

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**EFEITO DA DENSIDADE DE ALOJAMENTO SOBRE O
DESEMPENHO, RENDIMENTO DE CARÇA E PARÂMETROS
SANGUÍNEOS DE FRANGOS**

Angélica Louredo Pinheiro
Orientadora: Dr^a Alessandra Gimenez Mascarenhas

GOIÂNIA
2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese

2. Nome completo do autor

Angélica Louredo Pinheiro

3. Título do trabalho

Efeito da densidade de alojamento sobre o desempenho, rendimento de carcaça e parâmetros sanguíneos de frangos

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Alessandra Gimenez Mascarenhas, Professora do Magistério Superior**, em 05/10/2020, às 17:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **ANGÉLICA LOUREDO PINHEIRO, Discente**, em 06/10/2020, às 08:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1596390** e o código CRC **056BEF2C**.

ANGÉLICA LOUREDO PINHEIRO

**EFEITO DA DENSIDADE DE ALOJAMENTO SOBRE O
DESEMPENHO, RENDIMENTO DE CARÇA E PARÂMETROS
SANGUÍNEOS DE FRANGOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Goiás (PPGZ/ UFG), junto a Escola de Veterinária e Zootecnia como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Zootecnia.

Área de Concentração:

Produção Animal

Linha de pesquisa:

Nutrição e Produção Animal

Orientador (a):

Dr^a Alessandra Gimenez Mascarenhas

Comitê de orientação:

Dr Marcos Barcellos Café

Dr^a Heloísa Helena de Carvalho Mello

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Louredo Pinheiro, Angélica

Efeito da densidade de alojamento sobre o desempenho, rendimento de carcaça e parâmetros sanguíneos de frangos [manuscrito] / Angélica Louredo Pinheiro. - 2020.

LXXXII, 82 f.

Orientador: Profa. Alessandra Gimenez Mascarenhas; co orientador Dr. Marcos Barcellos Café; co-orientador Heloísa Helena de Carvalho Mello.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Goiânia, 2020.

Bibliografia.

Inclui siglas, abreviaturas, símbolos, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Frango de corte. 2. Densidade de alojamento. 3. Genética . 4. Produção. 5. Manejo. I. Gimenez Mascarenhas, Alessandra, orient. II. Título.

CDU 635



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 82 da sessão de Defesa de Dissertação de **Angélica Louredo Pinheiro** que confere o título de **Mestra em Zootecnia** pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na área de concentração em Produção Animal.

Aos **28 dias do mês de agosto de dois mil e vinte** – (28/08/2020) a partir das **13h30min**, por Videoconferência, endereço: <https://meet.google.com/cyx-fuug-mye>, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada “**Efeito da densidade de alojamento sobre o desempenho, uniformidade, bem-estar e rendimento de carcaça de frangos**”. Os trabalhos foram instalados pela Orientadora, **Alessandra Gimenez Mascarenhas** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: **Nadja Susana Mogyca Leandro - EVZ/UFG**, membro titular interno; **Sandra Regina Pires de Moraes UEG/GO**, membro titular externo e **Heloisa Helena de Carvalho Mello - EVZ/UFG (Coorientadora)**. Durante a arguição os membros da banca FIZERAM sugestão de alteração do título. do **trabalho conforme explicitado abaixo**. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação tendo sido a candidata **Aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pela **Alessandra Gimenez Mascarenhas**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

“Efeito da densidade de alojamento sobre o desempenho, rendimento de carcaça e parâmetros sanguíneos de frangos”



Documento assinado eletronicamente por **Alessandra Gimenez Mascarenhas, Professora do Magistério Superior**, em 28/08/2020, às 17:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Heloisa Helena De Carvalho Mello, Professora do Magistério Superior**, em 28/08/2020, às 17:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Nadja Susana Mogyca Leandro, Professor do Magistério Superior**, em 28/08/2020, às 17:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sandra Regina Pires de Moraes, Usuário Externo**, em 28/08/2020, às 17:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1499986** e o código CRC **D7995969**.

Dedico essa dissertação ao meu pai, Albano Pinheiro, por todo apoio e suporte aos meus estudos, por todo empenho, amor e esforço nestes 25 anos da minha vida e pelos conselhos que foram e são responsáveis pela formação do meu carácter. Te amo pai!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por toda a força que me destes para conclusão deste projeto, confesso que, em meio a tantas dificuldades, se não fosse de Tua vontade, não teria conseguido. A Ti sou grata!

Agradeço pela oportunidade de contar com o apoio dos meus pais, Albano Pinheiro e Vanusa Louredo, e dos meus irmãos, Wanessa e Saulo, em todas as situações. Agradeço todas as orações que minhas avós e meus avôs, Maria e Vicente, Luzia e José Miguel, fizeram a Deus em favor da minha vida. A minha família sou grata!

Meu agradecimento mais que especial, a minha melhor amiga, por toda paciência, apoio e amizade nesses anos de vida acadêmica. Desde a graduação, compartilhando toda a rotina acadêmica, compartilhando dias de lutas e dias de glórias. Muito obrigada, Mirella Silva!

Sou grata por todos os conselhos recebidos da Tânia Ferreira, que estão proporcionando um grande desenvolvimento pessoal na minha vida. Agradeço todo amor, empenho e dedicação que o Raphael Nunes entregou a mim, sua ajuda foi imprescindível para realização do experimento. Muito obrigada, vocês dois são a família que eu escolhi pra vida!

Agradeço muito a Deus por todas as pessoas que estiveram em meu caminho, agradeço aos colaboradores do Aviário Escola, Charles e Kellen, por toda paciência, por todos os ensinamentos, pelos puxões de orelha, pelos conselhos, sempre buscando o melhor caminho para condução do projeto. A vocês, sou grata!

Agradeço ao professor Marcos Café, por toda a confiança depositada em mim para condução desse projeto. Nunca esquecerei essa atitude, muito obrigada! Agradeço a minha orientadora Alessandra Mascarenhas pela disposição de tempo de me acompanhar na pós-graduação.

Agradeço a todos os meus colegas de pós-graduação, que se disponibilizaram a ajudar nos momentos difíceis, em especial Júlia Marixara, Douglas Mendes, Allan Gabriel, Janaína Correia, Marcus Analetto, Luan Moura, Renata Vaz, Izabela Cruvinel, Laís Gabrielly, Helder Oliveira, Natiele Ferraz. Aos meus colegas, sou grata!

Agradeço por todas as mulheres que tive o prazer de acompanhar o trabalho desde a Iniciação Científica, na graduação, e aprender muito com elas, em especial, Januária Santos, Maryelle Durães, Mariana Mesquita, Deborah Carvalho, Karla Teixeira, Fernanda Castejon, Hyara Paula, Kamilla Martins, e as professoras que me marcaram pela competência e conduta profissional, Ângela Adamski, Cleonice Souza, Cíntia Minafra e Alessandra Mascarenhas. Mulheres na ciência! Muito obrigada!

Agradeço ao professor Marinaldo Divino, pela oportunidade de ministrar algumas aulas em sua disciplina na graduação, para cumprimento do Estágio em Docência Orientada. Cresci muito com essa oportunidade. Muito obrigada!

Agradeço aos professores Romão da Cunha e Aldi Fernandes, que, embora não sejam da minha área de atuação, tive a oportunidade de conviver e adquirir saberes que levarei pra minha vida profissional e pessoal, eles são exemplos de profissionais que me inspiram a ser cada dia melhor no trabalho e a ter ética profissional. “A influência de um belo caráter é contagiosa, e pode revolucionar uma vida inteira” (Eleanor Porter). Agradeço aos maus exemplos de profissionais que convivi nessa jornada, graças a eles eu aprendi como não deve se portar. “O professor tem o poder de afetar a eternidade do aluno” (Henry Adams).

Muito obrigada a todos os colaboradores da Universidade Federal de Goiás e a própria, pela oportunidade da realização do Mestrado Acadêmico em Zootecnia. Obrigada aos órgãos de fomento, pelo financiamento e custeio da bolsa de estudos, em específico a CAPES/FAPEG.

Agradeço aos alunos de Zootecnia pelo auxílio no manejo diário do galpão. Acreditem, ensinando vocês, eu aprendi muito mais. Obrigada Wesley Bezerra, Larissy Silva, Henrique Lima, Kimberlly Viana, Rayssa Cardoso, Larissa Pereira, Isabela Dara Oliveira, Eliene Souza, Marylia Clemente, Adriane Corrêa, Larissa Lourenço, Vinicius Silva, Gabryella Santos, Isabella Araújo, Isabelle Aureliano Oliveira e João Lucas Vaz. O agradecimento se estende aos alunos de Medicina Veterinária Andressa Brito, Anna Paula Bronca e Patryck Dias.

Obrigada a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho! As suas vidas, sou grata!

“[...] todos iguais, indefesos e medrosos. Talvez, pensássemos em algum momento, enfrentar uma guerra, jamais um simples espirro. Hoje estamos assumidamente de máscaras; não para escondermos nossos defeitos, mas, para reconhecermos que somos totalmente frágeis.”

Daniela Maria Bottrel ♥

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABELAS	xiii
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	xiv
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUÇÃO.....	17
2. REVISÃO DA LITERATURA	20
2.1- Densidade de Alojamento de frangos	20
2.2- Uniformidade de Crescimento	24
2.3- Comportamento Ingestivo de alimento	25
2.4- Parâmetros Bioquímicos e Hematológicos	28
2.5- Rendimento de Carcaça.....	33
2.6- Amônia volatilizada da cama de frangos	35
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	39
3.1- Delineamento Experimental.....	39
3.2- Manejo experimental.....	39
4. VARIÁVEIS ESTUDADAS.....	41
4.1- Desempenho Zootécnico	41
4.2- Estimativa da taxa de crescimento e uniformidade de frangos	41
4.3- Comportamento Ingestivo de alimentos.....	42
4.4- Parâmetros Bioquímicos e Hematológicos	42
4.5- Rendimento de carcaça.....	44
4.6- Temperatura, umidade e amônia volatilizada da cama de frango	45
4.7- Análise estatística.....	45
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5.1- Desempenho Zootécnico	46

5.2- Estimativa da taxa de crescimento e uniformidade de frangos	53
5.3- Comportamento Ingestivo de alimento	57
5.4- Parâmetros Bioquímicos e Hematológicos	59
5.5- Rendimento de carcaça.....	65
5.6- Temperatura, umidade e amônia volatilizada da cama de frango	67
6. CONCLUSÃO.....	71
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1- Estimativa da Taxa de Crescimento em função do peso de frangos, criados nas densidades de alojamento de 10,41; 11,45; 12,50 e 13,54 aves/m² no período de 1 a 42 dias, obtidos por meio de função quadrática. 54
- FIGURA 2- Coeficientes de Variação (%) da criação de frangos, alojados nas densidades de 10,41; 11,45; 12,50 e 13,54 aves/m² no período de 1 a 42 dias. 55
- FIGURA 3- Uniformidade (%) da criação de frangos, alojados nas densidades de 10,41; 11,45; 12,50 e 13,54 aves/m² no período de 1 à 42 dias. 56
- FIGURA 4- Comportamento de Ingestão de alimentos de frangos criados nas densidades de 10,41; 11,45; 12,50 e 13,54 aves/m², nos períodos da manhã, tarde e noite, aos 4, 5 e 6 dias de idade, totalizando 96 horas de avaliação. 58
- FIGURA 5- Comportamento de Ingestão de alimentos de frangos criados nas densidades de 10,41; 11,45; 12,50 e 13,54 aves/m², nos períodos da manhã, tarde e noite, aos 10, 13 e 15 dias de idade. 58
- FIGURA 6- Comportamento de Ingestão de alimentos de frangos criados nas densidades de 10,41; 11,45; 12,50 e 13,54 aves/m², nos períodos da manhã, tarde e noite, aos 20, 25, 30 e 40 dias de idade. 59

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- Temperaturas máximas e mínimas durante o período experimental	39
TABELA 2- Composição percentual e valores nutricionais calculado das rações basais.....	40
TABELA 3- Desempenho de frangos alojados em diferentes densidades em períodos semanais de 1 a 7, 8 a 14, 15 a 21, 22 a 28, 29 a 35 e 36 a 42 dias
TABELA 3- Desempenho de frangos alojados em diferentes densidades em períodos semanais de 1 a 7, 8 a 14, 15 a 21, 22 a 28, 29 a 35 e 36 a 42 dias (continuação)	48
TABELA 4- Desempenho de frangos alojados em diferentes densidades nos períodos de 1 a 7, 1 a 14, 1 a 21, 1 a 28, 1 a 35 e 1 a 42 dias de idade	52
TABELA 4- Desempenho de frangos alojados em diferentes densidades nos períodos de 1 a 7, 1 a 14, 1 a 21, 1 a 28, 1 a 35 e 1 a 42 dias de idade (continuação)	53
TABELA 5- Coeficiente de Variação (CV%) e Uniformidade (U%) de frangos no período de 1 a 42 dias.....	56
TABELA 6- Níveis de cortisol sanguíneo ($\mu\text{g/dL}$), glicose sanguínea (mg/dL), lactato (mg/dL), albumina (g/dL) e proteínas totais (g/dL), de frangos alojados em diferentes densidade aos 41 dias	61
TABELA 7- Níveis de colesterol (mg/dL), HDL (mg/dL), triglicerídeos (mg/dL) e ácido úrico (mg/dL) de frangos aos 41 dias	62
TABELA 8- Eritrograma de frangos alojados em diferentes densidades aos 41 dias de idade	63
TABELA 9- Trombócitos e Leucograma de frangos alojados em diferentes densidades aos 41 dias	64
TABELA 10- Leucograma de frangos alojados em diferentes densidades aos 41 dias de idade	65
TABELA 11- Rendimento de carcaça (%) e de cortes (%) de frangos alojados em diferentes densidades de criação no período de 1 a 42 dias de idade	67
TABELA 12- Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) média da cama de frango, com amostragem aos 28, 35 e 42 dias.	68
TABELA 13- Umidade (%) da cama de frango com substrato de casca de arroz aos 28, 35 e 42 dias de idade.....	68
TABELA 14- Concentração de amônia volatilizada (ppm) proveniente de cama reutilizada no galpão de frango, aos 28, 35 e 42 dias de idade	69

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

TGI- Trato Gastrointestinal

CRH- Corticotrofina

ACTH- Hormônio Adrenocorticotrófico

RBC- Hemácias

HGB- Hemoglobina

HCT- Hematócrito

VCM- Volume Celular Médio

MCH- Hemoglobina Corpuscular Média

WBC- Glóbulos Brancos diferenciados

HET- porcentagem de Heterófilos

LYM- Linfócitos

MONO- Monócitos

EOS- Eosinófilos

BASO- Basófilos

NH₃- Amônia

(NH₂)₂CO- Ureia

NH₄NO₃- Nitrato de amônio

HNO₃- Ácido nítrico

NH₄⁺- Amônio

PM- Peso Médio

PC- Peso Corporal

CR- Consumo de Ração

CA- Conversão Alimentar

DP- Desvio Padrão

CV- Coeficiente de Variação

IEP- Índice de Eficiência Produtiva

HDL- High Density Lipoprotein (lipoproteína de alta densidade)

LDL- Low Density Lipoprotein (lipoproteína de baixa densidade)

VLDL- Very Low Density Lipoprotein (lipoproteína de densidade muito baixa)

RESUMO

Objetivou-se avaliar o impacto de diferentes densidades de alojamento sobre o desempenho zootécnico, uniformidade de crescimento, rendimento de carcaça e indicadores fisiológicos de estresse como medidas de bem-estar. Realizou-se um experimento utilizando-se 1242 pintos de um dia de idade, machos, da linhagem Cobb500™, com média de peso inicial de 48,4 gramas, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e nove repetições, totalizando 36 unidades experimentais. Os tratamentos foram quatro diferentes densidades de alojamento, sendo 10,41 aves/m²; 11,45 aves/m²; 12,50 aves/m² e 13,54 aves/m². Foram avaliados o desempenho zootécnico, crescimento e uniformidade, o rendimento de carcaça e de cortes comerciais, os níveis séricos de cortisol, lactato, proteínas totais, albumina, glicose, triglicerídeos, colesterol, ácido úrico e o hemograma completo. A qualidade da cama foi avaliada quanto à temperatura, umidade e concentração de amônia volatilizada. O consumo de ração, o ganho de peso, o peso vivo e a conversão alimentar foram avaliados semanalmente. Aos 42 dias, 72 aves (18 por tratamento/ 2 por repetição) foram abatidas, para avaliação do rendimento de carcaça e de cortes comerciais. O aumento da densidade promoveu maior produção de peso vivo/m² de galpão, no entanto, não afetou o rendimento de carcaça e de cortes comerciais aos 42 dias de idade. Não houve influência dos tratamentos sobre a uniformidade de crescimento do lote, assim como não houve influência nas variáveis relacionadas ao estresse (cortisol, glicose, lactato e albumina) nos frangos. Concluiu-se que a densidade de alojamento de 13,54 aves/m² produziu 47,23 kg/m² e pode ser utilizada na criação frangos machos, criados de um a 42 dias, em galpões industriais de modelo pressão negativa, sem prejuízos ao desempenho, rendimento de carcaça, qualidade de cama e bem-estar.

Palavras chave: frango de corte, densidade de alojamento, genética, produção.

ABSTRACT

The objective was to evaluate four different stocking densities on performance of broilers, uniformity, well-being and broiler carcass yield. For this purpose, an experiment was carried out using 1242 day-old male chicks of the Cobb500™ strain, with an average body initial weight of 48.4 grams, the experimental design was entirely randomized with four treatments and nine replications, with a total of 36 experimental units. The treatments were four different stocking densities square meters, 10.41 birds / m²; 11.45 birds / m²; 12.50 birds / m² and 13.54 birds / m². Performance, a growth rate according to age and uniformity, carcass yield and commercial parts, levels of cortisol, lactate, total protein, albumin, glucose, triglycerides, cholesterol, uric acid and blood count were taxed. The quality of the bed was evaluated for moisture content, temperature and ammonia emission level. The feed intake, body weight gain, live weight and feed conversion were evaluated weekly. At 42 days, 72 birds (18 per treatment/ two per replication) were slaughtered to assess carcass yield and commercial cuts. The increase in density promoted greater production of body weight / m² of shed. However, it did not affect the performance and yield of carcass and commercial parts at 42 days of age. There was no influence of treatments on the growth uniformity of the flock, nor did it influence the variables related to stress (cortisol, glucose, lactate and albumin) in chickens. It was concluded that the stocking densities of 13.54 birds / m² produced 47.23 kg / m² and can be used in the rearing of male chickens, raised from one to 42 days old, in negative pressure industrial sheds, without damage to the performance, carcass yield, bed quality and welfare quality.

Key words: broiler chicken, stocking density, genetics, production.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca na produção mundial de alimentos, como o maior exportador e o segundo maior produtor mundial de carne de frango, com previsão de permanência nessa posição até 2028¹. A avicultura industrial brasileira cresce em uma velocidade superior a de outros segmentos agropecuários, impulsionada pela grande expressão no aumento de demanda interna e externa da disponibilidade per capita de carne de frango. Mesmo diante de muitas incertezas no mercado frente ao enfrentamento da pandemia, um cenário bastante favorável de oportunidades se desenha para o aumento da produção de carne de frango².

A maior vantagem da produção avícola é que se trabalha com um ciclo produtivo mais curto em relação às outras culturas, dentro de um espaço relativamente pequeno, fazendo da avicultura, a cultura que poderá responder com maior efetividade a esse aumento de demanda no consumo de carne. O reflexo do bom desempenho avícola brasileiro se deve ao grande investimento em pesquisas, principalmente nas áreas de nutrição, biossegurança e em novas técnicas de manejo. À medida que aumenta o consumo mundial de carne de frango, surgem desafios na cadeia produtiva para aumentar a produtividade, o campo científico busca, rapidamente, alternativas viáveis para o aumento de produção sem prejuízos ao meio ambiente e ao bem-estar animal.

Com a representatividade do setor avícola para a economia brasileira, é necessário manter o padrão de qualidade dos produtos cárneos, seguindo as exigências internacionais para exportação e sempre buscar melhorias para a cadeia produtiva, desde o conforto dos animais ao processamento do produto final. A crescente pressão por redução dos custos na criação de frangos de corte pelas integradoras, por causa dos baixos preços pagos pelo frango vivo, resfriado e congelado induz os criadores a aumentarem a densidade de alojamento na criação dos frangos, como forma de aumentar a produtividade por área, aperfeiçoar o uso da mão-de-obra, equipamentos, espaço de produção, e conseguir, com isso, poupar investimentos em novos aviários³.

Com o aumento da densidade populacional na criação de frangos, consegue-se otimizar o uso das instalações, do manejo, da energia para distribuição de água e ração, da mão de obra, da terra (fazenda), do uso dos equipamentos e aumentar a produtividade por área, por conta do aumento do número de animais por m². O aumento da densidade de alojamento é uma técnica de manejo que está relacionada diretamente ao desempenho produtivo das aves, e, quando realizada de forma inadequada, impacta negativamente na qualidade de vida dos

animais, por gerar estresse pela submissão dos animais a espaços menores para sua movimentação, o que pode acarretar em problemas relacionados à sanidade, velocidade de crescimento dos animais, propiciar perda no rendimento e na qualidade de carcaças, aumento dos problemas com a qualidade da cama, que traz prejuízo na qualidade do ar dentro dos galpões, além de influenciar no aumento das taxas de mortalidade do lote. Interferindo, totalmente, no bem-estar animal⁴.

Quanto maior a densidade trabalhada, maior será a dificuldade de controlar o ambiente interno do galpão, um é consequência do outro. A relação do aumento de densidade com o bem-estar é justamente por este manejo interferir no espaço disponível para a movimentação dos animais, o que pode trazer desconforto físico e fisiológico às aves. Fatores relacionados ao bem-estar, envolvendo estresse nas ações de manejo, como o aumento de densidades de alojamento, que influenciam diretamente na uniformidade do lote. Quando o espaço de locomoção é reduzido, pode gerar competição entre as aves, tanto por espaço de cama quanto por espaço de comedouro e bebedouro, o que faz com que o frango maior consiga comer mais e, com isso, ganhar mais peso do que os demais, levando a uma desuniformidade no crescimento das aves cada vez mais evidente, influenciando no desempenho final e no rendimento de carcaça⁵.

O bem-estar animal é um questionamento e uma preocupação compartilhada pelos órgãos governamentais, produtores, empresas avícolas e consumidores que estão cada vez mais engajados com a responsabilidade ambiental, consciência ecológica em relação ao consumo e produção de alimentos, em saber quais são as condições de criação desses animais. Uma discussão bastante saudável, a qual incentiva as indústrias avícolas a investirem cada vez mais em pesquisas na busca de alternativas viáveis e sustentáveis de produção, limitando, assim, o uso de altas densidades de alojamento que causam superlotação no galpão, cuidando para que seja proporcionado conforto ambiental aos animais por meio de manejos corretos de criação, mantendo o equilíbrio entre produtividade e bem-estar animal.

O mercado Europeu é líder na adoção de boas práticas produtivas, que preserve o bem-estar animal, com elaboração de uma série de Instruções Normativas, Diretrizes e Códigos específicos que orientam todos os passos para uma criação responsável. Essas normas trazem determinações desde condições de manejo, como de alojamento, de densidade de criação, transporte, até orientações de restrições para importação de produtos cárneos de outros continentes que não adotam a rotina de bem-estar animal em suas cadeias produtivas⁶.

A escolha da densidade de alojamento ideal para frangos varia de acordo com a região do país em função das temperaturas, depende da estação do ano, em épocas mais quentes as densidades a serem trabalhadas devem ser menores, depende do modelo de galpão, se é de pressão negativa ou positiva, depende do nível de tecnificação do galpão, galpões com climatização controlada, com comedouros e bebedouros automáticos, possuem capacidade de alojamento de maiores densidades de aves por/m² do que galpões com estruturas com menor nível de tecnificação. A interação dos fatores que envolvem todo o sistema produtivo é complexa e deve ser analisada de todas as formas, sendo o bem-estar animal considerado um fator multidimensional. A avaliação de baixas densidades de alojamento também é relevante ao sistema de criação para verificar se esse manejo, por si só, é capaz de diminuir o nível de estresse, o qual os animais são expostos, esporadicamente, e, assim, elevar a condição de bem-estar no sistema de criação, a partir da visualização de melhores índices de produtividade por área, por meio da avaliação de fatores comportamentais e por meio do acompanhamento de parâmetros fisiológicos.

A adoção de critérios de avaliação, para o uso de diferentes densidades de alojamento, é uma forma de melhorar e padronizar os resultados zootécnicos, sendo que, em altas e baixas densidades de criação, os animais estão sujeitos a potenciais agentes estressantes, como o seu manuseio, passíveis de desconforto térmico, barulhos de forma geral, e esses fatores estão relacionados com perdas produtivas e perdas no bem-estar, que, em estágios muito graves, aumentam consideravelmente a suscetibilidade das aves a doenças, influenciando no aumento das taxas de mortalidade. Manter o equilíbrio entre a produção e o bem-estar animal é o objetivo de toda a cadeia avícola. Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes densidades de alojamento sobre o desempenho zootécnico, uniformidade de crescimento, qualidade de cama, bem-estar animal por meio da leitura e interpretação de parâmetros sanguíneos, rendimento de carcaça e cortes comerciais em frangos machos, criados em galpão industrial de pressão negativa, de um a 42 dias.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1- Densidade de Alojamento de frangos

Com o aumento da demanda per capita no consumo de carne de frango, tanto no mercado interno quanto para exportação, houve um aumento considerável a expansão da criação de frangos de corte, o que aumenta, inevitavelmente, os custos fixos e variáveis com a produção, seja com manutenção e/ou aquisição de novas instalações. Também houve um aumento no interesse da indústria avícola pela elevação do número de aves por m^2 , para otimizar a produção sem a necessidade de aumentar o número de galpões. O aumento da densidade de criação permite produzir maior quantidade de carne por unidade de área (m^2) sendo, portanto, uma alternativa viável para aumentar o rendimento produtivo e econômico do plantel⁷.

Densidade de alojamento refere-se à quantidade de animais alocada em uma determinada área, valores estes que podem ser expressos em números de animais ou em quilos produzidos por área. O setor avícola passou por grandes transformações nos últimos anos, como a adoção de programas de biossegurança bem mais rígidos, as melhorias nas condições físicas das instalações de criação, otimizou o uso de equipamentos, e conseqüente a isso também ocorreu mudanças nos manejos até então empregados. Surgiram novas técnicas de manejo, como a readequação do uso das densidades de alojamento, que, hoje em dia, foca principalmente no bem-estar dos animais, fazendo dessa a grande questão do mercado avícola, de encontrar e manter o equilíbrio entre o bem-estar animal com o aumento da densidade de criação, a fim de aumentar a produtividade e, conseqüentemente, a rentabilidade por área.

O aumento da densidade de alojamento é uma forma de manejo que visa o aumento da produtividade de kg de carne/ m^2 no sistema de criação, além de ser um parâmetro que influencia diretamente na saúde, no desempenho e no bem-estar animal. Em geral aumentando-se a densidade de alojamento potencializa-se a mão de obra no galpão e diminui-se os custos fixos de produção. O objetivo principal de aumentar a densidade de alojamento é melhorar a rentabilidade da produção, maximizando o lucro por ciclo produtivo. Com o aumento da produção em quilos de frango na mesma área útil do galpão, é possível potencializar o retorno econômico da produção, mesmo considerando os custos extras de alimentação incorridos pela criação dessas aves adicionais por m^2 ⁽⁸⁾.

Embora o aumento da densidade de alojamento possa elevar a quantidade produzida de quilos de carne/ m^2 , uma densidade inadequada para o modelo de galpão utilizado pode afetar negativamente o desempenho final dos frangos, por dificultar o acesso aos comedouros e

bebedouros pelo espaço reduzido de movimentação, gerando competição entre as aves e causando estresse. Com o ambiente desfavorável à criação das aves, as mesmas ficam expostas a possíveis situações estressantes, que provocam alterações nos parâmetros hematológicos, fisiológicos, enzimáticos, hormonais e até patológicas. Situações de estresse conduz o organismo a produzir e liberar corticosteroides endógenos, resultando em mudanças significativas nos valores de hemograma e na bioquímica sérica dos animais. O estresse agudo pode promover alterações nos valores bioquímicos, provocando elevações das concentrações dos níveis séricos de glicose, proteínas totais, triglicerídeos, colesterol, além de alterar as concentrações de albumina e ácido úrico. Em relação ao hemograma, o estresse provoca grandes variações na relação de heterófilos/linfócitos⁹.

As densidades de alojamentos adotadas são diferentes em relação ao sexo do animal, quando utilizado lote de machos, as densidades de criação devem ser menores do que a de lotes de fêmeas⁷. Isso pelo fato de que é notória a diferença no desempenho zootécnico entre machos e fêmeas, segundo as tabelas de desempenho da linhagem, presumindo-se que frangos machos apresentam maior conformação de carcaça do que fêmeas, fazendo com que eles requeiram mais espaço do que as fêmeas na mesma idade¹⁰.

O emprego de linhagens com alto potencial genético aliado à alta precisão na formulação de dietas, o uso de equipamentos modernos e de rotinas de manejo eficientes, proporcionam à avicultura grande capacidade de dimensionamento do sistema produtivo, sendo possível a adoção de diferentes densidades de alojamento.

A qualidade de cama é outro fator que interfere na saúde e no bem-estar de animais alojados em altas densidades, principalmente pela ocorrência de sua compactação, devido ao aumento do peso por m² e ao aumento de umidade oriunda principalmente do aumento de dejetos, que propicia maior crescimento microbiano na cama, com isso aumenta a decomposição do ácido úrico na cama, aumentando, consideravelmente, as concentrações de amônia na cama e na atmosfera, o que acarreta no aparecimento de lesões inflamatórias nas pernas, nos seios pulmonares e, em casos extremos de excesso de amônia, no galpão provoca queimaduras na retina ocular, levando à cegueira nos animais¹¹.

Com o aumento da densidade e redução de espaço, os animais desenvolvem problemas nas pernas, como escoriações nos jarretes e coxins plantares, arranhões e contusões na carcaça, o que pode provocar o aumento da taxa de mortalidade no plantel. Além disso, a integridade da cama também será comprometida, afetando a qualidade do ar dentro do galpão

e a qualidade da cama. Tudo isso trará desconforto aos animais, afetando sua disposição à alimentação e comprometendo o seu bem-estar¹².

Os problemas com a adoção de altas densidades de alojamento são mais visíveis e representativos no terço final do período de produção, em que os efeitos do aumento da densidade e de manejos adotados são mais evidentes devido ao maior tamanho das aves e consequente redução de espaço livre¹³.

Na literatura científica, existem inúmeros autores que consideram que as diferentes densidades de alojamento sofrem variação em função de uma série de fatores que envolvem, principalmente, as condições ambientais de trabalho e o nível de tecnificação do galpão. Na média brasileira, englobando todos os modelos de galpão de produção, a densidade de trabalho utilizada, atualmente, é de 11 a 13 aves/m² ⁽¹⁴⁾. A criação de frangos de corte em alta densidade tem sido o objetivo dos criadores na produção de frangos no Brasil e no mundo. O objetivo dos criadores nacionais é aumentar o alojamento para 14 a 22 aves/m² de galpão¹⁵.

Quando se fala em galpões de estruturas simples, com menos tecnificação e com instalações mais antigas, objetiva-se aumentar a densidade de alojamento utilizada entre 14 a 18 aves/m² e quando se trabalha com galpões altamente automatizados, modernos, com ambiência interna totalmente controlada o objetivo é alcançar o alojamento entre 18 a 22 aves/m². Ao final do período de produção, deve-se alcançar a produtividade de até 40 kg/m², interferindo o menos possível no bem-estar dos animais pela consequente redução de espaço de movimentação dentro do galpão, sendo que, quando produzidos valores superiores a 30 kg/m², subtende-se que foram utilizadas altas taxas de densidade de alojamento¹⁴.

Entretanto, no Brasil, não existe uma legislação específica que determina a densidade de alojamento ideal. Os manuais técnicos apresentam a orientação recorrente de que seja mantida uma densidade entre 10 a 18 aves/m², com produção de 20 a 35 kg de peso vivo/m² em 2015 ⁽¹¹⁾. A União Brasileira de Avicultura recomenda que a densidade máxima adotada seja de produção de até 39 kg/m² em 2009⁽¹⁶⁾, se considerarmos a tabela Cobb500™ para machos, sendo o peso previsto aos 42 dias de 3,147 kg, o que dará em média 12,39 aves/m² ⁽¹⁰⁾.

Os trabalhos com densidades de alojamento prezam por todas as variáveis que se relacionam com o bem-estar animal e que, mesmo assim, promova melhorias na eficiência produtiva. A Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals (RSPCA), uma das grandes organizações de direitos dos animais do mundo, estabelece como requisito mínimo e fundamental que a produção não deve exceder 30 kg/m², para os animais serem considerados

em alto nível de bem-estar ⁽¹⁷⁾, se considerar a tabela Cobb500™ para machos, sendo o peso previsto, aos 42 dias, de 3,147 kg, isso dará, em média, 9,53 aves/m²⁽¹⁰⁾.

Os regulamentos legais para a produção de frangos na União Europeia são fornecidos pela Diretiva 2007/43/CE do Conselho desde o ano de 2007, que estabelece regras mínimas para a proteção de frangos para produção de carne. Essa diretiva inclui disposições sobre densidades de alojamento, orientando a utilização de densidade inicial de 33 kg/m² ou 10,48 aves/m², que pode ser aumentada para 39 kg/m² ou 12,39 aves/m² e chegar a um máximo de 42 kg/m² ou 13,34 aves/m², que já é considerada como superlotação. Para produção igual ou superior a 42 kg/m², deve ser atendida uma série de requisitos ambientais e de manejo, que incluem a oferta de espaço suficiente para que os animais exerçam seus comportamentos naturais de maneira normal e confortável, respeitando seus limites fisiológicos de adaptação¹⁸.

Essa indicação é feita como forma de se evitar o desconforto aos animais, com a piora na qualidade do ar do galpão, com o excesso de umidade e compactação da cama, com o surgimento de pododermatites, que é considerada indicadora de bem-estar na Diretiva Europeia de Frangos de Corte (2007/43/CE). A adoção de densidades de alojamento mais baixas tem por objetivo permitir que os animais tenham espaço suficiente para expressar seus comportamentos naturais, como bicar, ciscar, andar, abrir as asas¹⁸.

A consequência negativa do aumento excessivo do número de aves por área é a principal razão para a crescente demanda por diretrizes que limitem a densidade, por meio de uma legislação específica. A saúde e o bem-estar dos frangos são comprometidas se o espaço disponível para sua movimentação estiver abaixo de 0,0625 a 0,07 m²/ave¹⁹.

Com o aumento das densidades de alojamento, essa passa a ser uma importante fonte geradora de estresse, interferindo no bem-estar de animais de produção²⁰. Cravener et al.²¹ conduziram um estudo para avaliar os índices de estresse de frangos criados com espaços disponíveis de 0,05; 0,07; 0,09 e 0,11 m² por ave. Foi observado que, com o aumento da densidade e consequente redução de espaço por ave, ocorreu aumento de lesões no peito, o que, teoricamente, seria um indicativo de maior estresse. Os parâmetros de rendimento de carcaça medidos no final de 42 dias de alojamento foram influenciados. O peso da carcaça com espaço disponível de 0,05 m² por ave foi significativamente menor do que todas as outras densidades.

Melhorias significativas no bem-estar das aves virão do estabelecimento de padrões que combinem a densidade de alojamento com as condições do meio ambiente, como o oferecimento de ventilação adequada e o controle da qualidade do ar dentro do galpão, atentando-se às especificações de cada tipo de ventilação, tipo de bebedouro, tipo de substrato

da cama e considerar os manejos adequados para a genética das aves que estão trabalhando, sugerindo que um melhor controle das variáveis climáticas podem levar a uma melhor condição para o bem-estar animal²².

As empresas brasileiras procuram seguir o mercado Europeu, por este ser nosso maior mercado de exportação, que leva em consideração que a densidade de alojamento utilizada é variável, seja pela época do ano, peso das aves ao abate e a existência de sistema de climatização²³.

2.2- Uniformidade de Crescimento

A uniformidade de crescimento é considerada um parâmetro de prioridade das empresas avícolas, pois impacta diretamente na lucratividade das empresas. Pode ser interpretada com base na variação de peso médio (PM) das aves e dos coeficientes de variação (CV%) do lote de frangos, indicando a variabilidade do tamanho das aves dentro de um lote. Essa métrica de uniformidade é, frequentemente, definida, usada e aceita pela indústria avícola, quanto mais aves houver dentro de um intervalo de peso correspondente a $\pm 10\%$ do peso corporal médio do lote, dentro do intervalo de 80%, mais uniforme será esse lote produtivo¹⁵. Os programas de manejo que priorizam a uniformidade, a conversão alimentar, o ganho médio diário e a viabilidade têm maiores chances de produzir frangos de corte que atendam às especificações de mercado e que resultem em lucratividade máxima do lote²⁴.

A uniformidade de crescimento dos frangos sofre ação direta dos manejos adotados dentro do galpão, ficando comprometida, principalmente, pelo aumento da densidade de alojamento, quando feito de forma inadequada para o modelo do galpão; pelo manejo ambiental inadequado, seja pelas más condições na qualidade da cama, como excesso de umidade, amônia; ou pelas condições sanitárias, como a presença de sujidades nos bebedouros e o status de vacinação das aves. As condições físicas das instalações de forma geral, como o espaço de alimentação disponível para cada ave, também influenciam, pois, se o espaço dos comedouros for insuficiente e, conseqüentemente, não fornecer o volume de ração suficiente com o mínimo de perdas, a taxa de crescimento cairá e a uniformidade será gravemente comprometida. A criação de lotes mistos também colabora para a desuniformidade do lote²⁴.

Em condições inadequadas de criação, os animais respondem com piores uniformidades no peso corporal médio. Boas condições de alojamento são fundamentais para reduzir a desuniformidade do lote e para conseguir trabalhar com densidades de alojamento mais altas. Densidades inadequadas para o modelo de galpão utilizado levam à redução da taxa

de crescimento dos animais, redução de espaço disponível de comedouro e bebedouro, além de influenciar no consumo de ração dos frangos, depreciando o ganho de peso corporal. A uniformidade de crescimento também é influenciada pelo aumento da emissão de amônia da cama, que prejudica a circulação e a qualidade de ar dentro do galpão²⁵.

A uniformidade do lote pode ser usada como indicador de bem-estar animal (Diretiva Europeia de Frangos de Corte- 2007/43/CE)¹⁸. O aumento da densidade de aves reduz o espaço disponível para movimentação e afeta, diretamente, o comportamento das aves pelo difícil deslocamento aos bebedouros e comedouros, pois as aves têm que saltar por cima das outras e a probabilidade de se arranharem é maior²⁶.

A uniformidade do lote, além de ser reflexo do manejo empregado na produção, é um parâmetro importante no processo do abate, principalmente em plantas frigoríficas mais automatizadas e que possuem especificações de peso bastante estritas, com limitações de faixas de pesos para cada corte. A desuniformidade dificulta os processos automatizados que exigem regulação das máquinas para um padrão específico de tamanho de carcaça, a começar pelo processo de atordoamento das aves. Ajustando o atordoador para as aves maiores haverá dificuldades de que aves menores entrem em contato com a água do tanque, o que fere as regulamentações de bem-estar animal e pode produzir carcaças mal sangradas, refugos e carcaças danificadas. Por outro lado, ajustar o equipamento para as aves menores resultará em insensibilização inadequada das maiores, fazendo que estas sejam imersas muito profundamente na água, possivelmente aumentando a incidência de lesões e danificando as asas e nos filés de peito²⁷.

A carcaça dos frangos de um mesmo lote devem ser o mais uniforme possível em relação ao peso médio, para evitar perdas em decorrência de cortes específicos, garantindo uma boa apresentação do produto final, já que a desuniformidade pode prejudicar toda a linha de processamento da carcaça, que interfere na velocidade da linha de abate, reduzindo a qualidade e o rendimento dos produtos cárneos.

2.3- Comportamento Ingestivo de alimento

O comportamento ingestivo de alimento é uma avaliação feita para verificar se os animais estão expressando o comportamento adequado da espécie. O princípio do comportamento adequado é uma avaliação proposta pelo Projeto Welfare Quality®, que aplica o modelo das cinco liberdades em quatro princípios dinâmicos e multidisciplinares, conseguindo, com isso, mensurar adequadamente o bem-estar dos animais em condições de

campo, nas granjas e abatedouros, por exemplo. O princípio do comportamento adequando surgiu do questionamento acerca dos animais refletirem um estado emocional adequado²⁸.

A compreensão da interrelação do comportamento ingestivo de alimento com o bem-estar é verificada nos estudos que demonstram que diante da impossibilidade do desenvolvimento de uma frequência na rotina comportamental da ingestão de alimento, o animal experimenta uma resposta ao estresse, que pode ser identificada, facilmente, por meio da interpretação dos parâmetros fisiológicos, como a avaliação sérica dos níveis de corticosteroides e de proteínas. Contudo, só a avaliação de parâmetros fisiológicos não é suficiente para atender e explicar as dimensões do bem-estar, surgindo à orientação de basear-se na composição de várias medidas simultaneamente²⁹.

A ingestão de alimentos é o fator que tem mais influência sobre a determinação da taxa de crescimento e da eficiência alimentar dos animais. O comportamento ingestivo de frangos é dependente da interação de diversos fatores, seja pela fisiologia do animal, pelos fatores de manejo dos comedouros e bebedouros, pelos fatores dietéticos como os níveis de energia, proteína e aminoácidos, vitaminas e minerais na ração.

O comportamento do animal em todos os aspectos é dependente das condições de alojamento e das condições de criação, mesmo que as aves estejam comendo a mesma dieta e sendo manejadas da mesma forma em geral, a ingestão de alimento pode variar significativamente pela disponibilidade de acesso ao alimento e a água, a presença de lesões ou escoriações no animal oriundas de algum manejo equivocado que vai impossibilitar as aves de expressarem as condutas próprias da espécie, o grau de estresse no qual os animais podem passar no decorrer da realização de qualquer manejo ambiental. Todos esses efeitos são dependentes da densidade de alojamento (aves/m²), que, quanto mais alta, maior será a competição por água, alimento e espaço de cama³⁰.

A metodologia de avaliação do comportamento ingestivo se assemelha a que é empregada na avaliação de comportamento ingestivo para ruminantes, em que é delimitado o período de 24 horas, mensurando a quantidade de alimento que os frangos consumiam em um espaço curto de tempo, caracterizando, assim, o comportamento ingestivo no espaço de tempo pré-determinado de duas horas. Altman³¹ sugere a metodologia de que o ideal é que a avaliação de ingestão de alimentos aconteça em dias consecutivos, totalizando 96 horas de observação.

O manejo da fase pré-inicial influenciará todo o restante do período produtivo, fase essa que requer os maiores cuidados. Um dos objetivos do manejo, principalmente do manejo pré-inicial de frangos, é promover o desenvolvimento precoce de comportamento ideal da

ingestão de alimentos e água, e garantir um bom início dos pintos para maximização do seu crescimento subsequente, assegurando a boa uniformidade, saúde e bem-estar e qualidade final da carne.

A fim de não trazer prejuízos ao desenvolvimento corpóreo do animal, deve-se fazer a transição alimentar (mudança de formulação de ração) entre as fases de criação de forma sutil, continuada, sem interrupções abruptas no fornecimento de ração, para que as aves consigam estabelecer e criar uma frequência na rotina de ingestão de alimento para conseguir suprir as necessidades nutricionais do seu ciclo de vida através de programas nutricionais e alimentares adequados, para que o seu comportamento biológico possa ser otimizado sem comprometer o bem-estar ou o ambiente ⁽³²⁻³³⁾.

A execução correta dos manejos dos sistemas de comedouros e bebedouros terão total impacto na ingestão de alimento e água. Dada a representatividade do alimento, considerado a maior parte dos custos de produção dos frangos de corte, o objetivo do manejo correto dos comedouros é garantir que a oferta de alimento permaneça plena, independentemente do tipo de comedouro utilizado. A ingestão de alimento pode ser afetada de várias formas, mas, principalmente, pelo fornecimento de quantidades insuficientes de ração ou pela forma física deste alimento e/ou espaço insuficiente nos comedouros pela adoção de altas densidades de alojamento, influenciando o peso e a uniformidade das aves. É essencial que as aves tenham acesso à água fresca e limpa, para que a ingestão de ração e o crescimento sejam mantidos ⁽³²⁻³³⁾.

As aves desenvolvem um padrão bem característico de ingestão de alimentos com tendência a estabelecer uma rotina de consumo (acesso ao comedouro e bebedouro) e caso essa rotina seja interrompida de alguma forma ou o acesso ao alimento e água impedido, até mesmo por poucas horas, isso interrompe o crescimento e pode aumentar a suscetibilidade a doenças, principalmente doenças entéricas, provocando perdas no desempenho e nas condições de bem-estar animal³⁴. Sabe-se que a restrição ou qualquer fator que interfira na ingestão de água propicia a redução ou alterações no consumo e ingestão de alimentos³⁵. Soares et al.³⁶ reafirmaram com os resultados de suas pesquisas que o consumo de ração é afetado linear e negativamente, quando há restrições no fornecimento de água para os animais, confirmando a relação direta entre essas duas variáveis.

O comportamento alimentar pode ser alterado pelo grau de estresse, no qual a ave esteja exposta, o que pode aumentar a seletividade dos ingredientes da ração, caso essa não seja um alimento de mistura homogênea, as aves, geralmente, fazem escolhas alimentares para

alimentos de maior granulometria. A literatura também sugere que os efeitos do estresse no comportamento de ingestão de alimentos diferem de acordo com características individuais, como o sexo, por exemplo. Situações de estresse crônico estão associadas a maior exposição dos animais ao cortisol, que possui efeitos sobre o sistema de recompensa cerebral (SRC)³⁷. O cortisol aumenta a sensibilidade do SRC, o que pode desencadear no consumo excessivo de alimentos. Essas alterações no SRC podem ser notadas em indivíduos ou animais obesos³⁸.

Em situações estressantes, ocorre o aumento do nível de hormônios do estresse, como cortisol e as catecolaminas de forma geral, que promovem alterações no organismo como um todo, mobilizando grande parte de suas reservas para a manutenção do equilíbrio homeostático. Além disso, o consumo de alimentos é reduzido e a absorção de nutrientes é, significativamente, prejudicada durante a resposta aguda ao estresse. Se, no entanto, o estresse é continuado (crônico), seja pela má qualidade da cama e/ou pela adoção de altas densidades de alojamento a situação se agrava, havendo uma queda acentuada do consumo, o que traz prejuízos ao desenvolvimento dos animais³⁹.

2.4- Parâmetros Bioquímicos e Hematológicos

Animais criados em sistemas intensivos requerem condições ótimas de ambiência e bem-estar para expressar seu potencial genético e atingir seu máximo desempenho zootécnico. A densidade populacional tem grande interferência e impacto no processo produtivo, por interferir, totalmente, nas condições de alojamento dos animais, o que pode gerar competição entre as aves e causar estresse, que influencia de forma negativa o sistema imune dos animais.

O bem-estar animal pode ser avaliado por meio dos índices de produtividade, por meio de fatores comportamentais e mediante avaliação dos parâmetros fisiológicos, tais como cortisol, lactato e concentração de glicose sanguínea. Quando o organismo é ameaçado fisicamente ou psicologicamente, ocorre uma série de respostas adaptativas, que se contrapõem aos efeitos dos estímulos, reações essas que ajudam a ave a eliminar ou reduzir os aspectos adversos do manejo e do ambiente, como tentativa de restabelecer a homeostasia corporal. Nesta condição, dizemos que o animal está em estado de estresse⁴⁰.

O estresse é o principal indicador utilizado para avaliar o bem-estar da ave e, quando acontece a prática de manejo de forma errônea, como a adoção do aumento drástico da densidade de alojamento, pode ocorrer reflexos negativos, não só do ponto de vista econômico, mas também com relação ao bem-estar animal. As consequências do estresse em aves são

mudanças bruscas no comportamento, nos parâmetros fisiológicos, hematológicos, enzimáticos e hormonais, e ainda, alterações patológicas⁴¹.

Existem dois tipos gerais de resposta do organismo a uma situação de estresse, uma é a resposta específica e outra é a resposta não-específica. Por exemplo, frangos mantidos em altas densidades de alojamento, podem elevar sua temperatura corporal, como resposta específica, o frango aumenta a frequência respiratória para maior dissipação de calor e para tentar reduzir a temperatura corporal, situação essa que ocorre somente em condições de sistema ineficiente de climatização. Um processo não-específico ocorre quando, independentemente do estímulo ambiental, há uma resposta do corpo a qualquer demanda, seja ela causa ou resultado de condições não favoráveis ao animal, o que faz com que a ave responda de uma maneira generalizada, ativando vários sistemas do organismo⁴².

Uma das principais respostas do organismo frente a um agente estressor é a promoção de alterações nos parâmetros hormonais. O estresse promove a ativação do sistema neuroendócrino e estimula a glândula adrenal a produzir e secretar cortisol e adrenalina. O cortisol é o hormônio encontrado em maior concentração na corrente sanguínea frente a uma situação de estresse e faz parte do grupo de hormônios corticoides liberados pelo córtex adrenal. A adrenalina é o hormônio pertencente ao grupo das catecolaminas, produzidas e liberadas pela medula adrenal. Corticoides e catecolaminas mobilizam a produção e distribuição de substratos energéticos durante o estresse, bem como induzem alterações em várias funções do organismo que darão o suporte necessário para restabelecer o equilíbrio interno do organismo (homeostase). Portanto, essas ações asseguram a manutenção do organismo durante situações adversas. As respostas frente aos hormônios ocorrem de formas mais lenta, porém com grande efeito sobre o organismo animal⁴⁰.

O cortisol é o principal hormônio esteroide usado como indicador de bem-estar animal, uma vez que o estresse provoca um aumento dos níveis de cortisol livre no plasma sanguíneo. Sendo assim, quando em altas concentrações, o cortisol está relacionado às condições de estresse psicológico imediato, como o medo e apreensão. É recomendado que a análise do nível de cortisol sanguíneo seja feita antes de iniciar o processo de “pega” das aves, para posterior transporte até o abatedouro⁴³.

Frente a uma situação atípica para o animal, é ativado um sinal de “alerta” no sistema neuroendócrino, que, por meio de neurotransmissores, chega ao hipotálamo. Em resposta à situação de estresse, o hipotálamo secreta o hormônio liberador da corticotrofina (CRH) que é enviado à hipófise anterior e a estimula para liberar corticotrofina (ACTH) no

sangue. A corticotrofina se liga a receptores na superfície das células do córtex e da medula adrenal para produzir os corticoides (cortisol, aldosterona e corticosterona) e catecolaminas (epinefrina ou adrenalina e noradrenalina). Os hormônios produzidos pelo córtex, chamados coletivamente de corticoides, podem ser agrupados em três classes principais, os glicocorticoides (cortisol), mineralocorticoides (aldosterona) e a classe da corticosterona. Os glicocorticoides, dos quais o cortisol é o mais importante, opõem-se a algumas das ações da insulina. O cortisol promove a gliconeogênese, a partir dos aminoácidos e do depósito de glicogênio do fígado, e aumenta a glicose sanguínea e diminui a utilização periférica da glicose⁴⁴.

As glândulas adrenais produzindo e liberando os hormônios do estresse (adrenalina e cortisol), criam diferentes sinais entre os quais se encontram o aumento dos batimentos cardíacos e da frequência respiratória, e a contração do baço, que expulsa mais hemácias para a circulação sanguínea, o que amplia a oxigenação dos tecidos e causa imunodepressão, que é a redução das defesas do organismo⁴⁵.

Os valores de decisão, quanto ao nível de cortisol sanguíneo em frangos, são dependentes da idade e do sexo dos animais. Mendes et al.⁴⁶ concluíram que níveis de $0,08 \mu\text{g/dL} \pm 3$ e $0,14 \mu\text{g/dL} \pm 0,05$ podem ser encontrados em diferentes respostas ao grau de estresse.

A resposta corporal frente a um agente estressor provoca liberação de catecolaminas e glicocorticoides. Esses hormônios elevam o metabolismo dos animais que, durante um período curto de atividade muscular intensa, faz com que a glicólise anaeróbica ocorra a uma velocidade muito acima do normal, para obtenção de suporte extra de energia, acontecendo uma sequência de reações para o catabolismo da glicose, sendo que o lactato é o produto final da glicólise anaeróbica. Neste período, o oxigênio não pode ser levado aos músculos de forma suficientemente rápida para oxidar todo o piruvato e produzir ATP. Assim, os músculos utilizam o glicogênio armazenado como combustível para produzir ATP através da glicólise anaeróbica, com a produção de lactato como produto final, aumentando, substancialmente, sua concentração na corrente sanguínea. De maneira geral, o sistema circulatório de animais pequenos pode traspor oxigênio aos músculos de maneira suficientemente rápida, para evitar o consumo anaeróbico do glicogênio muscular. Altas concentrações de lactato sanguíneo vão interferir na qualidade de carne, produzindo carnes menos macias, com maior força de cisalhamento⁴⁴.

O estresse oriundo, principalmente, de manejos incorretos pode conduzir a liberação de corticosteroides endógenos, resultando em mudanças no hemograma. As análises clínicas de bioquímica e de hemograma são realizadas como forma de diagnóstico complementar ao diagnóstico necroscópico, para avaliar o estado de saúde do plantel. Essas referem-se aos elementos celulares que compõem as células, sendo feita a avaliação da série vermelha e branca. A série vermelha inclui os glóbulos vermelhos (hemácias-RBC), hemoglobina (HGB), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), hematócrito (HCT), volume celular médio (VCM), essas variáveis fornecem dados sobre deficiências nutricionais e respiratórias. Os dados da série branca ou leucocitária incluem a glóbulos brancos diferenciados (WBC) total e a porcentagem de heterófilos (HET), linfócitos (LYM), monócitos (MONO), eosinófilos (EOS) e basófilos (BASO) e foi realizada também a contagem celular do número de trombócitos. A série fornece informações sobre a resposta imunológica do organismo.

A contagem total de hemácias permite realizar uma análise bem detalhada, observando a presença ou ausência de anemia ou hemoconcentração. A concentração da hemoglobina é importante para determinar a capacidade de oxigenação dos tecidos que prevalece nos seres vivos, sendo que o seu aumento provável seja um reflexo da nutrição⁴⁷.

A avaliação do índice de concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) permite identificar o grau de saturação da hemoglobina na hemácia, ressaltando que a função das hemácias é desempenhada pelo seu componente principal, a proteína hemoglobina⁴⁸.

O hematócrito (HCT) representa um dos mais importantes exames da série vermelha, pois mede a porcentagem do volume ocupado pelos eritrócitos no sangue total⁴⁹.

Essa metodologia de análise passou a ser utilizada para monitorar a função imunológica e para acessar o bem-estar das aves, sendo considerado um parâmetro confiável para mensuração do estresse⁵⁰. Na leitura do leucograma, quando os animais são submetidos à presença de agentes estressores, ocorrem alterações significativas como o aumento de leucócitos e heterófilos e decréscimo dos linfócitos⁵¹.

Os hormônios glicocorticoides interferem no tráfico dos leucócitos para outros compartimentos corporais⁵². Conseqüentemente, o estresse nos animais pode provocar alterações na função imunológica da ave, observada pelo indicador da relação heterófilos e linfócitos (H/L). As alterações da relação heterófilos e linfócitos no sangue seria uma maneira de quantificar o grau de estresse nos animais, uma vez que, em situações de estresse prolongado, os animais exibem um quadro de depressão imunológica, com aumento no número de

heterófilos e uma redução na contagem total do número de leucócitos relativa à contagem de eritrócitos e linfócitos ⁽⁵³⁻⁵⁴⁾.

É possível que os eosinófilos das aves tenham papel nas respostas de hipersensibilidade tardia, mas não são observados em respostas de hipersensibilidade aguda⁵⁵.

Os basófilos encontram-se no sangue periférico, e sua função nas aves não está bem definida, mas seu aumento na contagem celular pode estar associado com reações de hipersensibilidade, situações de tensão e estresse severo ou prolongado em aves, processos septicêmicos (necróticos), etapas iniciais da inflamação e, geralmente, vem acompanhado do aumento da concentração de eosinófilo no sangue ⁽⁵⁶⁻⁵⁷⁾.

Nas aves, os trombócitos são células bastante importantes na resistência imunológica inespecífica, já que estão circulando em grande número no sangue. Possuem função semelhante a das plaquetas nos mamíferos no processo da coagulação sanguínea⁵⁸. A contagem de trombócitos, normalmente, não é realizada na rotina clínica de aves, pois a formação de agregados é frequente, dificultando a contagem. Mesmo assim a sua presença é classificada em: diminuída, adequada ou elevada. Quando a contagem é feita através de esfregaços sanguíneos, essas células apresentam agregações excessivas, dificultando a leitura dos trombócitos agregados⁴⁹.

O estresse agudo, durante a contenção, por exemplo, ou mesmo crônico, sendo resultado de alguma variação ambiental como o uso de altas densidades de alojamento, que dificulta o acesso à água e alimento, também promove alterações nos valores bioquímicos⁵⁹. A modulação do estresse fisiológico mediante a ação de hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) em frangos provoca elevações nos níveis de glicose, proteína total, triglicerídeos, colesterol e lipoproteína de alta densidade (HDL)⁶⁰.

A bioquímica sérica inclui testes para alguns metabólitos, como de proteína total, albumina, glicose, triglicerídeos, colesterol, ácido úrico. Os parâmetros hematológicos podem ser influenciados pela linhagem, pelo estado nutricional, sexo, idade, condições ambientais, estação do ano, estado reprodutivo, criação e o nível de estresse ambiental, o qual essas aves são submetidas⁶¹. As análises bioquímicas e hematológicas são feitas como forma de observar o estado de estresse dos animais, já que observações comportamentais por si só não são suficientes para afirmar que as aves estão estressadas ou não⁶².

2.5- Rendimento de Carcaça

O alcance de bons índices de produtividade na avicultura é possível graças ao uso de linhagens comerciais de alto rendimento, não apenas em relação a um bom desempenho zootécnico, mas também que apresentem os melhores rendimentos de carcaça e de cortes. Os dados de rendimento de carcaça são avaliados em relação ao peso do animal a ser abatido (vivo) e o peso da carcaça eviscerada, expresso em porcentagem. As características da carcaça de frango são economicamente importantes para a indústria avícola, fazendo desta avaliação uma forma de estimar a rentabilidade na produção do lote, com base principalmente na análise de deposição de carne no peito, coxas e sobrecoxas e a quantidade de gordura abdominal⁶³.

A indústria avícola utiliza vários parâmetros para qualificar um lote produtivo como ótimo, entre esses parâmetros os mais importantes são o rendimento de carcaça/carne, a uniformidade de crescimento dos animais, o índice de conversão alimentar (CA) e a viabilidade criatória. O mercado atual procura produtos alimentares cada vez mais magros e mais saudáveis, o que ocasionou no aumento da preocupação da indústria em relação à composição geral da carcaça⁶⁴.

Dentre os fatores que podem afetar o rendimento e qualidade de carcaça dos animais estão a densidade de alojamento, a uniformidade de crescimento, o genótipo da linhagem, o ganho de peso corporal, o sexo, a idade do animal, o peso ao abate, o sistema de criação, as condições de manejo, especialmente temperatura e umidade, e o programa alimentar²⁰. Fatores esses que, atrelados às condições de ambiência, instalações e manejo, influenciam no rendimento de cortes, na composição da carcaça e no processamento da carne.

Sistemas de criação que utilizam de altas taxas de densidades de aves por m² têm efeito notório na redução dos índices de uniformidade, na eficiência alimentar, na viabilidade, refletindo, diretamente, na qualidade e rendimento de carcaça⁶⁵. O aumento da densidade de alojamento leva a uma queda no grau de bem-estar das aves, podendo ser observado, nestes animais, problemas ao caminhar, aumento dos índices de pododermatites, escoriações na pele, principalmente jarretes e peito, que levam a perdas de rendimentos de cortes e, em casos mais graves, às condenações de carcaças⁹.

Wenjia et al.²⁵ avaliaram densidades de alojamento de 15 e 18 aves/m² (37,5 e 45,0 kg/m²) e observaram que, quando utilizada altas densidades populacionais, há uma queda da taxa de crescimento, o que influencia o índice de conversão alimentar e pode provocar redução do peso da carcaça, no rendimento da coxa em relação ao peso corporal aos 42 dias, além de aumentar, significativamente, o estresse fisiológico nos animais, tornando o ambiente

desfavorável ao bem-estar animal, promovendo declínio nos índices produtivos, o que afeta a deposição muscular nas aves.

Puron et al.⁶⁶ realizaram uma análise de contraste de diferentes densidades em três experimentos distintos, que indicou que o peso vivo e o consumo de ração diminuíram conforme o aumento de densidade de 10, 12, 14, 15, 16, 17 e 18 aves/m² (26,0; 30,5; 34,3; 37,7; 39,7; 45,6 e 45,5 kg/m²) e concordaram que existe a necessidade de mais estudos para determinar o efeito de várias densidades de lotação na qualidade e rendimento de carcaça.

Oliveira et al.⁶⁷ não observaram diferenças significativas no rendimento de carcaça e de cortes quando utilizado densidades de alojamento de 14; 16 e 18 aves/m². Garcia et al.⁴ avaliaram densidades de 10, 13 e 16 aves/m² e concluíram que com o aumento de densidade, o comprimento, a largura e a espessura do peito foram menores para as aves criadas na maior densidade, comprometendo o rendimento desse corte.

Škrbić et al.⁶⁸ estudaram densidade de 12 e 16 aves/m² e verificaram que frangos criados na densidade de 12 aves/m² apresentaram maior rendimento de peito e ressaltaram, que a menor densidade, garante melhor desenvolvimento corporal, rendimento de carcaça e da musculatura do peito.

Goldflus et al.⁶⁹ avaliaram frangos machos, aumentando a densidade de 10 para 22 aves/m² (22,6 para 45,5 kg/m²) e verificaram que as aves alojadas na maior densidade obtiveram os maiores valores de rendimento de carcaça.

Os efeitos da densidade populacional de frango sobre o rendimento de carcaça são conflitantes na literatura, pois, ao passo que existem autores que confirmam a relação da densidade de alojamento com o rendimento de carcaça e cortes comerciais⁽⁴⁻²⁵⁻⁶⁸⁻⁶⁹⁾, existem os que afirmam que a densidade de alojamento não exerce qualquer influência no rendimento de carcaça ou cortes⁽³⁻¹³⁻⁶⁵⁻⁶⁷⁾.

As mudanças de manejo, como aumentar drasticamente as densidades de alojamento, podem afetar a deposição muscular das aves, por tornar o ambiente desfavorável ao bem-estar animal e promoverem o declínio nos índices zootécnicos no sistema produtivo. O aumento de consumo de carne de frango pela população mundial exigiu das indústrias avícolas um maior rigor na avaliação de alguns índices produtivos específicos, como o peso final ao abate e o rendimento de carcaça, principalmente do peito e coxa, que são os dois cortes comerciais de maior valor econômico.

2.6- Amônia volatilizada da cama de frangos

Com o crescimento acelerado da cadeia avícola no Brasil, os impactos ambientais oriundos da produção animal causam preocupações, principalmente, com relação aos resíduos poluentes gerados e ao bem-estar animal. Trabalha-se com o objetivo de minimizar os efeitos da poluição com o gás amônia dentro do galpão de produção de frangos, através de técnicas de manejo e gestão ambiental, baseadas no conceito de sustentabilidade, de forma que se obtenham produtos de alta qualidade. Esses fatores induziram o mercado a dar importância quanto à ambiência e ao manejo de criação das aves, cultivando novas regras de consumo sustentável⁷⁰.

Considera-se que um dos principais problemas ambientais gerados pela atividade avícola está ligado à qualidade do ar dentro do galpão, pela emissão de amônia vinda da decomposição de matéria orgânica. Este gás é um dos poluentes aéreos mais prejudiciais na produção de aves, o qual, geralmente, é encontrado em altas concentrações nos aviários. A amônia é um composto químico em forma de gás, constituído por um átomo de nitrogênio (N) e por três átomos de hidrogênio (H), cuja fórmula é NH_3 . Em condições normais de temperatura (25°C) e pressão (1 atm), é encontrada na forma gasosa, incolor e possui um odor irritante, bem característico⁷¹.

A amônia é decorrente da decomposição microbiana da matéria orgânica nitrogenada da cama, que causa significativas perdas econômicas para a avicultura. Ela pode derivar da ureia $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, nitrato de amônio (NH_4NO_3) que vem da decomposição do ácido úrico, ácido nítrico (HNO_3) , que são muito usados na agricultura como fertilizantes. No caso da produção avícola, a amônia é derivada do ácido úrico, que está presente na composição das excretas das aves.

O metabolismo oxidativo de aminoácidos irá formar as excretas nitrogenadas, que é o resíduo gerado em maior quantidade no corpo⁷². Os animais excretam nitrogênio na forma de ácido úrico, ureia ou amônia. As aves são animais uricotélicos, ou seja, excretam ácido úrico, que é degradado liberando amônio (NH_4^+) no meio, o qual é convertido, rapidamente, em amônia (NH_3) , elemento altamente volátil, causando, assim, a perda de N para a atmosfera⁷³.

Os estudos sobre a qualidade do ar nos ambientes de criação de animais devem-se ao fato da adoção do manejo de altas densidades de alojamento pela maior parte dos sistemas produtivos, aumentando o risco de exposição dos animais à contaminação por microrganismos patogênicos e também a necessidade de controle das condições ambientais, como temperatura, umidade, concentração de gases e taxa de ventilação⁷⁴.

Com o aumento de densidades de alojamento, com intuito de aumentar a competitividade do setor, acarreta em alterações no conforto térmico das aves e aumenta o aporte de excretas na cama, gerando maior potencial de produção de gases oriundos da fermentação desse material, aumentando, assim, a produção de amônia. Quando se elevam os níveis de amônia dentro do galpão, o desempenho produtivo relacionado à saúde e o bem-estar dos animais fica comprometido⁷⁵.

Sa et al.⁷⁶ estudaram diferentes concentrações de amônia e relataram que a concentração de 75 ppm de amônia reduz o desempenho da produção e altera a qualidade da distribuição de gordura corporal de frangos de corte, indicando que um alto nível de amônia pode modular o metabolismo lipídico do animal. O consumo e o ganho de peso diminuíram quando o frango foi exposto à concentração de amônia superior a 50 ppm.

Sa et al.⁷⁶ constataram também que, quando a amônia é superior a 25 ppm, fica visível o aumento da gordura no fígado, porém sem efeitos significativos nos níveis de colesterol total e triglicerídeos no plasma sanguíneo. As concentrações de amônia atmosférica devem ser limitadas, concentrações inferiores a 25 ppm com base na variação do conteúdo de gordura hepática.

Isso ocorre porque o fígado tem a capacidade de converter amônia (NH₃) em ácido úrico, no caso de aves. Alguns aminoácidos que ainda não foram utilizados pelo organismo, depois de sua metabolização, sofrem um processo chamado desaminação, que é a perda do agrupamento amina, o qual é convertido em amônia, surgindo, assim, a amônia no organismo. Ela, então, pode seguir dois caminhos: formação de outros aminoácidos ou ser convertida em ácido úrico e eliminada na forma de pasta esbranquiçada junto com as fezes. Quando o fígado fica sobrecarregado e cessa a transformação de amônia que não está sendo aproveitada pelo organismo, a NH₃, então, fica circulante na corrente sanguínea, causando disfunções no fígado⁷⁷.

A fim de não trazer nenhum prejuízo para o sistema de criação e também para os colaboradores, os regulamentos europeus recomendam que a concentração de amônia atmosférica não deve ultrapassar 20 ppm (14 mg/m³) com o limite de exposição ocupacional dos trabalhadores por 8 horas⁷⁸. O nariz humano é capaz de detectar níveis de amônia superiores a 15 ppm, com exposição a curto prazo. Concentrações de amônia de 50 a 110 ppm podem causar queimaduras no olho humano e oferecer possíveis riscos à saúde dos trabalhadores agrícolas⁷⁹.

A qualidade da cama influencia no bem-estar das aves, pois está ligada às condições ambientais do galpão. Deve-se atentar quanto ao tipo de substrato utilizado, que deve ser materiais com boa capacidade absorvente e possuir espessura e tamanho de partículas adequadas. A concentração de amônia está ligada à qualidade de cama e às condições ambientais de temperatura, circulação e velocidade do ar dentro do galpão, que vão interferir no bem-estar animal⁸⁰.

A fim de diminuir custos de produção, as empresas avícolas vêm adotando a prática de reutilização da cama, o que favorece a criação de vários lotes consecutivos. A reutilização é feita após a cama passar por tratamento, que envolve temperatura, vedação/ventilação e alguns produtos químicos usados para controlar a produção e volatilização de amônia. A reutilização da cama, sem que haja o tratamento adequado, pode aumentar a concentração de amônia nos aviários e causar impactos ambientais negativos, bem como perdas na produção. A carga de matéria orgânica presente na cama varia em função das densidades populacionais, da tecnificação do aviário, espessura inicial da cama e do número de reutilizações dessa. Quanto maior a densidade, maior será a umidade da cama, promovendo mudanças também em relação à temperatura, pH e concentração de amônia.

A emissão de amônia na produção avícola é muito variável, dependendo de vários fatores incluindo o tipo de ventilação do galpão, a reutilização da cama, a duração do ciclo de frangos, o método de medição entre outros. Um tratamento inadequado da cama para seu reuso gera grandes problemas ao próximo lote, como o grande nível residual de amônia (teores acima de 60 ppm) pode culminar no aumento de doenças respiratórias, aumentando os riscos de infecções secundárias às vacinações, pododermatites e, em casos extremos, provocar cegueira às aves⁷⁹.

Altas concentrações de amônia afetam de forma mais grave as vias respiratórias das aves, afetando a sanidade avícola. Quando os níveis de amônia atingem 25 ppm, uma parte dos cílios das vias respiratórias são paralisados, não promovendo a retirada de sujidades da traqueia. Com a amônia acima dessa concentração, aumentam as chances das aves adquirirem Bronquite e Newcastle e desenvolvimento de bactérias do tipo *Escherichia coli* na traqueia, resultando em uma infecção das vias aérea, levando a perda de produtividade⁷⁹.

Com 50 a 100 ppm, a amônia já é capaz de destruir alguns cílios pulmonares, desencadeando uma série de patogenias no organismo das aves, há redução da taxa e profundidade da respiração, prejudicando todos os processos fisiológicos de trocas gasosas.

Percebe-se, portanto, que o problema de altas concentrações e volume de amônia fica mais evidente quando se fala de reutilização da cama e aumento de densidade de alojamento⁸¹.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFG, sob o protocolo N° 117/19.

O experimento foi realizado no Aviário Industrial da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás (UFG), localizado em Goiânia, Goiás, Brasil.

3.1- Delineamento Experimental

Foram utilizados 1242 pintos de um dia, machos, da Linhagem Cobb500™, oriundos de incubatório industrial, com média de peso inicial de 48,4 gramas (48,1; 48,4; 48,2; 49,0), distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e nove repetições totalizando 36 parcelas experimentais, sendo 30, 33, 36 e 39 aves por parcela. Os tratamentos consistiram em quatro densidades de alojamento sendo 10,41 aves/m² (36,5 kg/m²); 11,45 aves/m² (40,4 kg/m²); 12,50 aves/m² (43,6 kg/m²) e 13,54 aves/m² (47,2 kg/m²). O período experimental foi de 42 dias.

3.2- Manejo experimental

As aves foram alojadas em um galpão de produção industrial, climatizado (modelo pressão negativa) medindo 12 x 125 m e foram distribuídas em 36 boxes de 2,88 m² de área (1,80 L x 1,60 C) localizados na parte central galpão. Os bebedouros utilizados foram do tipo nipple, sendo 10 taças para cada box e o comedouro do tipo tubular, sendo um por box. O piso foi forrado com cama reutilizada, usando como material a casca de arroz.

A ambiência do galpão foi mantida por meio de controlador automático regulado para manter os parâmetros de temperatura, ventilação e umidade dentro dos padrões sugeridos pelo manual da linhagem, segundo suas fases de criação. O aquecimento do galpão, para as fases iniciais, foi realizado por meio de uso de aquecedor a lenha e, posteriormente, a ambiência foi controlada com a ajuda de ventiladores, exaustores, nebulizadores e placas evaporativas instaladas na entrada de ar. A temperatura ambiental foi acompanhada diariamente no painel de controle (Tabela 1).

TABELA 1- Temperaturas máximas e mínimas durante o período experimental

Temperatura °C	Dias de alojamento					
	1 a 7	8 a 14	15 a 21	22 a 28	29 a 35	36 a 42
Mínima	26,27	20,98	18,20	17,44	16,24	14,26
Máxima	31,59	30,06	27,63	27,29	26,06	26,31

Os animais foram vacinados aos 14 dias de idade contra a doença de Gumboro, via água de bebida e receberam ração e água a vontade durante todo o período experimental.

A ração utilizada foi a mesma para todas as aves, atendendo todas as exigências nutricionais dos animais, conforme a indicação de Rostagno⁸², seguindo as exigências propostas para cada fase de criação: fase pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias) (Tabela 2).

TABELA 2- Composição percentual e valores nutricionais calculado das rações basais

Ingrediente (%)	Pré-Inicial	Inicial	Crescimento	Final
Milho	58,436	63,006	65,752	76,448
Farelo de soja	33,933	28,800	26,333	13,867
Farinha de carne e ossos	0,000	0,000	0,000	1,000
Calcário	1,241	1,091	1,233	0,860
Sal	0,319	0,309	0,336	0,280
Bicarbonato de sódio	0,081	0,007	0,000	0,000
DL-Metionina	0,349	0,301	0,269	0,189
Gordura	0,533	0,600	1,933	0,533
Farinha de vísceras	3,400	4,467	2,200	3,000
Farinha de penas e sangue	0,000	0,000	0,000	2,467
Fosfato monocálcico	0,431	0,213	0,680	0,000
Biolisina	0,390	0,367	0,393	0,519
L-Treonina	0,120	0,100	0,101	0,083
Premix vitamínico ¹	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050
Aditivos	0,193	0,193	0,175	0,142
TOTAL	100	100	100	100
NÍVEIS NUTRICIONAIS	Pré-Inicial	Inicial	Crescimento	Final
Energia Metabolizável (kcal)	3010,00	3080,00	3238,85	3267,73
Proteína Bruta (%)	23,84	22,44	19,37	18,30
Lisina Digestível (%)	1,3280	1,2280	1,0570	0,9720
Metionina Digestível (%)	0,6620	0,6042	0,4955	0,4289
Met + Cistina Digestível (%)	0,9827	0,9108	0,7843	0,7222
Treonina Digestível (%)	0,8765	0,8105	0,6976	0,6415
Triptofano Digestível (%)	0,2641	0,2429	0,1918	0,1689
Cálcio (%)	0,96	0,90	0,83	0,80
Fósforo Disponível (%)	0,47	0,44	0,39	0,37
Sódio (%)	0,22	0,20	0,19	0,19
Balanco Eletrolítico	246,57	214,50	169,71	147,77

¹ Suplemento vitamínico por kg de alimento: Vit. A - 15.000.000 UI; Vit. D3 - 1.500.000 UI; Vit. E - 15.000 UI; Vit. B1 - 2,0 g; Vit. B2 - 4,0 g; Vit B6 - 3,0 g; Vit. B12 - 0,015 g; Ácido nicotínico - 25 g; Ácido pantotênico - 10 g; Vit. K3 - 3,0 g; Ácido fólico - 1,0 g; Bacitracina de zinco - 10 g; Selênio - 250 mg; veículo até 1.000 g. ² Suplemento mineral por kg de alimento (Mistura mineral): Mn, 60 g; Fe, 80 g; Zn, 50 g; Cu, 10 g; Co, 2 g; 1 g; veículo até 500 g.

4. VARIÁVEIS ESTUDADAS

4.1- Desempenho Zootécnico

Os dados de desempenho zootécnico, como consumo de ração, ganho de peso e a conversão alimentar foram obtidos semanalmente e analisados nos períodos acumulados.

As aves foram pesadas no alojamento e aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade, a ração fornecida e as sobras foram pesadas, para determinação do consumo diário e semanal e conversão alimentar. Foi calculada também a taxa de mortalidade, a viabilidade criatória e determinação do índice de eficiência produtiva.

Os índices zootécnicos foram avaliados de acordo com as fórmulas abaixo.

- Peso médio (g): calculado pelo peso total dos frangos do box, dividido pelo número de frangos.

- Ganho de peso (g): calculado pela diferença entre os pesos finais e iniciais dos animais.

- Consumo de ração (g): foi obtido pela diferença entre a quantidade de ração inicial colocada no comedouro e a quantidade que sobrou.

- Conversão alimentar: foi calculada pela relação entre o consumo de ração e o peso médio das aves.

- Viabilidade: obtida por meio da subtração de 100% do valor da mortalidade encontrada.

- Índice de eficiência produtiva: $((\text{Peso vivo (kg)} \times \text{Viabilidade (\%)*}) / (\text{Idade em dias} \times \text{Conversão alimentar})) \times 100$.

*Viabilidade (%) = 100 – Mortalidade

4.2- Estimativa da taxa de crescimento e uniformidade de frangos

As 1242 aves do experimento foram pesadas individualmente aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias para cálculo do peso médio e determinação do coeficiente de variação do peso em cada tratamento, determinando-se a uniformidade das aves. Quando foi registrada a morte de alguma ave, foi feita a reposição do animal por outro, de peso correspondente ao dia de alojamento, indicado pela tabela Cobb500TM (10), assim a densidade de alojamento permaneceu a mesma do começo ao final do período produtivo.

Os valores dos CV (%) foram calculados com base no desvio padrão (DP) de todos os pesos coletados individualmente. $\text{CV (\%)} = (\text{DP}/\text{média de peso}) \times 100$.

Após as pesagens, determinou-se o peso médio das aves de todos os boxes e os valores 10% a cima e abaixo desse, para cálculo da uniformidade. As aves com peso compreendido nessa faixa foram consideradas uniformes. As, com pesos acima ou abaixo dos limites máximos determinados, foram quantificadas como desuniformes⁸³.

A Uniformidade (%) foi calculada com relação ao peso corporal médio dos animais que ficam dentro do intervalo de $\pm 10\%$ da média de peso. $UNIF (\%) = \text{Número de animais dentro da média de peso} * 100 / \text{número total de animais}$.

4.3- Comportamento Ingestivo de alimentos

As aves receberam ração e água a vontade durante todo o período experimental, sendo os comedouros abastecidos e reabastecidos com ração quando necessário, evitando, assim, desperdícios. Todos os comedouros foram pesados individualmente a cada duas horas nos dias de análise do comportamento de ingestão de alimentos das aves.

Esse manejo foi realizado para mensurar o comportamento de consumo das aves no período de um a 42 dias em três períodos, manhã (das oito às 12 horas), tarde (das 14 às 18 horas) e noite (das 20 às oito horas do dia seguinte), totalizando 24 horas de avaliação, sendo 12 horas em período diurno, realizando pesagens subsequentes durante o dia e 12 horas em período noturno, contabilizando a ingestão de ração total do período.

Também foi feita a avaliação de 96 horas consecutivas³¹, durante a fase pré-inicial, que é a fase em que a ave passa por um rápido desenvolvimento e se prepara para ter o desempenho esperado ao abate. A pesagem dos comedouros foi realizada aos quatro, cinco e seis dias consecutivos, dando continuidade à avaliação em períodos espaçados, aos 10; 13; 15; 20; 25; 30 e 40 dias de idade das aves.

A avaliação consistiu em fazer a pesagem dos comedouros de cada uma das unidades experimentais, de todos os tratamentos. A primeira pesagem dos comedouros era realizada às oito horas da manhã e a cada duas horas subsequentes, às 10; 12; 14; 16; 18; 20 horas e às oito horas do dia seguinte.

4.4- Parâmetros Bioquímicos e Hematológicos

Aos 41 dias de idade, foi coletado sangue por punção venosa (veia da asa/veia ulnar) de uma ave por repetição, totalizando 36 aves, sendo nove por tratamento para dosagens séricas de cortisol, lactato, glicose, proteína total, albumina, triglicerídeos, colesterol e ácido úrico, e

realização de um hemograma completo. A coleta de sangue foi realizada dentro do galpão, ao lado de cada box, um dia antes do abate dos animais, com o intuito de evitar o deslocamento dos animais para outro ambiente, evitar a presença e barulho de muitas pessoas dentro do galpão, a fim de não causar estresse às aves, pois a própria pega das aves pode gerar estresse e causar alterações nas análises sanguíneas.

Para análise de cortisol, foram coletados 1,5 mL de sangue em tubos sem anticoagulante. O material coletado foi centrifugado e o soro separado, envasado em eppendorfs identificados e as amostras encaminhadas para o laboratório particular de razão social Laboratório Chromos LTDA, localizado na cidade de Goiânia, Goiás, para análise. As análises foram realizadas utilizando metodologia de radioimunoensaio.

Para a determinação do lactato, foi coletado 1,5 mL de sangue em tubos contendo fluoreto de potássio. O lactato foi quantificado no plasma fluoretado sanguíneo, utilizando o método enzimático – UV. A leitura foi feita por um aparelho próprio para análises bioquímicas. Utilizando o método de bioquímica úmida, baseado na utilização de reagentes líquidos, que misturados com certo volume de amostra em condições constantes estritamente definidas, produzem mudança de coloração, lida por espectrofotometria⁸⁴.

Para a realização do hemograma, foi coletado 0,5 mL de sangue em tubos com anticoagulante (EDTA). Os esfregaços sanguíneos foram confeccionados logo após a coleta de sangue, para evitar alterações morfológicas das células. O perfil hematológico das amostras de sangue foi estimado, usando o Sistema de análise de sangue Cell-Dyn 3500 (Abbott Diagnostics, Abbott Park, IL), que foi padronizado para sangue de aves⁸⁵.

As amostras de soro foram armazenadas à 20°C até o uso. Um esfregaço de sangue foi preparado, a partir de uma gota sem anticoagulante. O total de células vermelhas e brancas foi determinado em um hemocitômetro e hemoglobinometria pelo método de Drabkin. A hematimetria e leucometria global foram obtidas em uma única diluição efetuada com soro fisiológico acrescido de corante Giemsa. A contagem foi efetuada através do método de Natt & Herrick⁸⁶ para a diferenciação das células para contagem manual.

Os glóbulos brancos foram avaliados por esfregaço para determinar heterófilos e sua relação com os linfócitos (H/L), e a contagem de células foi determinada de acordo com Campbell⁴⁹. Foi utilizado, na análise impedância eletrônica e dispersão de luz, laser para estimar o total da contagem de glóbulos vermelhos (hemácias RBC), concentração ou dosagem de hemoglobina (HGB), hemoglobina corpuscular média (MCH), hematócrito (HCT), volume celular médio (VCM) e de glóbulos brancos diferenciados (WBC) total ou contagem de

leucócitos, e a porcentagem de heterófilos (HET), linfócitos (LYM), monócitos (MONO), eosinófilos (EOS) e basófilos (BASO). Essas variáveis fornecem dados sobre deficiências nutricionais e respiratórias. O índice hematimétrico da concentração de hemoglobina globular média (CHGM) foi obtido pela fórmula de Wintrobe⁸⁷: $CHGM = \text{Hemoglobina} / \text{VG} \times 100$.

Foi calculado também, o número de trombócitos no sangue. Os trombócitos são contados utilizando-se os 25 quadrados do quadrado central do hemocítômetro (1 mm^3), tendo 1.000 como fator de correção. O número adequado de trombócitos é, usualmente, associado com o achado de cinco a dez células por cinco campos microscópicos⁸⁸. Com base nisso, foi feito a contagem das células presentes em 25 campos microscópicos.

Foram determinados, os níveis séricos de proteínas totais, albumina, glicose, triglicerídeos, colesterol e ácido úrico para verificar possíveis desordens metabólicas. Um analisador automático de química clínica CM 200 Wiener lab Group foi utilizado para essas determinações⁸⁹.

4.5- Rendimento de carcaça

Aos 42 dias de idade, 72 aves, sendo 18 aves por tratamento e duas aves por repetição, foram abatidas para obtenção do rendimento de carcaça e dos cortes comerciais. As aves foram identificadas, pesadas e submetidas a um período de jejum de aproximadamente seis horas para o completo esvaziamento do Trato Gastrointestinal (TGI). O tempo de jejum, o qual as aves foram submetidas atendeu o preconizado pela portaria nº 62, de 10/05/2018 do MAPA, que aprova o Regulamento Técnico de Manejo Pré-Abate e Abate Humanitário para aves, em que o tempo mínimo de jejum deve ser de seis horas, não ultrapassando a 12 horas. As aves foram, então, insensibilizadas por meio da eletronarcose e, em seguida, passaram por exsangüinação (conforme indicado na resolução normativa nº 37 - Diretriz da Prática de Eutanásia do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal- Conceia para aves domésticas)⁹⁰.

Os animais foram abatidos em um mini abatedouro equipado com mesa de insensibilização, tanque de escaldagem e depenadeira elétrica, nas dependências do Aviário experimental da Escola de Veterinária e Zootecnia.

O rendimento de carcaça foi calculado com relação ao peso eviscerado da carcaça quente: $\% \text{ rendimento de carcaça} = (\text{peso carcaça quente} \times 100 / \text{peso vivo})$. Para obtenção do percentual de cada corte, foi utilizado o peso do corte em relação ao peso vivo, pela seguinte equação: $\% \text{ rendimento corte} = ((\text{peso corte} / \text{peso da carcaça eviscerada}) \times 100)$.

Foi considerado o peso da carcaça eviscerada, a carcaça sem os pés, cabeça, pescoço, vísceras e os anexos (sem intestinos, pâncreas, baço, moela, fígado, coração e gordura abdominal). Os cortes analisados foram peito, coxas e sobrecoxas, asas, gordura abdominal, fígado e coração. O rendimento de carcaça e dos cortes foi determinado com relação à carcaça eviscerada, seguindo a metodologia descrita por Mendes et al.⁹¹.

4.6- Temperatura, umidade e amônia volatilizada da cama de frango

As amostragens foram realizadas aos 28, 35 e 42 dias para mensurar os teores de temperatura, umidade e amônia volatilizada da cama dos frangos. A determinação da temperatura da cama foi feita pela medição em seis pontos distintos dentro de cada box. Utilizando-se termômetro à laser, sensor/medidor de temperatura digital Belchior®. A umidade da cama foi determinada utilizando a metodologia descrita para determinação de matéria seca⁹².

Para a quantificação amoniacal, a medição foi realizada em dois pontos distintos de cada box, usando o detector de Amônia – Senko® SP2nd NH₃. O monitoramento do ambiente foi realizado ao medir-se a concentração de amônia na altura das aves em situação de descanso (deitadas). As amostras foram coletadas sempre no mesmo horário, às 9:00.

4.7- Análise estatística

Os dados de desempenho zootécnico foram submetidos à análise de variância, (ANOVA) utilizando um pacote computacional ExpDes.pt, Easynova do o Software R e as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1- Desempenho Zootécnico

Na semana de 1 a 7 dias, houve diferença estatística significativa para o peso médio inicial e ao peso médio aos 7 dias, para o consumo de ração e para conversão alimentar. As aves alojadas na densidade de 13,54 aves/m² apresentaram a maior média de peso, tanto inicial quanto aos 7 dias de alojamento. As aves alojadas nas maiores densidades, de 12,50 aves/m² e 13,54 aves/m², apresentaram os maiores consumo de ração e, conseqüentemente, os piores valores de conversão alimentar, quando comparado com as aves dos demais tratamentos. Não houve diferença estatística significativa com relação ao ganho de peso e viabilidade criatória (Tabela 3). Na primeira semana de alojamento, morreram sete aves do total de 1242, sendo registrada a taxa de 0,5% de mortalidade. Mortalidade de 0,8% na primeira semana de alojamento (Fase Pré-Inicial) e 0,5% por semana em diante são consideradas dentro da normalidade²⁴.

Nas fases iniciais, a densidade de alojamento não exerce tanta influência sobre o desempenho zootécnico dos animais, porque a área disponível, para movimentação dos animais dentro da unidade experimental, é grande. Falando dos animais de campo de maneira geral, na fase pré-inicial se utiliza densidades de até 70 aves/m² no inverno e até 50 aves/m² no verão, já que os pintos ficam reunidos em uma área menor, denominada de pinteiro, área que corresponde a 1/3 da área total do aviário, mantendo os pintos mais próximos da fonte de aquecimento, água e ração⁹³.

Na semana de 8 a 14 dias, houve diferença estatística significativa entre as densidades avaliadas, em relação ao consumo de ração e conversão alimentar. As aves alojadas na densidade de 13,54 aves/m² apresentaram o menor consumo de ração e a melhor conversão alimentar, quando comparadas as, dos demais tratamentos, demonstrando que a maior densidade já começa a interferir no espaço de comedouro, o que faz com as aves consumam menos ração. Com relação às variáveis de peso médio, ganho de peso e viabilidade criatória, não houve diferença estatística significativa entre as densidades avaliadas (Tabela 3). Na segunda semana de alojamento, não houve registros de mortalidade, deixando a viabilidade criatória em 100% para todas as densidades avaliadas.

Na semana de 15 a 21 dias e de 22 a 28 dias, terceira e quarta semana de alojamento, não foram observadas diferenças estatísticas para as variáveis de peso médio, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade criatória em relação as densidades avaliadas, o que demonstra a tendência das aves a uma uniformidade, à partir da terceira semana

de alojamento (Tabela 3). Na terceira e na quarta semana de alojamento, a mortalidade registrada foi de duas aves em cada semana, sendo 0,2%, ficando abaixo dos padrões de normalidade de 0,5% para cada semana²⁴.

Na quinta semana de 29 a 35 dias, foi observada uma diferença estatística significativa para a conversão alimentar. As aves alojadas na densidade de 10,41 aves/m² apresentaram a pior conversão alimentar da semana. Não foram observadas diferenças estatísticas significativas para as variáveis de peso médio, ganho de peso, consumo de ração e viabilidade criatória (Tabela 3). A mortalidade registrada foi de três aves, sendo 0,24%.

Na semana de 36 a 42 dias, houve uma diferença estatística significativa com relação ao consumo de ração e conversão alimentar entre as densidades avaliadas. O consumo de ração e a conversão alimentar das aves alojadas nas densidades de 11,45 e 13,54 aves/m² foram as maiores encontradas na semana. As aves alojadas na densidade de 12,50 aves/m² apresentaram o menor consumo de ração e a melhor conversão alimentar da semana. Não foi observada diferença estatística significativa com relação ao peso médio, ganho de peso e viabilidade criatória (Tabela 3). A mortalidade registrada foi de seis aves, sendo 0,4%.

A avaliação dos dados de desempenho por semana permite uma avaliação pontual, pois se, em algum momento específico do ciclo produtivo, ocorreu alguma variação no consumo ou ganho de peso e conversão alimentar, há um suporte para visualização de algum evento anormal, que possa ter ocorrido entre os intervalos de pesagens.

Independentemente da idade, as densidades de alojamento avaliadas não influenciaram na viabilidade criatória. A taxa de mortalidade foi muito baixa, não alterando significativamente a viabilidade. Resultados semelhantes foram encontrados por Arruda et al.⁹ que não observaram efeitos da densidade de 10 aves/m² em relação aos valores obtidos para viabilidade.

TABELA 3- Desempenho de frangos alojados em diferentes densidades em períodos semanais de 1 a 7, 8 a 14, 15 a 21, 22 a 28, 29 a 35 e 36 a 42 dias

VARIÁVEIS	1 a 7 dias				CV(%)	p
	Densidade de alojamento- aves/m ²					
	10,41	11,45	12,50	13,54		
Peso médio Inicial (g)	48,5 b	48,9 b	48,8 b	49,5 a	1,54	0,0384
Peso médio aos 7 dias (g)	196,9 b	203,9 a	197,8 b	203,6 a	3,07	0,0326
Ganho de peso (g)	148,4	155,0	149,0	154,0	4,02	0,0569
Consumo de ração (g)	174,0 b	168,7 b	189,4 a	186,6 a	4,18	0,0000
Conversão alimentar (g/g)	0,88 b	0,83 c	0,96 a	0,92 a	5,34	0,0000
Viabilidade (%)	100	98,99	99,07	99,72	-	-

*Médias seguidas por letras diferentes em uma mesma linha diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott. (continua)

TABELA 3- Desempenho de frangos alojados em diferentes densidades em períodos semanais de 1 a 7, 8 a 14, 15 a 21, 22 a 28, 29 a 35 e 36 a 42 dias (continuação)

VARIÁVEIS	8 a 14 dias				CV(%)	p
	Densidade de alojamento- aves/m ²					
	10,41	11,45	12,50	13,54		
Peso médio aos 14 dias (g)	525,2	535,7	533,0	538,4	2,47	0,1904
Ganho de peso (g)	328,3	331,7	335,2	334,8	3,09	0,4648
Consumo de ração (g)	499,2 a	492,1 a	494,7 a	468,3 b	4,39	0,0203
Conversão alimentar (g/g)	0,950 a	0,919 a	0,928 a	0,869 b	4,27	0,0011
Viabilidade (%)	100	100	100	100	-	-
VARIÁVEIS	15 a 21 dias				CV(%)	p
	Densidade de alojamento- aves/m ²					
	10,41	11,45	12,50	13,54		
Peso médio aos 21 dias (g)	1111,1	1103,1	1110,0	1114,3	2,88	0,8976
Ganho de peso (g)	585,9	567,4	577,0	575,9	4,13	0,4495
Consumo de ração (g)	826,4	827,1	823,9	828,0	2,72	0,9823
Conversão alimentar (g/g)	0,744	0,750	0,742	0,743	3,36	0,8867
Viabilidade (%)	100	99,66	100	99,71	-	-
VARIÁVEIS	22 a 28 dias				CV(%)	p
	Densidade de alojamento- aves/m ²					
	10,41	11,45	12,50	13,54		
Peso médio aos 28 dias (g)	1786,3	1792,1	1783,5	1801,7	2,73	0,8667
Ganho de peso (g)	675,2	689,0	673,6	687,3	4,88	0,6692
Consumo de ração (g)	1089,4	1111,6	1107,8	1088,0	3,71	0,4997
Conversão alimentar (g/g)	0,610	0,621	0,621	0,604	4,50	0,0465
Viabilidade (%)	100	99,66	99,69	100	-	-
VARIÁVEIS	29 a 35 dias				CV(%)	p
	Densidade de alojamento- aves/m ²					
	10,41	11,45	12,50	13,54		
Peso médio aos 35 dias (g)	2584,0	2618,3	2593,3	2595,5	2,36	0,6784
Ganho de peso (g)	797,7	826,2	809,8	793,9	4,26	0,2045
Consumo de ração (g)	1395,1	1373,1	1341,5	1343,6	3,41	0,0593
Conversão alimentar (g/g)	0,540 a	0,525 b	0,517 b	0,517 b	3,47	0,0392
Viabilidade (%)	100	99,66	99,69	99,72	-	-
VARIÁVEIS	36 a 42 dias				CV(%)	p
	Densidade de alojamento- aves/m ²					
	10,41	11,45	12,50	13,54		
Peso médio aos 42 dias (g)	3511,1	3536,7	3492,4	3488,7	2,00	0,4608
Ganho de peso (g)	927,1	918,3	899,1	894,7	5,51	0,4742
Consumo de ração (g)	2153,9 b	2267,5 a	1978,7 c	2318,1 a	2,64	0,0000
Conversão alimentar (g/g)	0,613 b	0,641 a	0,566 c	0,665 a	2,60	0,0000
Viabilidade (%)	99,63	99,33	100	99,15	-	-

*Médias seguidas por letras diferentes em uma mesma linha diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Foi calculado, o desempenho no período acumulado, que é a forma usual de avaliação, para analisar se a adoção das densidades de 10,41 aves/m² (36,5 kg/m²); 11,45

aves/m² (40,4 kg/m²); 12,50 aves/m² (43,6 kg/m²) e 13,54 aves/m² (47,2 kg/m²) influenciaram nas variáveis de peso médio, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, viabilidade e índice de eficiência produtiva (Tabela 4).

No período de 1 a 7 dias, houve diferença estatística significativa para o peso médio, para o consumo de ração e para conversão alimentar. As aves alojadas na densidade de 13,54 aves/m² apresentaram a maior média de peso, tanto inicial quanto aos 7 dias de alojamento. As aves alojadas nas maiores densidades, de 12,50 aves/m² e 13,54 aves/m² apresentaram os maiores consumos de ração e, conseqüentemente, os piores valores de conversão alimentar, quando comparado com as aves dos demais tratamentos. Não houve diferença estatística significativa com relação ao ganho de peso e viabilidade criatória (Tabela 4). Na primeira semana de alojamento, morreram 7 aves do total de 1242 frangos, sendo registrada a taxa de 0,5% de mortalidade. Até 0,8% de mortalidade na primeira semana de alojamento é considerado dentro da normalidade²⁴.

No período de 1 a 14 dias, não foram verificadas diferenças estatísticas significativas para o peso médio, ganho de peso, consumo de ração e viabilidade criatória das aves. Foi observado uma diferença estatística com relação à conversão alimentar, uma vez que as aves alojadas na densidade de 10,41 e 12,50 aves/m² apresentaram as piores conversões alimentares do período (Tabela 4). Foi registrada a mortalidade de 7 aves, no período de 1 a 14 dias, que corresponde a taxa de 0,5%, resultado abaixo dos parâmetros de normalidade, que é de 1,3%²⁴.

Nos períodos avaliados de 1 a 21 dias, de 1 a 28 dias e de 1 a 35 dias não foram encontradas diferenças estatísticas significativas com relação às variáveis de peso médio, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade criatória entre as densidades de alojamento avaliadas (Tabela 4). A mortalidade registrada de 1 a 21 dias foi de 0,72%, correspondente a 9 aves. O parâmetro de normalidade do período é de 1,8%. A mortalidade registrada de 1 a 28 dias foi de 0,97%, correspondente a 12 aves. O parâmetro de normalidade do período é de 2,3%. A mortalidade registrada de 1 a 35 dias foi de 1,13%, correspondente a 14 aves. O parâmetro de normalidade do período é de 2,8%²⁴.

No período de 1 a 42 dias, não foram observadas diferenças estatísticas significativas para peso médio, ganho de peso, viabilidade e Índice de Eficiência Produtiva. Foi observado uma diferença estatística significativa com relação ao consumo de ração e conversão alimentar, em que as aves alojadas na densidade de 11,45 e 13,54 aves/m² apresentaram o maior consumo de ração do período e a pior conversão alimentar. As aves alojadas na densidade de

12,50 apresentaram o menor consumo de ração do período e a melhor conversão alimentar. Mesmo sendo observadas essas diferenças nas variáveis de consumo de ração e conversão alimentar, isso não interferiu para que houvesse diferença estatística com relação ao peso médio e ganho de peso, demonstrando que elevar o número de aves por metro quadrado de 10,41 para 13,54 não ocasionou prejuízos ao desempenho dos animais, podendo ser uma forma de otimizar o espaço produtivo, os equipamentos e a mão de obra no processo produtivo. A mortalidade registrada de 1 a 42 dias foi de 1,6%, correspondente a 20 aves. Os parâmetros de normalidade do período são de 3,3%²⁴.

Foi calculada a viabilidade criatória, que foi obtida por meio do percentual de aves mortas nos períodos experimentais. Independentemente da idade, as densidades de alojamento avaliadas não influenciaram a viabilidade criatória do lote. Mortari et al.⁹⁴ também relataram a não influência da densidade de 10 aves/m² (20,8 kg/m²), 12 aves/m² (24,5 kg/m²), 14 aves/m² (27,7 kg/m²) e 16 aves/m² (30,2 kg/m²) na viabilidade criatória.

O Índice de Eficiência Produtiva (IEP) foi calculado com o objetivo de mensurar o desempenho zootécnico do lote de frangos de corte. A maior parte das empresas avícolas utiliza essa métrica de eficiência para remunerar seus produtores. Não foi observada diferença estatística entre as densidades avaliadas para as médias de eficiência produtiva (Tabela 4).

Feddes et al.⁶⁵ avaliaram densidades de criação de 11,9 aves/m² (22,9 kg/m²); 14,3 aves/m² (28,5 kg/m²); 17,9 aves/m² (34,4 kg/m²) e 23,8 aves/m² (46,3 kg/m²), assim como neste trabalho não encontraram efeito da densidade de alojamento sobre o desempenho, afirmando que os altos rendimentos por unidade de área com boa qualidade de carcaça poderiam ser alcançados quando a taxa de ventilação e a circulação de ar são adequadas.

O crescimento dos animais é influenciado pela alimentação, condições climáticas, sanidade e genética. O conhecimento das fases de vida do animal que descrevem diferentes velocidades de crescimento é muito importante para o sistema produtivo de carne⁹⁵.

A densidade de alojamento pode ser interpretada com base nos valores de kg/m², sendo recomendado de 34 a 38 kg/m². Usando como referência o peso de 3,147 kg aos 42 dias para frangos machos da tabela Cobb500™, a densidade de alojamento considerada boa seria 10,80 a 12,07 aves/m² (¹⁹). As densidades avaliadas estão dentro do que é estipulado para que os animais cresçam em um ambiente com alto nível de bem-estar, sem exposição à rotina de competição, seja por alimento, água ou espaço, dando todo o suporte necessário para que eles possam expressar seu máximo potencial genético.

Bailie et al.⁹⁶ trabalharam com densidades de alojamento 9,53 a 11,43 aves/m² (30 a 36 kg/m²) e não observaram efeito sobre o desempenho das aves. Segundo os autores, o efeito sobre a saúde e bem-estar das aves foi pequeno e não interferiu, significativamente, nos níveis de comportamento.

Sun et al.⁹ compararam densidade de 12 aves/m² (30 kg/m²), considerada como sendo uma densidade normal de lotação, com densidade de 16 aves/m² (40 kg/m²), considerada como sendo uma elevada densidade de alojamento, e observaram que a densidade elevada afetou desempenho final e o bem-estar das aves. Os autores avaliaram ainda níveis de biotina e sugeriram que a elevação dos níveis desta vitamina poderia minimizar as perdas em lotes criados em densidades mais elevadas. Desta forma, os autores demonstram a interação que pode existir entre a elevação de densidade e outros fatores, como a nutrição, que devem ser trabalhados, permitindo, então, adotar densidades mais elevadas sem prejuízos econômicos e para os animais.

Gopinger et al.¹¹ relataram que não houve efeito das densidades estudadas sobre o desempenho das aves ao avaliarem densidades de alojamento de 11,08 e 13,20 aves/m² (54,95 e 63,49 kg/m²). Mostrando que nem sempre um maior espaço para cada animal por si só permitirá um melhor desempenho.

Os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si com relação ao peso médio, ganho de peso, viabilidade e IEP. Com base em critérios de rentabilidade por área e pela avaliação geral, os resultados de desempenho zootécnico, a melhor densidade para alojamento de frangos seria a de 13,54 aves/m² (47,2 kg/m²), em que os animais apresentaram o mesmo desempenho das menores densidades, mas, por ter um número maior de animais, a produção em kg/m² foi a maior, aumentando a produtividade do lote para o criador. As aves alojadas na densidade de 10,41 aves/m² produziram 36,5 kg/m². As aves alojadas na densidade de 11,45 aves/m² produziram 40,4 kg/m². As aves alojadas na densidade de 12,50 aves/m² produziram 43,6 kg/m² e as aves alojadas na densidade de 13,54 aves/m² produziram 47,2 kg/m².

TABELA 4- Desempenho de frangos alojados em diferentes densidades nos períodos de 1 a 7, 1 a 14, 1 a 21, 1 a 28, 1 a 35 e 1 a 42 dias de idade

VARIÁVEIS	1 a 7 dias				CV(%)	p
	Densidade de alojamento- aves/m ²					
	10,41	11,45	12,50	13,54		
Peso médio (g)	196,9 b	203,9 a	197,8 b	203,6 a	3,07	0,0326
Ganho de peso (g)	148,4	155,0	149,0	154,0	4,02	0,0569
Consumo de ração (g)	174,0 b	168,7 b	189,4 a	186,6 a	4,18	0,0000
Conversão alimentar (g/g)	0,88 b	0,83 c	0,96 a	0,92 a	5,34	0,0000
Viabilidade (%)	100	98,99	99,07	99,72	-	-
VARIÁVEIS	1 a 14 dias				CV(%)	p
	Densidade de alojamento- aves/m ²					
	10,41	11,45	12,50	13,54		
Peso médio (g)	525,2	535,7	533,0	538,4	2,47	0,1904
Ganho de peso (g)	476,7	486,7	484,2	488,9	2,70	0,2397
Consumo de ração (g)	673,2	660,8	684,0	654,8	3,55	0,0606
Conversão alimentar (g/g)	1,28 a	1,23 b	1,28 a	1,22 b	3,70	0,0072
Viabilidade (%)	100	98,99	99,07	99,72	-	-
VARIÁVEIS	1 a 21 dias				CV(%)	p
	Densidade de alojamento- aves/m ²					
	10,41	11,45	12,50	13,54		
Peso médio (g)	1111,1	1103,1	1110,0	1114,3	2,88	0,8976
Ganho de peso (g)	1062,6	1054,2	1061,2	1064,7	3,00	0,9045
Consumo de ração (g)	1499,6	1487,9	1507,9	1482,8	2,35	0,4336
Conversão alimentar (g/g)	1,35	1,35	1,35	1,33	3,23	0,5896
Viabilidade (%)	100	98,65	99,07	99,43	-	-
VARIÁVEIS	1 a 28 dias				CV(%)	p
	Densidade de alojamento- aves/m ²					
	10,41	11,45	12,50	13,54		
Peso médio (g)	1786,3	1792,1	1783,6	1801,6	2,73	0,8667
Ganho de peso(g)	1737,8	1743,1	1734,7	1752,1	2,80	0,8831
Consumo de ração (g)	2589,0	2599,4	2615,8	2570,9	1,90	0,2900
Conversão alimentar (g/g)	1,45	1,45	1,47	1,43	2,87	0,2549
Viabilidade (%)	100	98,32	98,77	99,15	-	-
VARIÁVEIS	1 a 35 dias				CV(%)	p
	Densidade de alojamento- aves/m ²					
	10,41	11,45	12,50	13,54		
Peso médio (g)	2584,0	2618,3	2593,3	2595,6	2,36	0,6784
Ganho de peso(g)	2535,5	2569,3	2544,5	2546,0	2,40	0,6845
Consumo de ração (g)	3984,1	3974,5	3957,3	3914,6	1,85	0,2094
Conversão alimentar (g/g)	1,54	1,52	1,51	1,51	2,23	0,2125
Viabilidade (%)	100	97,98	98,46	99,15	-	-

*Médias seguidas por letras diferentes em uma mesma linha diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott. (continua)

TABELA 4- Desempenho de frangos alojados em diferentes densidades nos períodos de 1 a 7, 1 a 14, 1 a 21, 1 a 28, 1 a 35 e 1 a 42 dias de idade (continuação)

VARIÁVEIS	1 a 42 dias				CV(%)	p
	Densidade de alojamento- aves/m ²					
	10,41	11,45	12,50	13,54		
Peso médio (g)	3511,1	3536,7	3492,4	3488,7	2,00	0,4608
Ganho de peso(g)	3462,6	3487,7	3443,6	3439,1	2,03	0,4545
Consumo de ração (g)	6138,1 b	6241,9 a	5935,9 c	6232,7 a	1,40	0,0000
Conversão alimentar (g/g)	1,75 b	1,76 b	1,70 c	1,79 a	1,62	0,0000
Viabilidade (%)	99,63	97,31	98,46	98,29	-	-
IEP (%)**	478	476	491	467	3,47	0,0396

*Médias seguidas por letras diferentes em uma mesma linha diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

** Índice de Eficiência Produtiva

5.2- Estimativa da taxa de crescimento e uniformidade de frangos

O crescimento e desenvolvimento dos animais, em função do tempo, é um parâmetro que deve ser acompanhado rotineiramente no galpão de produção, dado sua importância para visualização do desempenho corporal e zootécnico dos animais. O crescimento animal é influenciado, principalmente, por fatores genéticos e ambientais, podendo ser caracterizado sob dois aspectos. Primeiro, pelo aspecto do tamanho e peso vivo por unidade de tempo. Segundo, pelo aspecto do tamanho, peso e da forma de diferentes partes do corpo, avaliando o rendimento da carcaça inteira e o rendimento de cortes comerciais, que podem ser influenciados por diferentes intensidades de criação. Com o propósito de estimar o crescimento corporal (Y) de aves após o nascimento até o abate, com idade de 42 dias (X), tem sido utilizada uma família de equações, sendo que regressões polinomiais com um número apropriado de termos proporcionam um bom ajuste⁹⁷.

A regressão utilizando equação quadrática foi a que melhor se ajustou aos dados, sendo encontrado um coeficiente de determinação corrigido (R²) elevado para as quatro densidades de alojamentos avaliados e apresentaram valores muito próximos com relação aos pesos para a estimativa da taxa de crescimento (g/dia) em todo o período estudado. A escassez de resultados na literatura, como curvas de crescimento aplicadas em frangos, dificulta a comparação entre equações ajustadas. Todas as equações avaliadas se ajustaram acima de 99,8%, ou seja, 99,8% dos dados podem ser explicados por estas equações, que são equações muito bem ajustadas (Figura 1). Freitas et al.⁹⁸ descrevem que valores de R² maiores que 98% indicam, a princípio, boa qualidade de ajuste, considerando o aspecto estatístico.

Na avicultura, um dos principais interesses no estudo do crescimento através de modelos matemáticos é visualizar de forma clara e objetiva o peso vivo em uma idade específica, concentrando essas informações em poucos parâmetros de fácil interpretação. Os dados de crescimento podem ser ajustados de maneiras diferentes.

O objetivo deste gráfico é descrever toda a trajetória de crescimento dos animais por meio de uma única equação. As equações polinomiais podem caber muito bem para representar um modelo de crescimento quando é escolhido o número apropriado de termos, por definir as taxas de crescimento específicas de y =peso e x =idade, sempre que estão em uma proporção constante. Equações essas, que foram desenvolvidas conforme discutido por Taylor, baseados na ingestão de ração, por exemplo. Uma avaliação bastante simplificada e útil para visualizar o crescimento dos animais⁹⁹.

Os picos de ganho (ponto de inflexão) dessas curvas se situam em torno de 83,50 g e representam a melhor estimativa para ganho de peso máximo observado isso aos 42 dias de idade, que foi o último dia de avaliação, um ganho superior a 11% do que é encontrado na tabela Cobb500TM(¹⁰), para frangos de corte machos aos 42 dias.

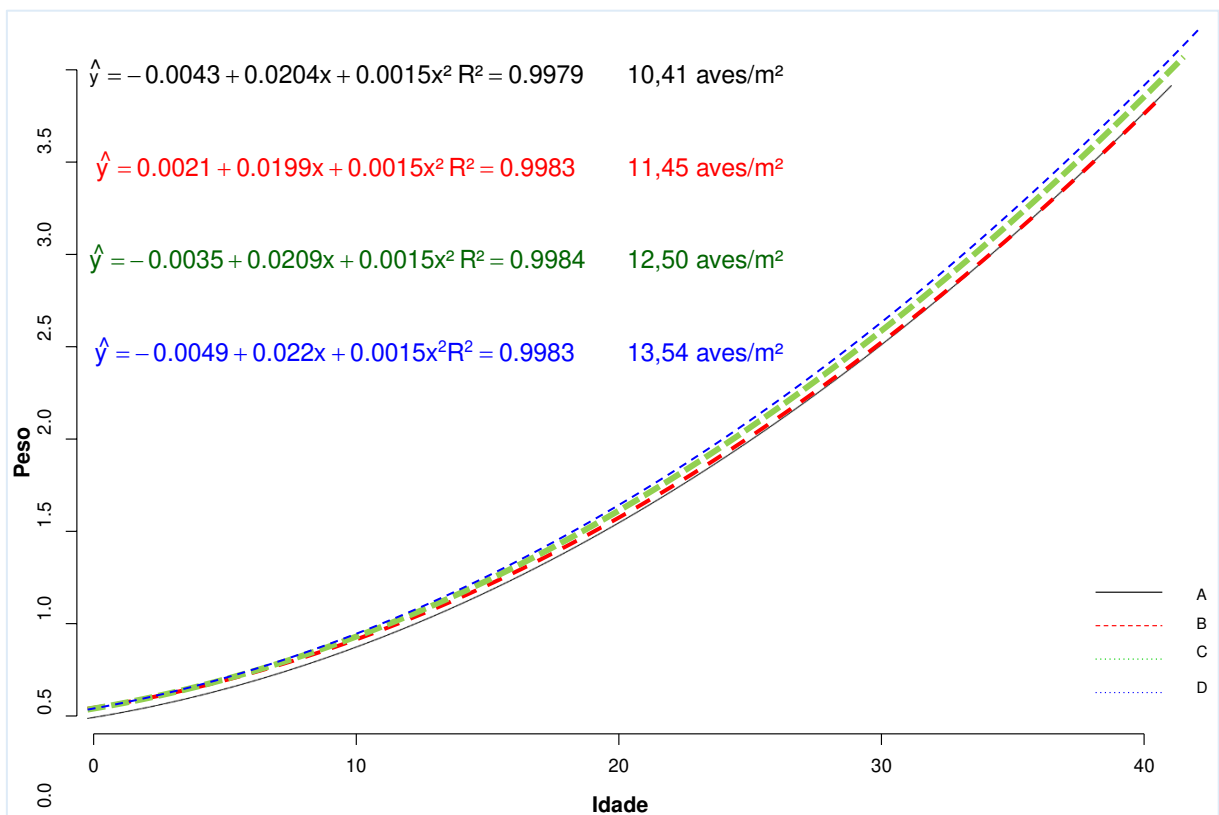


FIGURA 1- Estimativa da Taxa de Crescimento em função do peso de frangos, criados nas densidades de alojamento de 10,41; 11,45; 12,50 e 13,54 aves/m² no período de 1 a 42 dias, obtidos por meio de função quadrática.

A uniformidade do lote foi avaliada com base nos coeficientes de variação, que foram considerados baixos em quase todos os períodos e tratamentos avaliados, com exceção das aves alojadas na densidade de 10,41 aves/m² que apresentam variação superior a 12% até 14 dias. Os menores e, conseqüentemente, as melhores CV (%) foram registrados no grupo de aves alojadas nas densidades de 13,54 e 12,50 aves/m². De forma geral, os resultados indicam uma boa uniformidade dos dados (Figura 2). Freitas et al.⁹⁸ verificaram, através da interpretação de coeficientes de variação, que existe uma tendência dos animais a uniformidade com o passar do tempo, dentro das mesmas condições ambientais.

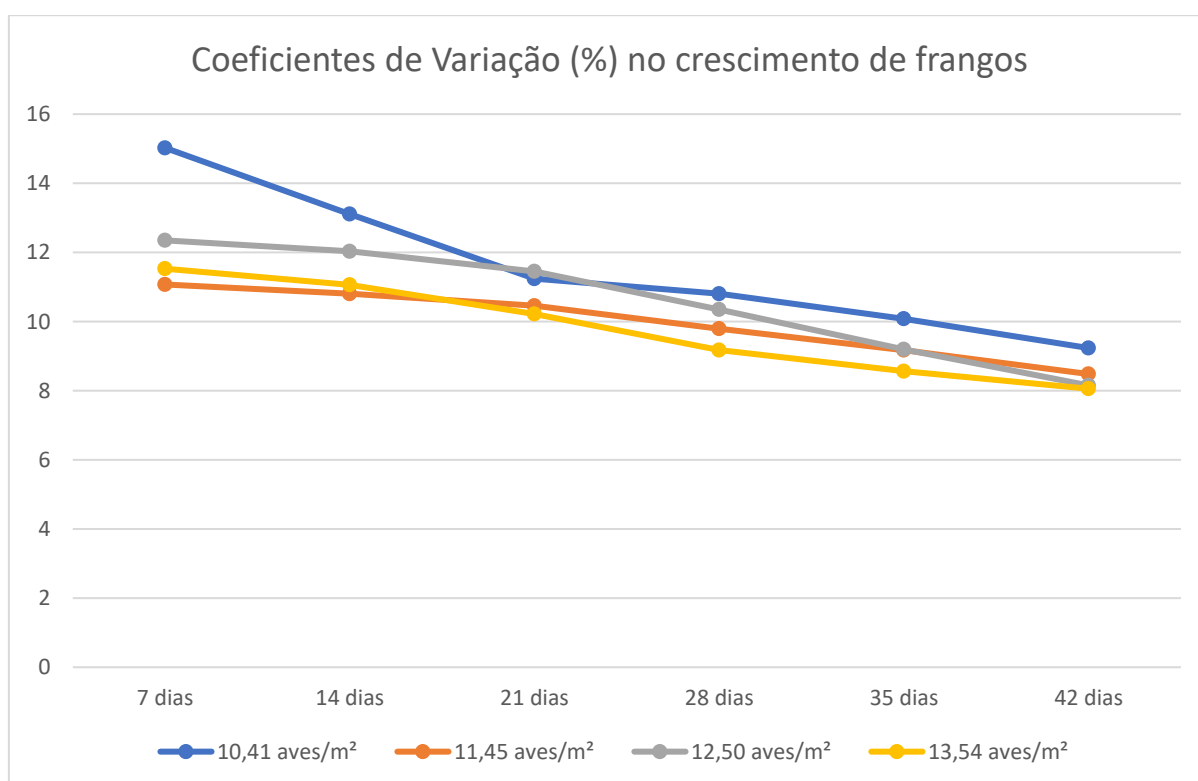


FIGURA 2- Coeficientes de Variação (%) da criação de frangos, alojados nas densidades de 10,41; 11,45; 12,50 e 13,54 aves/m² no período de 1 a 42 dias.

A uniformidade do lote também foi avaliada com base nas médias de peso corporal médio dos animais que ficaram dentro do intervalo de $\pm 10\%$ da média de peso. As melhores uniformidades foram registradas nas aves alojadas na densidade de 12,50 aves/m², que atingiram 81,2% de uniformidade, indicando uma boa uniformidade dos dados (Figura 3).

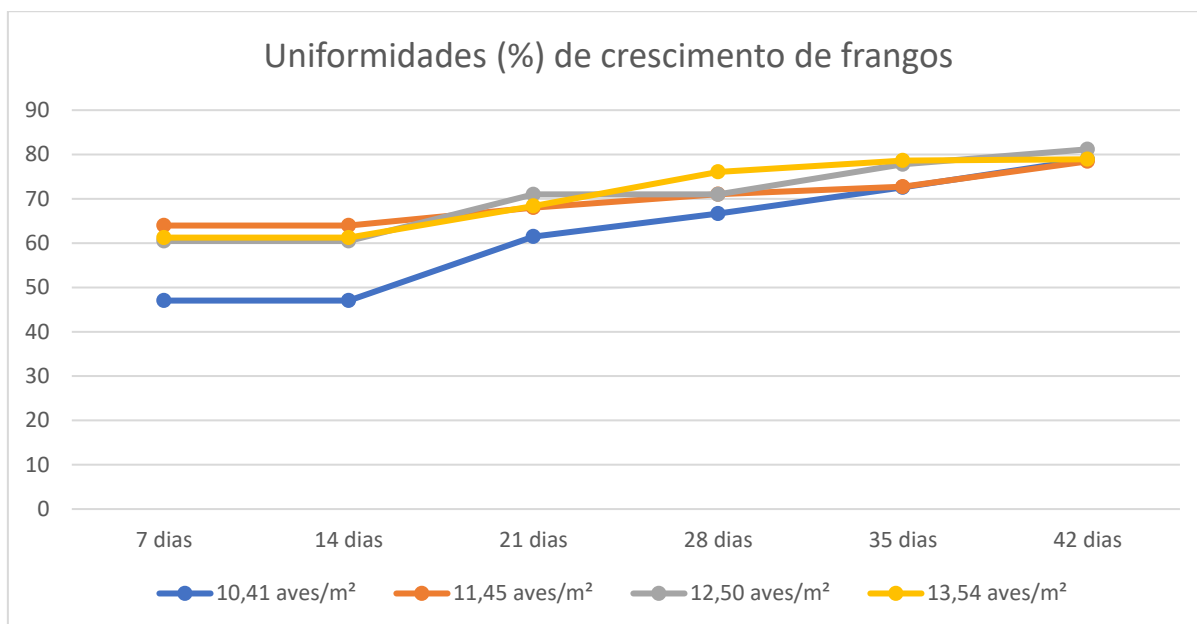


FIGURA 3- Uniformidade (%) da criação de frangos, alojados nas densidades de 10,41; 11,45; 12,50 e 13,54 aves/m² no período de 1 à 42 dias.

Os maiores coeficientes de variação foram observados na densidade de 10,41 aves/m², sendo mais acentuados até os 14 dias de idade. No período de 1 a 42 dias, a melhor uniformidade foi observada para a densidade de 12,50 aves/m² e, conseqüentemente, um dos menores coeficientes de variação. Resultados esses compatíveis aos encontrados por Albuquerque et al.¹⁰⁰, que avaliaram densidades de alojamento de 10 e 15 aves/m² (22,66 e 32,78 kg/m²) e observaram melhores uniformidades e melhores viabilidades (Tabela 5).

TABELA 5- Coeficiente de Variação (CV%) e Uniformidade (U%) de frangos no período de 1 a 42 dias

Tratamentos	1-7 dias		1-14 dias		1-21 dias		1-28 dias		1-35 dias		1-42 dias	
	CV %	U %	CV %	U %	CV %	U %	CV %	U %	CV %	U %	CV %	U %
10,41 aves/m ²	15,0	47,0	13,1	47,0	11,2	61,5	10,8	66,7	10,1	72,6	9,2	78,9
11,45 aves/m ²	11,1	63,9	10,8	63,9	10,5	68,0	9,8	71,0	9,2	72,7	8,5	78,5
12,50 aves/m ²	12,3	60,5	12,0	60,5	11,4	70,9	10,3	70,9	9,2	77,8	8,2	81,2
13,54 aves/m ²	11,5	61,2	11,1	61,5	10,2	68,4	9,2	76,1	8,6	78,6	8,1	78,9

Coefficientes de variação acima de 12% e uniformidade abaixo de 60% indicam baixa uniformidade no tratamento. Coeficientes de variação em torno de 10%, a uniformidade fica em torno de 70%, o que indica média uniformidade no tratamento. Coeficientes de variação abaixo de 8% e uniformidade acima de 80% indicam boa uniformidade no tratamento²⁴.

Feddes et al.⁶⁵ avaliaram o CV% em animais alojados na densidade 11,9 aves/m² (22,9 kg/m²) e esses animais apresentaram o mais alto grau de variabilidade, em torno de 14,6%, enquanto os valores de CV% para densidades de 23,8 aves/m² (46,3 kg/m²), 17,9 aves/m² (34,4

kg/m²), 14,3 aves/m² (28,5 kg/m²) não foram, significativamente, diferentes, ficando entre 12,9 e 13,4%.

Lembrando que os valores dos Coeficientes de Variação foram calculados com base no desvio padrão de todos os pesos coletados individualmente e os, das Uniformidades foram calculados em relação ao peso corporal médio dos animais, que ficam dentro do intervalo de $\pm 10\%$ da média de peso.

5.3- Comportamento Ingestivo de alimento

As aves diminuem a ingestão de ração, em situações de estresse, o que faz com que ocorra um aumento do nível dos hormônios cortisol e as catecolaminas de forma geral, situações de restrição ao acesso à água fresca e limpa⁽³⁰⁻³⁵⁻¹⁰¹⁾.

A ingestão de alimentos não sofreu variações significativas com o aumento da densidade de criação. Fato esse que pode estar relacionado à boa disponibilidade de acesso ao alimento e à água, já que a mais alta densidade avaliada, de 13,54 aves/m² oferecia espaço disponível para a movimentação dos animais (de 0,07 m²/ave¹⁹), o que é considerado dentro da faixa etária de baixas densidades para que os animais sejam criados em bem-estar, sem a presença de agentes ambientais estressores e patogênicos³⁰.

Foram realizadas 96 horas sequenciais de avaliação, a partir das pesagens individuais dos comedouros na fase pré-inicial. Um dos objetivos do manejo, principalmente do manejo pré-inicial de frangos, é garantir que os animais alcancem o máximo desenvolvimento e adquiram o mais rápido possível o comportamento ideal da ingestão de alimentos e água, a fim de maximizar seu crescimento subsequente, garantindo a uniformidade e saúde do lote e um ótimo rendimento de carcaça aos 42 dias.

A ingestão de alimento pode ser afetada de várias formas, mas, principalmente, pelo fornecimento de quantidades insuficientes de ração ou pela forma física desse alimento e/ou espaço insuficiente nos comedouros pela adoção de altas densidades de alojamento, influenciando o peso e a uniformidade das aves³². O que não foi o caso do experimento. As aves desenvolveram um padrão bem característico de ingestão de alimento com tendência a estabelecer uma rotina de consumo (acesso ao comedouro e bebedouro)³⁴. A atividade de ingestão de alimento ocorre, majoritariamente, de forma crescente para todas as idades avaliadas, mas no período noturno a quantidade de ração consumida é maior. Comportamento visível nos gráficos esboçados nas figuras 4, 5 e 6.

A ingestão de alimentos é o principal fator de influência no ganho de peso e na conversão alimentar dos frangos, além de estar totalmente ligada as boas práticas de manejo, por isso o registro do comportamento de ingestão de alimentos é extremamente válido.

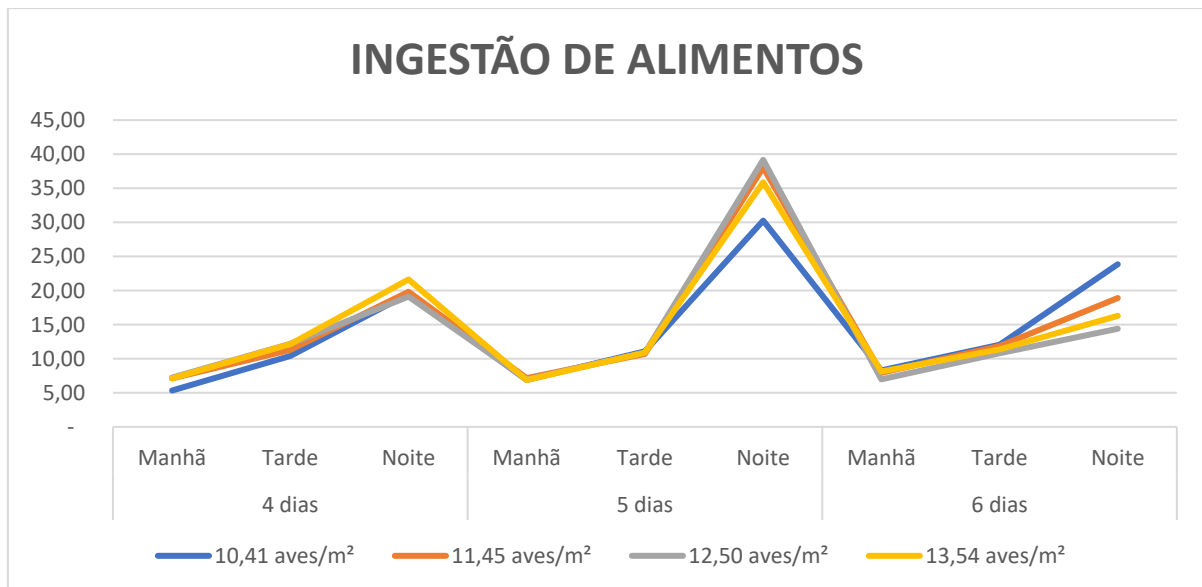


FIGURA 4- Comportamento de Ingestão de alimentos de frangos criados nas densidades de 10,41; 11,45; 12,50 e 13,54 aves/m², nos períodos da manhã, tarde e noite, aos 4, 5 e 6 dias de idade, totalizando 96 horas de avaliação.

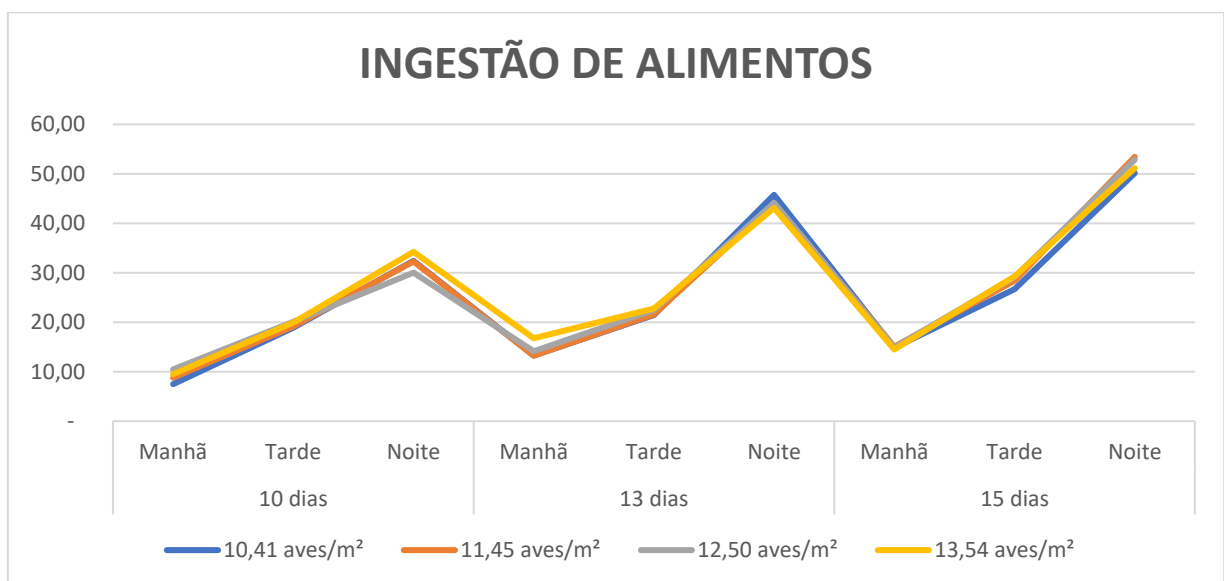


FIGURA 5- Comportamento de Ingestão de alimentos de frangos criados nas densidades de 10,41; 11,45; 12,50 e 13,54 aves/m², nos períodos da manhã, tarde e noite, aos 10, 13 e 15 dias de idade.

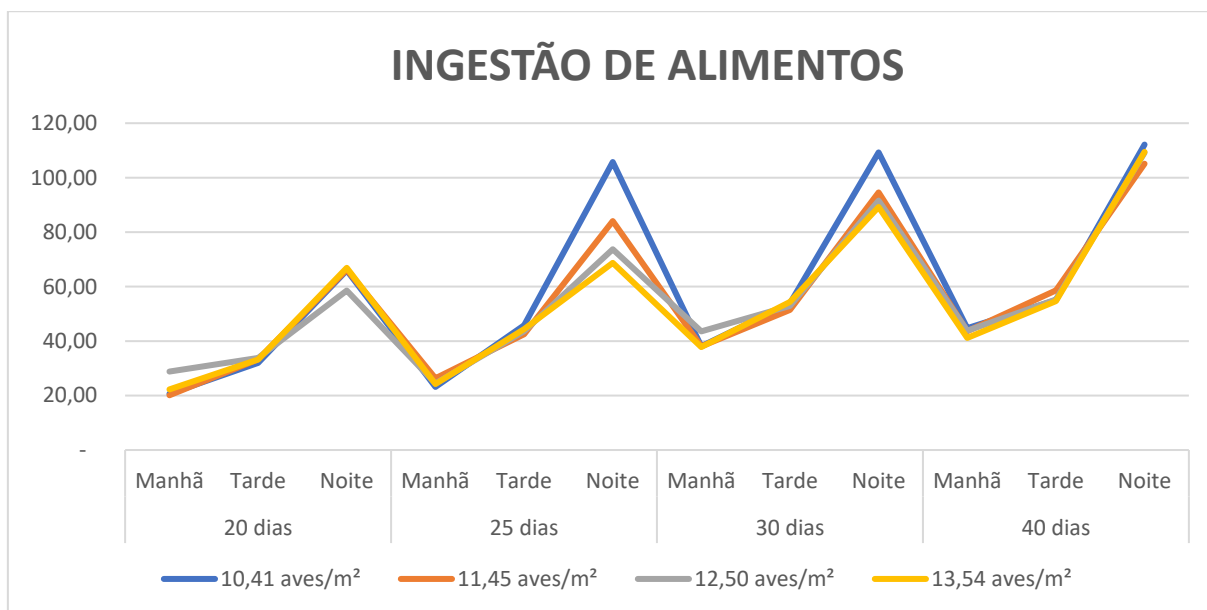


FIGURA 6- Comportamento de Ingestão de alimentos de frangos criados nas densidades de 10,41; 11,45; 12,50 e 13,54 aves/m², nos períodos da manhã, tarde e noite, aos 20, 25, 30 e 40 dias de idade.

5.4- Parâmetros Bioquímicos e Hematológicos

Não foram verificadas diferenças estatísticas significativas para os níveis de cortisol, glicose, lactato e albumina entre as aves alojadas nas diferentes densidades avaliadas, atestando que os animais não sofreram nenhum tipo de estresse, e como os níveis encontrados estavam todos dentro do esperado, pode-se afirmar que os animais estavam em um ambiente agradável, favorecendo seu bem-estar. Foi observada uma diferença estatística com relação ao nível plasmático de proteínas totais, em que as aves alojadas nas densidades de 10,41 e 11,45 aves/m² apresentaram as maiores médias de proteínas, mas não foi possível afirmar que houve algum problema metabólico nos animais, porque os níveis encontrados estão dentro da variação que é considerada normal, entre 2,5 e 4,5 g/dL (Tabela 6).

O estresse gerado pela superlotação em altas densidades pode ocasionar variações fisiológicas significativas, como, por exemplo, ocorrer o aumento das concentrações séricas de glicose, proteínas totais e triglicerídeos. Contudo, todas essas considerações reforçam o fato de que, no presente trabalho, as aves não apresentaram sinais de estresse fisiológico, tendo, portanto, níveis aceitáveis de bem-estar animal¹⁰².

Arruda⁹ avaliou densidades de 17, 19 e 21 aves/m² (26,19; 29,14 e 31,9 kg/m²) e também não observou alterações nos parâmetros fisiológicos indicadores de estresse, concluindo que, mesmo com o aumento da densidade, o bem-estar das aves do ponto de vista fisiológico não foi afetado. Estes resultados assemelham-se aos encontrados por Škrbić et al.⁶⁸ que estudaram o efeito da densidade de 12 e 16 aves/m² sobre o bem-estar de frangos de corte

e verificaram que as densidades não influenciaram nos parâmetros bioquímicos, a glicose e o colesterol, e que, do ponto de vista fisiológico, o bem-estar das aves não foi prejudicado.

Mendes et al.⁴⁶ concluíram que níveis de cortisol de $0,08 \mu\text{g/dL} \pm 3$ e $0,14 \mu\text{g/dL} \pm 0,05$ são encontrados em diferentes respostas ao grau de estresse em frangos de corte.

A concentração sanguínea de glicose de aves saudáveis varia de 200 a 500 mg/dL. A hipoglicemia é observada quando os teores de glicose caem para menos do que 200 mg/dL como resultado de jejum prolongado. A hiperglicemia é caracterizada por concentrações de glicose acima de 500 mg/dL, que decorre da presença em excesso de glicocorticoides por estresse⁶¹.

As concentrações séricas de lactato em frangos foram determinadas por Amaral et al.¹⁰² com variação de $30,6 \pm 7,4 \text{ mg/dL}$ e/ou $31,3 \pm 8,9 \text{ mg/dL}$, em amostras de sangue coletadas sem submissão de restrição alimentar aos animais.

Poucos são os trabalhos que descrevem os níveis de lactato no sangue de aves. Todavia, os valores encontrados na presente análise estão acima do valor de referência. Soares¹⁰³ encontrou níveis de lactato sérico entre 50,35 e 61,45 mg/dL em frangos aos 32 dias de idade, e afirma que rações com maiores teores proteicos vão ocasionar níveis mais elevados de lactato no sangue. Ross et al.¹⁰⁴ citam, como referência do lactato, os valores próximos a 46,1 mg/dL de sangue.

O conteúdo de proteína no soro sanguíneo dos frangos aos 42 dias de idade variou de 3,82 a 4,49 g/dL, tendo ocorrido diferença estatística significativa, sendo que as aves alojadas nas densidades de 10,41 aves/m² e 11,45 aves/m² não diferiram entre si e apresentaram maiores médias de proteína total, em relação às aves alojadas nas densidades de 12,50 aves/m² e 13,54 aves/m² (Tabela 6).

As concentrações das proteínas plasmáticas totais nas aves são menores do que nos mamíferos, variando de 2,5 a 4,5 g/dL. A albumina representa de 40 a 50% da proteína plasmática total das aves (teores normais variam de 0,8 a 2,0 g/dL)⁶¹.

Geralmente, a concentração de proteínas é maior na fase final de produção, provavelmente pela alta demanda por aminoácidos, os quais são utilizados para o crescimento somático intenso¹⁰⁵. Essa taxa de crescimento intensa ocorre após 21 dias de idade, quando a deposição de proteína na carcaça é maior. A concentração de albumina é afetada, principalmente, pela quantidade de proteínas presentes na dieta. A desidratação causa aumento da albumina plasmática, enquanto o déficit alimentar e hemorragias causam redução nos níveis plasmáticos¹⁰⁶.

Os valores de referência do perfil bioquímico sérico no sistema industrial de produção avícola são escassos na literatura mundial. A análise bioquímica é usada para melhorar a avaliação do status fisiológico dessas aves no estado de saúde.

Os principais indicadores plasmáticos do estresse são representados por substâncias como a glicose, cortisol e o lactato sérico, o que faz com que todos os métodos possam ser utilizados para a quantificação do estresse, concordando com as afirmações feitas por Shaw et al.¹⁰⁷ de haver pelo menos dois métodos de quantificação do estresse em animais, sendo as respostas comportamentais e as medições de componentes em fluidos extraídos de animais vivos. Portanto, medidas de indicadores fisiológicos de estresse podem ser consideradas bastante precisas.

TABELA 6- Níveis de cortisol sanguíneo ($\mu\text{g/dL}$), glicose sanguínea (mg/dL), lactato (mg/dL), albumina (g/dL) e proteínas totais (g/dL), de frangos alojados em diferentes densidade aos 41 dias

Tratamentos	Cortisol	Glicose	Lactato	Albumina	Proteínas Totais
10,41 aves/m ²	0,0675	219,46	68,52	1,532	4,40 a
11,45 aves/m ²	0,0667	218,40	77,44	1,441	4,49 a
12,50 aves/m ²	0,0475	218,04	66,49	1,548	4,03 b
13,54 aves/m ²	0,0775	219,30	69,08	1,503	3,82 b
CV(%)	35,18	2,71	25,94	10,97	6,67
p-value	0,3510	0,9551	0,6110	0,6301	0,0000

*Médias nas colunas seguidas de mesma letra são estatisticamente iguais pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade

Com relação às concentrações de colesterol total, HDL, triglicerídeos e ácido úrico não foram encontradas diferenças estatísticas significativas em relação às densidades avaliadas (Tabela 7). As concentrações de colesterol plasmático total nas aves variam de 125 a 200 mg/dL (HDL+LDL+VLDL)⁶¹.

Quaisquer alterações no catabolismo de proteínas são refletidas, principalmente, nas concentrações de ácido úrico sérico, que, nesse caso, não foi encontrada diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 7). As concentrações sanguíneas de ácido úrico superiores a 15 mg/dL sugerem alterações da função renal, que podem ser causadas por diversos fatores, que incluem nefropatias associadas à hipovitaminose. O ácido úrico não é um teste renal sensível em aves, pois 75% da função renal devem estar comprometidas para que seja possível detectar o aumento da concentração sanguínea⁶¹.

Estudos anteriores sobre aves revelaram que alterações bruscas na concentração de ácido úrico no sangue também são dependentes da idade do animal. Níveis, geralmente, mais altos foram detectados em aves durante o período inicial de criação em comparação com

indivíduos mais velhos¹⁰⁸. Isso porque existe uma relação direta entre a quantidade de proteína ingerida, que é maior na fase inicial de produção, e o nível sérico de ácido úrico. O que resulta em um maior conteúdo sérico de ácido úrico em animais jovens¹⁰⁹.

TABELA 7- Níveis de colesterol (mg/dL), HDL (mg/dL), triglicerídeos (mg/dL) e ácido úrico (mg/dL) de frangos aos 41 dias

Tratamentos	Colesterol Total	HDL	Triglicerídeos	Ácido Úrico
10,41 aves/m ²	150,38	116,80	95,14	4,95
11,45 aves/m ²	144,54	110,69	86,48	4,35
12,50 aves/m ²	151,45	120,13	108,75	5,45
13,54 aves/m ²	148,58	117,54	95,50	5,16
CV(%)	8,97	11,21	25,94	23,42
p-value	0,7214	0,4947	0,3487	0,2656

Foi avaliado o hemograma completo (leucograma e eritrograma) e foi feita a contagem dos trombócitos aos 41 dias de idade dos frangos alojados nas densidades de 10,41; 11,45; 12,50; 13,54 aves/m². Essas análises de Leucograma (série branca) e Eritrograma (série vermelha) referem-se aos elementos celulares que compõem as células. A série vermelha incluiu a leitura e o cálculo da proporção de cada tipo de célula em duzentas células contadas, para os glóbulos vermelhos (hemácias- RBC), hemoglobina (HGB) e hematócrito (HCT).

A partir dos dados obtidos no hemograma, foram calculados os seguintes índices hematimétricos de Wintrobe⁸⁷, como a concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) expressa em porcentagem, volume corpuscular médio (VCM) expresso em fentolitros (fL), essas variáveis fornecem dados sobre deficiências nutricionais e respiratórias. Para a contagem leucocitária, os dados da série branca incluíam a leitura e o cálculo da proporção de cada tipo de célula em cem células contadas; para os leucócitos totais ou também chamados glóbulos brancos diferenciados (WBC), o total e a porcentagem de heterófilos (HET), linfócitos (LYM), monócitos (MONO), eosinófilos (EOS) e basófilos (BASO). A série fornece informações sobre a resposta imunológica do organismo.

Não foram observadas diferenças estatísticas com relação às variáveis que compõem o eritrograma, ou seja, não foram observados sinais clínicos nem estatísticos de anemia e/ou alterações no estado de saúde geral das aves durante o período de alojamento, indicando que os animais estavam saudáveis (Tabela 8).

A pequena quantidade de estudos hematológicos em frangos faz com que a interpretação do hemograma seja mais complicada. É por tais razões, que na clínica aviária, às vezes, utiliza-se o termo de “valores de decisão” em lugar de “valores de referência”⁴⁹.

Os valores dos parâmetros de hemoglobina e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) podem ser comparados com os valores de decisão de 8,39 g/dL e 26,27%, respectivamente ¹¹⁰.

Borsa et al.¹¹¹ encontraram a concentração de hemácias entre 1,69 e 2,03 x10⁶/μL, concentração de 8,94 ± 0,48 g/dL de hemoglobina, valores de 152,27 ± 12,07 fL de volume corpuscular médio (VCM) e concentração de 30,21± 1,00% de hemoglobina corpuscular média em frangos de corte aos 42 dias de idade. Os valores encontrados nesse estudo foram superiores ao de decisão.

Cândido⁴⁸ relatou que é bastante provável que o aumento de hemoglobina seja benéfico e esteja relacionado com uma maior disponibilidade de ferro no organismo em resposta a dieta. O aumento de CHCM está diretamente correlacionado com a elevação da concentração de hemoglobina.

O valor de hematócrito, que se refere à porcentagem de células vermelhas existente no sangue, fica ao redor de 30% para frangos, mas pode variar de acordo com a linhagem, como encontrado por Silversides et al.¹¹², que avaliaram o valor de hematócrito em nove linhagens comerciais de frangos aos 42 dias e encontraram valores de hematócrito com variação entre 27,1 a 33,8%. Isto ocorre porque o estresse provoca alterações quantitativas e morfológicas nas células sanguíneas, aumentando o número de hemácias e, conseqüentemente, o hematócrito¹¹³.

TABELA 8- Eritrograma de frangos alojados em diferentes densidades aos 41 dias de idade

Tratamentos	Hemácias x10 ⁶ /uL	Hemoglobina g/dL	Hematócrito %	VCM fL	CHCM %
10,41 aves/m ²	3,085	9,660	30,25	98,303	31,96
11,45 aves/m ²	3,087	9,677	31,14	101,128	31,17
12,50 aves/m ²	3,068	10,326	31,67	103,422	32,71
13,54 aves/m ²	3,165	10,106	31,50	100,173	32,06
CV(%)	8,30	9,01	5,81	7,06	9,51
p-value	0,9169	0,5268	0,651	0,7204	0,8375

Ao analisar o leucograma, foram observadas diferenças estatísticas com relação à contagem de leucócitos totais e os linfócitos. O grupo de aves alojadas na densidade de 12,50 apresentou redução nas concentrações de leucócitos totais e linfócitos (Tabela 9).

Com base na leitura de 25 campos microscópicos, o número adequado de trombócitos já com o fator de correção, é de 25000 a 50000 trombócitos/x10³/μL de sangue. Os valores próximos de 50000 fazem com que o organismo não apresente dificuldades em iniciar o processo de coagulação sanguínea. Quando esses valores se encontram abaixo das

10000 trombócitos/ μL , há risco de morte, uma vez que pode haver sangramentos espontâneos¹¹⁴.

Borsa et al.¹¹¹ encontraram o número total de leucócitos com variação entre 11900 e 18500 $\times 10^3/\mu\text{L}$ e encontraram o número de heterófilos com variação de $3395 \pm 15,5/\mu\text{L}$.

Os leucócitos polinucleados (eosinófilos, basófilos e heterófilos), os leucócitos mononucleados (linfócitos e monócitos) e os trombócitos atuam como células efetoras na mediação dos processos inflamatórios¹¹⁰.

A diminuição no número total de leucócitos pode ocorrer por depressão da formação dos leucócitos ou também pode ser atribuída a reação de estresse¹¹⁵.

Na maioria das espécies aviárias, o percentual de linfócitos é maior que qualquer outro elemento celular, compreendendo de 40-70% da contagem total, sendo os heterófilos o segundo grupo⁵⁸.

O valor de decisão para monócitos fica em torno de 674, de acordo com Cardoso et al.¹¹⁰, mas existe uma grande variabilidade nos valores de decisão para os níveis de monócitos. Bounous et al.¹¹⁶ ressaltam que a variação fica entre 150 e 2000 monócitos/ μL .

TABELA 9- Trombócitos e Leucograma de frangos alojados em diferentes densidades aos 41 dias

Tratamentos	Trombócitos $\times 10^3/\mu\text{L}$	Leucócitos totais* $\times 10^3/\mu\text{L}$	Heterófilos μL	Linfócitos μL	Monócitos μL
10,41 aves/ m^2	53000	10800,00 a	4524,00	5300,00 a	566,0
11,45 aves/ m^2	52571	11142,86 a	4102,86	5821,42 a	912,4
12,50 aves/ m^2	59000	7416,67 b	3089,17	3576,67 b	504,7
13,54 aves/ m^2	49000	10500,00 a	4030,83	5422,50 a	835,0
CV(%)	23,74	21,71	23,28	25,11	55,84
p-value	0,5971	0,0257	0,0877	0,0264	0,2394

*Médias nas colunas seguidas de mesma letra são estatisticamente iguais pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Foram observadas diferenças estatísticas para a relação de leucócitos/trombócitos. As aves alojadas na densidade de 12,50 aves/ m^2 apresentaram a menor relação na contagem de leucócitos/trombócitos. A contagem de eosinófilos, basófilos e, para a relação de heterófilo/linfócitos (H/L), não tiveram diferenças estatísticas em relação às densidades avaliadas (Tabela 10).

As contagens de eosinófilos não diferiram da normalidade, esse fato pode ter ocorrido devido à pequena quantidade normal dessas células no sangue, e sua função exata nas

aves ainda não está bem clara⁵⁵. Nas respostas ao estresse, observa-se uma diminuição dos eosinófilos¹¹⁷. O valor absoluto é muito variável, vai de 40 a 500 células/ μL de sangue¹¹⁸.

Cardoso et al.¹¹⁰ encontraram valores em torno de 58 basófilos por μL de sangue para frangos aos 45 dias, mas, em situações de tensão e estresse severo, ocorreu o aumento drástico do número de basófilos⁵⁶.

Não existem valores de referência adequados para a relação H/L que permitam a comparação dos estudos, além disso, distinguir o tipo de estresse em que as aves foram submetidas (agudo ou crônico) é outra dificuldade relatada na literatura sobre a metodologia⁷⁰.

Macari et al.³⁵ fizeram uma indicação de que a proporção normal de relação H/L para frangos está ao redor de 0,5 μL e, quando os frangos são submetidos a condições de estresse, essa relação tende a aumentar. Cravener et al.¹¹⁹ verificaram que o índice H/L aumentou com a diminuição da densidade de criação, mostrando maior grau de estresse para as aves criadas em baixa densidade. Esse resultado mostra a complexidade que envolve a definição de índices para a quantificação do estresse.

A relação de trombócitos com população de leucócitos está associada à ocorrência de problemas cardiovasculares adversos. A relação entre eles é um preditor independente significativo de mortalidade no longo prazo¹²⁰. Não foram encontrados valores de decisão e nem de referência adequados para a relação leucócitos/trombócitos para quaisquer prognósticos de doenças em frangos.

TABELA 10- Leucograma de frangos alojados em diferentes densidades aos 41 dias de idade

Tratamentos	Eosinófilos μL	Basófilos μL	Relação leucócitos/ trombócitos	Relação heterófilos/ linfócitos
10,41 aves/m ²	311,25	41,00	0,199 a	0,895
11,45 aves/m ²	222,86	67,86	0,198 a	0,721
12,50 aves/m ²	195,83	61,67	0,128 b	0,882
13,54 aves/m ²	185,00	15,83	0,217 a	0,753
CV(%)	47,22	130,37	25,80	22,17
p-value	0,2885	0,4632	0,0243	0,2483

*Médias nas colunas seguidas de mesma letra são estatisticamente iguais pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

5.5- Rendimento de carcaça

O rendimento de carcaça e de cortes não apresentaram diferenças estatísticas significativas em relação às densidades de alojamento estudadas (Tabela 6).

Arruda⁹ avaliou até 28 dias, densidades de 17, 19 e 21 aves/m² (26,19; 29,14 e 31,9 kg/m²) e também não observou influência da densidade de alojamento sobre o rendimento de carcaça. Assim como Moreira et al.¹²¹ que avaliaram o efeito de densidades de alojamento de 10, 13 e 16 aves/m² (26,57; 34,50 e 40,60 kg/m²) e não encontraram efeito do número de aves alojadas/m² sobre o rendimento de carcaça e cortes nobres (peito, coxas e sobrecoxas).

Feddes et al.⁶⁵ avaliaram o rendimento de carcaça em densidades de 11,9; 14,3; 17,9 e 23,8 aves/m² (22,9 kg/m²; 28,5 kg/m²; 34,4 kg/m² e 46,3 kg/m²) e relataram que o aumento da densidade de alojamento não teve efeito significativo no rendimento de peito, nem na classificação da carcaça ou qualidade da carcaça. Ressaltando que, para conseguir o alto rendimento por unidade de área, com boa qualidade da carcaça, deve prestar atenção, principalmente, à taxa de ventilação e a circulação de ar adequada aos animais dentro do galpão.

Os valores de rendimento de carcaça encontrados foram, relativamente, mais altos do que os encontrados na maioria das literaturas consultadas. Santos et al.¹²² também encontraram rendimentos de carcaça superiores à 84% em frangos machos Cobb500TM aos 42 dias de idade, e, segundo os autores, um dos possíveis fatores para o maior rendimento de carcaça, provavelmente, foi a redução da ingestão de ração no ambiente quente, que leva ao menor desenvolvimento das vísceras e, por consequência, ao maior rendimento da carcaça. Justificativa que se enquadra neste estudo, porque a faixa de temperatura registrada, no terço final do período produtivo, foi superior ao indicado pelo manual da linhagem.

Thomas et al.¹²³ avaliaram as características de carcaça de frangos de corte alojados em densidades de 10, 15 e 20 aves/m² e não encontraram diferenças significativas entre os tratamentos.

Tong et al.¹²⁴ avaliaram densidades de alojamento de 25, 35 e 45 aves/m² (17,25; 22,85 e 27,54 kg/m²) de 1 a 28 dias idade e de 12,5, 17,5 e 22,5 aves/m² (14,65; 19,93 e 24,75 kg/m²) de 29 a 42 dias de idade e concluíram que, aos 42 dias, não houve efeito das densidades avaliadas na carcaça, carcaça eviscerada, peito e rendimentos de gordura abdominal.

Lima et al.¹³ avaliaram duas densidades de alojamento de 10 e 13 aves/m² (25,73 e, 32,15 kg/m²) sobre às características da carcaça, concluíram que não houve influência das densidades de alojamento sobre o rendimento de carcaça, peito e coxas e sobrecoxas.

Lana et al.³ estudaram as densidades de 10, 12 e 16 aves/m² (44,53; 53,19 e 72,37 kg/m²) e encontraram valores de rendimento de carcaça em torno de 85,70%. Moreira et al.⁹⁵ avaliaram as densidades de 10, 13 e 16 aves/m² (26,57; 34,50 e 40,60 kg/m²), e ambos não

encontraram diferenças significativas para os rendimentos da carcaça e partes principais como peito, coxas e sobrecoxas.

Oliveira et al.¹²⁵ relataram que o peso absoluto da carcaça das aves mantidas em temperatura ambiente de 25°C foi o maior quando comparado à temperaturas superiores e inferiores, porém o rendimento de carcaça aumentou com a elevação da temperatura ambiente. O rendimento de carcaça encontrado foi superior a 81%.

TABELA 11- Rendimento de carcaça (%) e de cortes (%) de frangos alojados em diferentes densidades de criação no período de 1 a 42 dias de idade

Rendimento (%)	Densidade de alojamento - aves/m ²				CV (%)	P
	10,41	11,45	12,50	13,54		
Carcaça ¹	84,05	84,77	85,38	84,99	1,58	0,2350
Peito	29,43	29,83	29,76	29,42	5,74	0,9323
Coxas e Sobrecoxas	28,07	27,46	27,01	27,45	2,21	0,3161
Asas	9,77	9,89	9,76	9,56	2,86	0,1071
Gordura Abdominal	1,91	2,01	1,89	2,21	22,21	0,4155
Fígado	2,17	2,15	2,15	2,22	10,24	0,8837
Coração	0,54	0,53	0,55	0,56	11,58	0,7560

*Médias seguidas de mesma letra na linha são estatisticamente iguais pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

¹ Carcaça: sem vísceras (intestinos e anexos, pulmão, moela, fígado, coração, sangue e penas)

5.6- Temperatura, umidade e amônia volatilizada da cama de frango

Temperatura da cama

Houve diferença estatística significativa entre os índices de temperatura da cama em relação ao dia de alojamento avaliado (Tabela 12).

Aos 28 dias de alojamento, foram registradas as menores temperaturas nas maiores densidades de alojamento, o que não era esperado, visto que apresentavam a maior quantidade de animais. Aos 35 e 42 dias, as temperaturas de cama foram mais elevadas nas densidades de 12,50 e 13,54 aves/m², quando comparado com as das camas de aves alojadas nas densidades de 10,41 e 11,45 aves/m². Com o aumento de massa corporal das aves, elas passam a produzir mais calor por área, e, com o passar da idade, ocorre o aumento de excretas na cama, aumentando a umidade, o que leva a, mais fermentação da cama, elevando a temperatura dessa e, conseqüentemente, do galpão (Tabela 12).

Freitas et al.¹²⁶ sugerem que a melhor data para avaliação da qualidade da cama é aos 35 dias, quando os efeitos de manejo e densidade são menores que 42 dias e melhores de visualizar que aos 28 dias. Aos 35 dias, a cama das aves alojadas nas maiores densidades apresentou as maiores temperaturas.

TABELA 12- Temperatura (°C) média da cama de frango, com amostragem aos 28, 35 e 42 dias.

TRATAMENTOS	Dias de avaliação		
	28	35	42
10,41 aves/m ²	26,21 a	26,58 b	28,53 b
11,45 aves/m ²	26,22 a	26,68 b	28,57 b
12,50 aves/m ²	25,03 b	27,61 a	29,36 a
13,54 aves/m ²	24,97 b	28,03 a	29,81 a
CV %	2,59	3,86	1,66
p-value	0,0007	0,0140	0,0006

*Médias nas colunas seguidas de mesma letra são estatisticamente iguais pelo teste Scott-Knott a 5% significância.

Umidade da cama

Não foi observada diferença estatística significativa entre os teores de umidade da cama em relação ao dia de alojamento avaliado (Tabela 13).

Freitas et al.¹²⁶ avaliaram diferentes tipos de substratos para cama e encontraram resultados semelhantes em relação ao teor de umidade para cama de casca de arroz, aos 28 e 40 dias de alojamento, em densidade de 12 aves/m².

A umidade da cama, pra ser considerada dentro dos padrões ideais de uso, deve estar abaixo de 35%, então mesmo aumentando a densidade de 10,41 para 13,54 aves/m², a cama continuou em boas condições²⁴.

Teores de umidade acima de 35% já são considerados uma situação crítica, pois a cama se torna “empastada” e contribui com altos níveis de amônia, causando doenças respiratórias e redução no ganho de peso¹²⁷.

TABELA 13- Umidade (%) da cama de frango com substrato de casca de arroz aos 28, 35 e 42 dias de idade.

TRATAMENTOS	Dias de avaliação		
	28	35	42
10,41 aves/m ²	26,47	31,22	26,33
11,45 aves/m ²	27,97	32,08	26,99
12,50 aves/m ²	27,79	32,73	27,76
13,54 aves/m ²	27,49	31,45	29,29
CV%	7,58	13,10	13,07
p-value	0,4346	0,9246	0,5578

Concentração de amônia volatilizada da cama

Não foi observada diferença estatística significativa entre as concentrações de amônia da cama em relação ao dia de alojamento avaliado (Tabela 14).

A amônia é dependente das condições de umidade e temperatura, que atuam no seu equilíbrio químico, que é altamente dependente da umidade relativa do ar⁷¹.

Avila et al.¹²⁸ relataram que a concentração de amônia pode se tornar um problema em decorrência das condições de umidade excessiva da cama, situação muito comum, principalmente, no inverno. Corroborando da ideia de que existe uma forte relação do teor de umidade da cama e a concentração de amônia. Para Santos et al.⁴⁷, o aumento de umidade favorece a decomposição microbiana do ácido úrico, aumentando, assim, a concentração de amônia.

O aumento na reação de degradação da amônia é acelerado com o aumento da temperatura, principalmente entre 25 e 30°C, e o teor de umidade da cama variando entre 40 e 60% são determinados por Baião 1996 citado por Naas et al¹²⁹.

Branco¹³⁰, em um estudo de metanálise, chegou ao resultado de que os aviários de pressão negativa apresentaram altas concentrações de amônia e o horário de coleta no turno da manhã apresentou condição de concentração de amônia igual ou acima de 20 ppm, utilizando maravalha e, com densidade de criação maiores de 15 aves/m², obtiveram classificação de concentração de amônia acima do limite ideal ≥ 20 ppm.

Sa et al.⁷⁶ encontraram relação entre a concentração de amônia do galpão com a produção de gordura no fígado, sugerindo que, quando a amônia é superior a 25 ppm, a gordura no fígado aumenta significativamente. Ritz et al.⁷⁹ afirmam que são visualizados problemas nos animais somente quando os níveis de amônia atingem 25 ppm. O que não foi visualizado no período de produção.

TABELA 14- Concentração de amônia volatilizada (ppm) proveniente de cama reutilizada no galpão de frango, aos 28, 35 e 42 dias de idade

TRATAMENTOS	Dias de avaliação		
	28	35	42
10,41 aves/m ²	11,61	18,50	15,78
11,45 aves/m ²	11,33	18,50	13,95
12,50 aves/m ²	12,27	18,33	14,72
13,54 aves/m ²	12,22	21,39	15,44
CV%	25,34	19,55	11,57
p-value	0,8857	0,2632	0,1353

Contudo, percebemos que idade, estado nutricional, status sanitário, meio de produção e qualquer situação de estresse são exemplos de fatores que podem modificar todos os parâmetros hematológicos dos indivíduos, sendo confirmado por Campbell et al.⁴⁹ e Cardoso

et al.¹¹⁰, que inclusive acrescentam que os parâmetros hematológicos também podem sofrer influências de diferentes regiões ou países, condições ambientais e de alojamento a que as aves são expostas.

Visualizando amplamente os trabalhos com manejos de criação, mais importante que a densidade de alojamento utilizada, é o controle ambiental e a adoção de boas práticas de manejo, para manutenção do bem-estar dos animais. Jones et al.²² ressaltam que a simples redução de densidade sem levar em consideração o ambiente em que as aves se encontram, particularmente as condições de temperatura, umidade, qualidade do ar e da cama, não é suficiente para a garantia do bem-estar, pelo contrário, isso só acontecerá caso os fatores de ambiente e a composição genética dos frangos sejam melhoradas.

6. CONCLUSÃO

A densidade de alojamento de 13,54 aves/m² produziu a maior quantidade de kg de carne por metro quadrado, 47,23 kg/m², podendo ser utilizada na criação frangos machos, criados de um a 42 dias, em galpões industriais de modelo pressão negativa, sem prejuízos ao desempenho, rendimento de carcaça, qualidade de cama e bem-estar.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Secretaria de Política Agrícola. Brasil projeções do Agronegócio 2018/2019 a 2028/2029. Ano 2019; 10ª edição. Pg 64:70. Disponível em: www.agricultura.gov.br.
- 2- Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). Safra 2019/2020. Brasília, 2019. ISSN 2318-3241 - Perspec. agropec., Brasília, v.7, p. 1-100, out. 2019.
- 3- Lana GRQ, Silva Junior RGC, Valerio SR, Lana AMQ, Cordeiro ECGB. Efeito da Densidade e de Programas de Alimentação sobre o Desempenho de Frangos de Corte. Rev. bras. zootec., 30(4):1258-1265, 2001.
- 4- Hernandez R, Cazetta JO, Moraes VMB. Frações Nitrogenadas, Glicídicas e Amônia Liberada pela Cama de Frangos de Corte em Diferentes Densidades e Tempos de Confinamento. R. Bras. Zootec. [online]. 2002, vol.31, n.4, pp.1795-1802. ISSN 1806-9290. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000700023>.
- 5- Garcia RG, Mendes AA, Garcia EA, Nääs IA, Moreira J, Almeida ICL, Takita TS. Efeito da Densidade de Criação e do Sexo Sobre o Empenamento, Incidência de Lesões na Carcaça e Qualidade da Carne de Peito de Frangos de Corte. Revista Brasileira de Ciência Avícola. ISSN 1516-635X Jan - Mar 2002 / v.4 / n.1 / 001.
- 6- Farm Animal Welfare Committee (FAWC). Summary Report of Farm Animal Welfare Committee plenary meeting. Cardiff, 19 June 2019. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/groups/farm-animal-welfare-committee-fawc#fawc-renamed-1-october-2019>. Acesso em: 09/07/2020.
- 7- Luchesi JB. Impacto do ambiente na produtividade avícola/ Custo e benefício da criação de frangos/ Efeitos da ambiência na Performance. Anais da Conferência. APINCO. 1998.
- 8- Rashidi N, Ghorbani MR, Tatar A, Salari S. Response of broiler chickens reared at high density to dietary supplementation with licorice extract and probiotic. J Anim Physiol Anim Nutr. 2019; 103:100–107. DOI: 10.1111/jpn.13007. <http://orcid.org/0000-0001-7244-3319>.
- 9- Arruda JNT. Desempenho produtivo, rendimento de carcaça e bem-estar animal em frangos de corte de diferentes linhagens e densidades de alojamento. 2013. 89 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2013.
- 10- Tabela Cobb500™. Suplemento de nutrição e desempenho do frango de corte. Metas de desempenho- Sistema métrico. Tabela machos atualizada em Abril de 2018. Disponível em: Cobb.vantress.com e no aplicativo Cobb Connection.
- 11- Gopinger E, Avila VS, Perondi D, Catalan AAS, Krabbe el, Roll VFB. Performance, carcass characteristics and litter moisture in broilers housed at two densities. Acta Scientiarum Animal Sciences, 2015: v.37, n.1, p.35-39.

- 12- Li J, Miao Z, Tian W, Yang Y, Wang J. Effects of different rearing systems on growth, small intestinal morphology and selected indices of fermentation status in broilers. *Anim. Sci. J.* 2017; 88:900–908.
- 13- Lima RC, Freitas ER, Gomes HM, Cruz CEB, Fernandes DR. Desempenho de frangos de corte criados em duas densidades de alojamento e cama de fibra de coco com diferentes alturas. *Revista Ciência Agronômica*, 2018; v. 49, n. 3, p. 519-528. ISSN 1806-6690.
- 14- Centro de Produções Técnicas – CPT. Produção de frango de corte em alta densidade. Produzidos sob a coordenação técnica da professora Ilda Ferreira Tinôco. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/cursos-avicultura/artigos/producao-de-frango-de-corte-em-alta-densidade#:~:text=Desta%20forma%2C%20enquanto%20a%20realidade,no%20caso%20de%20galp%C3%B5es%20termicamente>. Acesso em 18/06/2020.
- 15- Patrícia Tristão. Alta densidade na avicultura. Portal Agropecuário. Junho de 2010 Disponível em: <https://www.portalagropecuario.com.br/avicultura/alta-densidade-avicultura>. Acesso em: 18/06/2020.
- 16- Norma Técnica de Produção Integrada de Frango. – São Paulo: União Brasileira de Avicultura, 2009 64 p.19.
- 17- Royal Society for the Protection of Animals 2013. RSPCA. Freedom Food Farm Assurance and Food Labelling Scheme: Welfare Standards for Chickens, 10–15. Disponível em: <http://www.rspca.org.uk/ImageLocator>. Acesso em: 20/ jan/2020.
- 18- Giersberg MF, Hartung J, Kemper N, Spindler B. Floor space covered by broiler chickens kept at stocking densities according to Council Directive 2007/43/EC. *Veterinary Record*: first published as 10.1136/vr.103563 on 4 July 2016. Disponível em: <http://veterinaryrecord.bmj.com/> on September 18, 2019 at UFG - Universidade Federal de Goiás. Síntese da Diretiva disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/LSU/?uri=CELEX:32007L0043>.
- 19- Estevez I. Density Allowances for Broilers: Where to Set the Limits? *Poult. Sci. J.* 2007; 86:1265–1272. DOI: 10.1093/ps/86.6.1265.
- 20- Vo KV, Fanguy RC. 1982: Rearing density as a stressor in the production of comercial broilers. *Poultry Sci.* 61, 1563.
- 21- Cravener T, Roush WB, Mashaly M. (1992). Broiler Production Under Varying Population Densities. *Poultry science*.1992. 71. 427-33. DOI: 10.3382/ ps.0710427.
- 22- Jones TA, Donnelly CA, Dawkins MS. 2005. Environmental and management factors affecting the welfare of chickens on commercial farms in the United Kingdom and Denmark stocked at five densities. *Poult. Scidoi*: 10.1093/ps/ 84.8.1155.–1165.
- 23- Embrapa Suínos e Aves. Circular técnica 51. Concórdia, SC Setembro, 2007. ISSN 0102-3713. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes. Acesso em:12/jan/2020.

- 24- Manual de manejo de frangos de corte. Material revisado em 2008. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/avicultura/files/2012/04/Cobb-Manual-Frango-Corte-BR.pdf>. Acesso em 28/11/2019.
- 25- Wenjia Li, Fengxian Wei, Bin Xu, Quanyou Sun, Wen Deng, Huihui Ma, Jie Bai, Shaoyu Li. Effect of stocking density and alpha-lipoic acid on the growth performance, physiological and oxidative stress and immune response of broilers. 2019. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences (AJAS) 2019; 32(12): 1914-1922. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0939>.
- 26- EFSA. Scientific report updating the EFSA opinions on the welfare of broilers and broiler breeders. 2012. p.33-36. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/sp.efsa.2012.EN295/pdf;jsessionid=12F11801E6DF308CE1F2D68033B3BF21.f04t03>>. Acesso em 12/06/2020.
- 27- Bossolani ILC. Eletronarcese no abate de frangos de corte. [Mestrado]. Faculdade de Medicina Veterinária - Unesp, Campus de Araçatuba; 2015. [Acesso em: 28/ Jan/2020]. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/138404/000864242.pdf?sequence=1>.
- 28- Welfare Quality® assessment protocol for pigs (sows and piglets, growing and finishing pigs). Welfare Quality® Consortium, Lelystad, version 1, 2009. 122 p.
- 29- Manteca X, Gasa J. Bienestar en el ganado porcino. Barcelona: Boehringer Ingelheim España, S.A., 2008. 118 p.
- 30- Ferket PR, Van Heugten E, Van Kempen TATG, Angel R. Nutritional strategies to reduce environmental emissions from nonruminants. Journal of Animal Science, v.80, p.168-182, 2002. Suppl.2.
- 31- Altman J. Observational study of behavior: sampling methods. Behaviour, v.49, p.227-267, 1974.
- 32- Manual de Manejo Ross pdf. Pg 17. 2018. Disponível em: http://pt.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Portuguese/Ross-BroilerHandbook2018-PT.pdf. Acesso em 12/07/2020.
- 33- Guia de Manejo de Matrizes, Cobb- Vantress. Resisado em 2008. Disponível em: https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/zootecnia/NILVAKAZUESAKOMURA/manual_matrizes_cobb.pdf. Acesso em 27/07/2020.
- 34- Nilipour AH, Butcher GD. Water: the cheap, plentiful and taken for granted nutrient. World Poultry, v.14, n.1, p.26-27, 1998.
- 35- Macari M. Metabolismo hídrico da poedeira comercial. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 5., 1995, Jaboticabal. RESUMO. Jaboticabal: APA, 1995. p.109-131.
- 36- Soares LF, Ribeiro AML, Penz Júnior AM, Ghiott A. (2007). Influência da restrição de água e ração durante a fase pré-inicial no desempenho de frangos de corte até os 42

- dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(5, Suppl.), 1579-1589. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000700017>.
- 37- Adam TC, Epel ES. Stress, eating and the reward system. *Physiol. Behav.* 2007; 91(4):449-458.
- 38- Santos AFS. Expressão dos receptores dopaminérgicos d1 no núcleo accumbens e estriado de ratas desnutridas durante o período perinatal. [Mestrado]. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Patologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco. Pg 19/59. 2015.
- 39- Lundeen T. Probiotics may alter intestinal immune function in broilers. *Feedstuffs* 2001; 8:9. Lundeen T. Probiotics may alter intestinal immune function in broilers. *Feedstuffs* 2001; 8:9.
- 40- Dalla Costa OS, Ludke JV; Da Costa MJRP, Faucitano L, Coldebella A, Kich JD, Peloso JV, Dalla Roza D. Tempo de jejum na granja sobre o perfil hormonal e os parâmetros fisiológicos em suínos de abate pesados. *Cienc. Rural* vol.38 no.8 Santa Maria Nov. 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000800032>. ISSN 1678-4596.
- 41- Vosmerova P, Chloupek J, Bedanova I, Chloupek P, Kruzikova K, Blahova J, Vecerek V. Changes in selected biochemical indices related to transport of broilers to slaughterhouse under different ambient temperatures. *Poult Sci*, v.89, p.2719-2725, 2010. Disponível em: <http://ps.oxfordjournals.org/content/89/12/2719.full?sid=a343975f-e233-4f8c-8ed5-4860f451c6e4> doi: 10.3382/ps.2010-00709.
- 42- Furlan RL & Marcos Macari M. (Dpto. Morfologia e Fisiologia Animal, FCAV/UNESP), Costa MJRP (Dpto. Zootecnia, FCAV/Unesp) São Paulo, Brasil. Bem-Estar das Aves e Suas Implicações sobre o Desenvolvimento e Produção. Disponível em: <https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/bem-estar-aves-desenvolvimento-e-producao-t36653.htm2>.
- 43- Linares MB, Bórnez, R, Vergara H. 2008. Cortisol and catecholamine levels in lambs: Effects of slaughter weight and type of stunning. *Livestock Science*, 115(1):53-61. doi: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.06.010>.
- 44- Lehninger, Albert Lester, 1917. *Princípios de Bioquímica*. Traduzido por Lodi WR, Simões AA. Ed. 1990; pg 529-530/725.
- 45- *Princípios de Fisiologia Animal* Moyes CD, Schulte PM. 2ª ed. Porto Alegre, Artmed, 2010. Adaptado.
- 46- Mendes PVC, Siqueira HPG, Siqueira AB, Prata LF. Cortisol sanguíneo e qualidade da carcaça de frangos abatidos insensibilizados por eletronarcorese e método halal. v.13, n.5, a223, p.1-11, Mai., 2019. ISSN: 1982-1263. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n5a323.1-11>.

- 47- Santos TMB, Junior JL, Sakomura NK. Efeitos de densidade populacional e da reutilização da cama sobre o desempenho de frangos de corte e produção de cama. *Revista Portuguesa de Ciência Veterinária*, v. 100, n. 553-554, p. 45-52, 2005.
- 48- Cândido MV. Hematologia, bioquímica sérica e nutrição em aves: Cracidae. 49f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- 49- Campbell TW. *Avian Hematology and Cytology*, 3rd edn. State University. 1995. Press publishing, Ames, Iowa, USA, p.12.
- 50- Zulkifli I. Heterophil/lymphocyte response and performance of feed and water restricted broiler chickens under tropical conditions. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v.12, p.951-955, 1999.
- 51- Doneley B. Clinical technique: techniques in the practice diagnostic laboratory: a review. *Journal of Exotic Pet Medicine*, v. 20, n. 2, p. 117–123, 2011.
- 52- Dhabhar FS. A hassle a day may keep the pathogens away: the fight-or-flight stress response and the augmentation of immune function. *Integrative and Comparative Biology*, v.49, p. 215-236, 2009.
- 53- Black PA, Mrcruer DL, Horne L. Hematologic parameters in raptor species in a rehabilitation setting before release. *J Avian Med Surg*, v.25, p.192-198, 2011. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22216719>. doi: 10.1647/2010-024.1.
- 54- Roll VFB, Lopes LL, Rosso P, Anciut MA, Rutz F, Xavier EG, Silva SS. Hematologia de frangos alimentados com dietas contendo aflatoxinas e adsorventes de toxinas. *Arch. Zootec.* v. 59 n.225, p. 93-101, 2010.
- 55- Mitchell EB, Johns J. Avian hematology and related disorders. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, v. 11, p. 501-522, 2008.
- 56- Latimer KS, Mahaffey EA, Prasse KW. *Veterinary Laboratory Medicine Clinical Pathology*. 4.ed. Iowa: Iowa State Press. 2003.
- 57- Morgulis MS. Imunologia aplicada. In: Macari M, Furlan RL, Gonzales E. (Eds.). *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- 58- Noriega MLVC. Apuntes de hematología aviar: material didático para curso de hematologia aviária. Universidad Nacional Autónoma de México. Departamento de producción animal: Aves. México, 70p, 2000. (Apostila mimeo).
- 59- Awerman JL, Romero LM. Chronic psychological stress alters body weight and blood chemistry in european starlings (*Sturnus vulgaris*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, Oxford, v. 156, n. 1, p. 136–142, 2010.
- 60- Rajman M, Juráni M, Lamosova D, Macajova M, Sedlackova M, Kostal L, Jezova D, Vyboh P. The effects of feed restriction on plasma biochemistry in growing meat type

- chickens (*Gallus gallus*). *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*, n. 145, p. 363-371, 2006.
- 61- Campbell TW. *Clinical Chemistry of Birds*. In: THRALL, M.A. *Veterinary Hematology and Clinical Chemistry*. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 2004. p. 479-492.
- 62- Alm M, Tauson R, Holm L, Wichman A, Kalliokoski O, Wall H. Welfare indicators in laying hens in relation to nest exclusion. *Poultry Science*, v.95, p.1238-1247, 2016.
- 63- Pedroso AC. Desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com diferentes perfis de aminoácidos digestíveis. [Mestrado]. Universidade Federal do Paraná; 2001. Acesso em 10/03/2020. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/29397/D%20-%20ANTONIO%20CARLOS%20PEDROSO.pdf?sequence=1>.
- 64- Engarde. *Generation*. 2017. Acesso em: 11/03/2020. Disponível em: <https://www.engarde.net/introducing-generation-z/#.XnDfVlhKjcd>.
- 65- Feddes JJ, Emmanuel EJ, Zuidhof MJ. Broiler performance, bodyweight variance, feed and water intake, and carcass quality at different stocking densities. *Poultry Science*, v. 81, n. 6, p. 774-779, 2002. PMID: 12079042 DOI: 10.1093 / ps / 81.6.774.
- 66- Puron D, Santamaria R, Segura JC, Alamilla JL. Volume 4, Issue 1, 1 de março de 1995, páginas 55-60. <https://doi.org/10.1093/japr/4.1.55>.
- 67- Oliveira MC, Mendonça Filho PR, Carvalho ID. Rendimento e lesões de carcaça de frangos de corte sexados criados em diferentes densidades populacionais. *Ars Veterinária, Jaboticabal, SP*, v. 20, n. 1, p. 16-21, 2004. ISSN 0102-6380.
- 68- Škrbić Z, Pavlovski Z, Milić D. The effect of rearing conditions on carcass slaughter quality of broilers from intensive production. *African Journal of Biotechnology*, v. 10, n. 10, p. 1945-1952, 2011. DOI: 10.5897/AJB10.2443. ISSN 1684-5315.
- 69- Goldflus F, Ariki, J, Kronka, SN, Sakomura NK, De Moraes, VMB. Efeitos da densidade populacional e da energia da dieta sobre o desempenho de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 26, n. 2, p. 310-315, 1997. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/65066>>.
- 70- Marín OLZ. Caracterização e avaliação do potencial fertilizante e poluente de distintas camas de frango submetidas à reusos sequenciais na Zona da Mata do estado de Minas Gerais. [Dissertação] Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa - MG, 2011.
- 71- Felix EP, Cardoso AA. Amônia (NH₃) atmosférica: fontes, transformação, sorvedouros e métodos de análise. *Química Nova*, 2004, 27(1), 123-130. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422004000100022>.
- 72- Moutinho WT. Excretas Nitrogenadas. *Bioquímica*. 2020 Cola da Web. Disponível em: <https://www.coladaweb.com/biologia/bioquimica/excretas-nitrogenadas>.

- 73- França LGF. Excreção de nitrogênio por galinhas poedeiras submetidas a diferentes temperaturas e níveis de energia metabolizável na ração. [Doutorado]. Universidade Federal de Viçosa. 2007. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/18502/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- 74- Miragliotta MY, Naas IA, Baracho MS, Aradas MEC. Qualidade do ar de dois sistemas produtivos de frangos de corte com ventilação e densidade diferenciadas- estudo de caso. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.22, n.1, p.1-10, jan. 2002.
- 75- Freitas LW, Orrico ACA, Garcia RG, Schwingel AW, Caldara FR, Silva EBA. Volatilização de amônia em diferentes tipos de cama de frango. In: Conferência FACTA de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2009, Porto Alegre. Anais dos trabalhos de pesquisa José Maria Lamas de Silva. [Campinas].
- 76- Sa RN, Xing H, Luan SJ, Sun YB, Sun CY, Zhang HF. Atmospheric ammonia alters lipid metabolism-related genes in the livers of broilers (*Gallus gallus*). J Anim Physiol Anim Nutr. 2017;102:e941–e947. DOI: 10.1111/jpn.12859.
- 77- CBO - Colégio Brasileiro de Osteopatia. Disponível em: <https://cbosteopatia.com.br/2015/02/17/o-papel-do-figado-nos-sintomas-neurologicos/>. 17 de fevereiro de 2015.
- 78- Nimmermark S, Lund V, Gustafsson G, & Eduard, W. (2009). Ammonia, dust and bacteria in welfare-oriented systems for laying hens. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 16, 103–113.
- 79- Ritz CW, Fairchild BD, Lacy MP. Litter Quality and Broiler Performance. Cooperative Extension Service/The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences. All content following this page was uploaded by Casey Ritz on 31 August 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/268342024>.
- 80- Li H, Wen X, Alphin R, Zhu Z, Zhou Z. Effects of two diferente broiler flooring systems on production performances, welfare, and environment under commercial production conditions. 2017. *Poultry Science*, 96, 1108–1119. <https://doi.org/10.3382/ps/pew440>.
- 81- Abreu PG, Coldebella A, Feddern V, Santos Filho JI. Amônia em aviário dark house. Página 1036/1038. CNPA- IX Congresso Nordeste de Produção Animal. De 11 à 14 de Novembro. 2014.
- 82- Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais. Editor: Horácio Santiago Rostagno ; Autores: Rostagno HS, Albino LFT, Hannas MI, Donzele JP, Sakomura NK, Perazzo FG, Saraiva A, Teixeira ML, Rodrigues PB, Oliveira RF, Barreto SLT , Brito CO. 4. Ed. – Viçosa : Departamento de Zootecnia, UFV, 2017. 488 p. : il.; 22cm. ISBN: 978-85-8179-120-3.
- 83- Avila VS, Albino JJ, Saatkamp MG. Embrapa Aves e Suínos. Instrução técnica ISSN 1516-5523. Método para avaliar a uniformidade nas fases de cria e Recria em lotes de frangas para produção de ovos. Disponível em:

- http://www.cnpisa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_h9i30u6b.pdf. Acesso em: 18/11/2019.
- 84- Thomas L. Clinical laboratory diagnostics. Frankfurt: THBooks, 1998. 1526 p.
- 85- Balog JM, Huff GR, Rath NC, Huff WE. 2003. Effect of cold stress on broilers selected for resistance or susceptibility to ascites syndrome. *Poult. Sci.*82:1383-1387.
- 86- Natt MP, Herrick CA. A new blood diluent for counting the erythrocytes and leucocytes of chickens. *Poultry. Science*, v.31, p.182-8, 1952.
- 87- Wintrobe MM. The size and hemoglobin content of erythrocyte. *Methods of determination and clinical application. Journal of Laboratory Clinical Medicine*, v. 17, p. 899, 1932.
- 88- Green RA, Blue Mc Lendon A. Ratite hematology (1201-1206 p). In: Feldman BF, Zink, JG, Jain NC. *Schalm´s Veterinary Hematology*. 5 nd Ed. Philadelphia: Lippincot Willians, 2000,1344 p.
- 89- Wiener lab Group. Disponível em: <https://www.wienerlab.com.ar/InstrumentosDocumentos/CM%20200%20portugues.pdf>. Acesso em 22/09/2019.
- 90- Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Resolução Normativa CONCEA nº 37, de 15.02.2018. Diretriz da Prática de Eutanásia do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – Conceia. Disponível: https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/outros_atos/resolucoes/Resolucao_Normativa_CONCEA_n_37_de_15022018.html.
- 91- Mendes AA, Garcia EA, Gonzales E. Efeito da linhagem sobre o rendimento de carcaça de frango de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 1993;45:315-322.
- 92- Silva DJ, Queiroz AC. *Análise de alimentos: Métodos Químicos e Biológicos*. 3ª ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2002. Português.
- 93- Embrapa suínos e aves. Comunicado Técnico 329. Concórdia, 2003. Disponível em: <http://www.cnpisa.embrapa.br/SP/suinos/index.html>. Acesso em: 08 Setembro 2020.
- 94- Mortari AC, Rosa AP, Zanella I, Beretta Neto C, Visentini PR, Brites LBP. (2002). Desempenho de frangos de corte criados em diferentes densidades populacionais, no inverno, no Sul do Brasil. *Ciência Rural*, 32(3), 493-497. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782002000300020>.
- 95- Lopes FB, Magnabosco CU, Souza FM, Assis AS, Brunet LC. Análises de dados longitudinais em bovinos Nelore Mocho por meio de modelos não lineares. *Arquivos de zootecnia*, v.65, n.250, p. 123-129, 2016.
- 96- Bailie CL, Ijichi C, O’Connell NE. Effects of stocking density and string provision on welfare-related measures in commercial broiler chickens in windowed houses. 2018. *Poultry Science* 97:1503–1510 <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey026>.

- 97- Walstra P. Growth and carcass composition from birth to maturity in relation to feeding level and sex in Dutch Landrace pigs. Wageningen, H. Veenman & Zonen, B. v., 1980-206p. 636.43.064.6.
- 98- Freitas AR, Albino LFT, Michelan Filho T, Rosso LA. Modelos de curvas de crescimento em frangos de corte. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 19(9): 1057-1064, set. 1984.
- 99- Taylor, St. C. S. Methods of quantifying growth and development: general review. In: *Patterns of growth and development in cattle*. E.E.C.-Seminar, Ghent, Oct. 1977. (Eds H. de Boer and J. Martin) Nijhoff, The Hague etc. (1978) 625-638.
- 100- Albuquerque R, Marchetti LK, Fagundes ACA, Bittencourt LC, Trindade Neto MA, Lima FR. Efeito de diferentes densidades populacionais e dose de sexo sobre o desempenho e uniformidade em frangos de corte. *Braz. J. vet. Res. anim. Sci.*, São Paulo, v. 43, n. 5, p. 581-587, 2006.
- 101- Silva MCM, Figueirêdo AV, Santana YAG, FILHO DUC, Costa EMS, Lima DCP, Araújo TP, Pereira AC, Melo SS. Densidades nutricionais para frangos de corte estressados por calor cíclico. *Pubvet, Londrina*, v. 7, n. 6, ed. 229, art. 1517, 2013.
- 102- Amaral PC, Zimmermann C, Santos LR, Noro M, Prá MD, Pilotto F, Rodrigues LB, Dickel EL. Evaluation of Physiological Parameters of Broilers with Dorsal Cranial Myopathy. *ISSN 1516-635X Jan - Mar 2017 / v.19 / n.1 / 069-074*. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2016-0377>.
- 103- Soares KB. Níveis de proteína da dieta de frangos de corte criados em termoneutralidade e estresse cíclico por calor. [Doutorado]. 2015. Universidade Federal de Minas Gerais.
- 104- Ross JG, Christie G, Halliday WGF, Jones RM. Hematological and blood chemistry "comparison values" for clinical pathology in poultry. *Veterinary Record*, v.102, n.2, p.29-31, 1978. PMID: 636211 DOI: 10.1136 / vr.102.2.29.
- 105- Filipowicz N, Stojewicz Z, Milinkowicz-Tur S, Ljubicz BB, Zdelar-Tuk M. 2007. Changes in concentration and fractions of blood serum proteins of chickens during fattening. *Vet. Arhiv*. 77: 319-326.
- 106- Vargas GD, Dionello NL, Brum PAR, Rutz F, Fialho FB. Modelagem do crescimento e do desenvolvimento de frangos de corte: validação. 2006. *Ciência Rural*, 36(5), 1664-1669. <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000500053>.
- 107- Shaw FD, Tume RK. The assessment of pre-slaughter and slaughter treatments of livestock by measurement of plasma constituents--a review of recent work. *Meat science* v.32 p. 311-329. 1992. Doi: 10.1016 / 0309-1740 (92) 90095-L.
- 108- Silva PRL, Freitas Neto OC, Laurentiz AC, Junqueira OM, Fagliari JJ. (2007). Componentes séricos do sangue e teste proteico sérico de frangos Hybro-PG de diferentes idades. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. 9 (4). 229-232. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2007000400004>.

- 109- Szabó, Mezes H. Corno P. Suto Z. Bazar L. Romvári R. 2005. Developmental dynamics of some blood biochemical parameters in the growing turkey (*Meleagris gallopavo*). *Acta Vet. Hung.* 53: 397-409. PMID: 16363142 DOI: 10.1556 / AVet.53.2005.4.1.
- 110- Cardoso ALSP, Tessari ENC. Estudo dos parâmetros hematológicos em frangos de corte. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.70, n.4, p.419-424, 2003.
- 111- Borsa A. Osvaldo Borsa; Martha Vianna Borsa. Valores Hematológicos em frangos de corte de criação industrial. *Colloquium Agrariae*, v. 5, n.1, Jan-Jun. 2009, p. 25 – 31. DOI: 10.5747/ca.2009. v 05.n1.a042. ISSN: 1809-8215.
- 112- Silversides FG, M. R. Lefrançois MR, Villeneuve P. The Effect of Strain of Broiler on Physiological Parameters Associated with the Ascites Syndrome. 1997 *Poultry Science* 76:663–667. <https://doi.org/10.1093/ps/76.5.663>.
- 113- Borges SA., Maiorka A, Silva AVF. 2003. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. *Ciência Rural*, 33, 975-981. Ajuste dos níveis de energia e proteína e suas relações para galinhas poedeiras em diferentes condições térmicas. ISSN 0103. [accessed Jul 29 2020].
- 114- LabVW laboratório. Por Adriana Helena Sedrez. Atualizado 28/08/2019. Disponível em: <https://labvw.com.br/blog/hemograma-completo>. Acesso em 25/07/2020.
- 115- Schmidt EMS, Locatelli-dittrich R., Santin E, Paulillo AC. Patologia clínica em aves de produção – uma ferramenta para monitorar a sanidade avícola – revisão. *Archives of Veterinary Science*, v 12, n.3, p.9-20, 2007a.
- 116- Bounous DI, Stedman N. Normal avian hematology: chicken and turkey. In: Feldman BF, Zinkl JG, Jain NC. *Schalm's Veterinary Hematology*. 5 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000, p.1147-1154.
- 117- Círule D, Krama T, Vrublevska J, Rantala MJ, Krams I. A rapid effect of handling on counts of white blood cells in a wintering passerine bird: a more practical measure of stress? *Journal of Ornithology, Heidelberg*, v. 153, p. 161-166, 2012.
- 118- Tua saúde. Marcela Lemos/ Biomédica. Disponível em: <https://www.tuasaude.com/eosinofilos/#:~:text=Valores%20de%20refer%C3%Aancia&text=Os%20valores%20normais%20de%20eosin%C3%B3filo,%C3%A0s%20outras%20c%C3%A9lulas%20do%20leucograma>. Acesso em 01/08/2020.
- 119- Cravener TL, Rousch WB, Marshaly MM. Broiler production under varying population densities. *Poultry Science*, v.71, n.3, p.427-433, 1992.
- 120- Azab B, Shah N, Akerman M, McGinn JT Jr. Value of platelet/lymphocyte ratio as a predictor of all-cause mortality after non-ST-elevation myocardial infarction. *J Thromb Thrombolysis*. 2012;34:326-34.
- 121- Moreira J, Mendes AA, Garcia RG. Efeito da densidade de criação e do nível de energia da dieta sobre o desempenho e rendimento de carcaça em frangos de corte. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v. 3, p. 39, 2001.

- 122- Santos AM, Nascimento MRBM, Bueno JPR, Gotardo LRM, Litz FH, Olivieri OCL, Alves RLOR, Guimarães EC. Efeito de diferentes tempos de exposição ao calor e de linhagens sobre o rendimento de carcaça e a composição química de peito de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* vol.71 no.1 Belo Horizonte Jan./Feb. 2019. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9694>.
- 123- Thomas DG, Ravindran V, Thomas DV, Camden BJ, Cottam YH, Morel P, Christian C. (2004). Influence of stocking density on the performance, carcass characteristics and selected welfare indicators of broiler chickens. *New Zealand veterinary journal.* 52. 76-81. 10.1080/00480169.2004.36408.
- 124- Tong HB, Lu J, Zou MJ, Wang Q, Shi SR. Effects of stocking density on growth performance, carcass yield, and immune status of a local chicken breed. *2012 Poultry Science* 91 :667–673. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2011-01597>.
- 125- Oliveira GA, Oliveira RFM, Donzele JL, Cecon PR, Vaz RGMV, Orlando UAD. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias. *R. Bras. Zootec.* vol.35 no.4 Viçosa July/Aug. 2006. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000500020>.
- 126- Freitas LW, Garcia RG, Nääs IA, Caldara FR, Lima NDS. Volatilização de amônia em diferentes tipos de cama para frangos de corte. *BioEng, Tupã*, v.5 n.3, p. 142-151, Set/Dez., 2011.
- 127- Almeida MAC. Fatores que afetam a umidade da “cama”. *Avicultura Industrial*, v.76, p. 16-18, 1986.
- 128- Avila VS, Mazzuco H, Figueiredo EAP. Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante. Concórdia: Embrapa-CNPSA, 1992. 38p. (Embrapa-CNPSA. Circular técnica, 16). ISSN: 0102 – 3713.
- 129- Nääs IA, Miragliota MY, Baracho MS, Moura DJ, Salgado DD. Qualidade da cama de frango em aviário convencional e em tipo túnel. *BioEng.* 1(2): pg: 104-115 ou pg 2-13, mai/ago., 2007. Disponível em:<http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/viewFile/12/14>.
- 130- Branco T. Concentração e emissão de amônia em aviários de frango de corte. [Mestrado]. Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil 2017.