

**Qualidade da carne de frangos de corte submetidos a diferentes tipos de cama com
inclusão de gramínea**

Meat quality of broilers submitted to different types of litter with inclusion of grass

**Calidad de la carne de los pollos sometidos a diferentes tipos de cama con inclusión de
gramínea**

Recebido: 03/03/2020 | Revisado: 07/03/2020 | Aceito: 18/03/2020 | Publicado: 19/03/2020

Jean Kaique Valentim

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8547-4149>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: kaique.tim@hotmail.com

Fábio Mascarenhas Dutra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8707-4453>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: admfabiomascarenhas@hotmail.com

Luanne Escobar do Nascimento Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3048-3846>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: luannenascimento90@gmail.com

Cláudia Marie Komiyama

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8732-5745>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: claudiakomiyama@gmail.com

Bruna Barreto Przybulinski

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3478-3387>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: bruna-b@hotmail.com

Deivid Kelly Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5027-2301>

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Brasil

E-mail: dkellybarbosa@gmail.com

Rodrigo Garófallo Garcia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4978-9386>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: rodrigogarcia@ufgd.edu.br

Vivian Aparecida Rios de Castilho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7895-1314>

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Brasil

E-mail: viviancastilho@live.com

Felipe Cardoso Serpa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5827-5352>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: felipe.c.serpa@gmail.com

Maria Fernanda de Castro Burbarelli

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8079-2890>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: fariakita@gmail.com

Bruna de Souza Eberhart

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3341-1450>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: brunasouzae@hotmail.com

Resumo

Objetivou-se avaliar o impacto da utilização de dois tipos de cama de aviário com a inclusão de níveis de feno de gramínea nestes materiais sobre a qualidade de carne de frangos de corte. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com um arranjo fatorial de 3 x 2 (três níveis de gramínea e dois materiais de cama), com seis repetições cada, totalizando 36 boxes, e 30 aves cada. Os tratamentos avaliados foram: 100% maravalha; 100% casca de arroz; 25% feno de gramínea na maravalha; 25% feno de gramínea na casca de arroz; 50 % feno de gramínea na maravalha; 50% feno de gramínea na casca de arroz. Aos 42 dias de idade as aves foram abatidas para extração do músculo do peito. As médias encontradas de cada um dos tratamentos para as variáveis estudadas foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%. A inclusão do feno de gramínea nas camas de maravalha e casca de arroz interferiu significativamente no pH da carne de peito, sendo que a inclusão de 25% apresentou maior pH, quando comparada com o material puro. Houve interferência ($p < 0,05$) do tipo de cama em relação à força de cisalhamento ($p < 0,05$) sendo que o material de maravalha obteve menor força de cisalhamento. Com relação às demais

variáveis não houve efeito dos tratamentos ($p>0,05$). A cama de maravalha apresentou melhores resultados em relação à qualidade cárnea, quando comparada à cama de casca de arroz, independentemente da inclusão ou não de níveis de feno de gramínea.

Palavras-chave: casca de arroz, maciez, maravalha, músculo peitoral.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the impact of the use of two types of aviary litter with the inclusion of levels of grass hay in these materials on the quality of chicken breasts. The design was completely randomized with a 3 x 2 factorial arrangement (three grass levels and two bed materials), with six replicates each, totaling 36 boxes, with 30 birds each. The treatments evaluated were: 100% wood shavings; 100% rice husk; 25% grass hay in wood shavings; 25% grass hay in rice husk; 50% grass hay in wood shavings; 50% grass hay in rice husk. At 42 days of age the chicken were slaughtered for extraction of the breast muscle. The means found of each of the treatments for the variables studied were compared by the Tukey test at the significance level of 5%. The inclusion of grass hay in wood shavings and rice husk litters changed significantly the pH of chicken breasts, and the inclusion of 25% presented higher pH when compared to pure material. There was interference of the type of litter in relation to the shear force and the wood shavings material obtained lower shear force. Regarding the other variables there was no effect of the treatments. The wood shavings presented better results in relation to meat quality, when compared to rice husk, regardless of inclusion of grass hay levels.

Keywords: rice husk, softness, maravalha, pectoral muscle.

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto del uso de dos tipos de cama aviar con la inclusión de los niveles de heno de gramínea en estos materiales en la calidad de los pollos de engorde. Se utilizó el diseño experimental totalmente aleatorio, con una disposición factorial de 3 x 2 (tres niveles de gramínea y dos materiales de cama), con seis repeticiones cada una, con un total de 36 cajas y 30 aves cada una. Los tratamientos evaluados fueron: 100% viruta de madera; cáscara de arroz 100%; 25% heno de gramínea en la viruta de madera; 25% de heno de gramínea en la cáscara de arroz; 50% heno de gramínea en la viruta de madera; 50% de heno de gramínea en la cáscara de arroz. A los 42 días de edad las aves fueron sacrificadas para la extracción del músculo del pecho. Los promedios encontrados de cada uno de los tratamientos para las variables estudiadas fueron comparados por la prueba de Tukey en el

nivel de significancia del 5%. La inclusión del heno de gramínea en la cama de viruta de madera y la cáscara de arroz interfirió significativamente en el pH de la carne de pecho, y la inclusión del 25% presentó un pH más alto en comparación con el material puro. Hubo interferencia del tipo de cama en relación con la fuerza de cizallamiento y el material de viruta de madera obtuvo una menor fuerza de cizallamiento. En cuanto a las otras variables no hubo efecto de los tratamientos. La cama de viruta de madera presentó mejores resultados en relación con la calidad de la carne, en comparación con la cama de cáscara de arroz, independientemente de la inclusión o no de los niveles de heno de gramínea.

Palabras clave: cáscara de arroz, suavidad, viruta de madera, músculo pectoral.

1. Introdução

A expansão da avicultura ocorreu devido ao crescimento dos índices zootécnicos, que estão intimamente ligados à evolução genética, nutrição e o manejo das aves. Embora os fatores produtivos sejam o foco principal, existe necessidade de buscar alternativas sustentáveis de produção, já que o perfil do consumidor sofreu alteração nos últimos anos e cada dia mais estão preocupados em saber como os animais de produção são criados. Dentre estes aspectos, a cama de frango torna-se uma vertente importante a ser estudada. O material geralmente utilizado para compor a cama do frango de corte é um constituinte importante da produção avícola, pois tem influência direta no bem-estar dos animais, na saúde do lote, na segurança alimentar, nos impactos ambientais e na eficiência da produção (Munir et al. 2019).

No atual sistema atual de frangos de corte é comum encontrar animais alojados nos mais diversos tipos de cama. Seu papel principal está em absorver a umidade das excretas das aves, manter o ambiente o mais seco possível e adequado para que os frangos cresçam sem desenvolver lesões pelo corpo. Os materiais comumente utilizados como cama em aviários são maravalha, casca de arroz, bagaço de cana, espigas de milho, casca de aveia e palha de trigo por terem alta capacidade de absorção de umidade (Kheravii et al. 2017).

A escolha pelo material a ser utilizado é feita conforme a oferta da região e o custo, sendo mais utilizado no Brasil a maravalha de Pinus (Mendes et al, 2004; Macari et al., 2014). A casca de arroz é outro material que possui grande disponibilidade em algumas regiões, sendo também utilizada na avicultura. Utilizar materiais alternativos, como resíduo do corte de grama é interessante para a produção, já que além de diminuir os custos, contribui de forma sustentável, dando destino para resíduos que seriam descartados no ambiente.

O material utilizado como cama pode sofrer variações relacionadas a emissão de amônia, pH, teor de nitrogênio e umidade e temperatura (Liu et al 2007), podendo assim

inferir em quesitos de bem-estar e qualidade da carne das aves (Souza et al. 2016). Wei et al., (2014) relata que concentrações de amônia acima do limite fisiológico da ave, ao ser inalado reduzem a capacidade antioxidante do organismo, acarretando em estresse oxidativo nos tecidos musculares, diminuição da deposição de proteína e alterando aspectos físico-químicos e de qualidade da carne.

Desta forma, este trabalho buscou verificar a qualidade da carne do peito de frangos de corte criados em diferentes tipos de cama, maravalha e casca de arroz, com inclusão de níveis de feno de gramínea.

2. Material e métodos

O experimento a campo foi realizado no galpão experimental de frangos de corte da Universidade Federal da Grande Dourados. O projeto foi aprovado pelo comitê de ética no uso de animais (CEUA) da UFGD sob protocolo número 07/2019. Foram utilizadas 1080 pintinhos machos, da linhagem comercial Cobb 500, com ± 45 g, distribuídas em 36 parcelas experimentais com 4,2 m², sendo cada parcela constituída de 30 animais, perfazendo uma densidade de 14 aves por m². O galpão com 10 metros de largura, 50 de comprimento e pé direito de 3 metros, orientado no sentido leste-oeste, equipado com sistema de cortinas externas nas laterais com acionamento mecânico tipo catracas, exaustores, ventilador, painel evaporativo, e sistema de nebulização para controle de temperatura e umidade interna, com forros e cortina interna, e o telhado constituído de telhas de barro.

O sistema de aquecimento foi realizado por meio de lâmpadas de infravermelho de 250 W de potência, instaladas individualmente em cada boxe experimental. O sistema de iluminação apresenta acendimento automático por meio de um timer. O fornecimento de água e ração do 1° ao 7° dia foi realizado em copo de pressão e comedouro infantil, respectivamente, para o período de 8 a 42 dias o fornecimento de ocorreu via bebedouro pendular, e a ração em comedouros tubulares, com arraçamento realizado duas vezes ao dia e reviragem diária da cama.

A sexagem, pesagem e distribuição de machos em suas respectivas parcelas, foram realizadas na data da chegada das aves. Para distribuição das aves nas parcelas, foram selecionados 30 pintos de um dia de idade, que foram pesados, descartando-se os leves e pesados ($\pm 10\%$ do peso) de acordo com a média representativa de todos os animais, com anotação dos dados em ficha de controle para cálculo de desempenho.

As temperaturas máximas e mínimas do galpão foram aferidas duas vezes ao dia, e anotadas com o uso de termômetro de máxima e mínima, as 08h00min e 16h00min. A média

de temperaturas máxima e mínima, durante todo o período experimental, foi calculada pela soma da temperatura máxima ou mínima dividida pelo número de dias de alojamento.

O programa de iluminação foi executado de acordo com as recomendações do manual da linhagem COBB (2012). As mortalidades foram registradas diariamente, registrando a pesagem da ração no dia da morte das aves na parcela para correções no consumo/ave/dia. As correções de mortalidade foram realizadas de acordo com as recomendações de Sakomura e Rostagno (2007). As dietas experimentais foram à base de milho e farelo de soja e formuladas para atender às recomendações nutricionais de acordo com o manual da linhagem COBB 500.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com um arranjo fatorial de 3 x 2 (três níveis de gramínea e dois materiais de cama), com seis repetições cada, totalizando 36 boxes, e 30 aves cada (1.080 aves no total). Os tratamentos experimentais aplicados a partir do primeiro dia até 42º dia de idade foram: 100% maravalha; 100% casca de arroz; 25% feno de gramínea na maravalha; 25% feno de gramínea na casca de arroz; 50 % feno de gramínea na maravalha; 50% feno de gramínea na casca de arroz.

2.1. Qualidade da carne

Aos 42 dias de idade as aves foram submetidas ao jejum de 6 horas (somente ração) e em seguida, selecionadas, pesadas e identificadas 3 aves de cada parcela com o peso dentro do intervalo de $\pm 10\%$ do peso médio da unidade experimental, totalizando 108 aves abatidas, para as análises de qualidade de carne, cada peito de frango foi considerado a repetição. Estas aves foram sacrificadas por deslocamento cervical, seguida de sangria manual por meio de corte na veia jugular e artéria carótida. Após, as carcaças foram escaldadas, depenadas, evisceradas e resfriadas.

Para a avaliação da qualidade da carne os 3 músculos do peito (*pectoralis major*) foram extraídos, desossados e mantidos congelados em câmara fria, a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Após 120 dias, foram levados ao Laboratório de Análise de Produtos Agropecuários – FCA/UFGD para as análises de qualidade de carne. Os parâmetros avaliados foram: Peso e biometria do filé de peito, pH, luminosidade (L^*), teor de vermelho/verde (a^*), teor de amarelo/azul (b^*), perda de peso por descongelamento (PPD), perda de peso por cocção (PPC), capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por gotejamento (PPG), força de cisalhamento (FC), além de identificação do grau de severidade das miopatias *White striping* e *Wooden breast*. Para estas avaliações o filé do peito foi dividido em filé direito para realização das análises de PPC e FC, e o filé esquerdo para as demais variáveis.

Para avaliar a PPD, as amostras de peito cruas e congeladas foram pesadas em uma balança eletrônica de precisão e então descongeladas em refrigerador a $4 \pm 1^\circ\text{C}$ por 24 horas, até atingir a temperatura interna de aproximadamente 10°C . Neste momento foi realizada uma nova pesagem das amostras. A PPD foi determinada pela diferença em porcentagem entre peso inicial e final das amostras conforme metodologia adaptada de Mudalal et al. (2015).

Os peitos foram pesados em balança eletrônica semi-analítica e com auxílio de paquímetro e régua de 30 centímetros, com precisão de 0,1 mm, foram mensurados o comprimento, a largura e a espessura do filé. O comprimento (cm) foi medido na maior dimensão do filé e a largura (cm) medida a partir da maior distância de um lado ao outro no meio do filé. A altura (mm) foi medida no ponto mais alto da parte cranial do filé, conforme metodologia adaptada de Mudalal et al. (2015).

A determinação do pH foi realizada baseada no trabalho de Brossi (2009) utilizando-se eletrodo de penetração em três pontos diferentes do músculo do peito, sendo dois na parte superior e um na parte inferior. O aparelho utilizado foi um peagâmetro digital com compensação automática de temperatura.

Para a análise da luminosidade (L^*), do teor de vermelho/verde (a^*) e do teor de amarelo/azul (b^*) no músculo do peito, foi utilizado colorímetro portátil (Minolta Chroma Meter, Modelo CR-400), com a leitura dos parâmetros do sistema CIE lab, com fonte iluminante D65, calibrado em porcelana branca padrão com $Y=93,7$, $x=0,3160$ e $y=0,3323$. Foi considerado como valor final a média de três leituras obtidas em diferentes pontos do músculo livres de lesões, na região ventral, dois na parte cranial e dois na parte central, estando o músculo sobre uma superfície opaca, sendo essa metodologia adaptada de Brossi (2009).

A análise de PPG foi baseada em Van Laack et al., (2000) em que amostras de peito pesando aproximadamente 80g foram envoltas em embalagens plásticas reticuladas e suspensas no interior de recipiente com tampa para o gotejamento. O conjunto foi mantido em refrigerador à temperatura de $2 \pm 1^\circ\text{C}$, de modo que o exsudato não permanecesse em contato com a carne. Após 48 horas, as amostras foram retiradas da câmara fria, e pesadas novamente, obtendo o resultado em porcentagem, antes da pesagem foi removida a umidade superficial com o auxílio de papel absorvente.

Para a variável CRA aproximadamente 2,0 g de amostra de cada peito foi colocada entre dois papéis de filtro e placas de acrílico, e foram comprimidas por peso de 10,0 kg durante 5 minutos. Após este processo, foram pesadas novamente, sendo calculada a porcentagem de água perdida (Contreras-Castillo, 2009).

Para determinar a PPC foi realizado um registro dos pesos do filé do peito de frango em balança semi-analítica, antes e após a cocção. As amostras foram embaladas a vácuo em sacos plásticos e cozidas em banho-maria sob temperatura de 80°C por 30 minutos. Em seguida, as amostras foram resfriadas em temperatura ambiente, para então realizar-se a pesagem final e avaliar a porcentagem de perda após a cocção, conforme Froning & Uijttenboogaart (1988).

Após este procedimento, as amostras cortadas em paralelepípedos de 1cm x 1cm x 2cm (altura, largura e comprimento) para avaliação da força de cisalhamento (FC), realizada mediante análise da força máxima para cisalhar a amostra (kgf/cm²). Estas foram colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular à lâmina (Warner Bratzler) do texturômetro (Stable Micro Systems TAXT 2 Plus), calibrado para o peso-padrão de 5 kg e padrão rastreável. A velocidade de descida e corte do dispositivo foi ajustado a 200 mm por minuto. Os resultados (picos positivos máximos) foram obtidos com o programa Exponent Lite versão 5.1 (Stable micro systems).

A avaliação da incidência dos graus de *White striping* foram realizados conforme a escala proposta por Kuttappan et al. (2016), que consiste na análise visual do filé do peito em: grau 0 – normal: sem estriação; grau 1 – moderado: estrias finas, geralmente com <1 mm de espessura, mas aparentemente visíveis na superfície do filé; grau 2 – grave: estrias largas com espessura entre 1 a 2 mm, muito visíveis na superfície do filé; grau 3 – extremo: estrias grossas maiores que 2 mm de espessura, cobrindo quase toda a superfície do filé.

Para definir o grau de *Wooden breast* os filés de peito foram palpados manualmente e em seguida estabelecido o score visual, conforme os graus de severidade estabelecidos por Sihvo et al. (2016) que descreve como: grau 0 - músculo não afetado com cor e consistência normais; grau 1 - manifestação focal da miodegeneração, a consistência endurecida e coloração pálida afetam a área cranial do filé; grau 2 – músculo severamente endurecido e pálido.

2.2. Análises estatísticas

As análises das variáveis estudadas foram obtidas por meio da análise das premissas estatísticas de normalidade de resíduos através do teste de Shapiro Wilk e homogeneidade das variâncias por meio do teste de Levene's. Os dados que apresentaram disparidade foram transformados e realizada a análise de variância dos dados utilizando o programa R Studio.Ink® (2015). As médias encontradas de cada um dos tratamentos para as variáveis estudadas foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%. Já os graus das

miopatias *white striping* e *wooden breast* foram avaliados por análises estatísticas não paramétricas e foram feitas pela comparação de médias pelo teste de Qui-quadrado, sendo considerado o nível de significância de 5% de probabilidade.

3. Resultados e discussão

Não houve diferença ($p > 0,05$) nos parâmetros de medidas morfométricas e peso dos peitos dos frangos criados em diferentes tipos de cama. Com relação ao peso da ave (g) antes do abate, houve influência do tipo de cama ($p < 0,05$), da inclusão de gramínea ($p < 0,05$) e na interação entre ambos ($p < 0,05$) como demonstrado na tabela 1.

Tabela 1. Peso da ave (g), Peso, biometria (comprimento, largura, espessura) de filés de peito de frangos de corte criado sob dois tipos de camas de aviário com a inclusão de níveis de feno de gramínea.

Variáveis	Tipo de cama	Níveis de gramínea			Média	Probabilidade			
		0	25	50		Cama	Gramínea	CxG	CV (%)
Peso da ave (g)	Arroz	2,870b	2,793b	3,054a	2,906				
	Maravalha	2,972a	2,999a	2,938a	2,969	0,0283	0,0144	0,001	5,05
	Média	2,921	2,896	2,996					
Peso filé peito (g)	Arroz	0,5033	0,52483	0,550	0,536				
	Maravalha	0,548	0,541	0,5190	0,526	0,5094	0,5250	0,4143	18,22
	Média	0,526	0,532	0,534					
Comprimento (cm)	Arroz	18,661	18,127	18,731	18,507				
	Maravalha	18,833	18,700	18,288	18,607	0,514	0,1929	0,2798	4,29
	Média	18,747	18,413	18,510					
Largura (cm)	Arroz	8,766	8,5833	8,823	8,724				
	Maravalha	8,4111	8,927	8,3111	8,550	0,4246	0,7424	0,236	13,09
	Média	8,588	8,755	8,567					
Espessura (cm)	Arroz	29,975	29,212	29,304	30,353				
	Maravalha	30,335	30,835	29,889	29,497	0,2814	0,8338	0,7852	13,79
	Média	30,155	30,024	29,596					

CV: Coeficiente de variação. CxG: Interação cama x níveis de feno de gramínea.

As aves criadas na casca arroz tiveram menor peso ao abate ($p < 0,05$) quando comparada a maravalha. A inclusão de 50% de gramínea na casca de arroz favoreceu o peso no abate das aves, tendo resultados semelhantes aos níveis de inclusão na maravalha. O tipo

de cama utilizada na produção de aves pode interferir diretamente na no rendimento de carcaça e na qualidade da carne. Dependendo do material utilizado na cama, pode haver maior ou menor fermentação das excretas dos animais e consequente produção de amônia (Souza et al. 2016).

Altas concentrações de amônia ao ser inalado pelas aves podem reduzir a capacidade antioxidante, promovendo estresse oxidativo nos tecidos musculares, diminuindo a deposição proteica, e modificando os parâmetros qualitativos da carne (Wei et al., 2014). Medidas de pH entre 5,8 e 6,2 são considerados aceitáveis para o consumo de carne, o que nos mostra que embora tenhamos diferenças estatísticas entre os tratamentos, todos estão dentro dos padrões (Terra e Brum, 1988). O pH mais elevado apresenta menor vida de prateleira, pois favorece o crescimento de micro-organismos (Tong et al. 2014).

As medidas encontradas de comprimento, largura e espessura corroboram com as medidas encontradas na literatura para idade de abate e linhagem. Gratta et al. (2019) encontraram medidas (cm) de espessura, largura e comprimento semelhantes às encontradas nesse estudo, mostrando que o tipo de cama não altera a morfometria do filé, mantendo o rendimento dos cortes de peito.

As medidas de retenção de água (PPD, PPC, CRA, PPG) não foram afetadas pelo tipo de cama utilizada na criação dos frangos de corte. Em contrapartida houve diferença na força de cisalhamento, quando comparado os tipos de cama, maravalha versus casca de arroz (Tabela 2), sendo que as aves criadas em cama de maravalha apresentaram características de peito mais macias do que aves criadas em cama de casca de arroz.

Tabela 2. Força de cisalhamento (FC), perda de peso por descongelamento (PPD), perda de peso por cocção (PPC), capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por gotejamento (PPG) de filés de peito de frangos de corte criados sob dois tipos de cama de aviário com a inclusão de níveis de feno de gramínea.

Variáveis	Tipo de cama	Níveis de gramínea			Média	Probabilidade			CV (%)
		0	25	50		Cama	Gramínea	CxG	
FC (Kg/cm ²)	Arroz	1,398	1,361	1,345	1,368b				
	Maravalha	1,448	1,634	1,467	1,516a	0,0362	0,5250	0,4143	25,16
	Média	1,423	1,498	1,406					
PPD (%)	Arroz	7,250	7,339	6,895	7,161				
	Maravalha	7,237	7,844	7,262	7,447	0,5094	0,6140	0,8795	3,72
	Média	7,2438	7,591	7,078					

PPC (%)	Arroz	28,796	29,375	26,917	28,378				
	Maravalha	28,842	27,597	27,829	28,074	0,6439	0,1743	0,2416	4,57
	Média	28,819	28,486	27,373					
CRA (%)	Arroz	37,8468	38,437	39,034	38,439				
	Maravalha	37,1719	36,215	38,192	37,193	0,065	0,2396	0,5856	9,18
	Média	37,509	37,326	38,613					
PPG (%)	Arroz	7,101	7,948	8,238	7,555				
	Maravalha	7,413	6,6026	7,615	7,418	0,7608	0,3848	0,161	13,12
	Média	7,257	7,275	7,926					

CxG: Interação cama x níveis de feno de gramínea. CV: Coeficiente de variação.

A capacidade da carne de reter água auxilia na manutenção de suas propriedades físico-químicas. Os parâmetros de perda de água ficaram acima do preconizado pela literatura (Albrecht et al. 2019; Deng et al. 2018; Petracci et al. 2015). O tempo de congelamento e o descongelamento podem ter interferido nestes quesitos, já que com o processo de congelamento há a formação de cristais de gelo, alterando suas características qualitativas (Zhuang e Savage, 2013). Diniz et al., (2014) relata que houve redução significativa da força de cisalhamento, que variou de 1,38 kgf/cm² na carne de aves criadas sobre cama nova a 1,86 kgf/cm² na carne de aves criadas sobre cama reutilizada, indicando que a utilização de cama de frango nova favorece a produção de carne mais macia.

O efeito encontrado na maciez da carne é um reflexo dos fatores estressantes aos quais os animais estão submetidos, estes fatores favorecem a ocorrência de mudanças no seu metabolismo, e com isso vias de compensação são ativadas. Essas alterações metabólicas aumentam a produção de ácido lático e a também a rigidez muscular (Lesiów & Kijowski, 2003; Owens et al, 2000). A cama de casca de arroz pode ter apresentado maior desafio para aves, havendo um gasto maior para se manter em bem-estar quando comparada com a cama de maravalha.

A inclusão do feno de gramínea nas camas de maravalha e casca de arroz, interferiu significativamente do pH da carne de peito, sendo que a inclusão de 25% apresentou maior pH, quando comparada com o material puro, quando analisado a cor, houve interação entre os tipos de cama e a inclusão de gramínea nos teores de amarelo e luminosidade da carne (Tabela 3).

Tabela 3. pH 24h, luminosidade (L*), teor de vermelho (a*), teor de amarelo (b*) de filés de peito de frangos de corte criados sob dois tipos de cama de aviário com a inclusão de níveis de feno de gramínea.

Variáveis	Tipo de cama	Níveis de gramínea			Média	Probabilidade			
		0	25	50		Cama	Gramínea	CxG	CV (%)
pH	Arroz	6,054	6,173	6,088	6,105				
	Maravalha	6,035	6,076	6,087	6,066	0,131	0,0437	0,2751	2,20
	Média	6,044b	6,125a	6,087ab					
a*	Arroz	2,939	3,539	3,132	3,203				
	Maravalha	2,950	3,128	3,329	3,136	0,7115	0,1986	0,3787	9,77
	Média	2,945	3,334	3,23					
L*	Arroz	49,970b	49,981b	52,146a	50,699				
	Maravalha	50,681b	52,408a	49,992b	51,027	0,6147	0,4999	0,0171	6,63
	Média	50,325	51,194	51,069					
b*	Arroz	10,460b	10,167b	11,865a	10,831				
	Maravalha	10,640b	10,609b	10,146b	10,465	0,2543	0,2653	0,0128	15,57
	Média	10,55	10,388	11,006					

CxG: Interação cama x níveis de feno de gramínea. CV: Coeficiente de variação.

O aumento do pH na inclusão de 25% de gramínea, pode ser explicado pela falta de glicogênio muscular utilizado para a conversão do músculo em carne em razão do estresse prolongado sofrido pelas aves, caracterizado como estresse crônico. O pH juntamente com a oxidação de pigmentos do músculo e dos lipídeos podem alterar a cor da carne. A perda da intensidade da cor ocorre quando há a queda do pH, devido ao consumo de oxigênio e a atividade enzimática (Kerth, 2013). De acordo com Garcia et al. (2010), o valor de L* se correlaciona negativamente com o parâmetros de pH, ou seja, filés claros (> 50) apresentam pH baixo (pH < 5,6), enquanto filés mais escuros (< 45) têm pH elevado (pH > 5,9). De maneira geral, o consumidor tem preferência por carnes com espectro mais avermelhado, o que não foi encontrado na cama de casca de arroz com 50% de feno de gramínea, apresentando teor mais amarelado que os demais tipos de cama.

Os resíduos agrícolas poderão ser boas opções de material para cama de aviário, especialmente se exibirem grande disponibilidade regional, custo baixo e se exercerem influência positiva no desempenho zootécnico dos animais. Uma barreira para a utilização de

materiais regionais para o criador é a falta de conhecimento básico, desde o técnico até o científico, com relação ao seu uso (Brito et al., 2016).

Não foram encontradas diferenças significativas ($p>0,05$) entre os tratamentos com relação a incidência das miopatias WS e WB, conforme a tabela 4. Para os graus da miopatia White Striping em todas as amostras avaliadas não houve a ocorrência do grau zero (0), que é considerado normal pela literatura (Mudalal et al. 2019) havendo a ocorrência de miopatia consideradas de moderado a severo.

Essa miopatia segundo Bauermeister et al. (2009) trata-se de uma desordem muscular peitoral acometida pelo animal sendo observada a presença de estrias esbranquiçadas na superfície do músculo as quais seguem a direção da fibra muscular. Essa degeneração não provoca prejuízos apenas à aparência do produto, mas também na capacidade de retenção de água, textura e perda por cocção (Petracci et al. 2013).

Lorenzi et al. (2014) encontraram a incidência de 43% de WS na carne de peito de frango de diferentes linhagens, já Kuttappan et al. (2012a) verificaram que essa incidência foi de 50,7%, variando entre moderado grave, o que também foi relatado nesta pesquisa. Em suma, a incidência de WS no peito de frango está associada a diferentes fatores, como idade, sexo, peso corporal, taxa de crescimento e genótipo (Kuttappan et al., 2012b), não estando diretamente relacionado ao tipo de cama empregado na criação.

Conforme observado na Tabela 4 as maiores incidências acometidas de White Striping consideradas como grau extremo (grau 3) se concentraram nos tratamentos que fizeram uso de cama apenas de casca de arroz (5,55%) e a que foi incorporado 50% de gramínea (8,33%), não havendo diferenças entre os tratamentos ($p>0,05$).

Tabela 4. Incidência (%) das miopatias WS e WB de filés de peito de frangos de corte criado sob dois tipos de camas de aviário com a inclusão de níveis de feno de gramínea.

Graus de Miopatia	<i>White Striping (%)</i>				<i>Wooden Breast (%)</i>			
	Normal (0)	Moderado (1)	Severo (2)	Extremo (3)	Normal (0)	Moderado (1)	Severo (2)	
Cama	Maravalha	0	75,92	24,08	0,00	5,56	83,33	11,11
	Casca de arroz	0	62,96	31,48	5,55	3,70	72,22	24,07
	0	0	75	25	0	5,55	72,22	22,22
Gramínea (%)	25	0	66,11	38,88	0	2,77	83,33	13,88
	50	0	72,22	19,44	8,33	5,55	77,77	16,66
Qui – Quadrado								
Cama	0,435			0,512				
Gramínea	0,460			0,775				

Para os graus da miopatia *Wooden Breast* em todas os tratamentos avaliados houve a ocorrência do grau zero (0), moderado e severo, sendo mais de 72,22% das amostras acometidas pelo grau 1 (moderado) de WB. Mencionada como peito ‘amadeirado’ (*Woody*) ou “de madeira” (*Wooden*), a miopatia *Wooden breast* (WB) é identificada pela consistência dura semelhante a uma textura de madeira (Sanchez Brambila et al., 2018).

A *Wooden Breast* ocasiona grande impacto econômico para o setor avícola. Sua ocorrência está associada a linhagens de crescimento muscular acelerado, com rápida deposição muscular. Essa degeneração está associada a ocorrência de hipertrofia muscular, associada a menor oxigenação tecidual (Joiner et al., 2014). Tasoniero et al., (2016) relatam que filés de frangos de corte com WB apresentam aspectos tecnológicos e qualitativos da carne inferiores que podem ser negativos no processamento cárneo.

Na presente pesquisa, os índices de WS e WB apresentaram se elevado em todos os tipos de cama ($p > 0,05$), portanto, independentemente se for cama de maravalha, casca de arroz, e níveis de 0 á 50 % de feno de gramínea houve a incidência de WS e WB. Conforme Kuttappan et al., (2017), esses resultados estão associados a fatores genéticos dos animais de crescimento acelerado, estando intrinsecamente relacionados ao peso do filé de peito.

4. Conclusão

A cama de maravalha apresentou melhores resultados em relação a qualidade cárnea, quando comparada a cama de casca de arroz, independentemente da inclusão ou não de níveis de feno de gramínea. A busca por novos produtos a serem utilizados como material de cama de frango é uma necessidade para melhoria dos aspectos produtivos e financeiros da avicultura nacional, aliar esta demanda a utilização de materiais reutilizáveis ou que seriam descartados no ambiente colabora para uma vertente de grande ascensão no cenário atual do agronegócio, que é a produção animal sustentável. Visto isso, a utilização de níveis de feno de gramínea na cama de frango se mostrou viável para as variáveis referentes à qualidade cárnea.

Referências

- Albrecht, A., Hebel, M., Heinemann, C., Herbert, U., Miskel, D., Saremi, B., & Kreyenschmidt, J. (2019). Assessment of Meat Quality and Shelf Life from Broilers Fed with Different Sources and Concentrations of Methionine. *Journal of Food Quality*, 2019.
- Brito, D. A. P., Brito, D. R. B., Gomes, A. M. N., Cunha, A. D. S., Silva Filho, U. A., & Pinheiro, A. A. (2016). Desempenho produtivo e rendimento de carcaça de frangos criados em diferentes materiais de cama aviária. *Ciência Animal Brasileira*, 17(2), 192-197.
- Brossi, C., Contreras-Castillo, C. J., de Almeida Amazonas, E., & Menten, J. F. M. (2009). Heat stress during the pre-slaughter on broiler chicken/Estresse térmico durante o pré-abate em frangos de corte. *Ciência Rural*, 39(4), 1296-1306.
- Contreras-CastilloII, C. B. C. J., de Almeida AmazonasIII, E., & MentenIV, J. F. M. (2009). Estresse térmico durante o pré-abate em frangos de corte. *Ciência Rural*, 39(4).
- Deng, K., Huang, Y., Xu, Z., Fu, L., & Zheng, B. (2018). Effect of oxidation treatment on eating quality and calpain activity in breast and drumstick meat from white feather broilers. *Shipin Kexue/Food Science*, 39(23), 87-92.
- Diniz, T. T., Borba, H., de Mello, J. L. M., Silva, H. O., & Granja-Salcedo, Y. T. (2014). Effect of environmental temperature and reuse of bed on broiler meat quality. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 9(2), 218-226.
- Froning, G. W., & Uijttenboogaart, T. G. 1988. Effect of post-mortem electrical stimulation on color, texture, pH, and cooking losses of hot and cold deboned chicken broiler breast meat. *Poultry Science*, 67(11), 1536-1544.

- Garcia, R. G., De Freitas, L. W., Schwingel, A. W., Farias, R. M., Caldara, F. R., Gabriel, A. M. A., ... & Almeida Paz, I. C. L. (2010). Incidence and physical properties of PSE chicken meat in a commercial processing plant. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 12(4), 233-237.
- Gratta, F., Fasolato, L., Birolo, M., Zomeño, C., Novelli, E., Petracci, M., ... & Trocino, A. (2019). Effect of breast myopathies on quality and microbial shelf life of broiler meat. *Poultry science*, 98(6), 2641-2651.
- Hamm, R., & Deatherage, F. E. (1960). Changes in hydration, solubility and charges of muscle proteins during heating of meat. *Journal of Food Science*, 25(5), 587-610.
- Joiner, K. S., Hamlin, G. A., Lien, R. J., & Bilgili, S. F. (2014). Evaluation of capillary and myofiber density in the pectoralis major muscles of rapidly growing, high-yield broiler chickens during increased heat stress. *Avian diseases*, 58(3), 377-382.
- Kerth, C. R. (2013). *The science of meat quality*. Blackwell Publishing.
- Kheravii, S. K., Swick, R. A., Choct, M., & Wu, S. B. (2017). Potential of pelleted wheat straw as an alternative bedding material for broilers. *Poultry science*, 96(6), 1641-1647.
- Kuttappan, V. A., Owens, C. M., Coon, C., Hargis, B. M., & Vazquez-Anon, M. (2017). Incidence of broiler breast myopathies at 2 different ages and its impact on selected raw meat quality parameters. *Poultry Science*, 96(8), 3005-3009.
- Kuttappan, V. A., Huff, G. R., Huff, W. E., Hargis, B. M., Apple, J. K., Coon, C., & Owens, C. M. (2013). Comparison of hematologic and serologic profiles of broiler birds with normal and severe degrees of white striping in breast fillets. *Poultry Science*, 92(2), 339-345.
- Kuttappan, V. A., Goodgame, S. D., Bradley, C. D., Mauromoustakos, A., Hargis, B. M., Waldroup, P. W., & Owens, C. M. (2012a). Effect of different levels of dietary vitamin E (DL- α -tocopherol acetate) on the occurrence of various degrees of white striping on broiler breast fillets. *Poultry Science*, 91(12), 3230-3235.
- Kuttappan, V. A., Brewer, V. B., Apple, J. K., Waldroup, P. W., & Owens, C. M. (2012b). Influence of growth rate on the occurrence of white striping in broiler breast fillets. *Poultry Science*, 91(10), 2677-2685.
- Lesiów, T., & Kijowski, J. (2003). Impact of PSE and DFD meat on poultry processing-a review. *Polish journal of food and nutrition sciences*, 12(2), 3-8.
- Lorenzi, M., Mudalal, S., Cavani, C., & Petracci, M. (2014). Incidence of white striping under commercial conditions in medium and heavy broiler chickens in Italy. *Journal of Applied Poultry Research*, 23(4), 754-758.

Macari, M., Mendes, A. A., Menten, J. F. M., & Naas, I. D. A. (2014). Produção de frangos de corte. Campinas, SP: FACTA.

Mendes, A. A., de Alencar Nääs, I., & Macari, M. (2004). Produção de frangos de corte. Facta..

Moreira, J., Mendes, A. A., Garcia, E. A., Oliveira, R. P. D., Garcia, R. G., & Almeida, I. C. L. D. (2003). Avaliação de desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne do peito em frangos de linhagens de conformação versus convencionais. Revista Brasileira de Zootecnia, 32(6), 1663-1673.

Muchenje, V., Dzama, K., Chimonyo, M., Strydom, P. E., Hugo, A., & Raats, J. G. (2009). Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. Food chemistry, 112(2), 279-289.

Mudalal, S., Lorenzi, M., Soglia, F., Cavani, C., & Petracci, M. (2015). Implications of white striping and wooden breast abnormalities on quality traits of raw and marinated chicken meat. Animal, 9(4), 728-734.

Mudalal, S. (2019). Incidence of White Striping and Its Effect on the Quality Traits of Raw and Processed Turkey Breast Meat. Food science of animal resources, 39(3), 410.

Munir, M. T., Belloncle, C., Irle, M., & Federighi, M. (2019). Wood-based litter in poultry production: a review. World's Poultry Science Journal, 75(1), 5-16..

Munir, M. T., Belloncle, C., Irle, M., & Federighi, M. (2019). Wood-based litter in poultry production: a review. World's Poultry Science Journal, 75(1), 5-16.

Owens, C. M., McKee, S. R., Matthews, N. S., & Sams, A. R. (2000). The development of pale, exudative meat in two genetic lines of turkeys subjected to heat stress and its prediction by halothane screening. Poultry Science, 79(3), 430-435.

Petracci, M., Mudalal, S., Soglia, F., & Cavani, C. (2015). Meat quality in fast-growing broiler chickens. World's Poultry Science Journal, 71(2), 363-374.

Sanches Brambila, G., Bowker, B. C., Chatterjee, D., & Zhuang, H. (2018). Descriptive texture analyses of broiler breast fillets with the wooden breast condition stored at 4° C and–20° C. Poultry science, 97(5), 1762-1767.

Sihvo, H. K., Immonen, K., & Puolanne, E. (2014). Myodegeneration with fibrosis and regeneration in the pectoralis major muscle of broilers. Veterinary Pathology, 51(3), 619-623.

Sousa, F. C., Tinôco, I. F. F., Paula, M. O., Silva, A. L., Souza, C. F., Batista, F. J. F., & Barbari, M. (2016). Medidas para minimizar a emissão de amônia na produção de frangos de

corte: revisão/actions to minimize ammonia emission in broiler production. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, 10(1), 51-61.

Tasoniero, G., Cullere, M., Cecchinato, M., Puolanne, E., & Dalle Zotte, A. (2016). Technological quality, mineral profile, and sensory attributes of broiler chicken breasts affected by white striping and wooden breast myopathies. *Poultry science*, 95(11), 2707-2714.

Terra, N. N., & Brum, M. A. (1988). *Carne e seus derivados: técnicas de controle de qualidade* (p. 121). São Paulo: Nobel.

Team, R. (2015). *RStudio: integrated development for R*. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com>, 42, 14.

Tong, H. B., Wang, Q., Lu, J., Zou, J. M., Chang, L. L., & Fu, S. Y. (2014). Effect of free-range days on a local chicken breed: Growth performance, carcass yield, meat quality, and lymphoid organ index. *Poultry Science*, 93(8), 1883-1889.

Van Laack, R. L. J. M., Liu, C. H., Smith, M. O., & Loveday, H. D. (2000). Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. *Poultry Science*, 79(7), 1057-1061.

Wei, F. X., Hu, X. F., Sa, R. N., Liu, F. Z., Li, S. Y., & Sun, Q. Y. (2014). Antioxidant capacity and meat quality of broilers exposed to different ambient humidity and ammonia concentrations. *Genet Mol Res*, 13(2), 3117-27.

Zhuang, H., & Savage, E. M. (2013). Comparison of cook loss, shear force, and sensory descriptive profiles of boneless skinless white meat cooked from a frozen or thawed state. *Poultry science*, 92(11), 3003-3009.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Jean Kaique Valentim – 10%

Fábio Mascarenhas Dutra – 10%

Luanne Escobar do Nascimento Oliveira – 10%

Cláudia Marie Komiyama – 10%

Bruna Barreto Przybulinski – 10%

Deivid Kelly Barbosa – 10%

Rodrigo Garófallo Garcia – 10%

Vivian Aparecida Rios de Castilho – 10%

Felipe Cardoso Serpa – 10%

Maria Fernanda de Castro Burbarelli – 5%

Bruna de Souza Eberhart – 5%