ganho de peso (GP) (g), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) (%) de 1 a 42 dias de frangos de corte criados em maravalha e casca de arroz, com diferentes inclusões de gramínea desidratada

Substrato	Níveis de Inclusão			Média	EPM	Valor de P		
	0	25	50			Substrato (S)	Níveis de Inclusão (N)	S*N
CR	Casca de arroz	4966,29	5127,06	4800,59	4964,65			
	Maravalha	5040,73	5072,58	5038,68	5048,66	0,339	0,1800	0,1773
	Média	5003,51	5099,82	4916,64	5006,66			
GP	Casca de arroz	3005,43 Aa	2973,53 Aa	2802,79 Bb	2927,25			
	Maravalha	2966,92 Aa	2925,64 Aa	2966,92 Aa	2953,05	0,836	0,3501	0,0165
	Média	2989,18	2949,58	2884,69	2938,29			0,0044
CA	Casca de arroz	1,69	1,73	1,71	1,71			
	Maravalha	1,70	1,74	1,70	1,71	0,008	0,9760	0,8618
	Média	1,69	1,73	1,71	1,71			
VB	Casca de arroz	87,23	91,67	92,22	90,37			
	Maravalha	91,11	89,45	90,00	90,19	0,628	0,8803	0,4146
	Média	89,17	90,56	91,11	90,28			0,0762

EPM: Erro padrão da média

*Os valores médios na mesma linha seguidos por diferentes letras maiúsculas diferem significativamente (P<0,05).

**Os valores médios na mesma coluna seguidos por diferentes letras minúsculas diferem significativamente (P<0,05).

Rendimento de carcaça e cortes

Houve interação entre o substrato e os níveis de inclusão de gramínea para peso vivo, peso de carcaça quente e carcaça resfriada (P<0,0001) (Tabela 16).

No peso vivo, as aves criadas em cama com 25% de inclusão de gramínea na casca de arroz apresentaram maior peso vivo, enquanto que na maravalha a cama com 50% de inclusão de gramínea foi a que proporcionou maior peso vivo as aves. Ao desdobrar a interação, o peso vivo apresentou comportamento quadrático negativo ($y = -0,0003x^2 + 0,0115x + 2,8986$; $R^2 = 0,2071$; $P < 0,0001$) para casca de arroz e não apresentou efeito da maravalha nessa variável (linear $P = 0,1258$; quadrática $P = 0,1243$).

O peso de carcaça quente apresentou comportamento linear crescente ($y=0,0024x+2,345$; $R^2=0,2522$; $P=0,0354$) para maravalha e quadrática negativa ($y=-0,0002x^2+0,0094x+2,3526$; $R^2=0,252$; $P=0,0005$) para casca de arroz (Figura 14), sendo que o nível de 25% de inclusão de gramínea na casca de arroz proporcionou maior PCQ as aves e na maravalha o maior PCQ ocorreu nas aves criadas em cama com 50% de inclusão.

O peso de carcaça resfriada manteve-se maior nas aves criadas em cama de casca de arroz com 25% de inclusão de gramínea, porém na maravalha não houve diferença de peso das aves em relação aos níveis de inclusão. Ao realizar o desdobramento da interação, não houve efeito da maravalha não sendo apresentada a equação (linear $P=0,1908$; quadrática $P=0,1949$). Na cama de casca de arroz, a equação apresentou comportamento quadrático negativo ($y=-0,0002x^2+0,0085x+2,4131$; $R^2=0,1988$; $P=0,0001$).

Nos rendimentos de carcaça e cortes (peito, pernas, asas e dorso), não houve efeito dos diferentes substratos de cama e dos níveis de inclusão de gramínea.

Tabela 16. Peso vivo (PV) (kg), peso de carcaça quente (PCQ) (kg) e peso de carcaça resfriada (PCR) (kg) de frangos de corte criados em maravalha e casca de arroz, com diferentes inclusões de gramínea desidratada

Substrato	Níveis de Inclusão			Média	EPM	Valor de P			
	0	25	50			Substrato (S)	Níveis de Inclusão (N)	S*N	
PV	Casca de arroz	2,89 Ba	3,02 Aa	2,84 Bb	2,92	0,012	0,0238	0,1142	<0,0001
	Maravalha	2,96 Ba	2,93 Bb	3,02 Aa	2,98				
	Média	2,90	2,98	2,93	2,95				
PCQ	Casca de arroz	2,37 Ba	2,46 Aa	2,31 Bb	2,39	0,011	0,1048	0,2602	<0,0001
	Maravalha	2,40 Ba	2,38 Bb	2,47 Aa	2,42				
	Média	2,38	2,42	2,39	2,40				
PCR	Casca de arroz	2,41 Ba	2,50 Aa	2,34 Bb	2,42	0,010	0,1329	0,1498	<0,0001
	Maravalha	2,44 Aa	2,42 Ab	2,48 Aa	2,45				
	Média	2,42	2,46	2,41	2,44				

EPM: Erro padrão da média

*Os valores médios na mesma linha seguidos por diferentes letras maiúsculas diferem significativamente ($P < 0,05$).

**Os valores médios na mesma coluna seguidos por diferentes letras minúsculas diferem significativamente ($P < 0,05$).

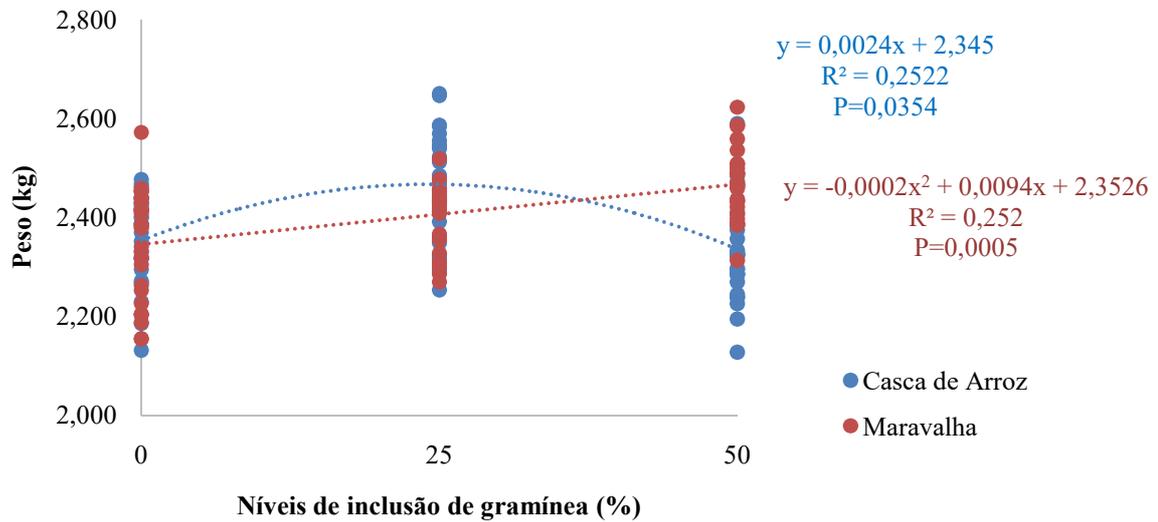


Figura 14. Peso de carcaça quente de frangos de corte criados em maravalha e casca de arroz, com diferentes inclusões de gramínea desidratada

DISCUSSÃO

Cabe ressaltar que outros níveis de inclusão de gramínea poderiam ter sido testados nesse experimento. Entretanto, na prática incluir outros níveis não seria interessante, devido à mudança sutil que ocorreria no ambiente experimental.

Nos resultados das análises microbiológicas, o baixo valor de R^2 das equações polinomiais para a contagem total de microorganismos com 1 dia nas camas com inclusão de gramínea ($R^2=0,0977$) pode ser justificado observando o agrupamento dos dados no gráfico correspondente. A casca de arroz teve maior quantidade de microorganismos do que a maravalha, formando um agrupamento para cada um desses materiais. Porém, apesar desse agrupamento não apresentar efeito significativo ($P < 0,05$), o valor de P ficou muito próximo,

justificando o valor baixo de R^2 , sendo um comportamento inerente aos dados, demonstrando perfeitamente o comportamento da variável.

A alta contagem microbiana da casca de arroz até os 14 dias pode estar associada à população natural do material, já que a casca de arroz normalmente é armazenada em locais abertos, exposta a vetores de microorganismos. Camas novas apresentam maior quantidade de bactérias ambientais, enquanto que as bactérias de cama reutilizadas têm origem intestinal (Cressman et al. 2010). Além da contaminação pelo material de origem, a microbiota da ave jovem possui maior variabilidade, não estabilizando da fase inicial até os 28 dias, caracterizando uma microbiota intestinal imatura, influenciada pelo ambiente (Torok et al. 2009), o que demonstram as maiores diferenças significativas entre os materiais até os 28 dias de idade.

Já aos 28 dias, a cama com 0% de inclusão apresentou maior contagem de microorganismos do que as camas com inclusão de gramínea desidratada. Os principais fatores da variação microbiológica da cama são primeiramente a umidade e temperatura, seguidos do pH (Lovahn et al. 2007). As camas com 0% de inclusão de gramínea apresentaram menor valor nas variáveis de pH e umidade de cama, não justificando essa mudança da atividade microbiana quando comparado os níveis de inclusão de gramínea desidratada. Em relação as diferentes umidades de cama, concluiu-se que as camas mais úmidas (43 a 67% de umidade) apresentavam maior quantidade e diversidade de microorganismos do que as camas mais secas (10 a 25%) (Dumas et al 2011). Os substratos puros (0% de inclusão) apresentaram partículas menores que as camas com gramínea desidratada. Os microorganismos crescem principalmente nas superfícies das partículas e a disponibilidade de substrato para os microorganismos é dependente do tamanho de partícula, sendo o acesso ao substrato facilitado quando as partículas são menores, favorecendo esse aumento de população microbiana (Agnew e Leonard 2003). Além disso, os materiais puros

são mais homogêneos e essa uniformidade do ambiente (substrato, oxigênio, umidade, temperatura) influencia na atividade microbiana e a inclusão da gramínea altera esse meio, pois não se tem dois materiais distribuídos igualmente em todo o piso do aviário.

Pode-se observar que o comportamento lag log dos microorganismos no tempo independe do material de cama ou nível de inclusão de gramínea. O material de cama pode contribuir para esse comportamento dos microorganismos estando associado principalmente a umidade, mantendo a microbiota mais estável na fase final (Taherparvar et al. 2016). No período avaliado, os microorganismos atingiram sua fase estacionária com 21 dias, cessando seu crescimento exponencial.

A cama de frango tem como propriedade diminuir a variação de temperatura, servindo como isolante térmico (Toledo et al. 2019), o que foi ratificado nesse experimento, visto que não houve diferença entre os materiais na temperatura superficial de cama na maioria do período de criação. A inclusão de 50% de gramínea na cama apresentou maior temperatura aos 42 dias, remetendo a maior atividade microbiana, processos de degradação do material devido às condições favoráveis do substrato (maior umidade, maior teor de nitrogênio). Embora tenha ocorrido diferença significativa da temperatura superficial de cama somente no final do período experimental, as temperaturas se mantiveram sempre acima do preconizado pela linhagem em todas as fases e tratamentos (28 °C de temperatura do piso) (Cobb 2018).

Embora a temperatura superficial das aves tenha apresentado diferença nos períodos avaliados, não se delineou comportamento estruturado em relação aos tratamentos. Nascimento et al. (2014) encontraram média de temperatura superficial de frangos em aviário climatizado de 29,4 °C, abaixo do encontrado nesse experimento, enquanto que Lima et al. (2014) encontraram valores entre 30,7 e 34,7 °C em frangos até 42 dias de idade. Abreu et al. (2017) comparando a temperatura superficial de frangos de corte em relação ao estresse

térmico em que eram sujeitados, concluíram que conforme houve o aumento de temperatura do ambiente ocorria aumento da temperatura superficial das aves. Pode-se inferir que a temperatura superficial das aves recebeu interferência de outros parâmetros do ambiente em detrimento do substrato da cama.

Quando avaliamos as características físico-químicas dos substratos, a cama de casca de arroz, independente do nível de inclusão de gramínea apresentou maior capacidade de retenção de água, menor densidade, maior pH, partículas menores, maior temperatura interna, maior teor de FDN com 0 dia e menor FDN e FDA com 42 dias. Quando se compara os níveis de inclusão de gramínea, a cama com 50% de inclusão retém mais água, tem menor densidade e maior umidade.

O material com menor tamanho de partícula possui maior densidade, tende a absorver mais umidade (maior capacidade de retenção de água), aumentando sua temperatura em virtude da atividade microbiológica que se estabelece naquele meio. Com o aumento da umidade, os poros dos substratos são preenchidos de água ocorrendo um aumento da pressão e favorecendo a condutividade térmica, permitindo que o calor seja conduzido mais facilmente (Agnew e Leonard 2003).

Outros autores compararam a cama de casca de arroz e de gramínea com a maravalha e encontraram diferenças entre os materiais, sendo que a casca de arroz apresentou maior densidade, menor capacidade de retenção de água, não diferindo da maravalha na umidade, pH e amônia (Garcês et al. 2013). Oliveira et al. (2002) comparando serragem e maravalha, dois materiais com partículas diferentes, concluíram que a serragem (menor partícula) apresentava maior densidade, maior capacidade de retenção de água e maior umidade, semelhante ao encontrado na casca de arroz em comparação a maravalha. Embora a casca de arroz tenha menor densidade mesmo apresentando partículas com granulometria menores, cabe salientar que a maravalha apresentou maior porcentagem de pó (fundo de peneira, e 0,5

mm) interferindo na variável de densidade. Em relação as camas com 50% de inclusão de gramínea, a apresentação de menor densidade e maior retenção de água está relacionado a característica da gramínea desidratada, que é um material vegetal leve e maleável e há interferência da mistura de dois materiais distintos, pois há um rearranjo das partículas de frações diferentes, fazendo com que as partículas menores se acomodem entre as partículas maiores aumentando a retenção de água (Zorzeto et al. 2014).

De acordo com resultados de outros estudos, o pH da cama com aves alojadas, permanece dentro da alcalinidade (Lovett et al. 1971; Garcês et al. 2013). Porém, os valores de pH encontrados ficaram abaixo de 7,0 independente do tratamento. Quando analisado o comportamento do pH das camas com maravalha ao longo do tempo, podemos observar que a maravalha pura possui um pH diferente da maravalha com inclusões de gramínea desidratada, o que não foi observado nas camas com casca de arroz, apresentando pH muito próximos entre gramínea e casca de arroz. A característica estrutural dos materiais e a carga bacteriana podem ter interferido nos teores de pH, favorecendo a acidificação do meio.

Embora o fator determinante para a umidade das camas nesse estudo tenha sido a inclusão de gramínea, autores encontraram diferença entre casca de arroz e maravalha, sendo que a maravalha absorveu maior umidade da excreta (Carvalho et al. 2011). Essa variação pode ocorrer em virtude da não padronização do material de origem da maravalha, apresentando tamanhos de partículas diferentes (Miles et al. 2011).

Dentre os fatores que afetam a emissão de amônia relacionados à cama estão a temperatura, pH, teor de nitrogênio e umidade, sendo que a temperatura interfere a variação do fluxo de amônia (Liu et al. 2007). A maior emissão de amônia ocorreu nas camas com 25% de inclusão de gramínea desidratada, não havendo diferença entre os substratos. Já os teores de nitrogênio foram mais elevados na inclusão de 50%, o mesmo comportamento da umidade e pH.

As variáveis de pH, umidade e emissão de amônia apresentaram um aumento com o passar o tempo. O pH da cama tem o comportamento natural de aumentar durante os dias de criação das aves, em virtude do acúmulo de excretas, do aumento de nitrogênio e umidade. Nesse mesmo fluxo a emissão de amônia é potencializada. Entretanto em condições de umidade excessiva (acima de 35,1%) a emissão de amônia é limitada, pois ocorre diminuição da atividade enzimática e microbiana em virtude da diminuição do oxigênio (Liu et al. 2007; Miles et al. 2011), o que justifica a emissão de amônia não ser tão expressiva na inclusão de 50% de gramínea. Os mesmos autores encontram comportamento semelhante entre o nitrogênio da cama, umidade e emissão de amônia, ratificando que embora tenha um aumento da umidade e do teor de nitrogênio não necessariamente ocorre a emissão de amônia, devido ao fator tempo, necessitando de um período maior de 14 dias para que ocorra a transferência de massa da amônia para o ar, pois o excesso de umidade pode suprimir a emissão de amônia a curto prazo.

Valores semelhantes de nitrogênio em diferentes materiais de cama foram encontrados por outros autores, sendo que a casca de arroz apresentou maiores teores (1,87) seguida da maravalha (1,34%) e *Panicum maximum* (0,93%), valores esses considerados baixos e associados à alta perda de nitrogênio por volatilização (Garcês et al. 2013).

A temperatura em determinada faixa de umidade da cama influencia a emissão de amônia. Miles et al (2011) concluíram que para temperaturas de cama entre 18,3 a 40,6 °C, a volatilização máxima de NH₃ ocorre entre 38,3 e 46,8% de umidade, resultados que corroboram com esta pesquisa, visto que a temperatura média dos substratos a partir dos 28 dias variaram de 30,7 a 37,5 °C com umidade de 37,4 a 51,1%, apresentando os maiores resultados de emissão de amônia nesse período.

Além da variação na quantidade de excretas, estruturas químicas de nitrogênio são encontradas de forma limitada em substratos de madeira, o que dificulta sua degradação

microbiológica, necessitando de outros materiais que melhorem a relação carbono/nitrogênio, suprimindo a necessidade de nitrogênio através de uma mistura de materiais (Budziak et al. 2004). A relação carbono/nitrogênio inicial para que ocorra uma degradação do substrato de forma ideal é entre 25:1 a 30:1 (Kumar et al. 2010). Substratos desidratados, como a gramínea, e resíduos de madeira possuem alta quantidade de carbono (Maragno et al. 2007). Quando as relações carbono/nitrogênio iniciais são mais baixas pode aumentar a emissão de NH_3 (Yan et al. 2015). Este pode ser um dos possíveis fatores relacionados à interação da maravalha com a gramínea, visto que no presente estudo conforme ocorreu aumento da inclusão de gramínea houve aumento do teor de nitrogênio.

A característica estrutural do material também interfere o comportamento da cama durante a vida do lote. A lignina é altamente resistente a degradação pelos microorganismos e é ela que reveste a celulose e hemicelulose, carboidratos importantes para manutenção do processo (Khan e Ahring 2019). Preconiza-se que o material de cama deve apresentar alto teor de lignina, mantendo assim sua estrutura até o final da vida do lote. Sua decomposição não é interessante, pois necessita manter sua estrutura e propriedades físicas para absorção e liberação da umidade. Entretanto, a capacidade de retenção de água está ligada a essa fração não digestível da parede celular, sendo que quanto maior teor de lignina e celulose menor é a retenção (Ward et al. 2001). A FDN, FDA e lignina diminuíram seu teor no decorrer da vida do lote em virtude da diluição do substrato em decorrência o acréscimo da excreta das aves.

Na cama no início do período de criação, sem ter a deposição das excretas, a casca de arroz apresentou maior FDN no início do experimento, porém aos 42 dias apresentou um comportamento inverso, devido a atividade dos microorganismos em função das demais características físico-químicas desse material. A maravalha se mostrou mais estruturada, apresentando maior teor de FDN e FDA que a casca de arroz no final do período. Quanto maior a inclusão de gramínea menor o teor de FDA, FDN e lignina. A característica estrutural

dos materiais corrobora com os resultados de umidade dessa pesquisa, sendo que os substratos menos estruturados (como a gramínea desidratada) apresentam maior capacidade de absorção de umidade. Outros autores compararam a palha de trigo com a maravalha e encontraram resultados semelhantes, sendo que a estrutura da maravalha apresentou o maior teor de lignina (29%) em relação a palha de trigo (5,6%) (Ward et al. 2001).

A ausência de diferença significativa na maioria dos resultados de desempenho também foi encontrada por outros autores que avaliaram diferentes materiais de cama (Torok et al. 2009; Davis et al. 2010; Toghyani et al. 2010; Brito et al. 2016; Kheravii et al. 2017).

O aumento do ganho de peso das aves criadas em casca de arroz no período de 1 a 7 dias pode estar relacionado ao arranjo das partículas da cama de casca de arroz, favorecendo o deslocamento das aves sobre o substrato e o comportamento exploratório característico até os 14 dias (Malone et al. 1983). Gupta et al. (2020) observaram maior ganho de peso em aves criadas em 50% casca de arroz e 50% palha de arroz do que as criadas somente em casca de arroz ou aparas de madeira, associando a resposta da ave a qualidade da cama.

As aves criadas em cama com inclusão de 25 e 50% de gramínea desidratada independente do substrato, apresentaram melhor conversão alimentar até os 7 dias de idade do que as criadas sem inclusão de gramínea. Estudos demonstraram maior peso de moela em aves criadas em cama de gramínea (Garcês et al. 2017). A ingestão de cama afeta o desenvolvimento da moela, pois o consumo de materiais fibrosos de baixa digestibilidade retarda o tempo de passagem do conteúdo ingerido, ocorrendo maior peso e desempenho das funções do órgão, e conseqüentemente melhor aproveitamento dos alimentos consumidos (Mendes et al. 2004)

No período total do experimento, as inclusões de gramínea desidratada na maravalha não afetaram o desempenho das aves, sendo uma alternativa para diminuir o uso desse material tão disputado no mercado. Em contrapartida, a casca de arroz com 50% de inclusão

de gramínea proporcionou os piores resultados de ganho peso das aves, indicando desafios ambientais enfrentados durante o período experimental nessa associação de material, já que a casca de arroz apresentou maior contagem total de microorganismos até os 28 dias. A cama desse tratamento apresentou maior umidade e teor de nitrogênio o que resulta em uma baixa qualidade do ambiente. Embora não foi encontrada diferença entre os substratos na emissão de amônia, a casca de arroz e a inclusão de 50% de gramínea de forma isoladas apresentaram resultados de temperatura, umidade e pH que favorecem altas emissões de amônia e por consequência estão associadas a baixo desempenho de frangos de corte e a degeneração de membranas e mucosas respiratórias, deixando as aves mais susceptíveis à infecção respiratória bacteriana (Aktan e Sagdic 2004; Soliman et al. 2017).

A cama de maravalha com 50% de inclusão de gramínea desidratada proporcionou resultados positivos na criação das aves em relação ao peso vivo, de carcaça quente, e carcaça resfriada. Já a casca de arroz apresentou melhores resultados de rendimento de carcaça até 25% de inclusão. Outros autores não encontraram diferenças significativas quando comparado os diferentes materiais de cama com o rendimento de carcaça (Onu et al. 2011; Brito et al. 2016).

CONCLUSÕES

A inclusão de gramínea desidratada e a casca de arroz aumentaram a contagem total de microorganismos da cama na fase inicial, sugerindo a importância de um tratamento prévio da cama antes de ser disposta no aviário.

A ausência de diferença significativa na maioria dos dados de desempenho indica que a cama não seja a maior fonte de variação tornando aceitável a utilização de substratos alternativos. A inclusão de 50% de gramínea independente do substrato possui menor densidade e retém mais umidade, limitando sua utilização.

Desta forma recomenda-se a mistura de maravalha e gramínea desidratada na proporção 75:25, mantendo assim suas propriedades físico-químicas e microbiológicas sem afetar parâmetros de desempenho e rendimento de carcaça e cortes.

REFERÊNCIAS

- Abreu, L.H.P., Yanagi Junior, T., Campos, A.T. Bahuti, M. and Fassani, E. 2017. Cloacal and surface temperatures of broilers subject to thermal stress. *Eng. Agríc.* **37**:877-886.
- Agnew, J.M. and Leonard, J.J. 2003. The Physical Properties of Compost. *Compost Sci Util.* **11**:238-264.
- Aktan, S. and Sagdic, O. 2004. Dried rose (*Rosa damascena Mill.*) dreg: An alternative litter material in broiler production. *S. Afr. J. Anim. Sci.* **34**:75-79.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). 2016. NBR 7181: Análise granulométrica. Rio de Janeiro, RJ.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. Official methods of analysis. 15th Ed. v.2. AOAC, Washington, DC.
- Bilgili, S.F., Hess, J.B., Blake, J.P., Macklin, K.S., Saenmahayak, B. and Sibley, J.L. 2009. Influence of bedding material on footpad dermatitis in broiler chickens. *J. Appl. Poult. Res.* **18**:583-589.
- Brito, D.A.P., Brito, D.R.B., Gomes, A.M.N., Cunha, A.D.S., Silva Filho, U.A. e Pinheiro, A.A. 2016. Desempenho produtivo e rendimento de carcaça de frangos criados em diferentes materiais de cama aviária. *Ciênc. Anim. Bras.* **17**(2):192-197.
- Budziak, C.R., Maia, C.M.B.F. e Mangrich, A.S. 2004. Transformações químicas da matéria orgânica durante a compostagem de resíduos da indústria madeireira. *Quim. Nova.* **27**:399-403.
- Carvalho, T.M.R., de Moura, D.J., de Souza, Z.M., de Souza, G.S. e Bueno, L.G.B. 2011. Qualidade da cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte. *Pesq. Agropec. Bras.* **46**(4):351-361.

- Cressman, M.D., Yu, Z., Nelson, M.C., Moeller, S.J., Lilburn, M.S. and Zerby, H.N. 2010. Interrelations between the microbiotas in the litter and in the intestines of commercial broiler chickens. *Appl. Environ. Microbiol.* **76**(19):6572-6582.
- Cobb-Vantress. 2018. Broiler Management Guide.
- Davis, J.D., Purswell, J.L., Columbus, E.P. and Kiess, A.S. 2010. Evaluation of chopped switchgrass as a litter material. *Int. J. Poult. Sci.* **9**:39-42.
- Davis, J.D., Purswell, J.L. and Kiess, A.S. 2015. Evaluation of chopped switchgrass and chopped bermudagrass as litter materials over multiple heavy broiler flocks. *J. Appl. Poult. Res.* **24**(3):343-351.
- Dumas, M.D., Polson, S.W., Ritter, D., Ravel, J., Gelb Junior, J., Morgan, R. and Wommack, K.E. 2011. Impacts of poultry house environment on poultry litter bacterial community composition. *PLoS ONE* **6**(9): e24785.
- Dunlop, M.W., Blackall, P.J. and Stuetz, R.M. 2015. Water addition, evaporation and water holding capacity of poultry litter. *Sci.Total Environ.* **538**:979-985.
- Evancho, G.M., Sveum, W.H., Moberg, L.J. and Frank, J.F. 2001. Microbiological monitoring of the food processing environment. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*, 4th ed. American Public Health Association, Washington, DC, p. 25-35.
- Garcês, A., Afonso, S.M.S., Chilundo, A. and Jairoce, C.T.S. 2013. Evaluation of different litter materials for broiler production in a hot and humid environment: 1. Litter characteristics and quality. *J. Appl. Poult. Res.* **22**(2):168-176.
- Garcês, A.P.J.T, Afonso, S.M.S., Chilundo, A. and Jairoce, C.T.S. 2017. Evaluation of different litter materials for broiler production in a hot and humid environment: 2. Productive performance and carcass characteristics. *Trop. Anim. Health Prod.* **49**(2):369-374.

- Garcia, R.G., Almeida Paz, I.C.L., Caldara, F.R., Nääs, I.A., Pereira, D.F. and Ferreira, V. M.O.S. 2012. Selecting the most adequate bedding material for broiler production in Brazil. *Braz. J. Poultry Sci*, **14**(2):121-127.
- Gupta, V.N., Pramanik, P.S., Singh, K.D., Gautam, S., Gautam, P., Singh, B., Pandey, G. and Nandan, D. 2020. Effect of different litter materials on growth performance of broiler chickens. *J. Entomol. Zool. Stud. SP*-**8**(2):88-92.
- Khan, M.U. and Ahring, B.K. 2019. Lignin degradation under anaerobic digestion: Influence of lignin modifications-A review. *Biomass Bioenergy*. **128**:105325.
- Kheravii, S.K., Swick, R.A., Choct, M. and Wu, S.B.. 2017. Potential of pelleted wheat straw as an alternative bedding material for broilers. *Poult. Sci*. **96**:1641-1647.
- Koppen, W.P. 1948. *Climatologia, com un estudio de los climas de la tierra*. México: Fondo de Cultura Econômica, 478p.
- Kumar, M., Ou, Y.L. and Lin, J.G. 2010. Co-composting of green waste and food waste at low C/N ratio. *Waste Manage*. **30**(4):602-609.
- Lima, K.A.O., Garcia, R.G., Nääs, I.A., Caldara, F.R., Santana, M.R., Royer, A.F.B, Barreto, B. e Castilho, V.A.R. 2014. Impacto da iluminação artificial no comportamento de frangos de corte. *Agrarian*, **7**(24):301-309.
- Lovanh, N., Cook, K.L., Rothrock, M.J., Miles, D.M. and Sistani, K. 2007. Spatial shifts in microbial population structure within poultry litter associated with physicochemical properties. *Poult. Sci*. **86**(9):1840-1849.
- Lovett, J., Messer, J.W. and Read Jr, R.B. 1971. The microflora of Southern Ohio poultry litter. *Poult. Sci*. **50**(3):746-751.
- Liu, Z., Wang, L., Beasley, D. and Oviedo, E. 2007. Effect of moisture content on ammonia emissions from broiler litter: A laboratory study. *J. Atmos. Chem*. **58**(1), 41-53.

- Malone, G.W., Chaloupka, G.W. and Saylor, W.W. 1983. Influence of litter type and size on broiler performance. 1. Factors affecting litter consumption. *Poult. Sci.* **62**:1741-1746.
- Maragno, E.S., Trombin, D.F. and Viana, E. 2007. O uso da serragem no processo de minicompostagem. *Eng. sanit. ambient.* **12**(4):355-360.
- Mendes, A.A., Nääs, I.A e Macari, M. Produção de frangos de corte. São Paulo: Facta, 2004.
- Miles, D.M., Rowe, D.E. and Cathcart, T.C. 2011. High litter moisture content suppresses litter ammonia volatilization. *Poult. Sci.* **90**:1397–1405.
- Miragliotta, M.Y., Nääs, I.D.A., Murayama, M.C. e Moura, D.J. 2004. Software para estimativa de emissão de amônia em alojamento de frangos de corte. *Ver.Bras.Agroinf.* **6**:79-89.
- Nascimento, G.R.D., Nääs, I.A., Baracho, M.S., Pereira, D.F. e Neves, D.P. 2014. Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte. *Rev. Bras. Eng. Agríc. e Ambiental.* **18**(6):658-663.
- Oke, O.E., Daramola, J.O., Uyanga, V., Iyasere, O.S., Njoku, C.P. and Babatunde, M.B. 2019. Influence of bedding materials on organ weights, meat quality, breast and footpad dermatitis of broiler chickens under hot humid climate. *Agric. Tropic. et Subt.* **52**(1):3-8
- Oliveira, M.C., Goulart, R.B. e Silva, J.C.N. 2002. Efeito de duas densidades e dois tipos de cama sobre a umidade da cama e a incidência de lesões na carcaça de frango de corte. *Ciênc. Anim. Bras.* **3**:7-12.
- Onu, P.N., Madubuike, F.N., Nwakpu, P.E. and Anyaehie, A.I. 2011. Performance and carcass characteristics of broilers raised on three different litter materials. *Agric. Biol. J. N. Am.* **2**:1347-1350.
- Purswell, J.L., Davis, J.D., Chesser, G.D. and Lowe, J.W. 2020. Evaluation of field-stored switchgrass hay as bedding material for broilers. *J. Appl. Poult. Res.* **29**(1):284-287.

- Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Hannas, M.I., Donzele, J.L., Sakomura, N.K., Perazzo, F.G., Saraiva, A., Teixeira, M.L., Rodrigues, P.B., Oliveira, R.F., Barreto, S.L.T. e Brito, C.O. 2017. Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais (488 p.). Departamento de Zootecnia-UFV, Viçosa, MG, BR.
- Royer, A.F.B., Garcia, R.G., Borille, R., Santana, M.R., Nääs, I.A., Caldara, F.R. and Mariano, W.S. 2015. Welfare of broilers ingesting a pre-slaughter hydric diet of lemon grass. *Braz. J. Poult. Sci.* **17**:301-306.
- Silva, D.J. e Queiroz, A.C. 2006. Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos. 3ª ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.
- Sirri, F., Minelli, G., Folegatti, E., Lolli, S. and Meluzzi, A. 2016. Foot dermatitis and productive traits in broiler chickens kept with different stocking densities, litter types and light regimen. *Int. J. Poult. Sci.* **6**:734-736.
- Soliman, E.S., Moawed, S.A. and Hassan, R.A. 2017. Influence of microclimatic ammonia levels on productive performance of different broilers' breeds estimated with univariate and multivariate approaches. *Vet. World.* **10**(8):880
- Taherparvar, G., Seidavi, A., Asadpour, L., Payan-Carreira, R., Laudadio, V. and Tufarelli, V. 2016. Effect of litter treatment on growth performance, intestinal development, and selected cecum microbiota in broiler chickens. *R. Bras. de Zootec.* **45**:257-264.
- Teixeira, P.C., Donagemma, G.K., Fontana, A. e Teixeira, W.G.. 2017. Manual de métodos de análise de solo. Brasília: Embrapa Solos.
- Toghyani, M., Gheisari, A., Modaresi, M., Tabeidian, S.A. and Toghyani, M. 2010. Effect of different litter material on performance and behavior of broiler chickens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **122**(1):45-52.

- Toledo, T.D.S.D., Pich, C.S., Roll, A.A.P., Dai Prá, M.A., Leite, F.L., Xavier, E.G. and Roll, V.F.B. 2019. The effect of litter materials on broiler performance: a systematic review and meta-analysis. *Brit. Poultry Sci.* **60**(6):605-616
- Torok, V.A., Hughes, R.J., Ophel-Keller, K., Ali, M. and MacAlpine, R. 2009. Influence of different litter materials on cecal microbiota colonization in broiler chickens. *Poult. Sci.* **88**:2474-2481.
- Van Soest, P.V., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* **74**(10), 3583-3597.
- Villagr a, A., Olivas, I., Althaus, R.L., G omez, E.A., Lainez, M. and Torres, A.G. 2011. Behavior of broiler chickens in four different substrates: a choice test. *Braz. J. Poultry Sci.* **16**(1):67-75.
- Ward, P.L., Wohlt, J.E. and Katz, S.E. 2001. Chemical, physical, and environmental properties of pelleted newspaper compared to wheat straw and wood shavings as bedding for horses. *J. Anim. Sci.* **79**(6):1359-1369.
- Weeks, C.A., Danbury, T.D., Davies, H.C., Hunt, P. and Kestin, S.C. 2000. The behaviour of broiler chickens and its modification by lameness. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **67**:111-125.
- Yan, Z., Song, Z., Li, D., Yuan, Y., Liu, X. and Zheng, T. 2015. The effects of initial substrate concentration, C/N ratio, and temperature on solid-state anaerobic digestion from composting rice straw. *Bioresour. Technol.* **177**:266-273.
- Zikic, D., Djukic-Stojcic, M., Bjedov, S., Peric, L., Stojanovic, S. and Uscebrka, G. 2017. Effect of Litter on Development and Severity of Foot-Pad Dermatitis and Behavior of Broiler Chickens. *Braz. J. Poultry Sci.* **19**:247-254.
- Zorzeto, T.Q., Dechen, S.C.F., Abreu, M.F.D., e Fernandes J unior, F. 2014. Caracteriza o física de substratos para plantas. *Bragantia.* **73**(3):300-311.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cama de frango de corte possui papel importante para produção de frangos de corte, tanto como minimizadora de problemas ambientais e sanitários dentro do aviário, melhorando o bem-estar das aves, quanto na geração de renda para o produtor quando realizado o descarte do material ao final do lote. A utilização de materiais alternativos de cama na avicultura de corte torna-se uma necessidade da demanda atual em virtude da disputa por materiais comumente utilizados mundialmente, como a maravalha.

Conforme observado no presente estudo, a inclusão de gramínea desidratada demonstrou-se como melhor alternativa nas camas de maravalha na maioria dos indicadores de desempenho e rendimento de carcaça, sendo viável para redução do uso desse substrato como cama de frango.

Sanitariamente, a inclusão de gramínea desidratada apresentou um desafio microbiológico na fase inicial, mostrando a necessidade de um tratamento prévio desse material. Sobretudo, ao final do experimento, mostrou um comportamento oposto, com menores contagens bacterianas em relação aos materiais puros. Cabe salientar, que a casca de arroz apresentou os piores resultados microbiológicos, sendo um indicativo de contaminação dentro das instalações.

As variáveis físico-químicas dos tratamentos complementaram os resultados de desempenho, rendimento de carcaça e contagem total de microorganismos da cama, auxiliando no conhecimento detalhado dos materiais. A casca de arroz embora em loco seja um substrato adequado para cama de frango, quando verificado suas propriedades físicas observamos que os fatores mais influentes da cama como umidade, temperatura e pH, se tornam críticos comparados a maravalha, semelhante a inclusão de gramínea.

Durante o revolvimento de cama pode-se observar que as camas com inclusão de gramínea eram mais difíceis de revolver e deixá-las homogêneas era um desafio, em virtude da diferença das partículas dos materiais misturados, principalmente nas camas de casca de arroz. Rotineiramente os avicultores realizam essa atividade dentro dos aviários, o que torna o uso desse substrato mais limitado.

Visualmente as camas apresentaram umidade e compactação semelhantes ao final do experimento. Entretanto a mistura de 50% de gramínea desidratada e maravalha mostrou-se mais emplastada e com mais cascos.

Sugere-se pesquisas subsequentes em relação a reutilização desses substratos de cama, verificando o comportamento de vários lotes. Análises relacionadas a quantidade total de material, ou seja, o volume gerado ao final do experimento também acrescentaria a caracterização das camas, bem como um detalhamento das características físico-químicas do feno de gramínea desidratada, sem os demais substratos. Dentre as limitações experimentais, a realização de análises que quantificam a emissão de amônia com metodologia diferente da utilizada nessa pesquisa favoreceria a discussão dos dados com relação às atuais pesquisas da área da avicultura.