



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA TROPICAL - PPGZT

CLAUDIANE MORAIS DOS SANTOS

EXIGÊNCIAS DE CÁLCIO PARA GALINHAS CAPIRAS CANELA-PRETA
NA FASE DE POSTURA

TERESINA - PIAUÍ

2023

CLAUDIANE MORAIS DOS SANTOS

**EXIGÊNCIAS DE CÁLCIO PARA GALINHAS CAIPIRAS CANELA-PRETA NA
FASE DE POSTURA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia Tropical do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, como parte das exigências visando a obtenção do título de Doutor em Zootecnia Tropical.

Área de concentração: Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. João Batista Lopes

Coorientadora: Profa. Dra. Leilane Rocha Barros Dourado

TERESINA
PIAUI-BRASIL
2023

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí Biblioteca
Setorial CCA
Serviço de Representação da Informação

S237e Santos, Claudiane Morais dos.

Exigências de cálcio para galinhas caipiras canela-preta na fase de postura / Claudiane Morais dos Santos. -- 2023.

86 f.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia Tropical - Teresina. 2023.

CDD 636.508

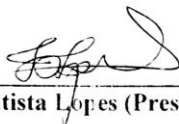
Bibliotecário: Rafael Gomes de Sousa - CRB3/1163

**EXIGÊNCIAS DE CÁLCIO PARA GALINHAS CAIPIRAS CANELA-PRETA
NA FASE DE POSTURA**

CLAUDIANE MORAIS DOS SANTOS

Tese aprovada em: 07/07/2023

Banca Examinadora:



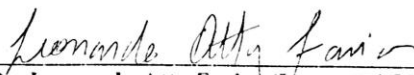
Prof. Dr. João Batista Lopes (Presidente) / DZO / UFPI




Profa. Dra. Leilane Rocha Barros Dourado (Interna) / DZO / UFPI



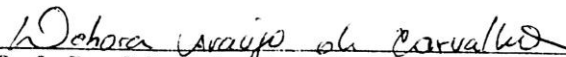
Prof. Dr. Daniel Louçana da Costa Araújo (Interno) / DZO / UFPI



Prof. Dr. Leonardo Atta Farias (Interno) / CPCE/UFPI



Prof. Dr. Stelio Bezerra Pinheiro de Lima (Interno) / CPCE/UFPI



Profa. Dra. Débora Araújo de Carvalho (Externa) / UESPI

Ofereço

À Deus por tudo que sou hoje, te amo, tua graça nunca falha, estou em tuas mãos.

Aos meus pais Nestor Marcelino dos Santos e Rita de Cassia Alves dos Santos.

Aos irmãos, Denise Moraes dos Santos, Rimária Moraes dos Santos, Cleideni Moraes dos Santos.

Ao querido Marlus Fernando de Brito Melo pelo incentivo, apoio, carinho, compreensão e amor em todos os momentos.

Aos verdadeiros amigos pela paciência e incentivo nas horas difíceis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao grande mestre, toda honra e toda gloria senhor meu Deus... sem sua presença esse sonho não seria possível.

À Universidade Federal do Piauí- UFPI, por me proporcionar a realização do doutorado.

À CAPES pela ajuda financeira (bolsa), me possibilitando dedicação exclusiva aos estudos.

Ao Prof. Dr. João Batista Lopes, meu orientador, pelo apoio dado em todos os momentos da execução deste trabalho, pela amizade, compreensão e gratidão por fazer parte da realização desse sonho.

À incansável Profa. Dra. Leilane Rocha Barros Dourado, pela orientação, ajuda, amizade, estímulo e compreensão contribuindo de maneira fundamental para minha formação profissional e pessoal e por me fazer acreditar que é possível ter uma relação de amizade entre orientado e orientador.

Ao prof. Dr. Daniel Louçana, pelo carinho, respeito, paciência e suas valiosas contribuições, inclusive em realizar todas as medidas do pasto comigo.

Aos meus meninos Marcos Lenin dos Santos, Nayron Mikael, Jeferson Breno, Raimundo Borges, João Ronielle, Maria Clara, Alair Alves, Joicy Garcês, Hiury Rodrigues, Thais Látia, meu coração se enche de gratidão por esse grupo, muito, muito obrigada, sem vocês não seria possível a execução do experimento em nível de campo e das análises laboratoriais.

À minha família por todo apoio, compreensão, carinho e esforços para que eu chegasse até aqui.

À Ravena Carvalho, Antônia Michelle, Luciano Brito, Isabela Emmilly, Luiz, Sergio Paulo Guerra, Maria Eduarda, que de alguma forma ou outra conviveram comigo e me motivaram durante esse processo;

Ao professor Dr. Benedito Batista Farias Filho e ao acadêmico Wilkins Oliveira de Barros, por prontamente me ajudarem na realização das análises de cálcio e fósforo.

Aos funcionários Sávio, Manoel, Daiane, Daniele, pelo apoio, cuidado, carinho.

Aos terceirizados e apoio de campo, José da Cruz, Ana, Beatriz, José Reis, Bento e Kleber, em especial ao querido Isaias, funcionário do setor de avicultura, pela ajuda, amizade e carinho na execução das tarefas de campo, desde o plantio do capim e organização dos galpões até a limpeza das instalações no final do experimento.

Ao Prof. Dr. Willians, diretor do Centro de Ciências Agrárias pelo apoio logístico para a realização de todo experimento.

Ao querido amigo e Prof. Dr. Herbert Moraes Moreira pelo carinho, apoio em tantos momentos.

À Profa. Neila Tanisia Siqueira, por todo apoio e pelas maravilhosas fotos das galinhas Canela-Preta.

À empresa Progresso Alimentos pela doação do milho necessário para a realização do experimento.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia Tropical, da Universidade Federal do Piauí (UFPI), pelos valiosos ensinamentos que contribuíram para minha formação profissional.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram nesses anos de doutorado.

Muito obrigada por tudo!

BIOGRAFIA

Claudiane Morais dos Santos, filha de Nestor Marcelino dos Santos e Rita de Cassia Alves dos Santos, nasceu na cidade de Simplício Mendes- PI em 25 de fevereiro de 1984. cursou os Ensinos Fundamental na unidade escolar Helvídio Nunes em Paes Landim – PI e o ensino médio na escola Claudio Ferreira na cidade de Teresina - PI.

Em 2006, iniciou o curso de Bacharelado em Zootecnia pela Universidade Estadual do Piauí, Campus Dep. Jesualdo Cavalcante em Corrente – PI, sendo este, concluído no ano de 2011.

Em 2011, iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, Campus Betânia em Sobral - CE, concentrando seus estudos na área de produção de ruminantes, onde foi bolsista CAPES, com orientação do Prof. Dr. Luiz da Silva Vieira, obtendo seu título de Mestre em Produção Animal em 2014.

Entre os anos de 2015 e 2019 esteve como professora do quadro provisória no curso de Zootecnia, na Universidade estadual do Piauí- UESPI, campos Poeta Torquato Neto em Teresina-PI, onde ministrou aula nas disciplinas de Aquicultura e Ranicultura, Avicultura, Sericicultura, Estatística Básica, Ovinocaprinocultura, Empreendedorismo, Microbiologia e imunologia, Higiene zootécnica, Sociologia e Extensão Rural, Agronegócio, Parasitologia animal.

Em 2019, iniciou o curso de Doutorado em Ciência Animal na Universidade Federal do Piauí - UFPI, Teresina, Piauí, sendo bolsista da CAPES e sob orientação do Prof. Dr. João Batista Lopes e coorientação da Profa. Dra. Leilane Rocha Barros Dourado, submetendo-se a defesa de tese em julho de 2023.

LISTA DE TABELAS

	Pág
Artigo 1	
Tabela 1. Ingredientes e composição percentual e calculada das dietas experimentais na matéria natural.....	42
Tabela 2. Dados referentes as médias de temperatura, umidade relativa do ar (UR) e ITGU, registrados no interior do galpão durante todo período experimental.....	47
Tabela 3. Desempenho produtivo de aves caipira Canela-preta, submetidas a dietas com diferentes níveis de Cálcio e em pastejo com capim batatais.....	48
Tabela 4. Qualidade de ovos de galinha caipira Canela-preta, com idades de 28 a 36 semanas, alimentada com diferentes níveis de cálcio na dieta.....	51
Tabela 5. Médias de resistência à quebra da casca (RQC), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), Cálcio (Ca) e fosforo (P), de ovos de galinha caipira Canela-preta, com 28 a 36 semanas de idade e suplementada com diferentes níveis de cálcio na dieta.....	56
Tabela 6. Parâmetros ósseos de galinha caipira Canela-Preta com 36 semanas de idade, alimentadas com diferentes níveis de cálcio na dieta.....	57
ARTIGO 2	
Tabela 1. Ingredientes e composição percentual e calculada das dietas experimentais na matéria natural.....	67
Tabela 2. Resultado da análise química do solo onde foi plantado o capim batatais (<i>Paspalum notatum</i>), utilizados para o pastejo de galinhas caipira Canela-preta.....	68
Tabela 3. Características estruturais do pasto de capim batatais em três períodos de pastejo por galinhas Canela-Preta suplementadas com diferentes níveis de Cálcio na dieta.....	72
Tabela 4. Composição química-bromatológica do capim batatais (<i>Paspalum notatum</i>) em três períodos de pastejo por galinhas Canela-Preta, suplementadas com diferentes níveis de cálcio na dieta.....	75
Tabela 5. Comportamento de galinhas caipira Canela - Preta sob pastejo em capim batatais e suplementadas com diferentes níveis de cálcio na dieta.....	78

Tabela 6. Dados referentes a média de temperatura (°C), umidade relativa do ar (UR) e Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), registrados no interior do galpão nos dias das avaliações dos parâmetros fisiológicos.....	79
Tabela 7. Médias da temperatura cloacal (TCLO), temperatura da superfície corporal (TSC) e frequência respiratória (FR) de aves caipira Canela-preta, submetidas a dietas com diferentes níveis de Cálcio e em três períodos de pastejo com capim batatais.....	80

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO.....	12
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 Aspectos gerais das galinhas caipira canela-preta.....	15
2.2 Metabolismo e exigência de cálcio para aves.....	17
2.3 Estrutura, formação, classificação e qualidade do ovo.....	21
2.4 Comportamento e variáveis fisiológicas das aves.....	25
2.5 Espécies forrageiras para pastejo por galinhas caipiras.....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	29
Artigo 1 – Desempenho zootécnico e qualidade de ovos de galinha caipira Canela-Preta, submetidas a dietas com diferentes níveis de cálcio	
RESUMO.....	39
1 INTRODUÇÃO.....	40
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	41
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
CONCLUSÃO.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
Artigo 2 – Aspectos comportamentais e fisiológicos de galinhas caipira Canela-preta submetidas a dietas com níveis de cálcio, em pastejo de capim batatais	
RESUMO.....	64
1 INTRODUÇÃO.....	65
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	66
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71
CONCLUSÃO.....	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86

Exigências de cálcio para galinhas caipiras Canela-preta na fase de postura

RESUMO – Objetivou-se definir níveis de cálcio que otimize desempenho e qualidade dos ovos, bem como as principais atividades comportamentais e fisiológicas de galinhas caipiras Canela-Preta, alimentadas com rações contendo diferentes níveis de inclusão de cálcio (2,3%, 3,0%, 3,7% e 4,4%), no período de 28 a 36 semanas de idade, sob pastejo de capim batatais (*Paspalum notatum*). O nível de 2,3% de cálcio atende às exigências de desempenho de postura das galinhas Canela-Preta, na fase de 28 a 36 semanas de vida das aves, tanto para dúzia como para massa de ovos. Os níveis de cálcio da ração não interferiram no comprimento, gravidade específica, espessura e resistência à quebra da casca, índice de forma e unidade Haugh do ovo, porém, o percentual da gema decresce até o nível 4,17% e o percentual da casca do ovo a partir de 3,03% de inclusão de cálcio nas dietas. Os parâmetros ósseos não foram afetados até a inclusão de 4,4% de cálcio nas dietas de galinha Canela-Preta, no período de 28 a 32 semanas de vida. Os níveis de cálcio das dietas não influenciaram os parâmetros fisiológicos o nem os comportamentos das galinhas Canela-Preta, no entanto, as aves utilizam em torno de 45% do tempo em ócio, independentemente do nível de cálcio das dietas. As galinhas caipiras Canela-preta expressam comportamentos de conforto, ingestivo e social, característicos de animais criados em sistemas com acesso a área de pastejo, independente do cálcio da dieta.

PALAVRAS-CHAVE: galinha caipira, exigência mineral, qualidade do ovo, forragem, comportamento

Calcium requirements for free-range chickens in the laying phase

ABSTRACT - The objective was to define calcium levels that optimize performance and egg quality, as well as the main behavioral and physiological activities of Canela-Preta free-range chickens, fed diets containing different levels of calcium inclusion (2.3%, 3.0%, 3.7% and 4.4%), from 28 to 36 weeks of age, under potato grass (*Paspalum notatum*) grazing. The level of 2.3% calcium meets the laying performance requirements of Canela-Preta hens, in the 28 to 36 weeks of life, both for dozen and for egg mass. The levels of calcium in the diet did not interfere with the length, specific gravity, thickness and resistance to breakage of the shell, shape index and Haugh unit of the egg, however, the percentage of the yolk decreases to the level of 4.17% and the percentage of the shell egg from 3.03% inclusion of calcium in diets. Bone parameters were not affected until the inclusion of 4.4% of calcium in Canela-Preta chicken diets, in the period from 28 to 32 weeks of life. The levels of calcium in the diets did not influence the physiological parameters or the behaviors of Canela-Black hens, however, the birds spend around 45% of their time idling, regardless of the level of dietary calcium. Canela-preta free-range chickens' express comfort, ingestive and social behaviors, characteristic of animals raised in systems with access to grazing area, regardless of dietary calcium.

KEYWORD: free range chicken, mineral requirement, egg quality, forage, behavior

1 INTRODUÇÃO

A demanda por aves e ovos caipira no Brasil é crescente, principalmente por um grupo especial de consumidores, que busca produtos não industrializados, onde os animais são criados em sistemas com o máximo de conforto (QUEIROZ *et al.*, 2014). Neste sentido, entre as diversas raças de galinha caipira nativas do país, tem se destacado a raça de galinhas caipira Canela-preta, formada a partir de cruzamentos aleatórios das galinhas domésticas (*Gallus gallus*) que foram introduzidas no Brasil, a partir de aves de Portugal, em meados dos anos de 1500 (CARVALHO *et al.*, 2017).

A galinha caipira Canela-preta teve seus primeiros registros e inícios das pesquisas no ano de 2008, no estado do Piauí, e é considerada uma importante fonte qualitativa de proteína animal (carne e ovos), principalmente para a população rural do estado e logo em seguida nos estados da região nordeste do Brasil (CARVALHO *et al.*, 2017).

Com o registro de novas aves caipira, surge a necessidade de se conhecer o potencial zootécnico desses animais, assim como suas exigências nutricionais em proteína, energia, minerais, vitaminas, entre outros nutrientes, fatores imprescindíveis para o sucesso da produção, visto que os alimentos representam o maior custo na produção, além disso, o fornecimento adequado de nutrientes nas dietas constitui-se um dos pré-requisitos para que os animais expressem seu máximo potencial produtivo (SOUZA *et al.*, 2012).

Ressalte-se que as exigências nutricionais das aves são estabelecidas de acordo com a idade, sexo, raça, estado nutricional, estado sanitário, fase produtiva, fatores ambientais e finalidade econômica (ROSTAGNO *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2012), em que cada nutriente apresenta papel importante no desempenho produtivo da ave, com isso, o desequilíbrio, seja por excesso ou por falta de algum nutriente na ração, influencia a produção em todo o sistema de criação de aves, independente da finalidade da produção (BERTECHINI, 2012).

Na avicultura de postura, merece atenção o uso dos minerais na dieta, já que eles constituem parte importante do organismo animal e representam de 3 a 4% do peso vivo das aves. Salienta-se a importância do cálcio, visto que níveis inadequados desse mineral na dieta causam desequilíbrio na homeostase mineral, e no caso das aves em postura pode afetar o desempenho produtivo, formação óssea das aves e a qualidade dos ovos produzidos (NUNES *et al.*, 2006; ROSA *et al.*, 2011; PINTO *et al.*, 2012).

Em relação às exigências de cálcio para poedeiras comerciais, o NRC (1994) estabelece 32,5 g de Ca/kg de ração para poedeiras brancas e marrons, enquanto Rostagno *et al.* (2017) recomendam concentração maiores, entre 44,5 a 45,6 g de Ca/kg de ração para poedeiras

leves de desempenho regular-superior (brancas), e 38,9 a 39,8 g de Ca/kg de ração para galinhas poedeiras marrons. No caso das poedeiras caipiras na fase de postura, Gessulli (1999) recomenda 39,6 g de Ca/kg de ração.

Acredita-se que as exigências específicas de cálcio estabelecidas pelos sistemas atuais para poedeiras modernas não são equivalentes as exigidas por galinhas caipiras Canela-preta para a produção e qualidade de ovos, na fase de postura. Assim, torna-se relevantes a determinação da necessidade de cálcio por essas aves.

O presente estudo foi desenvolvido para determinar a exigência em cálcio para galinhas caipiras Canela-Preta, no período de 28 a 36 semanas de idade, sob pastejo de capim batatais (*Paspalum notatum*), com rações contendo diferentes níveis de inclusão de cálcio.

A tese foi desenvolvida sob protocolo aprovado pelo Comitê de Ética em Uso de Animais da Universidade Federal do Piauí número 669/21, estando estruturada da seguinte forma: a) Introdução; b) Referencial Teórico, de acordo com as normas para elaboração do Programa de Pós-graduação em Zootecnia Tropical da Universidade Federal do Piauí e em consonância com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT,2020); c) Artigo 1 - intitulado “Desempenho produtivo e qualidade de ovos de galinha caipira Canela-preta, com idade de 28 a 36 semanas, submetidas a dietas com diferentes níveis de cálcio” redigido de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia; d) Artigo 2 - intitulado “Comportamento de galinhas caipira Canela-preta sob pastejo em capim batatais, e submetidas a ração com diferentes níveis de cálcio”, também seguindo as recomendações da Revista Brasileira de Zootecnia; e) Considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ASPECTOS GERAIS DAS GALINHAS CAIPIRA CANELA-PRETA

A produção e o consumo de carne e ovos de galinha caipira no Brasil é uma tradição, sendo esses produtos, oriundos de avicultura não industrial que é uma atividade agropecuária com baixos investimentos e com boa lucratividade, caracterizada pelos produtos considerados excelente fonte de proteína de origem animal, com características organolépticas diferenciadas, principalmente em relação ao sabor e consistência, além de outros aspectos que envolve alimentação, sanidade, melhoramento genético, manejo, dentre outros, diferentes do frango comercial (QUEIROZ *et al.*, 2014).

Os produtos desta atividade são bem procurados por parcela significativa da população, que busca produtos alimentícios, cujo processo de produção gera o mínimo de impacto ao meio ambiente, com os animais criados em sistemas com o máximo de conforto, sendo assim, apropriada para a agricultura familiar (LEMOS *et al.* 2018; ALBUQUERQUE *et al.* 2020). Além disso, de acordo com Morais *et al.* (2015), as características desejáveis observados nos produtos da avicultura alternativa resultam em maior valor agregado na oferta.

A produção de aves caipira (*Gallus domesticus*) é regulamentada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA e pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNTs Nº 16389/2015 e 16437/2016, sendo preconizado nessas normativas, que a criação de galinhas caipira deva ser em sistema semi-extensivo, com acesso livre a áreas de pastagem, além de complementação da alimentação a base de vegetais (MAPA, 1990; ABNT, 2015; ABNT, 2016).

Contudo, a baixa produtividade das galinhas nativas brasileiras fez com que estas aves fossem substituídas por outros animais mais produtivas, como as linhagens geneticamente melhoradas, durante a expansão da avicultura industrial no Brasil. Com isso, atualmente, as galinhas nativas encontram-se em risco desconhecido de extinção, e para evitar tal situação, a conservação desses recursos genéticos e a caracterização produtiva desses animais é extremamente oportuna por contribuírem para a alimentação de grande parcela da população brasileira, principalmente dos que sobrevivem da agricultura familiar (MOURA *et al.* 2010; LEITE, 2018; ALMEIDA *et al.* 2019).

No Brasil, existem variedades de raças de galinhas caipira, específicas para a produção de carne, produção de ovos ou com dupla aptidão (ovos e carne), adaptadas as diferentes

condições climáticas do país, rústicas, tolerantes a várias doenças, com boa conformação de carcaças, bom peso corporal e propícias para a produção em sistemas de criação semi-intensivos (ALBINO, 2010; FAO, 2023).

Entre as diversas aves nativas de galinha caipira, tem se destacado as galinhas caipiras Canela-Preta, que fazem parte do grupo de aves nativas do Brasil. Acredita-se que esses animais foram formados a partir dos cruzamentos aleatórios das galinhas domésticas (*Gallus gallus*) introduzidas no país, em expedições realizadas pelos colonizadores portugueses, em torno da época do descobrimento do nosso país. No estado do Piauí, os primeiros registros da galinha Canela-Preta foram efetivados no ano de 2008, em comunidades quilombolas e em pequenas propriedades rurais, da cidade de Queimada Nova (CARVALHO *et al.* 2017).

As galinhas caipiras Canela-Preta, fenotipicamente, apresentam crista tipo serra ou noz, nas cores preto e vermelha, assim como a barbela; olhos nas cores marrom, amarela ou parda; possuem bico e canelas preta; plumagem e dorso também de cor preta, sendo que a região do pescoço apresenta variações na cor, podendo ser dourada, branca e preta, com os animais machos mais coloridos que as fêmeas; penas lisas; não apresentam topetes e nem patas plumadas (CARVALHO *et al.* 2017).

São animais que apresentam porte médio, com fêmeas pesando em média 1,890 kg e machos com peso médio de 2,200 kg, pesos estes adquiridos entre seis e oito meses de idade, dependendo do sistema de criação. Essa diferença de peso em razão do sexo, como também da cor diferente nos machos (mais coloridos), caracterizam a presença de dimorfismo sexual nas galinhas Canela-Preta (CARVALHO *et al.* 2017; MACHADO, 2018).

Com potencial para serem selecionados para produzir carne e ovos, as galinhas caipiras Canela-Preta apresentam dupla especificidade, em que as fêmeas iniciam seu ciclo de produção de ovos a partir dos seis meses de idade, sendo os ovos de colorações marrom, vermelho-esroseado, azul-esverdeado, em suas variadas tonalidades, e o abate pode ocorrer a partir dos seis meses de idade. Em relação ao comportamento, as aves Canela-Preta são mansas, de fácil manejo, boa habilidade materna, podendo ser criadas em sistema de criação semi-intensivo e extensivo (CARVALHO *et al.* 2017).

No ano de 2021, o governo do estado do Piauí, declarou na lei nº 7615/2021, a galinha caipira Canela-Preta como sendo patrimônio histórico, cultural e genético do estado, ficando a cidade de Queimada Nova – PI considerada a capital da galinha caipira Canela-Preta por ter sido o berço das pesquisas iniciais com esses animais (PIAUI, 2021).

2.2 METABOLISMO E EXIGÊNCIA DE CÁLCIO PARA AVES

Os minerais são substâncias inorgânicas distribuídos, abundantemente, na natureza, sendo responsáveis por diversas funções no organismo como: ativação, regulação, transporte e controle celular. Além de estarem presentes em diversas vias metabólicas dos organismos vivos, tornando-se importante para a manutenção da vida, os minerais, também, participam no aumento da produtividade do animal (ROCHA; LEITE, 2022; PINTO *et al.*, 2012; OLIVEIRA, 2007).

Todos os seres vivos, incluindo animais e plantas, contêm quantidades variáveis de minerais necessários para manter seu metabolismo fisiológico, e esses nutrientes possuem papel importante no crescimento, reprodução e desenvolvimento. Os minerais encontrados nas aves variam entre 3 a 4% do peso vivo, dependendo da espécie e da variação entre indivíduos (FIGUEIREDO JUNIOR *et al.*, 2018; PINTO *et al.*, 2012).

Entre os minerais, o cálcio (Ca) é o um dos elementos mais ativo e utilizado no desenvolvimento das aves, associado com o fosforo. Participa da formação óssea, já que aproximadamente 99% do cálcio total do organismo estão presentes nos ossos e apenas 1% restante encontra-se envolvido no metabolismo celular, na ativação enzimática e na ação neuromuscular, sendo essa pequena concentração de cálcio controlada por meio de rigorosos mecanismos de homeostase (SILVA e PASCOAL 2014; PINTO *et al.*, 2012; MACARI *et al.* 2002).

O cálcio apresenta, ainda, outras relevantes funções como de cofator enzimático, coagulador, contração muscular, regulação dos batimentos cardíacos, transmissão de impulsos nervosos, secreção de hormônios, ativador e estabilizador de enzimas, interação com a vitamina D e afins (BONUCCI, 2012; CASTILHO *et al.*, 2015; SÁ *et al.*, 2004).

A disponibilização do cálcio para as aves é feita por meio da suplementação alimentar diária, sendo este mineral encontrado em fontes orgânicas e inorgânicas (BRETAS e TOMAZELLI, 2018). Uma das principais limitações nutricionais para aves poedeiras é a deficiência de minerais, já que os ingredientes bases das dietas, o milho e a soja não atendem as exigências dos animais em termos de minerais (ARAUJO *et al.*, 2008; FASSANI *et al.*, 2004).

No entanto, quando a ingestão do cálcio é suficiente ou excessiva, este é rapidamente depositado nos ossos. Porém, quando em concentração insuficiente, o cálcio dos ossos é mobilizado, aumentando sua concentração sanguínea. Fisiologicamente, esse mecanismo é

muito importante para as aves em postura devido à elevada exigência em cálcio para formação da casca durante toda a vida produtiva (MAZZUCO, 2006).

De acordo com Vargas Junior *et al.* (2003), os ossos são grandes depósitos de cálcio e de fósforo para suprir a necessidade circulante destes elementos químicos, sofrendo constante remodelagem e renovação. Se a concentração de cálcio no sangue começa a diminuir, rapidamente, é mobilizado dos ossos para elevar o nível sanguíneo ao normal. Rostagno *et al.* (1996) enfatizam que a exigência de cálcio para otimizar o desempenho das aves poedeiras é inferior à exigência para maximizar a resistência óssea.

No mecanismo de absorção, o cálcio está normalmente associado a uma proteína e ocorre em dois pontos distintos que é a membrana dos enterócitos e pelo espaço intercelular do epitélio intestinal. Inicialmente, a proteína associada é a calbindina, que funciona como seu transportador do lúmen para o citosol. Uma vez dentro do citoplasma da célula epitelial, o cálcio é ligado a proteína fixadora intracelular que é a calmodulina que tem a função de evitar que se forme sais insolúveis com o cálcio livre e os ânions intracelular. Já o transporte para fora da célula ocorre através da membrana basolateral por proteínas de transporte ativo primário e pelo CaATPase (LI *et al.*, 2016; MACARI *et al.*, 2002).

De acordo com Christakos *et al.* (2011), as proteínas transportadoras de cálcio estão localizadas no intestino das aves, principalmente no citoplasma das células absorptivas, nos rins (néfron distal), nos ossos (na placa de crescimento da cartilagem), na glândula da casca do ovo e nos tecidos reprodutivos das aves, e que o transporte ocorre após a ligação da proteína com a molécula de cálcio. No entanto, o metabolismo do cálcio é influenciado pelo fósforo, vitamina D, os sistemas hormonais e a idade do animal (CALDERANO *et al.*, 2010).

A ave exige grandes quantidades de cálcio para a formação da casca do ovo, o qual é obtido pelo potencial elevado de absorção intestinal, visto que o trato gastrintestinal representa a via primordial de absorção do cálcio dietético, enquanto o rim é o órgão base da regulação plasmática de cálcio e o osso, o principal reservatório dinâmico desse mineral no organismo (FIGUEREDO JUNIOR *et al.*, 2018; LI *et al.*, 2016; MACARI; MENDES, 2005).

Dependendo da via (transcelular e paracelular) e do nível de cálcio na dieta (alto ou baixo), grande parte do cálcio é absorvido no duodeno (90 a 80%), jejuno (80 a 20%) e no intestino grosso (10%). O cálcio constitui cerca de 1,5% e 40% do peso corporal da galinha e da casca dos ovos, respectivamente, sendo armazenado principalmente sob a forma de fosfato de cálcio no esqueleto e na forma de carbonato de cálcio na casca do ovo (FIGUEREDO JUNIOR *et al.*, 2018; LI *et al.*, 2016; MACARI; MENDES, 2005).

Os níveis de cálcio no corpo são regulados pelo hormônio da paratireoide (PTH), pela calcitonina e a forma ativa da vitamina D, o 1,25-dihidroxicolecalciferol. Durante o período da deposição de cálcio na casca do ovo os níveis de PTH é aumentado no plasma, caindo logo após a postura. Na situação de baixos níveis de cálcio no plasma o PTH estimula a mobilização de cálcio ósseo e aumento da reabsorção nos rins. Em sentido contrário, quando o nível plasmático de cálcio está elevado, as células C das glândulas ultimobranquiais das aves são estimuladas a secretarem calcitonina, a qual aumenta a entrada do cálcio e do fósforo às células ósseas e reduz o movimento de cálcio e de fósforo ósseo para o plasma (LEESON; SUMMER, 2001; MACARI; MENDES, 2005).

A excreção de cálcio ocorre, inicialmente, pelo nutriente não absorvido e depois por via urinária, onde há controle hormonal na excreção renal. Este controle da excreção é altamente correlacionado com a quantidade de cálcio no plasma, e este por sua vez, reflete o estado fisiológico do animal em determinado momento. O PTH atua por meio dos receptores sensíveis ao cálcio (CaSR) reduzindo de forma direta a excreção de cálcio via urina e, indiretamente (ação da vitamina D) via fezes (MACARI; MENDES, 2005; BERTECHINI, 2006; SILVA *et al.*, 2022).

Considerando a carência de pesquisas avaliando as exigências em cálcio para aves de postura de raças nativa e de crescimento lento, para este tópico serão consideradas, também, resultados de estudos sobre as exigências para linhagens de crescimento rápido, afim de que se possa ter um maior respaldo científico sobre o tema.

Assim, acreditam-se que as exigências estabelecidas pelos sistemas de exigências atuais para galinhas de postura comercial não são equivalentes às exigidas por aves nativas ou de crescimento lento, considerando as diferentes expressões genéticas, já que, segundo Vargas *et al.* (2004) e Sakomura e Rostagno (2007), a utilização do cálcio pelo organismo depende da idade, do tipo de animal, sexo, consumo de ração, disponibilidade dos nutrientes, temperatura ambiente, dentre outros, uma vez que as recomendações nutricionais variam entre as fases de crescimento e produção.

Quando o objetivo da criação é a produção de ovos, os minerais, principalmente o cálcio e fósforo estão diretamente relacionados com o desempenho das aves, influenciando a taxa de postura, o peso dos ovos, a conversão alimentar e o ganho de peso, presença de ovos sem casca ou com casca fina, redução no teor de cálcio nos ossos (VELLASCO *et al.*, 2016). Além disso, à medida que as aves vão envelhecendo há uma queda na eficiência de absorção de nutrientes pelo trato gastrintestinal e menor aproveitamento por parte do organismo do que

foi absorvido. Em contrapartida, o peso do ovo aumenta sem aumentar o teor de cálcio na casca, e isso afeta a qualidade interna e externa dos ovos (NEIJAT *et al.*, 2011; ZHANG *et al.*, 2012).

Macari e Mendes (2005) relatam que nas aves em crescimento, o cálcio é utilizado basicamente na formação óssea, enquanto que, nas aves em fase de produção, é utilizado principalmente na formação da casca do ovo, cujo peso médio é de 5 a 6 g, dos quais aproximadamente 2,0 g são apenas de cálcio, estimulando a quantidade de cálcio na casca do ovo próxima de 10% do total de estoque de cálcio no corpo da ave (OLIVEIRA; OLIVEIRA 2013).

Para Velasco *et al.* (2016) e Figueiredo Junior *et al.* (2018), as respostas das aves às diferentes concentrações de cálcio na dieta podem ser de três maneiras: quando recebe níveis muito baixos podem acarretar o desenvolvimento ósseo ou qualidade inferior de casca dos ovos, quantidades intermediárias resultam em manutenção da homeostase mineral, situação em que ocorre reservas nos tecidos, e em casos de níveis acima dos requeridos podem ser tóxicos com redução no crescimento e produção. Com isso, o conhecimento entre esses dois limites deve ser uma busca constante.

De acordo com Geraldo *et al.* (2006), o excesso de cálcio, por exemplo, pode interferir na disponibilidade de outros minerais, como o fósforo, o manganês e o zinco, além de tornar a ração menos palatável. Calderano (2010) relata que na prática, a proporção de cálcio na dieta deve ser sempre ajustada de acordo com o consumo de ração, assegurando o consumo de 4 a 4,5g de cálcio/ave/dia, visto que as aves tem a capacidade de regular o consumo de cálcio para atender sua exigência.

Em relação às exigências de cálcio para poedeiras comerciais, o National Research Council – NRC (1994) estabelece 32,5 g de Ca/kg de ração para poedeiras brancas e marrons, enquanto que Rostagno *et al.* (2017) recomendam concentração maiores, entre 44,5 a 45,6 g de Ca/kg de ração para poedeiras leves de desempenho regular-superior (brancas), e 38,9 a 39,8 g de Ca/kg de ração para galinhas poedeiras marrons, correspondendo ao consumo médio de 4,40 e 4,50 g/ave/dia, respectivamente.

Verificando a exigência de cálcio para poedeiras, recomendadas nos manuais das empresas de genética, para as poedeiras Hy-Line W36 (4,40 e 5,00%), Hy-Line Brown (3,91 e 4,40%), Lohmann LSL (3,80 a 4,50%), percebe-se que os níveis dietéticos de cálcio são muito mais elevados quando comparadas as tabelas nutricionais (Hy-Line W36, 2015; Hy-Line Brown, 2014; Lohmann LSL, 2014). No caso das poedeiras caipiras na fase de postura,

Gessulli (1999) recomenda 39,6 g de Ca/kg de ração, correspondendo ao consumo de 4,00 g/ave/dia.

2.3 ESTRUTURA, FORMAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E QUALIDADE DO OVO

O ovo é um alimento nutritivo, versátil e economicamente acessível para todas as classes sociais, tendo grande relevância na composição da dieta de grande contingente humano. É excelente fonte de proteína de alto valor biológico, rico em ácidos graxos essenciais, vitaminas e minerais, além de conter quantidades suficientes de colina, luteína e antioxidantes, que contribuem para a saúde humana. Também, apresenta atividade antimicrobiana, com ações inibidoras de enzimas, propriedades sequestradoras de vitaminas e de características antigênicas ou imunogênicas, se caracterizando como um alimento funcional (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2013; MELO *et al.*, 2019).

A transformação do oócito em um ovo completamente formado requer de 8 a 10 dias do início do crescimento folicular até a oviposição, e nesse processo envolve o transporte de grandes quantidades de material por meio de numerosas membranas biológicas e a formação de muitas substâncias novas, particularmente proteínas e lipídios específicos. A ovulação da galinha ocorre diariamente, após a fêmea atingir a maturidade sexual (FIGUEIREDO *et al.*, 2021).

O ovo é constituído por quatro partes principais que são a casca, a gema, as membranas e a clara ou albúmen. Além disso, possui outras partes em menor quantidade, como o disco germinativo, as calazas (cordão chalazífero), a câmara de ar e a cutícula. Em relação a composição geral, a casca representa 10%, enquanto a gema, 30% e o albúmen 60% do peso total do ovo. As proporções desses componentes podem sofrer variações por influência de fatores genéticos, da alimentação e das condições climáticas (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2013; SANTOS *et al.*, 2016; ALMEIDA *et al.*, 2019).

De acordo com Hanusova *et al.* (2015), o tamanho do ovo é influenciado pela raça da galinha, genética, idade da poedeira, estação do ano, condições climáticas, nutrição, entre outros fatores. A portaria da Secretaria de Defesa Agropecuária n° 634/2022, conforme o critério de peso (g), os ovos são classificados em seis tipos: 1) jumbo – com peso a partir de 66 g; 2) extra - com peso entre 60 e 65,99g; 3) grande - com peso entre 55 e 59,99g; 4) médio - com peso entre 50 e 54,99g; 5) pequeno - com peso entre 45 e 49,99g; e 6) super pequeno – com peso inferior a 45g (BRASIL, 2022)

A cor da casca dos ovos, é classificada pela legislação brasileira como casca marrom e branca. No entanto, é encontrada variação nas tonalidades de amarelo, rósea e azulados ou esverdeados de acordo com a genética. A pigmentação é controlada por genes que regulam a deposição de porfirinas. A casca marrom apresenta resistência ligeiramente maior que a branca. Todavia, é possível afirmar que a cor da casca não afeta a qualidade, características de cocção ou valor nutritivo do ovo (BERTECHINI, 2003; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2013).

De acordo com Oliveira; Oliveira, (2013), a casca do ovo é o componente mais externo do ovo, é uma estrutura altamente porosa, sendo composta de duas matrizes, uma esponjosa e protuberâncias mamilares, onde estão depositados carbonatos de cálcio (CaCO_3). Também é rica em proteínas e polissacarídeos, que confere resistência. É tida como barreira as injúrias física, além de impedir a penetração de agentes patogênicos para o interior do ovo, sendo, portanto, considerada uma embalagem natural e com grande influência na qualidade externa do produto (QIU et al., 2020).

Na composição química da casca do ovo, inclui minerais (92,5 % carbonato e fosfato de cálcio e magnésio), algumas proteínas (3,3%) e água (1,6%), contudo, é importante enfatizar que a proporção dos constituintes da casca varia conforme a espécie das aves, e que em termos quantitativos, observa-se a grande participação do cálcio com 2,21 g, em um ovo de 58 g (OLIVEIRA E OLIVEIRA, 2013). Mibradt *et al.* (2015), em estudo sobre o teor de cálcio na casca de ovos branco, marrom e colonial, identificaram que a concentração de cálcio atingiu 37% do pó de casca em média, em todas as amostras analisadas.

Vários fatores influenciam na qualidade da casca do ovo, dentre esses pode-se citar a hereditariedade, já que esta define a capacidade das aves de utilizarem o cálcio, ou seja alterando a capacidade de absorver cálcio ou mobilizar esse dos tecidos ósseos, além disso, com o avanço da idade da galinha, o nível nutricional, uma vez que a casca é formada por bicarbonato de cálcio, e a deficiência desse nutriente e da vitamina D e do fósforo, devido a importante relação desses nutrientes, pode acabar resultando em ovos com casca mole ou sem casca (CARVALHO *et al.*, 2007; MENEZES *et al.*, 2012; OLIVEIRA ; OLIVEIRA 2013).

É importante mencionar que a qualidade dos ovos de galinha (*Gallus domesticus*) é uma medida das características desejáveis pelos consumidores, produtores e indústria do ovo, em que os primeiros valorizam os atributos sensoriais, nutricionais, tecnológicos, sanitário, ausência de resíduos químicos, prazo de validade, entre outros. Já para os produtores, a qualidade do ovo está relacionada com peso do ovo e aparência da casca. Enquanto que a indústria do ovo, em termos de qualidade busca ovos com facilidade de remoção de sujidades

de casca, cor da gema e propriedades funcionais (ALLEONI e ANTUNES, 2001; QUADROS *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2020).

A qualidade dos ovos está diretamente associada, também, às condições físicas e químicas de seus componentes internos e da casca do ovo. Assim sendo, a qualidade interna e externa do ovo pode ser avaliada a partir da altura do albúmen, índice de gema, percentual de albúmen, peso do ovo, tamanho do ovo, índice de forma, unidade Haugh, pH do albúmen e da gema, percentual de casca, espessura da casca, gravidade específica entre outros parâmetros (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2013).

Mundialmente, na indústria de ovos, a aferição da qualidade interna do ovo é realizada utilizando a unidade Haugh (UH) por ser uma metodologia de fácil aplicação. Esse método é uma expressão matemática que tem como base a correlação da altura do albúmen denso corrigida para o peso do ovo. É importante destacar que quanto maior a valor da UH melhor é a qualidade interna do ovo, no entanto, a altura do albúmen diminui com a idade da poedeira. São considerados ovos de qualidade excelente, alta e baixa aqueles que apresentam, respectivamente, valores de UH acima de 72; entre 60 e 72; e menores que 60 (USDA, 2000; ALLEONI e ANTUNES, 2001; FIQUEIREDO *et al.*, 2011; OLIVEIRA; OLIVEIRA 2013).

Outro parâmetro utilizado para avaliar a qualidade da casca dos ovos é o de gravidade específica. Para esse teste pode se utilizar os métodos de flutuação salina e de Arquimedes. Na flutuação salina é feito por imersão dos ovos em recipientes com soluções salinas com densidades de 1.050 a 1.100, com intervalos de 0,005. Nesse caso, os ovos ao flutuarem são classificados de acordo com a gravidade específica. De acordo com Oliveira e Oliveira (2013), as densidades entre 1.080 e 1.084 são considerados normais, abaixo desses valores indicam ovos com casca de qualidade ruim, e acima desses valores, são considerados ovos com casca de excelente qualidade.

Juntamente com a gravidade específica que é um método físico e indireto, normalmente, se realiza a avaliação da porcentagem, da espessura e da resistência da casca do ovo, sendo estes métodos considerados diretos para a verificação da qualidade de casca. A porcentagem de casca é obtida ao dividir o peso da casca seca pelo peso do ovo inteiro, multiplicado por 100. Já a espessura da casca é determinada pela média de três medida em diferentes partes do ovo, realizadas com a utilização de paquímetro (ARAÚJO e AUBINO, 2003; LIN *et al.*, 2004; FREITAS *et al.*, 2011).

De acordo com Oliveira e Oliveira (2013), o percentual de casca no ovo varia entre 8,5 e 10,5%, com valor médio entre 9,1%, com espessura média de 0,33 mm e resistência

variando entre 2,14 e 2,47, sendo que o maior e o menor valor de resistência da casca têm alta correlação com a espessura da casca do ovo. Esses mesmos autores enfatizam que variações nos valores dos parâmetros de qualidade de casca, ocorre de acordo com a genéticas, estado nutricional e idade da poedeira e que quanto maior a espessura, mais resistente a casca.

O índice de forma, também, é um indicativo de resistência da casca, no entanto é um método indireto. Segundo Oliveira e Oliveira (2013), o ovo apresenta formato oval, contudo, essa variável sofre variações que vão desde 65 a 80%, sendo considerado o valor de 74% como ideal ou normal. Ovos com valores abaixo de 72% são classificados como alongados, e maiores que 76% são considerados arredondados.

Ao avaliar o índice de forma de ovos de galinhas de raças autóctones de Portugal, Carolino *et al.* (2017) identificaram índice de forma normal entre 72 a 76 nos ovos de raças nativas e acima de 76 nos ovos de aves de raças comercial. De acordo com Duman *et al.* (2016), os ovos que apresentam formato alongados são indesejáveis pela indústria do ovo, pois não se encaixam perfeitamente nas embalagens pré-moldadas pela indústria, consequentemente menos resistentes à quebra durante o manejo, armazenamento, transporte e processamento, quando comparados com ovos em formato normal.

Em relação a cor da gema do ovo, um quesito bastante apreciado pelos consumidores e que atribui valor aos ovos no mercado já que existe uma preferência por ovos com gemas altamente pigmentadas. A pigmentação da gema pode ser facilmente mensurada, utilizando o leque colorimétrico da DSM ou em colorímetros digitais, sendo o primeiro um método subjetivo, simples, de baixo custo e com dados confiáveis e os segundo por exigir aparelhos específicos são de alto custo, no entanto com dados mais precisos.

Para o consumidor brasileiro, a pigmentação da gema deve ser maior que oito na matriz de cores da DSM (FASSANI *et al.*, 2019). Todavia, a cor da gema não afeta a qualidade, características de cocção ou valor nutritivo do ovo, apesar de muitos consumidores associarem a intensidade da cor da gema ao aumento no teor de vitaminas (GARCIA *et al.*, 2015; BRAZ *et al.*, 2007).

Lemos *et al.* (2015) enfatizam que o sistema de produção alternativo, onde as aves têm acesso a uma grande variedade de alimentos com características pigmentantes, tais como as pastagens de croast cross, rami, brotos de milho, girassol, os ovos apresentam-se com gemas mais pigmentadas, com escore entre 9 e 14 no leque colorimétrico, quando comparadas a gemas de ovos de aves produzidas em sistemas industriais.

De acordo com Quadros *et al.* (2011), em geral, os ovos de galinha caipira, não apresentam um padrão de dimensão, peso e cor da casca, em virtude da grande diversidade genética das aves caipira, porém são bastante apreciados pelos consumidores pelo sabor, consistência e coloração acentuada da gema. Para Rizzi e Morangon (2012), esta pigmentação acentuada na gema de ovos de aves criadas em áreas com acesso a pastagem é resultado da maior ingestão de carotenoides, uma vez que as aves não são capazes de sintetizar os carotenos, sendo necessário a ingestão na dieta.

2.4 COMPORTAMENTO E VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS DAS AVES

O estudo do comportamento das aves representa uma forma de melhor entender o animal em seu sistema de produção, se constituindo em assunto, amplamente, pesquisado por visualizar fatores que possam interferir no bem-estar e na produtividade do indivíduo. A abordagem sobre o bem-estar das aves encontra-se fundamentada em bases científicas, com foco na etologia, saúde e fisiologia dos animais, em que visa além de atender as necessidades básicas dos animais (cinco liberdades), bem como conhecer o funcionamento biológico e as características físicas do ambiente (VARGAS *et al.*, 2021; YEATES E MAIN 2008; GARCIA, 2003).

O comportamento destes animais é regido por uma hierarquia baseada em comportamentos agonísticos, que incluem ataque, fuga, evitação e submissão, em que os indivíduos são dominantes ou dominados em relação a outros do mesmo grupo. Além disso, outros comportamentos, do repertório natural das aves, merecem atenção especial, pois indicam condições de conforto observadas em aspectos tais como: banho de poeira, cuidados com as penas, bater asas, andar, esticar membros entre outros (BECKER 2002; GARCIA, 2003; ROCHA *et al.*, 2012).

De acordo com o ambiente em que as aves estão inseridas, Silva *et al.* (2020) destacam que a galinha procura manter comportamentos sociais e hábitos alimentares comuns à sua espécie, desde que sejam dadas as melhores condições. Caso isto não aconteça, em função de fatores ambientais ou de manejo, que perturbem a homeostasia e limitem, impeçam ou redirecionem os padrões de comportamento da espécie, as aves tendem a desenvolver comportamentos anômalos e agonísticos.

Hoje, o estudo do comportamento tem se preocupado com o equilíbrio entre o bem-estar e a máxima eficiência produtiva das aves, buscando cada vez mais respeitar as regras ambientais e ecológicas, principalmente em razão do novo perfil do mercado consumidor, que

exige conscientização dos produtores e mudanças nos sistemas de produção, que possam causar possíveis sofrimento, angústia e dor aos animais (CASTILHO *et al.*, 2015).

E nessa abordagem, surge os etogramas, que representam os registros por meio das observações do comportamento animal em função dos estímulos externos que evocam suas diferentes respostas e que devem ser utilizados na tomada de decisão pelo estabelecimento produtivo (FERREIRA *et al.*, 2022).

No processo industrial de criação de galinhas poedeiras, um dos itens mais discutido diz respeito ao uso de gaiolas, que apesar de favorecer aspectos sanitários, de mecanização, e econômicos, é visto como um sistema, onde os animais não conseguem expressar seus comportamentos naturais, conseqüentemente o bem-estar desses animais é comprometido (BATISTA *et al.*, 2012).

Diante desse fato, Freitas *et al.* (2019) enfatizam que o sistema alternativo de criação, onde é obrigatório o acesso dos animais a áreas de pastagem, é uma opção viável e necessária para tentar atender ao domínio comportamental dentro do bem-estar, e com elevação de lucros, visto que este sistema colabora com melhor qualidade e maior agregação de valor aos produtos.

A frequência respiratória, a temperatura da superfície corporal e a temperatura cloacal são os principais indicadores fisiológicos, que permitem avaliar o conforto térmico das aves (Costa *et al.*, 2012; Pires *et al.*, 2020).

De acordo com Bicego (2017), a frequência respiratória entorno de 40 mov/min é considerada normal. Entretanto, aves quando submetidas a ambiente com temperatura elevada, a frequência respiratória pode aumentar em até 10 vezes o valor normal (MARCHINI *et al.*, 2007).

Neste contexto, Marchini *et al.* (2007) e Oliveira *et al.* (2006) destacam que aves adultas, bem nutridas, saudáveis e em condições de equilíbrio térmico, a temperatura corporal se situa entre 40,5°C a 41,5°C e a temperatura cloacal varia de 41 a 42°C. Santos *et al.* (2020), avaliando a influência do ambiente em diferentes períodos do dia sobre os parâmetros fisiológicos de frangos caipira, identificaram que as aves durante todo período experimental estiveram fora da faixa de conforto térmico e isso acarretou em aumento na frequência respiratória e temperatura da superfície corporal das aves, na fase inicial e de crescimento.

Avaliando variáveis fisiológicas e o comportamento de cinco linhagens de frangos de corte caipiras criadas em sistema semi-intensivo em região de clima quente, Dias *et al.* (2016) verificaram temperatura retal entre 40,9 a 41,5°C e a frequência respiratória variando de 48,4

a 52,9 mov/min. Em relação as variáveis comportamentais, foram observadas diferenças no consumo de água, explorando penas e bicagem não agressiva.

De acordo com Pereira *et al.* (2007), para aves em estresse térmico, os ajustes comportamentais podem ocorrer rapidamente e a um custo menor do que os ajustes fisiológicos. É um comportamento evidente de que as aves estão em desconforto térmico é quando ela fica muito tempo sentada. Isso ocorre pela dificuldade desse animal de trocar calor por radiação e convecção, sendo necessário o contato com uma superfície de menor temperatura, nesse caso a cama ou solo, para que haja uma troca mais efetiva de calor por condução.

Barbosa Filho (2007) e Santos *et al.* (2010) descrevem os comportamentos das aves, explorando penas, bicagem não agressiva e ciscando, como sendo uma característica que demonstra que as aves estão em conforto térmico, um redirecionamento do comportamento de bicagem de alimentos é um comportamento do repertório natural das aves caracterizado como movimentos de exploração do território, feitos pelos pés e bicos, respectivamente.

As aves quando submetidas a condições de estresse térmico gastam menos tempo se alimentando e movendo, entretanto gastam mais tempo bebendo, ofegando, com as asas levantadas e descansando. As aves utilizam vários mecanismos para manter a termorregulação e a homeostase, quando submetidas a altas temperaturas ambientais, sendo a ofegação um dos meios mais visíveis e que contribui para aumentar as trocas gasosas com o ar e conseqüentemente a perda de calor por evaporação (LARA e ROSTAGNO 2013).

Segundo, Lara e Rostagno (2013), o aumento da frequência respiratória em aves, acima do normal leva a altos níveis de dióxido de carbono e ao aumento do pH do sangue, o que por sua vez dificulta a disponibilidade de bicarbonato no sangue para a mineralização da casca do ovo e induz o aumento da disponibilidade de ácido orgânico que também diminui os níveis de cálcio no sangue.

Em estudo para avaliar o efeito do ambiente térmico sobre as características de qualidade do ovo, Ebeid *et al.* (2012) verificaram redução no peso do ovo, espessura, porcentagem e densidade de casca, em função da alta temperatura do ambiente. Esses autores acreditam que a deterioração na qualidade dos ovos seja em decorrência da diminuição da calbindina no íleo, ceco, cólon e glândula da casca.

Freire e Cowling, (2013), enfatizam sobre a criação de aves em sistemas alternativos ao ar livre, normalmente com uso de pastagens como sendo uma opção para as aves expressarem seus comportamentos de conforto, melhor qualidade de ovos, principalmente da cor da gema,

no entanto, segundo Sibanda *et al.* (2020), menor produção de ovos quando comparado a sistemas em gaiolas.

2.5 ESPÉCIES FORRAGEIRAS PARA PASTEJO POR GALINHAS CAIPIRAS

A criação de aves em pastejo é uma alternativa viável tanto do ponto de vista econômico como de bem estar dos animais por possibilitar que a ave expresse seu comportamento natural. Contudo, na escolha da forrageira, além de levar em consideração as exigências da espécie, deve ser baseada também na necessidade das aves, como: baixo porte, boa aceitabilidade e digestibilidade, ricas em vitaminas e minerais (FRANÇA *et al.* (2014). Além disso, conhecer os horários nos quais os animais exercem o pastejo é extremamente importante para o estabelecimento de estratégias adequada de manejo (SANTOS *et al.*, 2006).

Existe grande número de plantas forrageiras, que podem ser utilizadas para o pastejo de aves, conforme relatos em estudos de Franca *et al.* (2014) e Dias *et al.* (2016), os quais destacaram coastcross (*Cynodon* spp. cv. Coastcross-1), capim-quicuío (*Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov), estilosantes (*Stylosanthes capitata* e *S. macrocephala*) e o capim Tifton 85 (*Cynodon dactylon*)

Além das forrageiras supracitadas, a grama-babatais (*Paspalum notatum*) tem sido apresentada como excelente alternativa para o pastejo animal (LEITE *et al.*, 2001; SCHEFFER-BASSO; GALLO 2008; PEREIRA *et al.*, 2011). É uma planta perene, persistente, reproduzida por semente e multiplicada vegetativamente, tendo folhas concentradas na parte basal da planta permitindo ótima cobertura vegetal. Trata-se de uma espécie adaptada a solos de baixa fertilidade, a condições de déficit hídrico e pisoteio, de rápido crescimento, além de apresentar hábito de crescimento denso e rasteiro (SOUZA *et al.*, 2020; SECCO, 2018).

O gênero *Paspalum* (tribo Paniceae: subfamília Panicoideae) é um dos mais importantes dentro da tribo Paniceae, devido ao grande número de espécies (mais de 400), que apresenta em sua ampla distribuição geográfica, habitando, principalmente, regiões tropicais e subtropicais da América com poucas espécies na África e na Ásia. Além disso, é o gênero que engloba o maior número de espécies nativas do sul do Brasil, assim como também é aquele que possui o maior número de espécies com bom valor forrageiro (VALLS, 2000; BATISTA; GODOY 2000; MEIRELLES *et al.*, 2013).

Scheffer-Basso e Gallo (2008), avaliando o valor forrageiro de uma população de *Paspalum plicatulum* por meio de suas características bromatológicas e do acúmulo de

matéria seca, identificaram concentrações médias de PB, FDA e FDN, variando entre 11,7 a 22,3%, 39,5 a 45,9% e 55 a 66,8%, respectivamente. Além da qualidade bromatológica compatíveis para a alimentação animal, os autores enfatizam que apesar do período de estiagem durante o experimento, as plantas sobreviveram e ainda apresentaram médias de tamanho de 91cm e circunferência da touceira de 34 cm, sendo que essas características evidenciam a boa tolerância da espécie a seca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, L.F.T. **Criação de frango e galinhas caipira: Avicultura Alternativa**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2010.

ALBUQUERQUE, M.F.; GARCIA, A.M.L.; SILVA, I.H.L. Produção, custo e bem estar de galinha caipira da linhagem Embrapa 051 na agricultura familiar. **Agricultura Familiar: Pesquisa, Formação e Desenvolvimento**, v.14, n. 2, p. 121-139, 2020.

ALLEONI, A. C. C., ANTUNES, A. J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 681 – 685, 2001.

ALMEIDA, E.C.J.1.; CARNEIRO, P.L.S.; NUNES, L.A.; PEREIRA, A.H.R.; FARIAS FILHO, R.V.; MALHADO, C.H.M.; BITTENCOURT, T.C.B.S.C. Características físicas de ovos de galinhas nativas comparadas a linhagem de postura. **Archivos de Zootecnia** v. 68, n. 261, p. 85. 2019.

ARAÚJO, J.A.; SILVA, H.V.; AMÂNCIO, A.L.L.; LIMA, C.B.; OLIVEIRA, E.R.A. Fontes de minerais para poedeiras. **Acta Veterinária Brasileira**, v.2, n.3, p.53-60, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16389**: Normatiza a criação brasileira de frango caipira. Rio de Janeiro, 2015. 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16437**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2016. 9 p.

BARBOSA FILHO, J.A.D.; SILVA, I.J.O.; SILVA, M.A.N.; SILVA, C.J.M. Avaliação dos comportamentos de aves poedeiras utilizando sequência de imagens. **Engenharia Agrícola**, v.27, p.93-99, 2007.

BATISTA, E.S.; PEREIRA, D.F.; SANCHEZ, F.T.; GUIMARÃES, M.A.; NAGAI, D.K.; SOARES, N.M.; TOGASHI, C.K.; BUENO, L.G. Comportamento de uso do ninho e desempenho produtivo de poedeiras alojadas em diferentes densidades e tamanhos de grupo. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.27, n.2, p.119-123, 2012.

BATISTA, L. A. R.; GODOY, R. Avaliação preliminar e seleção de germoplasma do gênero *Paspalum* para produção de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, 2000.

BECKER, B. G. Comportamento das Aves e sua Aplicação Práticas. In: Conferencia de Ciência e Tecnologia Avícolas – **APINCO**, 2002.

BERTECHINI, A. A. **Nutrição de Monogástricos**. Lavras. Ed. UFLA, p 301, 2006.

BERTECHINI, G. A. Mitos e verdades sobre o ovo de consumo. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1., 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2003. p. 19-26.

BÍCEGO, K. C. et al. In: Marcos Macari; Alex Maiorka. (Org.). **Fisiologia das Aves Comerciais**. São Paulo: FUNEP, 2017. p. 420-463.

BONUCCI, E. **Bone mineralization**. *Front Biosci (Landmark Ed)*. 17:100-28,2012.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Decreto n. 56.585, de 20 de julho de 1965. **Aprova as novas especificações para a classificação e fiscalização do ovo**. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1960-1969/decreto-56585-20-julho-1965-396950-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 24 julho. 2022.

BRAZ, N.M.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; SUCUPIRA, F.F.; MOREIRA, R.F.; LIMA, R.C. Semente residual do urucum na alimentação de poedeiras comerciais: desempenho e características dos ovos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.29, n.2, p. 129-133. 2007.

BRETAS, A.A.; TOMAZELLI, V. The importance of limestone granulometry in egg production and quality of poultry eggs: review. **Brazilian Journal of Development**, v. 4, n. 4, p. 1435-1448, 2018.

CALDERANO, A.A. Fracionamento de dietas com níveis diferenciados de cálcio e fósforo para aves de postura. **Revista Nutritime**. V. 7, N. 5, p.1346-1352, 2010.

CAROLINO, I.; CID, J.; LORDELO, M.; RIBEIRO, V.; CAROLINO, N. Características físicas dos ovos de galinhas de raças autóctones. *Agrociência*. III Voz do campo. p.3, 2017.
CAROLINO, I.; CID, J.; LORDELO, M.; RIBEIRO, V.; CAROLINO, N. Características físicas dos ovos de galinhas de raças autóctones. **Agrociência**, 3p. 2017.

CARVALHO, D.A.; BONAFÉ, C.M.; ALMEIDA, M.J.O.; RODRIGUEZ-RODRIGUEZ, M.P.; SARMENTO, J.L.R.; SILVA, M.A.; OLIVEIRA, M.B.; SOUSA, P.R.E.; CARVALHO, A.A. Padrão racial fenotípico de galinhas brasileiras da raça Canela-Preta. **Archivos de Zootecnia**. V.66, n. 254, p. 195-202, 2017.

CARVALHO, F.B.; STRINGHINI, J.H.; JARDIM FILHO, R.M. et al. Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades. **Revista Ciência Animal Brasileira**, v.8, p. 25-29, 2007.

CASTILHO, V.A.R.; GARCIA, R.G.; LIMA, N.D.S.; NUNES, K.C.; CALDARA, F.R.; NAAS, I.A.; BARRETO, B.; JACOB. F.G. Welfare of laying hens in diferente densities of housing. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**., v.9, n.2, p.122- 131, 2015.

CHRISTAKOS, S.; MADY, L.J.; DHAWAN, P. The calbindins: Calbindin D-28k and calbindin D-9k and the epithelial calcium channels TRPV5 and TRPV6. In: FELDMAN, D., PIKE, J.W., ADAMS, J.S. **Vitamin D**. 3 ed. Academic Press, 2011, p.363-379.

COSTA, J.H.S.; SARAIVA, E.P.; SANTOS, L.F.D. Efeito do ambiente sobre indicadores fisiológicos na produção de frangos de corte. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, p. 54-58, 2012.

DIAS, A.N.; MACIEL, M.P.; AIURA, A.L.O.; AROUCA, C.L.C.; SILVA, D.B.; MOURA, V.S. Linhagens de frangos caipiras criadas em sistema semi-intensivo em região de clima quente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.12, p.2010-2017, 2016.

DUMAN, M.; SEKEROGU, A.; YILDIRIM, A.; ELEROGLU, H.; CAMCI, O. Relation Between Egg Shape Index and Egg Quality Characteristics. **European Poultry Science**. v. 80, p. 01-09, 2016.

EBEID, T.A.; SUZUKI, T.; SUGIYAMA, T. High ambient temperature influences eggshell quality and calbindin-D28k localization of eggshell gland and all intestinal segments of laying hens. **Poultry Science**, v.91, n.9, 2282p. 2012.

FAO. Status and trends of Animal Genetics Resources. Rome: Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. **Four tenth Regular Session**, 18-20 January. 2023.

FASSANI, E.J.; ABREU, M.T.; SILVEIRA, M.M.B.M. Coloração de gema de ovo de poedeiras comerciais recebendo pigmentante comercial na ração. **Ciência Animal Brasileira**, v.20, 1-10, e-50231, 2019.

FASSANI, É.J.; BETERCHINI, A.G.; KATO, R.K. Composição e solubilidade in vitro de calcários calcínicos de Minas Gerais. **Ciências Agrotécnicas**, v.28, n.4, p.913-918, 2004.

FERREIRA, J.A.; VALENTIM, J.K.; MACHADO, L.C.; OLIVEIRA, H.F. Aplicação de Etogramas no Bem-Estar de Aves: uma Revisão de Literatura. **Uniciências**, v.26, n.1, p.24-30. 2022.

FIGUEIREDO JUNIOR, J.P.; COSTA, F.G.P.; GIVISIEZ, P.E.N.; SANTANA, M.H.M.; SANTOS, E.G. Transportadores de cálcio e fósforo em aves de postura. **Revista Campo Digit@l**, v. 13, n. 1, p.70-81, 2018.

FIGUEIREDO, E. M; CORREIA, G.S.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, R. F. M. O.; DONZELE, J.L.; PINTO, R.; SILVA, M. D.; CORREIA, A. B.; TAVARES, J. M. N. Fisiologia da formação do ovo: Um referencial teórico. In: GALATI, R.L.; QUEIROZ, M.F.S. (Org.). Inovação na nutrição animal: Desafios da produção de qualidade. Minas Gerais: Editora Científica Digital. Cap. 8, p. 109-126, 2021. Disponível em: <<https://downloads.editoracientifica.org/articles/210504516.pdf>>. Acesso em: 04 junho. 2023.

FIGUEIREDO, T.C.; CANCADO, S.V.; VIEGAS, R.P.; REGO, I.O.P.; LARA, L.J.C.; SOUZA, M.R.; BAIAO, N.C. Qualidade de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.3, p.712-720, 2011.

FONTEQUE, G.V.; BATTILANA, J.; PALUDO, E.; LIMA-ROSA, C.A.V. Genetic polymorphism of fifteen microsatellite loci in Brazilian (blue-egg. Caipira) chickens, **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.34. n.1. p 98-102.2014.

FRANÇA, Luciano Cristiano et al. Desempenho de frangos em diferentes densidades de pastejo: características das forrageiras, perdas por pastejo e consumo de alimento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 2, 2014.

FREIRE R., COWLING A. The welfare of laying hens in conventional cages and alternative systems: First steps towards a quantitative comparison. **Animal Welfare**. v. 22, p. 57–65, 2013.

FREITAS, I.S.; SALVADOR, A.P.; MENDONÇA, M.O.; TARDOCCHI, C. F. T.; FERREIRA, I.M. Atualidades e perspectivas do bem-estar animal na avicultura de corte e de postura. **Nutritime Revista Eletrônica**. v.16, n.01, p.8370-8392, 2019.

FREITAS, L.W., PAZ, I.C.L.A., GARCIA, R.G., CALDARA, F.R., SENO, L.O., FELIX, G.A., LIMA, N.D.S., FERREIRA, V.M.O.S., CAVICHILOLO, F. Aspectos qualitativos de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Revista Agrarian**, v.4, n.11, p.66-72, 2011.

GARCIA, E. R. de M.; CRUZ, F. K.; SOUZA, R. P. de P.; FELICIANO, W. B.; ÁVILA, L. R. de; ROHOD, R. V. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com semente de urucum. **Arquivo Ciência Veterinária Zoologia**, v.18, n.1, p. 17-20, jan./mar. 2015.

GARCIA, Rosana Aparecida de Mello et al. **O estudo do comportamento de galinhas poedeiras como subsídio para promoção de bem-estar animal**. 2003.

GERALDO, A.; BERTECHINI, A.G.; BRITO, J.A.G.; KATO, R. K.; FASSANI, E.J. Níveis de cálcio e granulometria do calcário para frangas de reposição no período de 3 a 12 semanas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n.1, p. 113-118, 2006.

GESSULLI, O.P. **Avicultura alternativa**: Caipira “sistema ecologicamente correto” que busca o bem estar animal e a qualidade do produto final”. Porto Feliz: OPG Editores, 1999. 218 p.

HANUSOVA, E.; HRNCAR, C.; HANUS, A.; OROVCOVA, M. Effect of breed on some parameters of egg quality in laying hens. **Acta fytotechn. zootechn.**, v.18, n.1, p20-24, 2015.

HY-LINE DO BRASIL. Manual de manejo comercial da Hy-line Brown 2014. 38p. Disponível em: www.hyline.com.br

HY-LINE DO BRASIL. Manual de manejo comercial da Hy-line W-36, 2015. 36p. Disponível em: www.hyline.com.br

LARA, L.J.; ROSTAGNO, M.H. Impact of heat stress on poultry production. **Animals**. V.3, n.2, p.356–369, 2013.

LEESON, S.; SUMMER, J.D. **Nutrition of the chicken**. 4rd ed. Ontario: University Books, 2001. p.331-428.

LEITE, G.G.; SILVEIRA, L. F.; FERNANDES F.D.; GOMES, A.C. **Crescimento e Composição Química do Capim Paspalum atratum cv. Pojuca**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n.19, 22p. (EMBPAPA CERRADOS, Brasil, 2001).

LEITE, L.F.C. Sistema Alternativo de Criação de Galinhas Caipiras. 2ª edição, versão eletrônica, Embrapa Meio-Norte, 51p. 2018.

LE MOS, A.V.; BITTAR, D.Y.; NETO, O.V.; VIEIRA JUNIOR, W.G. Avaliação do crescimento e desempenho de diferentes linhagens de frango caipira melhorado na região de goianésia Goiás. **Revista Pubvet**, v.12, n.4, p.1-5, 2018

LE MOS, M.J.; CALIXTO, L.F.L.; TOGASHI, C.K.; OLIVEIRA, S.M.; PINHO, T.P.; MELOS, A.L.P.; BARBOSA, M.I.M.J. Qualidade de ovos orgânicos produzidos no município de Seropédica – RJ. **Revista AGROTEC**, v. 36, n. 1, p. 50-57, 2015.

LI, J.; YUAN, J.; MIAO, Z. et al. Effect of dietary nutrient density on small intestinal phosphate transport and bone mineralization of broiler during the growing period. **Plos One**, v.11, n.4, p.1-10, 2016.

LOHMANN DO BRASIL. Guia de manejo Lohmann LSL. 2014. 42p. Disponível em: www.itz.com.br.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Absorção de minerais**. In: MAIORKA, A.; MACARI, M. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002, p.167-174.

MACARI, M.; MENDES, A. A. Manejo de Matrizes de Corte. Facta, Campinas, 2005. p. 421.

MACHADO, L. P. M. **Curva de crescimento de galinhas canela-preta em diferentes sistemas de criação**. 2018. 48f. (Dissertação de mestrado) – Universidade Federal do Piauí – UFPI, Bom Jesus – PI. 2018.

MARCHINI, C.F.P.; SILVA, P.L.; NASCIMENTO, M.R.B.M.; TAVARES, M. Frequência respiratória e temperatura cloacal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Archives of Veterinary Science**, v.12, n,1, p.41-46, 2007.

MAZZUCO, H., KUNZ, A., DE PAIVA, D. P., JAENISCH, F. R. F., PALHARES, J. C. P., DE ABREU, P. G., ROSA, P. S., & DE AVILA, V. S. (2006). Boas práticas de produção na postura comercial. Embrapa Suínos e Aves-Circular Técnica, 49, 1–39.

MEIRELLES, M.G.B.; BATISTA, M.A.R.; COSTA, C.; SILVA, M.G.B.; FACTORI, M.A.; SILVEIRA, J.P.F.; CAVASANO, A. Germoplasma do gênero *paspalum* com potencial para produção de forragem. **Biosci. J.**, v. 29, Supplement 1, p. 1587-1595, 2013.

MELO, J.; FERREIRA, F.; SILVA, T.L.; NASCIMENTO, K.; OLIVEIRA, V.; BARBOSA JUNIOR, J.L.; BARBOSA, M.I.M.J.; SALSANHA, T. Nutritional quality and functional lipids in the free-range egg yolks of Brazilian family farmers. **Revista Chilena de Nutricion**, v.46, n.4, p. 420-428, 2019.

MENEZES, P.C.; LIMA, E.R.; MEDEIROS, J.P.; OLIVEIRA, W.N.K.; EVENCIO NETO, J. Egg quality of laying hens in different conditions of storage, ages and housing densities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.9, p.2064-2069, 2012.

MILBRADT, B.G.; MULLER, A.L.H.; SILVA, J.S.; LUNARDI, J.R.; MILANI, L.I.G.; FLORES, E.M.M.; CALLEGARO, M. G.K.; EMANUELLI, T. Casca de ovo como fonte de cálcio para humanos: composição mineral e análise microbiológica. **Ciências Rural**, v.45, n.3, p. 560-566. 2015.

MORAIS, J., FERREIRA, P. B., JACOME, I. M. T. D., MELLO, R., BREDA, F. C., & RORATO, P. R. N. Curva de crescimento de diferentes linhagens de frango de corte caipira. *Ciência Rural*, v. 45, n.10, p. 1872-1878, 2015.

MOURA, A. M. A. D. *et al.* Desempenho e qualidade do ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 39, n. 12, p. 2697-2792, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – **NRC**. Nutrient requirements of poultry. 9aed. Washington: National Academy of Sciences, 1994. 155p.

NEIJAT, M.; HOUSE, J.D.; GUENTER, W. Calcium and phosphorus dynamics in commercial laying hens housed in conventional or enriched cage systems. **Poultry Science**, v.90, p.2383–96, 2011.

OLIVEIRA, B. L.; OLIVEIRA, D. D. **Qualidade e tecnologia de ovos**. Lavras: UFLA, 2013. 223 p.

OLIVEIRA, H.F.; CARVALHO, D.P.; ISMARI, M.G.; RESENDE, P.M.; CAMARGO, S.M.P.; SOUTO, C.N.; OLIVEIRA, S.B. Fatores intrínsecos a poedeiras comerciais que afetam a qualidade físico-química dos ovos. **Revista PUBVET**, v.14, n.3, p.1-11, 2020.

OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T.; FERREIRA, R.A.; VAZ, R.G.M.V.; CELL, A.P.S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 797-803, 2006.

OLIVEIRA, T, C. Fosforo: função, metabolismo e recomendações. **Revista Digital de Nutrição**, Ipatinga, v. 1, n.1, p. 1-24. 2007.

PEREIRA, D.F.; SALGADO, D.D.; NÄÄS, I.A.; PENHA, N.L.J.; BIGHI, C.A. Efeitos da temperatura do ar, linhagem e período do dia nas frequências de ocorrências e tempos de expressão comportamental de matrizes pesadas. **Engenharia Agrícola**, v.27, p.596-610, 2007.

PEREIRA, E.A.; DALLAGNOL, M.; NABINGER, C.; HUBER, K.G.C.; MONTARDO, D.P.; GENRO, T.C.M. Agronomic production of a collection of 36 *Paspalum lepton* Parodi access. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.498-508, 2011.

PIAUI. Lei nº 7615/21, de 27 de outubro de 2021. Declara como Patrimônio Histórico, Cultural e Genético do Estado do Piauí a galinha caipira da raça Canela-Preta. Diário Oficial do Estado do Piauí, Teresina, PI, v. 123, n. 123, p. 12345. 2o dez. 2021. Seção 2, pt. 3.

PINTO, S.; BARROS, C. S.; SLOMP, M. N.; LÁZZARO, R.; COSTA, L. F.; BRUNO, L. D. G. Cálcio e fósforo na dieta de galinhas de postura: uma revisão. **Scientia Agraria Paranaensis**. Volume 11, número 1. p 5-18. 2012.

PIRES, G.A.; CORDEIRO, M.B.; NASCIMENTO, A.M.; RODRIGUES, S.F.C.; CORREIA, F.C.S.; FREITAS, H.J.; SOUZA, E.M. Respostas fisiológicas de frangos de corte industriais criados sob condições ambientais em Rio Branco –Acre. **Medicina Veterinária**, v.14, n.3, p.210-219, 2020.

QUADROS, D.G; JESUS, T.R; KANEMATSU, C.H; SÁ, A.M; SILVA, G.A.V; SILVA, A.L.R; ANDRADE, A.P. Qualidade de ovos de galinha comercializados em Barreiras, BA, estocados em diferentes condições de temperatura. **Revista Acadêmica Ciência Agrária Ambiental**, v. 9, n. 4, p. 363-369, 2011.

QUEIROZ, M.L.V.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; ALBIERO, D.; BRASIL, D.F.; MELO, R.P. Percepção dos consumidores sobre o bem-estar dos animais de produção em Fortaleza, Ceará. **Revista Ciência Agronômica** (UFC. Online), v.45, p.379-386, 2014.

RIZZI, C.; MARANGON, A. Quality of organic eggs of hybrid and Italian breed hens. **Poultry Science**, v.91, p. 2330-2340, 2012.

ROCHA, B.R.A. **Estabelecimento de hierarquia social por meio de ordem de bicadas em Gallus gallus domesticus (Galliformes: Aves)**. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2012.

ROCHA, L. M.; LEITE, A. K. R. M. Metabolismo do cálcio em coelhos. **Revista brasileira de higiene e sanidade animal**, v. 16, p. 1-11, 2022.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, M.I.; DONZELE J.L.; SAKOMURA, N.K.; PERAZZO, F.G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M.L.; RODRIGUES, P.B.; OLIVEIRA, R.F.; BARRETO, S.L.T.; BRITO, C.O. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4ª ed. Viçosa: Departamento de Zootecnia, UFV, 2017. 448 p.

ROSTAGNO, H.S.; BARBARINO JR., P.; BARBOZA, W.A. Exigências nutricionais de aves determinadas no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa, MG, **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. p.361-388.

SÁ, L.M.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; CECON, P.R.; D’Agostini, P. Exigência Nutricional de Cálcio para Frangos de Corte, nas Fases de Crescimento e Terminação **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.397-406, 2004.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos**. Jaboticabal: FUNEP, 2007. 283p.

SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; PARENTE, H.N.; FERREIRA, D.J.; ALMEIDA, F.Q.; CECON, P.R. Comportamento ingestivo de equinos em pastagens de grama batatais (*Paspalum notatum*) e braquiárinha (*Brachiaria decumbens*) na região centro-oeste do Brasil. **Ciência Rural**. V.36, n.5, p.1565-1569. 2006.

SANTOS, J. L. V., LACERDA JUNIOR, J.A.C., SANTOS, E.C.P., SANTOS, G.B., SÁ, H.M., QUEIROZ, E.O. Avaliação dos parâmetros ambientais e fisiológicos para frangos de corte linhagem caipira em diferentes fases de criação na Amazônia Ocidental. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p.61607-61622. 2020.

SANTOS, M.J.B.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G.L.P.; MORRIL, W.B.; PEDROSA, E.M.R.; GUISELINI, C. Comportamento bioclimático de frangos de corte caipira em piquetes enriquecidos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.554-560, 2010.

SCHEFFER-BASSO, S.M.; GALLO, M.M. Aspectos morfofisiológicos e bromatológicos de *Paspalum plicatulum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1758-1762, 2008.

SECCO, T. R.; RATZLAFF JUNIOR, Z.; HOUSSAINI, M.L.T.; FACHINETTO, J.M. O potencial forrageiro do gênero *Paspalum*: uma revisão. **Salão do Conhecimento**, XXVI Seminário de Iniciação Científica, 2018.

SIBANDA, T. Z.; KOLAKSHYAPATI, M.; WELCH, M.; SCHNEIDER, D.; BOSHOFF, J.; RUHNKE, I. Managing Free-Range Laying Hens—Part A: Frequent and Non-Frequent Range Users Differ in Laying Performance but Not Egg Quality. *Animals*, v. 10, 991p, 2020.

SILVA, G. Galinha Canela-preta se torna patrimônio histórico-cultural do Piauí. **O estado do Piauí**, 13 de agosto de 2021. Disponível em: < <https://oestadodopiaui.com/galinha-canela-preta-se-torna-patrimonio-historico-cultural-do-piaui/>>. Acesso em 20/02/2023.

SILVA, I.J.O.; ABREU, P.G.; MAZZUCO, H. **Manual de boas práticas para o bem-estar de galinhas poedeiras criadas livres de gaiolas**. Concórdia: Suínos e Aves, 2020.

SILVA, J. H. V.; PASCOAL, L. A. F. Função e disponibilidade dos minerais. In: SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B.K.; HAUSCHILD, L. (org.). **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal – FUNEP, 2014, 678p.

SILVA, J.P.; CARDINALI, K, M.; ANDRETTA, I.; RIBEIRO, A.M.L. Metabolismo de cálcio em não ruminantes. **Open Science Research**, V. 5, Editora Científica Digital, p.1-15, 2022.

SOUZA, F.H.D.; CAVALLARI, M. M.; GUSMÃO, M. R. Produção comercial de sementes de *Paspalum notatum* var. *notatum*. Embrapa Pecuária Sudeste, 2020. 22 p. – (Embrapa Pecuária Sudeste. **Documentos**, 136).

USDA. **Egg-Grading Manual**. Agricultural Handbook Number 75. USDA, Washington, DC. 2000.

VALLS, J. F. M. Impacto do conhecimento citogenético na taxonomia de *Paspalum* e *Axonopus* (Gramineae). In: CAVALCANTI, T. B.; WALTER, B. M. T. (Org.). **Tópicos atuais em botânica**. Brasília: SBB/Embrapa Recursos e Biotecnologia, 2000.

VARGAS JUNIOR., J.G.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; CARVALHO, D.C.O.; CUPERTINO, E.S.; TOLEDO, R.S.; PINTO, R. Níveis nutricionais de cálcio e de fósforo disponível para aves de reposição leves e semipesadas de 13 a 20 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1263-1273, 2004.

VARGAS, L. B.; LIPPI, I.C. C.; VALENTIM, J. K.; NEVES, N. F.; PRZYBULINSKI, B. B.; BARBOSA, D. K.; CASTILHO, V. A. R.; GARCIA, R. G.; MENDES, J. P. Legislações e normas para avaliação do bem-estar na produção avícola. **Caderno de Ciências Agrárias**, , p.1-8, 2021.

VELLASCO, C.R.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H.S.; CALDERANO, A.A.; MELO, H. H. C.; PASTORE, S.M. Níveis de cálcio e relação cálcio:fósforo em rações para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade. **Ciência Animal Brasileira**, v.17, n.2, p.206-216, 2016.

YEATES, J.W.; MAIN, D.C.J. Assessment of positive welfare: A review. **The Veterinary Journal**, Londres, n. 3, v. 175, n. 3, 2008.

Artigo 1 – Desempenho zootécnico e qualidade de ovos de galinha caipira Canela-Preta, submetidas a dietas com diferentes níveis de cálcio

**Desempenho zootécnico e qualidade de ovos de galinha caipira Canela-preta,
submetidas a dietas com diferentes níveis de cálcio**

RESUMO: O trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o desempenho zootécnico e a qualidade de ovos de galinha caipira Canela-Preta, submetidas a dietas com diferentes níveis de cálcio, sob pastejo de capim batatais (*Paspalum notatum*). Foram utilizadas 120 aves, distribuídos em galpão experimental para postura e com acesso a área de pastagem. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema de arranjo fatorial de 4x3 (Ca X idade das aves), sendo os níveis de inclusão de cálcio nas dietas de 2,3%, 3,0%, 3,7% e 4,4%, com cinco repetições e seis aves por unidade experimental. Foram avaliados os parâmetros de desempenho zootécnico, qualidade dos ovos e ósseos. O nível de 2,3% de cálcio atende às exigências de desempenho de postura das galinhas Canela-Preta, correspondendo a fase de 28 a 36 semanas de vida das aves, em que este período representa a idade de melhor conversão alimentar, tanto para dúzia como para massa de ovos. Os níveis de cálcio da ração não interferem no comprimento, gravidade específica, espessura e resistência à quebra da casca, índice de forma e unidade Haugh do ovo, porém, o percentual da gema decresce até o nível 4,17% e o percentual da casca do ovo a partir de 3,03% de inclusão de cálcio nas dietas. Os parâmetros ósseos não são afetados até a inclusão de 4,4% de cálcio nas dietas de galinha Canela-Preta, no período de 28 a 32 semanas de vida.

Palavras-chave: ave nativa, sistema semi-intensivo, eficiência alimentar, unidade Haugh

**Zootechnical performance and egg quality of Canela-preta free-range hen, submitted to
diets with different levels of calcium**

ABSTRACT: The aim of this work was to evaluate the zootechnical performance and egg quality of Canela-Preta free-range hen, submitted to diets with different levels of calcium, under potato grass (*Paspalum notatum*) grazing. A total of 120 birds were used, distributed in an experimental laying shed with access to a pasture area. The experimental design used was completely randomized, in a factorial arrangement of 4x3 (Ca X age of birds), with levels of calcium inclusion in the diets of 2.2%, 3.0%, 3.7% and 4.4%, with five replications and six birds per experimental unit. The parameters of zootechnical performance, egg and bone quality were evaluated. The level of 2.3% calcium meets the laying performance requirements of Canela-Preta hens, corresponding to the 28 to 36 weeks of life of the birds, in which this period represents the age of best feed conversion, both for a dozen as for egg batter. The levels of calcium in the diet do not interfere with the length, specific gravity, thickness and resistance to breaking the shell, shape index and Haugh unit of the egg, however, the percentage of the yolk decreases to the level of 4.17% and the percentage of the egg shell egg from 3.03% inclusion of calcium in diets. Bone parameters are not affected until the inclusion of 4.4% of calcium in Canela-Preta chicken diets, in the period from 28 to 32 weeks of life.

Key words: native bird, semi-intensive system, feed efficiency, Haugh unit

1. INTRODUÇÃO

A criação de galinha caipira tem evoluído nos últimos anos, se constituindo em segmento relevante na produção de alimento de alto valor nutricional, não só para as famílias oriundas da agricultura familiar, como também para um grupo seletivo de consumidores que buscam produtos vistos como sendo mais saudáveis. Neste sentido, é imprescindível a adequação de técnicas que possibilitam a otimização da eficiência produtiva dessas aves (SOUSA JUNIOR, *et al.*, 2020).

A alimentação representa a maior fração do custo de produção e pequenas melhorias na utilização dos nutrientes das dietas podem resultar em significativa redução de custo (ALBUQUERQUE *et al.*, 2020). A suplementação mineral pode ser uma alternativa para melhorar o desempenho zootécnico destas aves, contribuindo com a taxa de postura, conversão alimentar, peso e a qualidade da casca dos ovos (VELLASCO *et al.*, 2016). Ressalte-se que as necessidades nutricionais das aves mudam de acordo com a idade, sexo, raça, estado nutricional e sanitário, fase produtiva e finalidade econômica (ROSTAGNO *et al.*, 2017).

Com a difusão das pesquisas e a consolidação dos manuais sobre as exigências nutricionais de poedeiras modernas, observa-se que estes animais são bastante sensíveis às variações dos níveis nutricionais da dieta, entretanto, pouco se conhece sobre as exigências de aves caipiras, já que são animais com grande variação genética, especialmente as aves nativas, como as galinhas caipira Canela-preta que não passaram por nenhum processo de melhoramento genético.

Para aves de postura, o cálcio é um dos minerais mais importantes na dieta, pois contribui no desempenho e na correta formação da casca dos ovos, além de ser utilizado em amplos processos metabólicos, participando da contração muscular, cardíaca e esquelética, permeabilidade de membranas, coagulação sanguínea, na formação óssea das aves em desenvolvimento, além de funcionar como ativador e estabilizador de enzimas (PINTO *et al.*, 2012; VELLASCO *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2022).

Na análise de qualidade dos ovos inclui um conjunto de características que motivam o grau de aceitabilidade do produto pelos consumidores, sendo determinada por diversos aspectos externos e internos, que do ponto de vista dos produtores, a qualidade do ovo está relacionada com o peso e aparência da casca, tais como sujeira, defeito, trincas entre outros, enquanto para os consumidores, na qualidade do ovo se observa o prazo de validade, a cor da gema e da casca (QUADROS *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Diante do pressuposto, objetivou-se com o presente estudo, avaliar a exigência de cálcio para galinha caipira Canela-preta, na fase de 28 a 36 semanas de idade, com foco no desempenho zootécnico e na qualidade dos ovos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi executado no Departamento de Zootecnia (DZO) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), no período de fevereiro a julho de 2022, após submetido e aprovado pela Comissão de Ética no Uso com Animais, da Universidade Federal do Piauí (CEUA/UFPI), sob N° 669/2021.

Foram utilizadas 120 fêmeas caipira nativa Canela-Preta com idade inicial de 20 semanas, adquiridas de produtor localizado na região de Teresina-PI. As aves foram alojadas em 20 boxes, cada um com dimensões de 2,75 x 0,90 m de um galpão experimental de 13,0 x 8,0 m em piso de concreto, com seis aves por box, com densidade de 0,41 aves/m² e com acesso a área de pastagem composta por 20 piquetes, medindo 1,0 x 9,0 cada, com densidade de 1,5aves/m², na qual foi implantada a grama batatais (*Paspalum notatum*), irrigada, onde os animais tinham acesso livre durante o dia, caracterizando assim o sistema semi-intensivo de criação das aves, de acordo com ABNT (2015).

Todos os boxes foram equipados com bebedouro automático pendular e comedouro tipo tubular para aves adultas com capacidade de 10 kg; ninhos construídos de madeira com dimensões de 30 cm de largura x 60 cm de comprimento x 30 cm de profundidade e forrado com palha de arroz para evitar trinca nos ovos, sendo o substrato trocado/renovado a cada 30 dias ou sempre que necessário.

As aves foram agrupadas e distribuídas nos boxes de acordo com seu peso corporal e abertura dos ossos pélvicos, sendo que para este último parâmetro foi utilizando os dedos como unidade de medida, realizado por um único avaliador que tinha a largura de 1, 2, 3, e 4 dedos igual a 15, 30, 51 e 63 mms, respectivamente. Para as pesagens, foi utilizada uma balança eletrônica digital, com capacidade de até 5 kg. Quando da primeira pesagem, as aves foram identificadas com anilha de pé, numeradas. Depois de agrupadas e distribuídas, as aves foram submetidas ao manejo de adaptação ao novo ambiente, e com uma dieta padrão que teve duração de quatorze dias.

Em relação ao programa de iluminação, foi adotado o programa de luz contínuo que consistia em fornecimento de fotoperíodo de 17 horas de luz, natural e artificial (16 às 22h), controlado por um relógio (timer) automático, seguindo as recomendações da ABNT (2016).

O manejo sanitário incluiu diariamente a lavagem de bebedouros, a avaliação visual dos animais com retirada de possíveis animais com problema ou mortos, procedimentos de limpeza e higienização das instalações, dos ninhos e o controle da qualidade de insumos e materiais, além do controle de ectoparasitas e endoparasitas (DOMINGUES; LANGONI, 2001; MAPA, 2012; ABNT, 2015). O programa de vacinação utilizado foi sugerido por Avila et al., (2017). Para melhor controle sanitário, foi disponibilizado na entrada do galpão uma caixa de madeira (equipamento para pedilúvio), com cal virgem, para a desinfecção dos calçados, seguindo as recomendações da ABNT (2015).

Para o manejo alimentar, foram formuladas rações, compostas principalmente por milho e farelo de soja, minerais e vitaminas para atender as exigências nutricionais das aves, exceto em cálcio. Os níveis nutricionais seguiram as recomendações do manual da EMBRAPA (2017), e atendendo os critérios da ABNT (2015). As rações foram suplementadas com calcário em substituição ao material inerte, resultando em rações isonutritivas contendo 2,3; 3,0; 3,7; e 4,4% de cálcio na dieta (Tabela 1).

Tabela 1. Ingredientes e composição percentual e calculada das dietas experimentais na matéria natural

Ingredientes (kg)	Níveis de Cálcio			
	2,3%	3,0%	3,7%	4,4%
Milho	61,492	61,492	61,492	61,492
Farelo de Soja	24,124	24,124	24,124	24,124
Óleo de Soja	1,004	1,004	1,004	1,004
Óleo de Buriti	0,400	0,400	0,400	0,400
Fosfato bicálcico	1,715	1,715	1,715	1,715
Premix – APP ¹	0,500	0,500	0,500	0,500
Calcário	4,636	6,459	8,282	10,105
Lis-HCl	0,039	0,039	0,039	0,039
Sal Comum	0,401	0,401	0,401	0,401
DL-Metionina	0,211	0,211	0,211	0,211
L-Valina	0,009	0,009	0,009	0,009
Inerte (Areia)	5,469	3,646	1,823	0,000
Total	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição Calculada (%)				
Ácido linoleico	2,075	2,075	2,075	2,075

Cálcio	2,300	3,000	3,700	4,400
Energ. Met. Aves (Mcal/kg)	2,750	2,750	2,750	2,750
Fósforo disponível	0,400	0,400	0,400	0,400
Lisina dig. Aves	0,760	0,760	0,760	0,760
Met.+cist. Dig. Aves	0,660	0,660	0,660	0,660
Arginina dig. Aves	0,959	0,959	0,959	0,959
Treonina dig. Aves	0,547	0,547	0,547	0,547
Triptofano dig. Aves	0,174	0,174	0,174	0,174
Valina dig. Aves	0,670	0,670	0,670	0,670
Proteína Bruta	15,950	15,950	15,950	15,950
Potássio	0,638	0,638	0,638	0,638
Sódio	0,170	0,170	0,170	0,170

¹ Fornece/kg de produto. Fe - 10,00g; Cu - 2.500mg; Co -60,00g; Colina - 100,00mg; Zn - 20,00mg; I - 208,00mg; Mn- 20,00g; Niacina - 5025mg; Metionina - 152g; Ácido fólico - 74mg; Biotina - 5mg; Se - 75,00mg; Vit. B12 - 2400mg; Vit. B6 - 250mg; Vit. A - 2.000,000ui; Vit. D3 - 625.000ui; Vit. E - 3.000ui; Vit. K - 395mg; Vit. B1 - 250mg; Vit. B2 - 1000mg; Pantotenato de cálcio - 1085mg.

As aves receberam ração e água à vontade, sendo a ração pesada no início e as sobras no final de cada período experimental, ou seja, a cada 28 dias para quantificar o consumo de ração por unidade experimental.

Durante todo período experimental, também, foram monitoradas as variáveis ambientais (Tabela 2), temperatura e umidade relativa do ar, com leituras realizadas duas vezes ao dia, às 9 e 15 horas, utilizando-se termômetros de máxima e de mínima, termômetros de bulbo seco e bulbo úmido, termômetro de globo negro, termohigrômetro digital, distribuídos no galpão, posicionados a altura das aves. Depois os dados foram convertidos em Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), de acordo com Buffington *et al.* (1981).

O experimento teve duração de cinco meses e foi subdividido em quatro fases, sendo a primeira com 30 dias de adaptação e quarentena das aves, e as outras três fases experimentais de 28 dias cada, representadas pelas idades de 28, 32 e 36 semanas de vida das aves, em que foram coletados e avaliados os seguintes parâmetros:

Consumo de ração (CR) - calculado a partir da quantidade de ração oferecida no período (cada 28 dias), menos as sobras existentes ao final de cada período, considerando a correção do consumo pela mortalidade (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016). O resultado foi dividido pelo número de aves de cada unidade experimental, para que o consumo seja expresso por gramas de ração por ave/dia.

Produção de ovos (ProdOvo) - os ovos foram recolhidos e registrados diariamente às 11 e 16 horas, armazenados em bandejas próprias, e de papelão. A produção média dos ovos foi calculada com base no número de aves alojadas por unidade experimental, corrigidas pelo número de aves chocas, e expressa percentualmente por produção de ovos por ave/dia.

Peso dos ovos (PO) - a cada 28 dias, todos os ovos dos três dias que antecedia e completava os 28 dias, foram pesados individualmente, utilizando-se uma balança digital com precisão de 0,01g. A média do peso dos ovos (g) foi calculada pela divisão do peso total dos ovos coletados pelo número de ovos coletados por unidade experimental.

Massa de Ovos (MO) – a massa total de ovos foi calculada pelo peso do ovo multiplicado pela produção de ovos/ave/dia dividido por 100, sendo expressa em gramas por ave por dia.

Conversão alimentar por dúzia de ovos (CA/DzO) e por massa de ovos (CAMO) - inicialmente, o consumo de ração foi corrigido pela mortalidade e, com base na relação entre consumo de ração e produção de dúzias de ovos, por unidade experimental a cada período de 28 dias, foi calculado a conversão alimentar corrigida (CAc)/ dúzia de ovos. Já a conversão alimentar por massa de ovos foi dada pela divisão do consumo de ração pela massa de ovos, conseqüentemente, resultou-se em CAc expressa em kg/Dz e kg/kg.

Índice de Forma dos ovos - inicialmente foi determinado o tamanho (mm) dos ovos, medidos com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01mm, resultando assim no índice de forma, que é calculado pela seguinte forma: Índice de Forma (%) = (diâmetro menor/diâmetro maior) x 100

Gravidade específica - para determinar a gravidade específica, foram utilizados todos os ovos íntegros, colhidos em três dias, a cada período de 28 dias. Os ovos foram imersos em nove soluções salinas (água + NaCl) com densidade variando de 1,060 a 1,100 g/cm³, com intervalos de 0,05 kg/l entre cada uma. A densidade de cada solução foi aferida com o auxílio de um densímetro (ARAUJO; ALBINO, 2011).

Cor da gema do ovo - a avaliação da cor de gema foi realizada pelo método de análise subjetivo com uso do leque colorimétrico da DSM[®], conforme descrito no guia de pigmentação de gema da DSM³, que consistiu em avaliar sempre sobre uma superfície plana, de vidro e não refletiva. Foi usada luz natural indireta, sem luz artificial forte, evitando o reflexo da superfície da gema do ovo. As lâminas do leque foram posicionadas imediatamente acima da gema e observadas na vertical, de cima para baixo, com os números das lâminas virados para baixo, posicionando a gema entre as pontas das lâminas. Um único observador

realizou a leitura da cor durante todo o experimento, observando sempre a lâmina do lado sem número e mostrando o número para um assistente, que registrou os dados em uma tabela. A avaliação da coloração das gemas foi feita nos dias zero (antes do início do fornecimento das rações experimentais), e a cada fim do período de 28 dias.

Peso dos componentes do ovo (PCOvo) - inicialmente, cada ovo inteiro e inteiro foi pesado individualmente, depois quebrado para separação da gema, albúmen e casca. Depois de separados a gema e o albúmen foram pesados individualmente, enquanto que as cascas foi lavada em água corrente para a remoção da membrana da casca e levada para a estufa à 65°C por 24 horas. Decorrido o período de 24 horas, as cascas foram pesadas individualmente. Assim, o peso de cada componente do ovo foi obtido pela subtração entre o peso do ovo e dos outros componentes de forma individual.

Espessura da casca do ovo - depois de seca em estufa, foi medido a espessura da casca dos ovos, utilizando-se um paquímetro digital com precisão de 0,01mm. As medidas foram realizadas nos dois polos (vegetativo e animal) e região equatorial do ovo. Com isso, a espessura da casca do ovo foi determinada pela média aritmética das três medidas e expressa em milímetro (mm).

Unidade Haugh - para determinar a unidade Haugh, após pesados, os ovos foram quebrados e seu conteúdo (albúmen + gema), colocados em uma superfície de vidro, plana e nivelada; para medir a altura do albúmen (mm). Utilizou-se um paquímetro digital com precisão de 0,01mm. De posse dos valores do peso e do valor de altura do albúmen indicado na leitura com o paquímetro, foi feito o cálculo da unidade Haugh, utilizando a fórmula descrita por Brant *et al.* (1951), adaptada por Barbosa Filho (2004).

$$\text{Equação: } UH = 100 \log (h + 7,57 - 1,7W^{0,37})$$

em que:

h – Altura do albúmen (mm)

W – Peso do ovo (g)

Porcentagem de matéria mineral e matéria orgânica nas cascas dos ovos - depois de secas e pesadas, as cascas dos ovos foram agrupadas por unidade experimental, e por períodos (a cada 28 dias), moídas em moinho de bola. Para a determinação da matéria seca e matéria mineral, utilizou-se a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

Resistencia óssea - ao final dos períodos experimentais (84 dias), uma ave de cada unidade experimental foi abatida por deslocamento cervical, e as tíbias esquerda removidas e descarnadas sem injúria de osso e cartilagem. Logo em seguida, foram identificadas para

avaliação do peso fresco, comprimento e largura, utilizando uma balança e um paquímetro digital, respectivamente. Em sequência, as tíbias foram embaladas e congeladas a -20°C . Para análise de resistência a quebra, utilizou-se um texturômetro (TexturePro CT®) seguindo o modelo do teste: compressão, alvo do teste = distância, valor de referência = 10, carga do Trigger = 10g, velocidade 3 mm/s, utilizando o dispositivo TA-TPB. Um programa computacional registrou a força (kg) necessária para a quebra total do osso.

Porcentagem de matéria seca, matéria mineral e densidade dos ossos - após análise de resistência óssea, os ossos da tíbia esquerda foram secos por 72 horas em estufa de ventilação forçada à 105°C , depois pesados novamente para obtenção do peso do osso seco e da matéria seca, conforme metodologia descrita por Kim *et al.* (2004).

Já para a análise de matéria mineral, os ossos utilizados para determinar a matéria seca foram moídos em moinho de bola, depois esse material foi calcinado na mufla a 600°C durante quatro horas. Após a queima, as cinzas foram pesadas e assim obteve-se a porcentagem de cinzas com base na matéria seca, seguindo as recomendações de Detmann *et al.* (2021). O índice de Seedor foi determinado para indicar a densidade óssea, dividindo-se o peso da cinza do osso (mg) por seu comprimento (mm) (SEEDOR, 1993).

Porcentagem de cálcio e fósforo nas cascas dos ovos e nos ossos - na análise de cálcio e fósforo das cascas dos ovos e dos ossos, utilizou-se o pó das cascas secas e moídas em moinho de bola e a farinha dos ossos *in natura*. Todas as amostras foram analisadas em duplicatas, por meio do aparelho de espectrômetro de pFRX que possui um tubo de raios-X (com anodo de prata), um detector de deriva de silício (SDD), voltagem máxima de 50 kV, corrente de 200 μA e potência de 2 W. O equipamento possui quatro filtros denominados: main, low, high e light, e cada um deles opera de forma sensível para um conjunto de elementos químicos. As amostras em estudo foram colocadas em um colimador de 32 mm com filme de polipropileno de 4 μm de espessura e depois, analisadas sob atmosfera por um tempo de 105 segundos, usando o modo sem o spot (área de irradiação de 7 a 50 mm^2).

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram submetidos a análises de variância e teste de comparação de médias, pelo PROC NLIN do SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9.1), (2009), e posterior análise de regressão. As médias da soma de escore das variáveis em cada tratamento foram comparadas pelo teste qui-quadrado de Friedman. Adotou-se o $\alpha = 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de temperaturas mínimas e máximas, umidade relativa do ar e índice de temperatura de globo e umidade durante o período experimental foram respectivamente 24,3 a 31,18°C, 61,29 a 99% e 80,09 e 81,32 (Tabela 2).

Tabela 2. Dados referentes as médias de temperatura, umidade relativa do ar (UR) e ITGU, registrados no interior do galpão durante período experimental

Período	Temperatura em °C			Umidade relativa do ar em %			ITGU
	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Média
Fev/mar	30,47	27,00	27,73	99,00	80,84	90,40	80,09
Mar/abr	31,02	25,92	28,25	98,32	69,23	87,48	81,11
Abr/maio	31,18	24,30	28,23	98,12	61,29	85,06	81,32
Média geral	30,89	25,74	28,07	98,48	70,45	87,64	80,84

Fonte: própria autora

Esses dados indicam que as aves foram expostas em ambiente fora da faixa de termoneutralidade, já que de acordo com Medeiros *et al.* (2005) e Abreu e Abreu (2011), a temperatura ambiente em torno de 20°C, umidade relativa do ar entre 60 a 70% e ITGU variando na faixa 69 a 77, são consideradas ideais para aves adultas e sadias expressarem o máximo potencial produtivo.

Com relação ao presente estudo, os dados obtidos das condições ambientais, demonstram valores de elevadas temperaturas, umidade relativa do ar e de ITGU, uma vez que no sistema de criação caipira as condições climáticas não são 100% controláveis e neste contexto, não é possível afirmar que a galinha caipira Canela-preta, quando submetidas a ambiente em condições de conforto térmico teriam melhores desempenho e qualidade de ovos.

Para as variáveis de desempenho (Tabela 3), não houve interação entre os níveis de cálcio nas rações e idade das aves ($P>0,05$). Assim, observou-se que os níveis de cálcio na ração não influenciaram ($P>0,05$), consumo de ração, produção percentual de ovos, peso do ovo (g), massa do ovo, conversão alimentar por dúzia de ovos e por massa de ovo, durante o período experimental, indicando que já no nível de 2,3% de cálcio atende às necessidades de

produção das galinhas Canela-Preta no período de postura, correspondendo a fase de 28 a 36 semanas de vida das aves.

Tabela 3. Desempenho produtivo de aves caipira Canela-preta, submetidas a dietas com diferentes níveis de Cálcio e em pastejo com capim batatais

Níveis de Cálcio (%)	Idade das aves			Médias	CV (%)
	28ª Semana	32ª Semana	36ª Semana		
Consumo de ração (g/kg)					
2,3	98,92	99,39	94,41	97,58	6,11
3,0	96,20	96,81	98,90	97,31	
3,7	93,49	101,74	102,68	99,30	
4,4	92,33	98,60	97,90	96,28	
Médias	95,24 ^b	99,14 ^a	98,47 ^a		
Valor P – Linear				0,7851	
Valor P – Quadrático				0,2982	
Produção de ovos (%)					
2,3	48,12	54,27	48,16	50,18	17,88
3,0	57,86	46,89	44,61	49,79	
3,7	47,36	46,62	36,17	43,38	
4,4	62,83	48,67	40,14	50,55	
Médias	54,04 ^a	49,11 ^a	42,27 ^b		
Valor P – Linear				0,5993	
Valor P – Quadrático				0,0593	
Peso do ovo (g)					
2,3	49,70	52,42	50,56	50,89	3,96
3,0	50,30	50,76	49,06	50,04	
3,7	49,54	51,69	50,27	50,50	
4,4	47,50	51,30	50,22	49,67	
Médias	49,26 ^b	51,54 ^a	50,03 ^b		
Valor P – Linear				0,1722	
Valor P – Quadrático				0,2668	
Massa de Ovos (g)					
2,3	23,96	28,31	24,30	25,52	19,34
3,0	29,11	23,87	21,75	24,91	
3,7	23,34	23,97	18,30	21,87	
4,4	29,82	24,99	20,13	24,98	
Médias	26,56 ^a	25,28 ^a	21,12 ^b		
Valor P – Linear				0,3974	
Valor P – Quadrático				0,1247	
Conversão alimentar/ Dúzia de ovos (kg/Dz)					
2,3	2,59	2,45	2,64	2,56	22,87
3,0	2,36	2,86	2,85	2,69	
3,7	2,56	2,73	3,51	2,93	
4,4	1,97	2,55	2,80	2,44	
Médias	2,37 ^b	2,65 ^a	2,95 ^a		
Valor P – Linear				0,8692	

Valor P – Quadrático					0,2425
Conversão alimentar/Massa de ovos (kg/kg)					
2,3	4,34	3,60	3,96	3,96	
3,0	3,45	4,60	4,72	4,26	26,73
3,7	4,23	4,23	6,21	4,89	
4,4	3,11	4,03	5,02	4,05	
Médias	3,78 ^b	4,12 ^b	4,98 ^a		
Valor P – Linear					0,5032
Valor P – Quadrático					0,1810

CV=coeficiente de variação

Média, seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste LSM.

Por outro lado, houve influência do período de coleta ($p < 0,05$) para todos os parâmetros avaliados. Desta forma, o maior consumo de ração foi obtido, tanto na 32^a como na 36^a semana, com valores semelhantes entre si e menores que na 28^a semana ($P < 0,05$).

Os resultados, em parte, estão em consonância com os achados de Dell’Isola e Baião (2001) e Vargas Junior *et al.* (2003), ao destacarem, respectivamente, que as aves regulam primariamente o consumo de acordo com as necessidades energéticas exigidas pelo organismo em geral, visto que as aves têm a capacidade de regular o consumo de cálcio de forma a atender às suas exigências e que as rações que apresentam níveis deficientes em cálcio para aves, apresenta a tendencia do aumento no consumo. Essa pode ser a justificativa para o fato da não alteração no consumo de ração das galinhas em função dos níveis de cálcio, uma vez que as dietas experimentais eram isoenergéticas e que o nível de 2,3% de cálcio nas rações atendeu às necessidades das aves. Durante este experimento o consumo médio de ração g/ave/dia em valor absoluto foi em média 97,61g.

Com relação à melhor conversão alimentar ($P < 0,05$), foi observada na 28^a e 32^a semana de vida das aves, tanto em relação a dúzia de ovos como por massa de ovos. Outra variável que teve maior valor foi o peso do ovo de 51,54g que se destacou na 32^a semana em relação aos outros períodos.

Em relação a produção percentual de ovos (Tabela 3), observa-se menor valor na 36^a semana de idade ($P < 0,05$) em relação à 28^a e a 32^a, que foram semelhantes entre si ($P > 0,05$), com respectivos teores de 13,9 e 21,8% idade das aves. O resultado da redução no percentual de postura, está em conformidade com os achados de Lemos *et al.* (2014), ao constatarem que com o avançar da idade das aves poedeiras, cresce o intervalo entre suas ovulações, causando a redução da taxa de postura acompanhada pelo aumento no tamanho do ovo, uma vez que a mesma quantidade de gema proveniente de síntese hepática é depositada em menor número de folículos.

Essa redução em valores absolutos no percentual de produção de ovos, pode significar que as galinhas caipiras Canela-Preta apresentaram seu pico de produção as 32 semanas de idade, semelhantes as aves melhoradas, como a EMBRAPA 051 (ALVES *et al.*, 2021).

O peso do ovo não foi afetado ($P>0,05$) pelo nível de cálcio na dieta, porém apresentou pico no valor do peso (51,54 g) na 32ª semana. Ressalte-se que fatores como genética, nutrição, idade da ave e período de postura podem influenciar peso do ovo (GALEANO-VASCO *et al.*, 2018). Almeida *et al.* (2019) verificaram peso médio de ovos de fêmeas das raças nativas, Peloco, Barbuda e Caneluda de aproximadamente 52, 56 g e 64 g, respectivamente. Esses autores inferem que o maior peso de ovos observados nas galinhas da raça Caneluda possa ser justificado pelo maior porte desses animais, comparado aos das outras raças avaliadas.

A portaria da Secretaria de Defesa Agropecuária n.º 634/2022, conforme o critério de peso (g), os ovos são classificados em seis tipos: 1) jumbo – com peso a partir de 66 g; 2) extra - com peso entre 60 e 65,99g; 3) grande - com peso entre 55 e 59,99g; 4) médio - com peso entre 50 e 54,99g; 5) pequeno - com peso entre 45 e 49,99g; e 6) super pequeno – com peso inferior a 45g (BRASIL, 2022). Partindo da classificação dos ovos acima citados e considerando os valores obtidos (Tabela 3), os ovos de galinha caipira Canela-preta, com idade de 28 semanas se enquadra na classificação pequena, enquanto para as idades de 32 e 36 semanas, os ovos se apresentam como tipo médio na classificação. É importante destacar que essas aves não passaram por nenhum processo de seleção artificial para essa característica e mesmo assim apresentam-se com peso de ovos no padrão comercial.

As idades das aves influenciaram ($P<0,05$) na conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos. Os resultados encontrados neste estudo evidenciam que o nível de cálcio de 2,3% foi suficiente para atender a demanda desse mineral para essas aves na faixa de idade entre a 28ª e 36ª semanas. Esta constatação é relevante, visto que a redução no nível de cálcio contribui para a redução do custo da ração, mesmo o cálcio não sendo um dos nutrientes mais onerosos.

Não houve interação entre os parâmetros de qualidade do ovo avaliados (Tabela 4) e os períodos de coleta ($P>0,05$). Os níveis de cálcio da ração não influenciaram ($P>0,05$) o comprimento do ovo (mm), gravidade específica (g/cm^3), percentual do albúmen, espessura da casca (mm), índice de forma (%) e unidade Haugh.

Tabela 4. Qualidade de ovos de galinha caipira Canela-preta, com idades de 28 a 36 semanas, alimentada com diferentes níveis de cálcio na dieta

Níveis de Cálcio (%)	Idade das aves em semanas			Médias	CV (%)
	28ª Semana	32ª Semana	36ª Semana		
Comprimento do ovo (mm)					
2,3	53,89	54,18	50,50	54,19	1,49
3,0	54,32	54,22	53,77	54,10	
3,7	53,28	53,13	54,48	53,63	
4,4	53,32	53,83	54,27	53,81	
Médias	53,70 ^b	53,84 ^{ab}	54,26 ^a		
Valor P – Linear				0,0890	
Valor P – Quadrático				0,2713	
Largura do ovo (mm)					
2,3	40,57	40,53	40,59	40,56	1,60
3,0	40,56	40,03	40,59	40,40	
3,7	40,16	40,23	40,44	40,28	
4,4	39,73	40,34	40,01	40,03	
Média	40,26	40,28 ^a	40,41 ^a		
Valor P – Linear				0,0271	
Valor P – Quadrático				0,8123	
Índice de forma (%)					
2,3	75,30	74,89	74,52	74,90	1,78
3,0	74,92	73,90	75,56	74,79	
3,7	75,38	75,86	74,28	75,18	
4,4	74,59	75,00	73,86	74,48	
Média	75,05 ^a	74,92 ^a	74,56 ^a		
Valor P – Linear				0,5712	
Valor P – Quadrático				0,3130	
Cor da gema					
2,3	7,18	6,67	6,81	6,89	13,25
3,0	6,30	5,59	5,98	5,96	
3,7	5,93	6,49	6,96	6,46	
4,4	6,59	6,83	7,11	6,84	
Médias	6,50 ^a	6,39 ^a	6,72 ^a		
Valor P – Linear				0,7184	
Valor P – Quadrático				0,0120	
Gema (%)					
2,3	32,91	32,81	32,62	32,78	4,10
3,0	31,96	33,78	33,18	32,97	
3,7	31,40	30,25	31,48	31,05	
4,4	32,52	32,64	30,78	31,98	
Médias	32,20 ^a	32,37 ^a	32,02 ^a		
Valor P – Linear				0,0076	
Valor P – Quadrático				0,0026	
Albúmen%					
2,3	60,31	59,42	60,05	59,93	3,81
3,0	60,53	59,77	58,59	59,63	

3,7	61,06	62,35	59,06	60,82	
4,4	60,87	61,31	57,73	59,97	
Médias	60,69 ^a	60,72 ^a	58,86 ^b		
Valor P – Linear				0,6201	
Valor P – Quadrático				0,1891	
Unidade Haugh					
2,3	91,96	93,13	90,88	91,99	
3,0	91,93	92,87	90,78	91,86	3,71
3,7	93,01	95,25	90,56	92,94	
4,4	92,82	93,21	91,60	92,54	
Média	92,43 ^a	93,62 ^a	90,95 ^b		
Valor P – Linear				0,4944	
Valor P – Quadrático				0,5027	
Casca%					
2,3	9,52	8,74	9,18	9,15	
3,0	9,32	8,60	9,72	9,22	5,85
3,7	9,88	9,32	9,65	9,62	
4,4	9,21	8,82	8,72	8,92	
Médias	9,48 ^a	8,80 ^b	9,32 ^a		
Valor P – Linear				0,6593	
Valor P – Quadrático				0,0285	
Espessura da Casca (mm)					
2,3	0,45	0,46	0,39	0,43	
3,0	0,46	0,43	0,42	0,44	7,76
3,7	0,48	0,50	0,39	0,46	
4,4	0,45	0,48	0,38	0,44	
Média	0,46 ^a	0,47 ^a	0,40 ^b		
Valor P – Linear				0,3983	
Valor P – Quadrático				0,1350	
Gravidade específica (g/cm ³)					
2,3	1,093	1,092	1,084	1,090	
3,0	1,092	1,091	1,088	1,090	0,34
3,7	1,095	1,096	1,088	1,093	
4,4	1,093	1,093	1,084	1,090	
Médias	1,093 ^a	1,093 ^a	1,086 ^b		
Valor P – Linear				0,4329	
Valor P – Quadrático				0,0880	

CV=Coefficiente de variação.

Média, seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste LSM.

A largura do ovo (LO) reduziu ($P < 0,05$) com o incremento do cálcio (x) nas rações de acordo com a equação: $LO = -0,2443x + 41,136$ ($R^2 = 0,9768$), enquanto a cor da gema (CG), o valor percentual da gema (GP) e da casca (CP) apresentaram efeito quadrático segundo as respectivas equações: $CG = 0,6684x^2 - 4,4281x + 13,461$ ($R^2 = 0,7837$; ponto de mínimo = 3,31%); $GP = 0,3776x^2 - 3,1467x + 38,268$ ($R^2 = 0,4652$; ponto de mínimo = 4,17%); $CP = -0,3929x^2 + 2,5907x + 5,1981$ ($R^2 = 0,5985$; ponto de máximo = 3,30%).

Verificou-se que os períodos de coleta não interferiram na largura do ovo, cor e no percentual de gema e no índice forma ($P>0,05$), enquanto para o comprimento, o maior valor (54,26 mm) foi obtido na 36ª semana, cujo valor foi semelhante aos da 32ª semana ($P>0,05$). Para gravidade específica do ovo, o percentual do albúmen, espessura da casca e unidade Haugh, os períodos de 28ª e 32ª semana apresentaram valores semelhantes entre si ($P>0,05$) e superiores aos 36ª semana ($P<0,05$). Já para o percentual da casca do ovo, a 28ª e 36ª apresentaram valores semelhantes entre si ($P>0,05$) e superiores ao da 32ª semana.

Os resultados quanto ao comprimento e a largura do ovo, neste estudo, variaram nos diferentes níveis de cálcio da ração, respectivamente, entre 53,63 e 54,19 mm e 40,03 e 40,56 mm, e são próximos aos encontrados por Almeida *et al.* (2019), em aves nativas, os quais reportam comprimento e largura de ovos das galinhas das raças Caneluda de 58,13 e 44,29 mm, Barbuda de 56,01 e 42,44 mm e Peloco de 54,08 e 41,19 mm. No presente estudo, a largura do ovo decresceu com o incremento de cálcio nas rações.

No presente estudo, os ovos de galinha caipira Canela-preta apresentaram o índice médio de forma de 74,8% (Tabela 4). Resultados semelhantes foram observados por Almeida *et al.* (2019), ao avaliarem as características dos ovos de galinhas nativas das raças Peloco, Barbuda e Caneluda e uma linhagem comercial de postura. Assim, é possível afirmar que estes ovos se adequam na forma normal e que não apresentam problema na acomodação nas embalagens comerciais o que leva a um menor riscos de perdas no transporte.

A pigmentação da gema dos ovos decresceu até o nível de 3,31% de cálcio das rações e a partir deste valor passou a crescer, enquanto a idade das aves não teve influência na cor da gema, cujos valores oscilaram entre 5,96 e 6,89, numa escala de variação que vai de 1 - 15 do leque colorimétrico DSM®. Em relação a idade das aves, estes resultados não eram esperados, devido à forragem disponível, conseqüentemente maior ingestão de carotenoides para as aves no período de 28 a 32 semanas.

Rizzi e Morangon (2012) enfatizam que ovos produzidos por aves em sistemas alternativos podem apresentar gemas mais pigmentadas (7 a 10), pois essas aves são criadas com acesso à forragem verdes ricas em carotenoides. É importante destacar que a cor da gema do ovo é um quesito bastante apreciados pelos consumidores, que preferem ovos com cor da gema acima de oito, ou seja, amarelo-alaranjado, na escala de cores do leque colorimétrico da DSM (FASSANI *et al.*, 2019).

Para o percentual de albúmen a idade das aves interferiu ($P>0,05$), havendo redução na 36ª de vida das aves. Com relação ao valor percentual da gema, verificou-se redução até o

nível 4,17% de cálcio nas rações, enquanto para o percentual de casca houve aumento até o nível de 3,30%.

Os resultados obtidos estão de acordo com os descritos por Santos *et al.* (2009), ao enfatizarem que o percentual dos valores dos componentes do ovo são reflexos do peso do próprio ovo, e que aproximadamente 65% do peso é constituído pelo albúmen, 25% pela gema e 10% pela casca. No entanto, relatos na literatura destacam que com o avanço da idade de poedeira, além do peso do ovo a porcentagem de gema aumentam, enquanto as porcentagens de albúmen e de casca diminuem, e isso ocorre devido a menor capacidade de absorção intestinal e mobilização do cálcio (CARVALHO *et al.*, 2007; GARCIA *et al.*, 2010). Entretanto, esse efeito não foi tão evidente neste estudo.

Para Moula *et al.* (2010), avaliando as características de qualidade de ovos de duas raças locais (Famennoise e Arnennaise) com duas raças comerciais (Isa Brawn e CoqArd), na Bélgica, constataram que os ovos das aves das raças locais apresentaram menor percentual de albúmen (54 a 57%), gema (33 a 30%) e casca (11,3 a 12,6%) quando comparados as linhagens comerciais que foram, albúmen (61 a 67%), gema (26 a 28%) e casca (11 a 12%). Esses autores destacam ainda, o peso dos ovos das aves locais de 50 a 56 g e das raças comerciais de 61 a 67 g, e que a maior proporção de gema nos ovos das raças locais pode significar maior teor de ácidos graxos essenciais. Os valores obtidos para albúmen, gema e casca, são próximos aos encontrados pelos autores supracitados, tanto para as raças locais como para as comerciais.

A espessura da casca de ovos de galinha caipira Canela-preta não foi influenciada pelos níveis de cálcio na dieta, entretanto, a idade das aves interferiu, sendo observado decréscimo de 0,47 para 0,40 mm na espessura de casca dos ovos das aves com idade de 32 a 36 semanas. Neste sentido, Oliveira e Oliveira (2013) destacam que a espessura de casca de ovos de galinha está relacionada com a genética, a idade e peso da poedeira, assim como ao tamanho do ovo, e que quanto maior a espessura, mais resistente a casca.

Almeida *et al.* (2019), relatam espessura média de casca entre 0,35 a 0,38 mm em ovos de aves de raças nativa, provenientes do Núcleo de Conservação de Aves Nativas da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Para Velasco *et al.* (2016), o aumento da disponibilidade de cálcio na dieta se reflete quase que exclusivamente na qualidade externa do ovo, ou seja, na qualidade de casca, fato observado no presente estudo, em que houve incremento da casca do ovo até o nível 3,30% de cálcio nas rações.

Em relação a gravidade específica, Oliveira e Oliveira (2013) consideram densidades entre 1,080 e 1,084 g/cm³ como normais e, acima desses valores, são considerados ovos com casca de excelente qualidade e por outro lado, de péssima qualidade, quando apresentam valores inferiores à faixa supracitada. Diante do exposto e de acordo com os valores de gravidade específica para os ovos de galinha caipira Canela preta nas idades de 28 a 36 semanas (Tabela 4), variando entre 1,090 e 1,093, os ovos se caracterizam como de excelente qualidade de casca.

Os valores de gravidade específica reduziram ($P < 0,05$) com o avanço da idade da ave, especificamente na 36^a semana, estando de acordo com Araújo e Albino (2011), ao relatarem que existe importante relação do aumento do peso do ovo em poedeiras com a idade e conseqüentemente, redução da gravidade específica. Os autores ressaltam que isso ocorre porque durante todo o ciclo de postura a quantidade de cálcio na casca se mantém constante, e com o aumento no tamanho dos ovos há menor quantidade de cálcio por unidade de superfície durante a formação da casca, fazendo com que fique mais fina, conseqüentemente diminui sua gravidade específica.

A unidade Haugh (HU) não foi afetada ($p > 0,05$) pelos níveis de cálcio na dieta, porém os valores foram maiores para aves de 28 e 32 semanas de idade. Assim, os resultados estão em consonância com os encontrados por Figueiredo *et al.* (2011), que relataram maior unidade Haugh obtida em ovos de poedeiras comercial mais jovens em comparação com os ovos de poedeiras mais velhas. De modo geral, esse parâmetro é, mundialmente, utilizado para determinar a qualidade interna do ovo, e quanto maior o valor de UH, melhor será a qualidade dos ovos, que são classificados em qualidade baixa, média, alta e excelente, representados, respectivamente, pelos valores entre 0 a 29, 30 a 59, 60 a 71, e 72 a 100 (USDA 2000; OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2013).

Diante dos resultados da unidade Haugh (Tabela 4) e considerando a classificação dos ovos em relação aos valores de UH, é possível afirmar que os ovos de galinha caipira Canela-Preta com idades entre de 28 a 36 semanas, apresentam-se de excelente qualidade, com valor médio acima de 92%.

Os resultados de resistência a quebra, matéria mineral, matéria orgânica, cálcio e fósforo da casca de ovos de galinha caipira Canela-preta submetidas a dieta com diferentes níveis de cálcio, nas idades entre 28 e 36 semanas são mostrados na Tabela 5.

Tabela 5. Médias de resistência à quebra da casca (RQC), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), Cálcio (Ca) e fósforo (P), de ovos de galinha caipira Canela-preta, com 28 a 36 semanas de idade e suplementada com diferentes níveis de cálcio na dieta

Níveis de Cálcio (%)	Idade das aves em semanas			Médias	CV (%)
	28 Semanas	32 Semanas	36 Semanas		
Resistência à quebra da Casca (kg/f)					
2,3	3,63	4,43	3,56	3,78	22,99
3,0	3,68	3,22	4,03	3,64	
3,7	4,08	3,83	4,15	4,02	
4,4	3,28	3,95	3,70	3,64	
Médias	3,67 ^a	3,86 ^a	3,66 ^a		
Valor P – Linear				0,7727	
Valor P – Quadrático				0,1962	
Matéria Mineral (%)					
2,3	53,72	53,92	53,51	53,72	0,55
3,0	53,99	53,36	53,08	53,48	
3,7	53,42	53,79	53,78	53,66	
4,4	53,83	53,44	53,88	53,72	
Médias	53,74 ^a	53,63 ^a	53,56 ^a		
Valor P – Linear				0,6046	
Valor P – Quadrático				0,1231	
Cálcio (%)					
2,3	37,00	36,85	37,46	37,10	2,35
3,0	37,11	37,78	37,65	37,51	
3,7	37,52	37,62	37,76	37,63	
4,4	38,32	37,29	38,06	37,89	
Médias	37,48 ^a	37,39 ^a	37,74 ^a		
Valor P – Linear				0,0240	
Valor P – Quadrático				0,6795	
Fósforo (%)					
2,3	0,210	0,256	0,234	0,233	19,10
3,0	0,214	0,242	0,186	0,214	
3,7	0,200	0,244	0,202	0,215	
4,4	0,232	0,214	0,210	0,218	
Médias	0,214 ^{ab}	0,239 ^a	0,208 ^b		
Valor P – Linear				0,3864	
Valor P – Quadrático				0,7034	

Média, seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste LSM.

Verificou-se que não houve interação entre níveis de cálcio das rações e idade das aves ($P > 0,05$). Assim, observou-se que os níveis de cálcio influenciaram o percentual de cálcio na casca ($P < 0,05$), segundo a equação: $CC = 0,3557x + 36,341$ ($R^2 = 0,9542$), enquanto os demais parâmetros não foram afetados ($P > 0,05$). Com relação à idade, também, observou-se que houve interferência entre os parâmetros avaliados, apenas o teor de fósforo na casca,

sendo os maiores valores encontrados na 28^a e 32^a semanas, que não diferiram entre si ($P>0,05$).

Para o teor de cálcio encontrado na casca dos ovos, independentemente dos níveis de cálcio das rações e a idade das aves, teve variação entre 36,8 e 38,32%, enquanto para o fósforo foi entre 0,186 e 0,256% (Tabela 5). O teor de cálcio encontrado foi semelhante ao verificado em estudos de Milbradt *et al.* (2015), com valor médio de 37,0%, tanto em ovos de aves de granja como colonial.

Ressalte-se que no processo de produção do ovo ocorre grande perda de cálcio, visto que a casca do ovo representa de 9 a 10% do peso do ovo, sendo a casca constituída por 90% dos minerais, dos quais 93% são de carbonato de cálcio, 1% de carbonato de magnésio e 1% de fosfato de cálcio, 5% de matéria orgânica proteínas, pigmentos e outros. O cálcio está presente em maior quantidade, chegando atingir a proporção de 40% do produto em pó (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2013; OLIVEIRA *et al.*, 2014).

Para os parâmetros ósseos da galinha Canela-Preta (Tabela 6) observados ao final do experimento com 36 semanas de idade, não houve interação entre níveis de cálcio e idade das aves de postura ($P>0,05$).

Tabela 6. Parâmetros ósseos de galinha caipira Canela-Preta com 36 semanas de idade, alimentadas com diferentes níveis de cálcio na dieta

Variáveis	Níveis de Cálcio (%)				Prob. ANOVA	Regressão	Prob. regressão	CV (%)
	2,3	3,0	3,7	4,4				
POF (g)	14,79	16,88	15,22	15,15	0,4947	ns	0,5839	14,87
POS (g)	9,30	10,42	9,39	10,04	0,4969	ns	0,8450	13,96
CO (mm)	118,90	124,50	122,30	122,09	0,6006	ns	0,5158	5,29
DO (mm)	7,31	7,48	7,07	7,31	0,7617	ns	0,9327	8,26
RQO (kgf)	32,44	30,88	30,64	31,97	0,9654	ns	0,8698	20,61
MM (%)	49,20	47,66	49,72	50,83	0,5386	ns	0,4140	6,89
ISEED (mg/mm)	38,43	38,26	38,14	41,98	0,6221	ns	0,4316	13,60
Ca (%)	16,29	16,27	17,17	17,74	0,5630	ns	0,3680	10,74
P (%)	5,26	5,35	5,61	5,93	0,6629	ns	0,4726	1610

POF=Peso do osso fresco; POS=peso do osso seco; CO=comprimento do osso; DO=diâmetro do osso; RQO=resistência a quebra do osso; MM=matéria mineral; ISEED=índice de Seedor; Ca=Cálcio; P=fósforo; ns= não significativa; CV=coeficiente de variação.

Neste sentido, também, não houve efeito ($P>0,05$) para o peso do osso fresco (POF), peso do osso seco (POS), comprimento do osso (CO), diâmetro do osso (DO), resistência a

quebra do osso (RQO), matéria mineral (MM), índice de Seedor (ISSED), cálcio (Ca), fósforo (P) do osso da tíbia de galinha caipira Canela-preta, com 36 semanas de idade alimentadas com diferentes níveis de cálcio na dieta (Tabela 6).

No presente estudo, foram encontrados valores médios do peso do osso seco (9,78g), percentual de matéria mineral (49,36%) e índice de Seedor (39,20mg/mm), independente dos níveis de cálcio na dieta (tabela 6). No entanto, Oliveira *et al.*, 2014 e Almeida *et al.*, 2009, em estudos sobre características ósseas de frango de corte, relatam decréscimo no peso do osso, no percentual de matéria mineral e no índice de Seedor, com a redução dos níveis de cálcio na dieta das aves.

Os resultados encontrados para o percentual médio de cálcio e fósforo nos ossos da tíbia in natura foram de 32,97% e 13,17%, respectivamente, perfazendo um total de 47% para estes dois minerais juntos. De acordo com Olgum e Aygum (2016), em trabalho com aves de linhagens comercial, a rigidez do tecido ósseo é resultante da deposição do cálcio e do fósforo, sendo esses dois minerais responsáveis por 70% da composição óssea, quando se avalia as cinzas.

Em análise geral, verifica-se que a densidade óssea das aves seguiu o comportamento da produção de ovos que foi de 50,18%; 49,79%; 43,38% e 50,55% em relação aos níveis de cálcio de 2,3%; 3,0%; 3,7% e 4,4%, respectivamente. Resultados de pesquisas têm demonstrado a relação do aumento no teor de matéria mineral, do cálcio e do fósforo com a maior resistência a quebra do osso e que as deficiências nutricionais podem causar queda na produção e qualidade dos ovos, e aumento na mobilização de cálcio ósseo (OLGUN; AYGUN, 2016; SHIM *et al.* 2012). No presente estudo, a primeira situação foi observada, no entanto com algumas instabilidades principalmente em relação ao fósforo, entretanto não foi observado mobilização de cálcio ósseo em nenhum momento.

CONCLUSÃO

O nível de 2,3% de cálcio atende às exigências de desempenho de postura das galinhas Canela-Preta, correspondendo a fase de 28 a 36 semanas de vida das aves, em que este período representa a idade de melhor conversão alimentar para dúzia de ovos.

Os níveis de cálcio da ração não interferem no comprimento, gravidade específica espessura e resistência à quebra da casca, índice de forma e unidade Haugh do ovo, porém, o percentual da gema decresce até o nível 4,17% e o da casca do ovo a partir de 3,03% de inclusão de cálcio nas dietas.

Os parâmetros ósseos não são afetados até a inclusão de 4,4% de cálcio nas dietas de galinha Canela-Preta, no período de 28 a 32 semanas de vida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1-14, 2011.

ALBUQUERQUE, M.F.; GARCIA, A.M.L.; SILVA, I.H.L. Produção, custo e bem estar de galinha caipira da linhagem Embrapa 051 na agricultura familiar. **Agricultura Familiar: Pesquisa, Formação e Desenvolvimento**. v. 14, n. 2, p. 121-139. 2020.

ALMEIDA PAZ, I.C.L; MENDES, A.A; BALOG, A.; KOMIYAMA, C.M.; TAKAHASHI, S.E.; GARCÍA, E.A.; VULCANO, L.C.; BALLARIN, A.W.; SILVA, M.C.; CARDOSO, K.F.G. Efeito do cálcio na qualidade óssea e de ovos de poedeiras. **Revista Archivos de Zootecnia**. n.58, p.173-183. 2009.

ALMEIDA, E.C.J.1.; CARNEIRO, P.L.S.; NUNES, L.A.; PEREIRA, A.H.R.; FARIAS FILHO, R.V.; MALHADO, C.H.M.; BITTENCOURT, T.C.B.S.C. Características físicas de ovos de galinhas nativas comparadas a linhagem de postura. **Archivos de Zootecnia** v. 68, n. 261, p. 85. 2019.

ARAÚJO, W. A. G.; ALBINO, L. F. T. **Comercial Incubation**. Transworld Research Network, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 16389**: Normatiza a criação brasileira de frango caipira. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 9 p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 16437**: Informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro: ABNT. 2016. 9 p

AVILA, V.S.; FIGUEIREDO, E.A.; KRABBE, E.L.; DUARTE, S.C.; SAATKAMP, M.G. Poedeira Embrapa 051 - **Guia de manejo das poedeiras coloniais de ovos castanhos**. 1ª edição, versão eletrônica, EMBRAPA, 10 p. 2017.

BARBOSA FILHO, J. A. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens**. Dissertação Mestrado - ESALQ/USP, Piracicaba, 123p. 2004.

BRANT, A.W.; OTTE, A.W.; NORRIS, K.H. Recommend standards for scoring and measuring opened egg quality. **Food Technology**. v.5, p.356-361, 1951.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Novas especificações para a classificação e fiscalização do ovo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 1965.7470p. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1950-1969/D56585.htm>. Acesso em: 23 de Ago. 2022.

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.F.; PITT, D.; THATCHER, W.W.; COLLIER, R.J. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **American Society of Agricultural Engineers**, v.24, n.3, p.711-714, 1981.

CARVALHO, F. B.; STRINGHINI, J. H.; FILHO, R. M. J.; LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B.; DEUS, H. A. S. B. de. Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 1, p. 25-29, 2007.

DELL'ISOLA, A.T.P.; BAIÃO, N.C. Cálcio e fósforo para galinhas poedeiras - Avicultura. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, n.34, p.65-92, 2001.

DETMANN, E.; SILVA, L.F.C.; ROCHA, G.C.; PALMA, M.N.N.; RODRIGUES, J.P.P. Métodos para análise de alimentos. Visconde do Rio Branco-MG. 2 ed. 2021. 350p.

DOMINGUES, P.F. LANGONI, H. **Manejo Sanitário Animal**. Rio de Janeiro: EPUB, 2001. 210p.

FASSANI, E.J.; ABREU, M.T.; SILVEIRA, M.M.B.M. Coloração de gema de ovo de poedeiras comerciais recebendo pigmentante comercial na ração. **Ciência Animal Brasileira**, v.20, 1-10, e-50231, 2019.

FIGUEIREDO, T. C.; CANCADO, S.V.; VIEGAS, R.P.; REGO, I.O.P.; LARA, L.J.C.; SOUZA, M.R.; BAIÃO, N.C. Qualidade de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 3, p. 712-720, 2011.

GALEANO-VASCO, L, GALVAN, I.M, ALER, R.; CERÓN-MUÑOZ, M.F. 'Forecasting egg production curve with neuralnetworks'. **Archivos de Zootecnia**, v. 67, n. 257, p. 81-86. 2018.

GARCIA, E. R. M.; ORLANDI, C. C. B.; OLIVEIRA, C. A. L.; CRUZ, F. K.; SANTOS, T. M. B.; OTUTUMI, L. K. Qualidade de ovos de poedeiras semipesadas armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção animal**, v. 11, n.2, p. 505-518. 2010.

KIM, W.K.; DONALSON, L.M.; HERRER, P.; Woodward, C.L.; Kubena, L.F.; NISBET, D.J.; RICHE, S.C. Effects of Different Bone Preparation Methods (Fresh, Dry, and Fat-Free Dry) on Bone Parameters and the Correlations Between Bone Breaking Strength and the Other Bone Parameters. **Poultry Science**. V. 83, p. 1663-1666, 2004.

LEMO, M.J.; CALIXTO, F.L.; REIS, T.; REGO, R. S. Qualidade de ovos de poedeiras semipesadas de diferentes idades armazenados em diferentes temperaturas. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias**, v. 12, n. 2, p. 133-140, 2014.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. BRASIL. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal/ divisão de operações industriais. Ofício Circular DOI/DIPOA n° 02/2012 de 01/02/2012. **Registro do Produto “Frango Caipira ou Frango Colonial” ou “Frango Tipo ou Estilo Caipira” ou “Tipo ou Estilo Colonial”**. Brasília, DF, 2012. Disponível em: < >. Acesso em:24 de janeiro de 2023.

MEDEIROS, C.M.; BAÊTA, F.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; TINÔCO, I.F.F.; ALBINO, L.F.T.; CECON, P.R. Índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.660-665, 2005.

MILBRADT, B.G.; MULLER, A.L.H.; SILVA, J.S.; LUNARDI, J.R.; MILANI, L.I.G.; FLORES, E.M.M.; CALLEGARO, M. G.K.; EMANUELLI, T. Casca de ovo como fonte de cálcio para humanos: composição mineral e análise microbiológica. **Ciências rural**, v.45, n.3, p. 560-566. 2015.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA) 1991, **Padrão de identidade e qualidade para ovo integral**: Resolução N° 005 de 05 de julho de 1991, acesso em 10 de janeiro de 2023, <<http://www.iberpharm.com.br/arquivos/RES05-05-07-1991.pdf>>.

MOULA, N, ANTOINE-MOUSSIAUX, N, DECUYPERE, E, FARNIR, F, MERTENS, K, BAERDEMAEKER, J. LEROY, P. Comparative study of egg quality traits in two Belgian local breeds and two commercial lines of chickens. **Archiv Fur Geflugelkunde**, v. 74, n. 3, p. 164-171. 2010.

OLGUN, O.; AYGUN, A. Nutritional factors affecting the breaking strength of bone in laying hens. **World's Poultry Science Journal**, v. 72, n. 4, p. 821- 832, 2016.

OLIVEIRA, B. L.; OLIVEIRA, D. D. **Qualidade e tecnologia de ovos**. Lavras: UFLA, 2013. 223 p.

OLIVEIRA, D. L.; NASCIMENTO, J. W. B.; CAMERINI, N. L.; SILVA, R. C.; FURTADO, D. A.; ARAUJO, T. G. P. Desempenho e qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.11, p.1186–1191, 2014.

OLIVEIRA, H.F.; CARVALHO, D.P.; ISMARI, M.G.; RESENDE, P.M.; CAMARGO, S.M.P.; SOUTO, C.N.; OLIVEIRA, S.B. Fatores intrínsecos a poedeiras comerciais que afetam a qualidade físico-química dos ovos. **Revista PUBVET**, v.14, n.3, p.1-11, 2020.

OLIVEIRA, H.F.; CARVALHO, D.P.; ISMARI, M.G.; RESENDE, P.M.; CAMARGO, S.M.P.; SOUTO, C.N.; OLIVEIRA, S.B. Fatores intrínsecos a poedeiras comerciais que afetam a qualidade físico-química dos ovos. **Revista PUBVET**, v.14, n.3, p.1-11, 2020.

PINTO, S.; BARROS, C. S.; SLOMP, M. N.; LÁZZARO, R.; COSTA, L. F.; BRUNO, L. D. G. Cálcio e fósforo na dieta de galinhas de postura: uma revisão. **Scientia Agraria Paranaensis**. Volume 11, número 1. p 5-18. 2012.

QUADROS, D.G; JESUS, T.R; KANEMATSU, C.H; SÁ, A.M; SILVA, G.A.V; SILVA, A.L.R; ANDRADE, A.P. Qualidade de ovos de galinha comercializados em Barreiras, BA, estocados em diferentes condições de temperatura. **Revista Acadêmica Ciência Agrária Ambiental**, v. 9, n. 4, p. 363-369, 2011.

RIZZI, C.; MARANGON, A. Quality of organic eggs of hybrid and Italian breed hens. **Poultry Science**, v.91, p. 2330-2340, 2012.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, M.I.; DONZELE J.L.; SAKOMURA, N.K.; PERAZZO, F.G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M.L.; RODRIGUES, P.B.; OLIVEIRA,

R.F.; BARRETO, S.L.T.; BRITO, C.O. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4^a ed. Viçosa: Departamento de Zootecnia, UFV, 2017. 448 p.

SAKOMURA, N. K. E ROSTAGNO, H. S. 2016, **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal, FUNEP, 283p.

SANTOS, M.S.V.; ESPINDOLA, G.B.; LOBO, R.N.B.; FREITAS, E.R.; GUERRA, J.L.L.; SANTOS, A. B.E. Efeito da temperatura e estocagem em ovos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. V. 29, n. 3, p. 513-517. 2009.

SAS. **Statistical analysis systems user's guide**. Cary, NC, USA: SAS Institute Inc., 1998. 956p.

SEEDOR, J. G. The biophosphanate alendronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. **J. Bone Miner. Res.**, v.4, p.265-270, 1993.

SHIM, M. Y.; KARNUAH, A. B.; MITCHELL, A. D.; ANTHONY, N. B.; PESTI, G. M.; AGGREY, S. E. The effects of growth rate on leg morphology and tibia breaking strength, mineral density, mineral content, and bone ash in broilers **Poultry Science**, v. 91, n. 8, p. 1790- 1795, 2012.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002. 239 p.

SILVA, J.P.; CARDINAL, K.M.; ANDRETTA, I.; RIBEIRO, A.M.L. Open Science Research V: Metabolismo de cálcio em não ruminantes, Cap.10. Editora Científica Digital. V. 5, p. 15. 2022.

SOUSA JUNIOR, J.C.; ROCHA, F.R.T.; COELHO, K.O. Análise bibliométrica sobre galinha e frango caipira / colonial Bibliometric analysis on chicken and free-range / colonial. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 8, 12p. 2020.

USDA. **Egg-Grading Manual**. Agricultural Handbook Number 75. USDA, Washington, DC. 2000.

VARGAS JUNIOR, J.G.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; CUPERTINO, E.S.; CARVALHO, D.C.O.; NASCIMENTO, A.H. Níveis Nutricionais de Cálcio e Fósforo Disponível para Aves de Reposição Leves e Semipesadas de 0 a 6 Semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1919-1926, 2003.

VELLASCO, C.R.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H.S.; CALDERANO, A.A.; MELO, H. H. C.; PASTORE, S.M. Níveis de cálcio e relação cálcio:fósforo em rações para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade. **Ciência Animal Brasileira**, v.17, n.2, p.206-216, 2016.

Artigo 2. Aspectos comportamentais e fisiológicos de galinhas caipira Canela-preta submetidas a dietas com níveis de cálcio, em pastejo de capim batatais

Aspectos comportamentais e fisiológicos de galinhas caipira Canela-preta submetidas a dietas com níveis de cálcio, em pastejo de capim batatais

RESUMO: O presente estudo destinou-se a avaliar as principais atividades comportamentais e fisiológicas da galinha caipira Canela-Preta na fase de postura, sob pastejo em capim batatais (*Paspalum notatum*), e suplementadas com diferentes níveis de cálcio. Para tanto, foram utilizadas 120 aves, distribuídas em box de um galpão experimental do biotério de aves do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Piauí. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema de parcela subdividida envolvendo três períodos de coleta associados a quatro níveis de inclusão de cálcio nas dietas (2,3%, 3,0%, 3,7% e 4,4%). Foram avaliadas as características estruturais e composição química da pastagem, assim como as variáveis comportamentais e fisiológicas das aves. A grama batatais apresenta características estruturais e composição química e bromatológica adequadas ao pastejo por galinha caipira Canela-preta em sistema de criação semi-intensivo, por até quinze dias em pastejo contínuo. Os níveis de cálcio das dietas não influenciam os parâmetros fisiológicos nem o comportamento das galinhas Canela-Preta, no entanto, as aves utilizam em torno de 45% do tempo em ócio, independentemente do nível de cálcio das dietas. Independentemente do nível de cálcio na dieta, as galinhas caipiras Canela-preta expressaram seus comportamentos de conforto, ingestivo e social, característicos de animais criados em sistemas com acesso a área de pastejo.

Palavras-chave: Forragem, *Paspalum notatum*, aves nativas, minerais, postura.

Behavioral and physiological aspects of free-range Canela-preta chickens submitted to diets with calcium levels, grazing potato grass

ABSTRACT: The present study aimed to evaluate the main behavioral and physiological activities of the Canela-Preta free-range chicken in the laying phase, under grazing on potato grass (*Paspalum Notatum*), and supplemented with different levels of calcium. To this end, 120 birds were used, distributed in a box in an experimental shed at the poultry vivarium of the Department of Animal Husbandry at the Federal University of Piauí. The experimental design used was completely randomized, in a split-plot scheme involving three collection periods associated with four levels of calcium inclusion in the diets (2.3%, 3.0%, 3.7% and 4.4%). The structural characteristics and chemical composition of the pasture were evaluated, as well as the behavioral and physiological variables of the birds. Bataais grass has structural characteristics and chemical and bromatological composition suitable for grazing by free-range hens Canela-preta in a semi-intensive farming system, for up to fifteen days of continuous grazing. The calcium levels in the diets do not influence the physiological parameters or the behavior of Canela-Preta chickens, however, the birds spend around 45% of their time in idle time, regardless of the calcium level in the diets. Regardless of the level of calcium in the diet, Canela-preta free-range chickens expressed comfort, ingestive and social behaviors, characteristic of animals raised in systems with access to grazing area.

Keywords: Forage, *Paspalum notatum*, native birds, minerals, posture

1 INTRODUÇÃO

Os avanços das tecnologias implementadas na avicultura industrial não inviabilizaram o sistema de criação de frango caipira, pelo contrário, se constitui em uma atividade que vem se destacando no Brasil e no mundo na última década, tornando-se uma atividade lucrativa (SANTOS *et al.*, 2020). A criação de aves em sistema alternativo de pastejo, além da qualidade e do valor agregado ao produto final, busca a melhoria no bem-estar animal, possibilitando que a ave expresse seu comportamento natural, passando, conseqüentemente, atender parcela crescente e representativa de consumidores, que demandam produtos naturais, orgânicos, em que as aves são criadas a partir de princípios éticos e com qualidade garantida (FREIRE e COWLING, 2013; GUELBER SALES, 2015; RAIMUNDO, *et al.*, 2018).

Existem várias raças de galinhas, com dupla aptidão e que podem ser criadas em sistemas alternativos de criação, a exemplo, a galinha nativa Canela-Preta, que vem se destacando positivamente no cenário brasileiro, em especial na região nordeste. Vale ressaltar que para atingir o máximo potencial produtivo, as aves devem ser manejadas em sistemas que possibilitem a manifestação de seus comportamentos naturais (VARGAS *et al.*, 2021).

Assim, para facilitar a tomada de decisões pelos produtores sobre alternativas técnicas a serem adotadas no âmbito da exploração, se torna relevante conhecer dentre os diversos aspectos que compõem a rotina das atividades, o conhecimento das respostas fisiológicas e comportamentais das aves (ROCHA *et al.*, 2012; VARGAS *et al.*, 2021). A galinha, em geral, procura manter comportamentos sociais, de conforto e hábitos alimentares comuns à sua espécie, desde que sejam dadas as melhores condições. Caso isto não aconteça, em função de fatores ambientais ou de manejo que perturbem a homeostasia e que limitem, impeçam ou redirecionem os padrões de comportamento da espécie, as aves tendem a desenvolver comportamentos anômalos e agonísticos (SILVA *et al.*, 2020).

Dentre os diversos fatores determinantes da qualidade dos sistemas de produção de aves, a nutrição ocupa espaço de destaque, especialmente, devido os alimentos representarem em torno de 70% dos custos de produção dos empreendimentos avícolas (ALBUQUERQUE *et al.*, 2020). Para as galinhas poedeiras, a suplementação mineral merece atenção especial, principalmente, o cálcio, visto que este nutriente participa diretamente do metabolismo vital das galinhas, bem como da formação óssea e estrutura das cascas dos ovos (SILVA *et al.*, 2022).

Nos sistemas alternativos de criação, em que é obrigatório oferecer acesso à área de pastejo para as aves, na escolha da espécie forrageira deve ser levado em consideração, bom

enraizamento e potencial de rebrotação, que possa garantir a perenização e a produtividade do pasto. Também, na seleção da espécie forrageira, merecem ser observados atributos que estimulem o consumo, como porte baixo, boa aceitabilidade e composição nutricional (FRANÇA *et al.*, 2014;

Dentre as diversas plantas forrageiras que podem ser utilizadas para o pastejo de aves, destaca-se a utilização do *Paspalum notatum*, por ser uma espécie de gramínea perene, que apresenta habito de crescimento denso e rasteiro, sendo considerada excelente alternativa na alimentação animal, devido ao seu alto potencial de produção (PEREIRA *et al.*, 2011; SECCO, 2018; SOUZA *et al.*, 2020).

Estudos que envolvam sistemas alternativos de criação de aves, com perspectiva de avaliar comportamento das raças nativas, principalmente em regiões de clima tropical, com a utilização de plantas forrageiras com alto potencial produtivo, como opção de criação com menor gasto de insumos alimentares, podem contribuir com o setor avícola, tanto do ponto de vista econômico como social. Diante do exposto, objetivou-se avaliar as principais atividades comportamentais e fisiológicas da galinha caipira Canela-Preta na fase de postura, submetidas a dietas com diferentes níveis de cálcio e sob pastejo em capim batatais (*Paspalum notatum*).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia (DZO), do Centro de Ciências agrárias (CCA), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), localizado na cidade de Teresina – PI, cujas coordenadas geográficas correspondem a latitude de 5°02'31.07" S e longitude de 42°46'57.85" O.

Antes do início do fornecimento das dietas experimentais, os animais foram alojados no galpão de quarentenário para obedecer aos critérios de quarentena, assim evitando qualquer risco de futuras patologias. Ainda dentro do galpão de quarentenário, as galinhas foram identificadas com anilhas de pé, pesadas com o auxílio de uma balança digital com capacidade de 5 kg, além de submetidas a aplicação preventiva de anti-ectoparasitário e anti-helmínticos.

Após a quarentena, as aves foram, de acordo com o peso corporal, agrupadas e distribuídas em boxes de um galpão experimental do biotério de avicultura, com seis aves alojadas por box, totalizando-se 120 aves, com peso médio de 1,700 kg. Os boxes do galpão continham dimensões de 0,90 m x 2,75 m cada e com acesso a área de pastejo que era de 1,0

m x 9,0 m, caracterizando assim, a densidade de 4,14 kg aves/m² /box e 1,5 m² /aves no piquete, calculada de acordo com a recomendação da ABNT (2015).

Para o manejo alimentar, foram formuladas rações compostas principalmente por milho e farelo de soja, minerais e vitaminas para atender as exigências nutricionais das aves, exceto em cálcio (Tabela 1). Os níveis nutricionais seguiram as recomendações do manual da EMBRAPA, Avila *et al.* (2017), atendendo os critérios da ABNT (2015). As rações foram com calcário em substituição ao material inerte, resultando em rações isonutritivas contendo 2,3; 3,0; 3,7; e 4,4% de cálcio. As aves receberam ração e água à vontade.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcela subdividida, com cinco repetições. O esquema da parcela subdividida foi estruturado de acordo com o seguinte modelo, de acordo com os parâmetros avaliados: a) para as características estruturais do pasto e composição química da forragem, utilizou-se o esquema de 3 x 4, com três períodos de pastejo (0, 15 e 30 dias), associados a quatro níveis de cálcio nas dietas (2,3%, 3,0%, 3,7% e 4,4%); b) com relação às avaliações do comportamento dos animais, houve alteração no esquema, que envolveu um período de avaliação (30 dias após o início do pastejo e os mesmos quatro níveis de cálcio nas dietas; c) já, nas avaliações dos parâmetros fisiológicos o esquema utilizado foi de 3 x 4 períodos de avaliações (28, 32 e 36 semanas de idades das aves) e os mesmos quatro níveis de cálcio.

Tabela 1. Ingredientes e composição percentual e calculada das dietas experimentais na matéria natural

Ingredientes (kg)	Níveis de Cálcio			
	2,3%	3,0%	3,7%	4,4%
Milho	61,492	61,492	61,492	61,492
Farelo de Soja	24,124	24,124	24,124	24,124
Óleo de Soja	1,004	1,004	1,004	1,004
Óleo de Buriti	0,400	0,400	0,400	0,400
Fosfato bicálcico	1,715	1,715	1,715	1,715
Premix – APP ¹	0,500	0,500	0,500	0,500
Calcário	4,636	6,459	8,282	10,105
Lis-HCl	0,039	0,039	0,039	0,039
Sal Comum	0,401	0,401	0,401	0,401
DL-Metionina	0,211	0,211	0,211	0,211

L-Valina	0,009	0,009	0,009	0,009
Inerte (Areia)	5,469	3,646	1,823	0,000
Total	100,000	100,000	100,000	100,000

Composição Calculada (%)

Ácido linoleico	2,075	2,075	2,075	2,075
Cálcio	2,300	3,000	3,700	4,400
Energ. Met. Aves (Mcal/kg)	2,750	2,750	2,750	2,750
Fósforo disponível	0,400	0,400	0,400	0,400
Lisina dig. Aves	0,760	0,760	0,760	0,760
Met.+cist. Dig. Aves	0,660	0,660	0,660	0,660
Arginina dig. Aves	0,959	0,959	0,959	0,959
Treonina dig. Aves	0,547	0,547	0,547	0,547
Triptofano dig. Aves	0,174	0,174	0,174	0,174
Valina dig. Aves	0,670	0,670	0,670	0,670
Proteína Bruta	15,950	15,950	15,950	15,950
Potássio	0,638	0,638	0,638	0,638
Sódio	0,170	0,170	0,170	0,170

¹ Fornece/kg de produto. Fe - 10,00g; Cu - 2.500mg; Co -60,00g; Colina - 100,00mg; Zn - 20,00mg; I - 208,00mg; Mn- 20,00g; Niacina - 5025mg; Metionina - 152g; Ácido fólico - 74mg; Biotina - 5mg; Se - 75,00mg; Vit. B12

Antes da preparação da área utilizada para a formação da pastagem foram coletadas amostras de solo para análise química, cujos resultados encontram-se na tabela 2.

Tabela 2. Resultado da análise química do solo onde foi plantado o capim batatais (*Paspalum notatum*), utilizados para o pastejo de galinhas caipira Canela-preta

Ano	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V%	pH
	mg/dm ³	mmol/dm ³								
2021	8,0	0,4	28	5	0	11	33,4	4,8	48,0	5,7

Para a formação dos pastos, inicialmente, foi realizado a aração da área, em seguida a calagem e adubação a lanço com 40 kg de calcário dolomítico, 40 kg de gesso agrícola, 44 kg de superfosfato simples, 7 kg de cloreto de potássio, 17 kg de sulfato de amônio e 0,4 kg de

FTE BR 12, com base no resultado da análise química do solo (Tabela 2). O plantio do capim batatais foi realizado em duas etapas em junho de 2021, sendo a primeira compreendida em três dias após a prática de adubação, e plantado em linhas e a segunda, foi realizada em zig-zag, três dias após o primeiro plantio.

Para se evitar a competitividade, e favorecer o crescimento e desenvolvimento do capim, foram realizadas práticas de manejo de remoção manual de plantas invasoras. Após o plantio, 60, 90 e 120 dias, foram feitas as adubações em cobertura com 0,005 kg de ureia diluídos em um litro de água, em cada aplicação. Os pastos foram irrigados por aspersão convencional, utilizando-se uma lâmina de irrigação de aproximadamente de 7 mm/dia. Entre as adubações em cobertura, foram realizados dois roços de uniformização dos pastos, com o auxílio de uma de roçadeira manual a gasolina, a uma altura de 15 cm do solo.

As características estruturais do pasto foram avaliadas no pré-pastejo e a cada quinze dias totalizando três avaliações durante o período experimental. A massa de forragem foi mensurada por meio de corte (tesoura de poda), rente ao solo, sendo as plantas delimitadas por quadros de PVC de 0,30 m x 0,30 m colocados em três pontos no piquete (ao centro e nas extremidades). Os quadros foram colocados de forma sistêmica por meio de linha transecta para evitar que ao longo do período experimental ocorresse sobreposição das unidades amostrais, evitando que o efeito do corte antecedente afetasse a próxima estimativa.

Para avaliação dos componentes morfológicos da forragem, foi retirada uma alíquota representativa das amostras colhidas para determinação da massa de forragem. Uma segunda alíquota foi retirada de cada amostra colhida, a qual foi separada nas frações lâmina foliar, colmo e material morto, sendo as amostras acondicionadas em sacos de papel, pesadas e colocadas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas para determinação da matéria pré-seca. Os valores de massa de forragem e dos componentes morfológicos foram convertidos para kg de MS/ha.

A altura do dossel foi determinada utilizando-se uma régua com 2 metros de comprimento graduada em centímetros, medindo-se 10 pontos aleatórios por piquete. A altura de cada ponto correspondeu à altura média do dossel em torno da régua (plano de visão).

Uma fração da primeira alíquota selecionada, foi levada para estufa, com circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas para determinação da matéria pré-seca, depois moída no moinho de faca tipo *Wiley*, depois utilizada para as análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), Matéria Mineral (MM), fibra em detergente Neutro (FDN) e

Fibra em detergente ácido (FDA), seguindo a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

As avaliações comportamentais das aves foram realizadas visualmente, por pessoas treinadas e após trinta dias do início do pastejo das galinhas. As atividades foram registradas a cada início de hora, das 07:00 às 17:00, totalizando onze observações diárias. Para a realização das observações foram sorteados dois animais focais por repetição, identificados com anilhas de cores diferentes (vermelha e amarela). Na ocasião foram avaliadas as atividades comportamentais pastejando, bebendo, comendo, ciscando (cama ou areia), sentada (ninho ou outro local), deslocamento, ócio, banho (cama ou areia) e limpando penas, de acordo com os padrões comportamentais descritos por Rudkin e Stewart (2003) e Barbosa Filho *et al.* (2007), desenvolvidas por cada ave.

Os parâmetros fisiológicos foram avaliados em três períodos (a cada 28 dias do início do experimento), e nos mesmos animais das avaliações comportamentais, duas aves por box. A frequência respiratória foi obtida por meio da contagem dos movimentos respiratórios do animal, sempre pelo mesmo avaliador, de forma visual e por sensibilidade, com o auxílio da mão posicionada na região do tórax da ave, observando o número de vezes que as aves inspiravam ar durante um minuto ($\text{mov} \cdot \text{min}^{-1}$).

A avaliação da Temperatura Cloacal (TCLO) e da Temperatura da Superfície Corporal (TSC) foram realizadas sempre nos mesmos horários (das 7 às 8 horas), e após a tomada da frequência respiratória, com a finalidade de evitar estresse aos animais. Para a determinação da TCLO, foi introduzido um termômetro clínico veterinário com precisão de $0,1^{\circ}\text{C}$, na cloaca das aves até que a temperatura estabilizasse, seguindo as recomendações de Marchini *et al.* (2007), enquanto para a temperatura da superfície corporal das aves foi utilizado um termômetro infravermelho com mira a laser, da Scantemp, com $\pm 1^{\circ}\text{C}$ de precisão, o qual foi direcionado para as regiões específicas com distância perpendicular de 20 cm das aves, sendo a metodologia fundamentada por Welker *et al.* (2008), sendo os dados coletados, calculados de acordo com a equação proposta por Richards (1971):

$\text{TMP ou TSC} = (0,03 \text{ TC} + 0,70 \text{ TD} + 0,12 \text{ TA} + 0,06 \text{ TCA} + 0,09 \text{ TP})$, em $^{\circ}\text{C}$, em que:

TSC = temperatura da superfície corporal ($^{\circ}\text{C}$);

TC = temperatura de crista ($^{\circ}\text{C}$);

TD = temperatura do dorso ($^{\circ}\text{C}$);

TA = temperatura da asa ($^{\circ}\text{C}$);

TCA = temperatura da cabeça ($^{\circ}\text{C}$);

TP = temperatura da pata (°C).

Na ocasião das avaliações comportamentais e fisiológicas, foram monitoradas as variáveis ambientais (temperatura e umidade), utilizando termohigrômetros digitais, sendo as coletas realizadas a cada início de hora, totalizando onze avaliações no dia. Os termohigrômetros foram dispostos dentro do galpão e nos locais periféricos do pasto, a altura do dorso dos animais, enquanto que nos momentos das avaliações fisiológicas dos animais, os monitoramentos das variáveis ambientais foram realizados apenas no interior do galpão, sendo as leituras realizadas duas vezes ao dia, às 9:00 e 15:00 horas.

Foi realizado estudo exploratório dos dados, para verificar normalidade, homogeneidade de variância e outlier. Procedeu-se análise de variância e teste de comparação de médias para os períodos estudados e análise de regressão polinomial para os níveis de cálcio das dietas, de acordo com os procedimentos do Statistical Analysis System. Adotou-se o $\alpha = 0,05$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os dados das características estruturais do pasto, não foi observado interação ($P > 0,05$) entre os períodos de pastejos e os níveis de cálcio das dietas (Tabela 3). Observou-se que os níveis de cálcio das dietas não interferiram nos parâmetros: altura do pasto, produção de forragem, nem nos percentuais de folha, colmo e material morto ($P > 0,05$). Assim, para o período de pastejo, constatou-se que para quase todos os parâmetros avaliados, exceto percentual de material morto, o maior valor foi obtido no início da avaliação ($P < 0,05$), representado pelo dia zero de pastejo.

Com relação à altura dos pastos, os valores observados aos 15 dias de pastejo foram maiores aos 30 dias ($P < 0,05$), enquanto para produção de forragem, percentual de colmos e de folhas, os resultados obtidos aos 15 e 30 dias foram semelhantes entre si ($P > 0,05$) e para o material morto, os valores obtidos aos 15 e 30 dias de pastejo foram semelhantes entre si ($P > 0,05$) e superiores ao do dia zero de pastejo ($P < 0,05$).

Para as alturas dos pastos, foi observado redução no valor com o avançar do período de pastejo das aves, saindo de 41,53 cm no dia zero para 4,49 cm, aos 30 dias de pastejo. Este resultado pode ser explicado pela alta intensidade de pastejo das aves, de forma contínua, com interferência direta no crescimento e desenvolvimento da planta forrageira, impossibilitando a recuperação da massa de forragem.

Tabela 3. Características estruturais do pasto de capim batatais em três períodos de pastejo por galinhas Canela-Preta suplementadas com diferentes níveis de Cálcio na dieta

Níveis de Cálcio (%)	Períodos de Pastejo			Médias	CV (%)
	Dia 0	Aos 15 dias	Aos 30 dias		
Altura do Pasto (cm) ¹					
2,3	40,90	9,54	4,84	18,43	9,42
3,0	42,34	10,10	3,88	18,77	
3,7	42,34	39,28	10,68	18,17	
4,4	43,60	9,50	4,72	19,27	
Médias	41,53 ^a	9,95 ^b	4,49 ^c		
Valor P – Linear				0,8391	
Valor P – Quadrático				0,7136	
Produção de Forragem (kg/MS/ha) ¹					
2,3	5.593,78	3.224,86	3.359,91	4.059,18	3,92
3,0	4.080,74	3.019,66	2.733,86	3.278,09	
3,7	4.627,63	2.625,95	2.955,99	3.403,19	
4,4	4.443,96	3.530,67	3.320,16	3.764,92	
Médias	4.686,28 ^a	3.100,28 ^b	3.092,48 ^b		
Valor P – Linear				0,8854	
Valor P – Quadrático				0,8676	
Folha (%)					
2,3	3,54	0,00	0,00	1,18	171,49
3,0	0,40	0,00	0,00	0,13	
3,7	2,04	0,00	0,66	0,90	
4,4	3,20	0,00	0,00	1,07	
Médias	2,03 ^a	0,00 ^b	0,16 ^b		
Valor P – Linear				0,7851	
Valor P – Quadrático				0,1509	
Colmo (%) ²					
2,3	94,06	78,30	74,62	77,39 ^A	12,14
3,0	96,73	68,94	73,48	78,31 ^A	
3,7	92,65	65,06	71,67	76,79 ^A	
4,4	93,97	83,83	72,77	83,36 ^A	
Médias	94,35 ^a	74,03 ^b	73,13 ^b		
Valor P – Linear				0,9063	
Valor P – Quadrático				0,6072	
Material morto (%)					
2,3	1,73	21,70	40,72	21,72	98,99
3,0	0,00	31,06	26,09	19,05	
3,7	1,39	34,94	27,67	21,33	
4,4	0,22	16,17	27,23	14,54	
Médias	0,85 ^b	25,97 ^a	30,68 ^a		
Valor P – Linear				0,3384	
Valor P – Quadrático				0,8385	

Média, seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste LSM.

¹ Os dados são originais e para análise foram transformados para Log10.

² Os dados são originais e para análise foram transformados para raiz quadrada.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (2016), as aves caipiras precisam ter acesso à área externa ao galpão, com no mínimo 0,5m²/aves. Acreditamos que as aves caipiras Canela-preta tenham comportamento forrageiro diferente, visto que fornecemos uma área de 1,5m²/aves e que mesmo assim não foi suficiente para manter o capim em desenvolvimento.

Mesquita *et al.* (2010) ressaltam que a altura do dossel forrageiro é uma das ferramentas de manejo mais utilizada para determinar a frequência de cortes. Entretanto, França *et al.* (2014) descrevem que para o desempenho produtivo de aves em sistema a pasto, ainda há necessidade de se estabelecer as melhores faixas de altura de dossel para se utilizar em cada espécie forrageira, visando promover produtividade e perenidade do pasto.

A produção de massa de forragem foi maior no marco zero de pastejo e menor aos 30 dias de pastejo ($P < 0,05$), apresentando, respectivamente, valores de 4.686,28 kg de MS/ha e 3.092,42 kg de MS/ha, respectivamente. Estes valores estão diretamente, relacionados provavelmente, ao consumo de forragem pelas galinhas e também pelo pisoteio ao longo dos períodos avaliados, além disso, é importante destacar que a largura do piquete de 0,90cm pode ter influenciado.

Para Floriano (2013), as aves tem grande acuidade visual, o que lhe permite localizar rapidamente novas brotações, dizimando a vegetação, caso sejam mantidas presas por muitos dias numa mesma área. Considerando a falta de dossel forrageiro, conseqüentemente, a queda exacerbada da massa de forragem, foram encerradas as avaliações do capim, depois de apenas trinta dias do início do pastejo, e adotar outras medidas de manejo para o experimento.

O sistema de pastejo adotado influencia no desenvolvimento da forrageira, já que para a rebrotação da planta acontecer é preciso que haja reservas orgânicas e área foliar remanescente no resíduo de forragem da planta (ALCANTARA *et al.*, 2022), o que não acontece no caso do pastoreio contínuo, visto que os animais são mantidos sempre na mesma área e por longos períodos, como ocorrido neste experimento.

O percentual de folhas na massa de forragem, foi influenciada ($P < 0,05$) pelo período de avaliação, sendo decrescente ao longo dos períodos, com percentuais variando, respectivamente, de 2,03% para 0,16% nos períodos de zero a 30 dias de pastejo. Durante o pastejo, observou-se que as galinhas selecionavam primeiro as folhas para depois se alimentarem dos outros componentes da gramínea. O maior percentual entre os componentes morfológicos foi o de colmo, variando de 94,35% à 73,13% entre o início do pastejo e os 30 dias, respectivamente. O alto percentual do dossel forrageiro observado no período zero pode

ter levado ao maior acúmulo de colmo, do que folhas, resultado da intensa competição por luz dentro do dossel, por consequência do auto sombreamento (ALCANTARA *et al.*, 2022)

As idades dos capins durante os períodos de pastejo avaliados são consideradas elevadas, esse fato pode ter sido o motivo do aumento no alongamento de colmo, diminuição da expansão foliar e consequentemente aumento da senescência e acúmulo de material morto (SILVA *et al.*, 2015). Além da idade do capim, associado à fisiologia comportamental das aves, já que elas no ato de pastejar, além de puxar a forragem com o bico, também, ciscam (solo e planta), causando injúrias, e com isso o sistema radicular da planta é fragilizado, deteriorando a área de forragem. O alto percentual de colmo pode prejudicar o bem-estar dos animais, pelo fato de ser duro, consequentemente, pode machucar as aves e dificultar a movimentação delas nos piquetes (FRANÇA *et al.*, 2014)

No início das avaliações, ou seja, antes do pastejo, havia apenas 0,85% de material morto, e ao final de trinta dias, observou-se aumento para 30,68%. O alto percentual desse componente, assim como do colmo no dossel forrageiro prejudica tanto o valor nutricional da pastagem como também a procura, a captura e consumo da forrageira, consequentemente, compromete o desempenho animal (CRUZ *et al.*, 2021).

Para os parâmetros composição química-bromatológica do capim batatais (*Paspalum notatum*) (Tabela 4), não houve interação entre os fatores períodos de pastejo e níveis de cálcio das dietas, ($P > 0,05$). Verificou-se que os níveis de cálcio não influenciaram os parâmetros avaliados sobre a composição química bromatológica da grama batatais ($P > 0,05$). Contudo, foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) em função do tempo de pastejo, referentes aos valores percentuais encontrados para quase todas as variáveis avaliadas (MS, PB, FDN, EE, MM, MO), exceto para a FDA.

O percentual de MS apresentou oscilações no decorrer dos períodos avaliados, fato esperando devido as condições de pastejo relatadas anteriormente, influenciando diretamente no desenvolvimento da grama, assim como da influência exercida pelo tempo de pastejo. Almeida *et al.* (2006), trabalhando com *Paspalum notatum*, relatam a aumento na produção de massa seca, em intervalos de cortes prolongado.

O período de pastejo influenciou ($P < 0,05$) no percentual de PB da gramínea, sendo observados maiores valores aos 15 dias (13,68% na MS) de pastejo com diminuição no valor aos 30 dias (11,39% na MS) de pastejo. Contudo os resultados encontrados no presente estudo, são superiores com os relatados por Almeida *et al.* (2006), que avaliando espécies desse mesmo gênero, encontraram valor percentual de 10 a 12% de PB. Por outro lado, foram

inferiores aos observados por Pereira *et al.* (2011), avaliando híbridos do gênero *Paspalum*, que encontraram média para os cortes no período de primavera-verão com teores de 17,6 % de PB. Esse aumento no percentual de PB, descrito na Tabela 3, após o início do pastejo pelas aves pode ser devido ao depósito de material orgânico resultado das fezes das aves em pastejo, disponibilizando mais nutrientes para a gramínea.

Tabela 4. Composição química-bromatológica do capim batatais (*Paspalum notatum*) em três períodos de pastejo por galinhas Canela-Preta, suplementadas com diferentes níveis de cálcio na dieta

Níveis de Cálcio (%)	Períodos de Pastejo			Médias	CV (%)
	Dia 0	Aos 15 dias	Aos 30 dias		
Matéria Seca (%)					
2,3	18,44	13,61	21,19	17,75	15,37
3,0	18,04	13,92	22,47	18,14	
3,7	18,17	14,62	21,76	18,19	
4,4	17,35	14,32	23,87	18,51	
Médias	18,00 ^b	14,12 ^c	22,32 ^a		
Valor P – Linear				0,4727	
Valor P – Quadrático				0,8453	
Proteína Bruta (% na MS)					
2,3	10,75	13,55	10,64	11,65	17,67
3,0	10,85	14,02	11,41	12,09	
3,7	10,51	12,59	12,48	11,86	
4,4	10,40	14,55	11,05	12,00	
Médias	10,63 ^b	13,68 ^a	11,39 ^b		
Valor P – Linear				0,7346	
Valor P – Quadrático				0,6651	
Fibra em Detergente Neutro (% na MS)					
2,3	85,43	73,96	77,74	79,04	5,66
3,0	85,71	70,24	75,05	77,00	
3,7	85,63	70,82	74,31	76,92	
4,4	86,54	77,04	74,29	79,29	
Médias	85,83 ^a	73,01 ^b	75,35 ^b		
Valor P – Linear				0,8974	
Valor P – Quadrático				0,9241	
Fibra em Detergente Ácido (% na MS)					
2,3	46,59	46,02	45,91	46,17	15,31
3,0	47,65	48,98	41,67	46,10	
3,7	41,73	48,83	40,98	43,85	
4,4	47,39	42,95	40,35	43,56	
Médias	45,84 ^a	46,69 ^a	42,23 ^a		
Valor P – Linear				0,1542	
Valor P – Quadrático				0,8431	

Extrato Etéreo (% na MS)					
2,3	1,17	0,72	0,62	0,84	56,79
3,0	1,32	0,53	0,43	0,71	
3,7	0,91	0,83	0,45	0,73	
4,4	0,99	0,76	0,62	0,78	
Médias	1,05 ^a	0,71 ^b	0,53 ^b		
Valor P – Linear				0,7532	
Valor P – Quadrático				0,9508	
Matéria Mineral (% na MS)					
2,3	10,18	19,32	20,56	16,69	34,68
3,0	9,72	15,29	18,56	14,52	
3,7	10,27	17,89	19,33	15,83	
4,4	10,64	13,22	24,74	16,20	
Médias	10,20 ^b	16,43 ^{ab}	20,80 ^a		
Valor P – Linear				0,9778	
Valor P – Quadrático				0,4909	

Média, seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste LSM.

O período de pastejo influenciou ($P < 0,05$) no percentual de PB da gramínea, sendo observados maiores valores aos 15 dias (13,68% na MS) de pastejo com diminuição no valor aos 30 dias (11,39% na MS) de pastejo. Contudo os resultados encontrados no presente estudo, são superiores com os relatados por Almeida *et al.* (2006), que avaliando espécies desse mesmo gênero, encontraram valor percentual de 10 a 12% de PB. Por outro lado, foram inferiores aos observados por Pereira *et al.* (2011), avaliando híbridos do gênero *Paspalum*, que encontraram média para os cortes no período de primavera-verão com teores de 17,6 % de PB. Esse aumento no percentual de PB, descrito na Tabela 3, após o início do pastejo pelas aves pode ser devido ao depósito de material orgânico resultado das fezes das aves em pastejo, disponibilizando mais nutrientes para a gramínea.

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) do percentual de FDN em relação aos períodos avaliados (Tabela 4), em que os valores oscilaram entre 85,83, 73,01 e 75,35%, respectivamente para os períodos zero, 15 e 30 dias de pastejo. Os valores de FDN observados nesse estudo estão acima dos descritos por Almeida *et al.* (2006), que foram de 60 a 68%, quando avaliaram capim do mesmo gênero. O estágio de maturação da planta no momento do corte pode ser o fator responsável pela alteração nos teores de FDN, assim como o aumento no percentual de colmo (Tabela 3), conseqüentemente maiores quantidades de tecidos fibrosos.

Os percentuais de FDA, com valores de 45,84, 46,69 e 40,35, respectivamente, para os períodos de zero, 15 e 30 dias de pastejo, estão em consonância com os encontrados por

Scheffer-Basso e Gallo (2008), ao observarem oscilação entre 39,5 e 45,9%, em diferentes idades de cortes, a cada 30 dias. Em contrapartida, foram superiores ao valor de 34%, observado por Leite *et al.* (2001), ao avaliarem a composição de capim do gênero *Paspalum*, em cortes com 28 dias, em áreas de cerrado de Brasília.

Para o extrato etéreo, verificou-se que diferiram ($P < 0,05$), entre os períodos avaliados, apresentando declínio de 1,05 e 0,71% nos períodos zero e 15 dias de pastejo, respectivamente. No entanto, não houve diferença significativa ($P > 0,05$), entre os períodos de 15 e 30 dias de pastejo, que obtiveram percentuais de 0,71 e 0,53 % no teor de extrato etéreo.

Para os teores de matéria mineral do capim batatais em diferentes períodos de pastejo, houve diferença ($P < 0,05$), sendo observados valores superiores (após 15 dias de pastejo (16,43%) quando comparado ao zero (10,20%) período de pastejo.

A importância da participação do gênero *Paspalum* em sistemas de criação animal é notória e vem sendo reconhecida há vários anos (LEITE *et al.*, 2001; Scheffer-Basso; Gallo 2008; Pereira *et al.*, 2011). Meirelles *et al.* (2013), avaliando diferentes acessos do gênero *Paspalum*, relatam boa produção e qualidade de biomassa desses acessos (*P. glaucescens* BRA-011401; *P. atratum* BRA-11681 e *P. regnellii* BRA-019186) e que respondem bem a práticas de manejo com alto ou baixo nível tecnológico.

Paralelo as avaliações dos comportamentos das galinhas Canela-Preta foram registradas os parâmetros ambientais, na área interna do galpão e na área dos piquetes. A temperatura e a umidade média respectivamente oscilaram entre 27,26°C e 80,27% (galpão) a 30,69°C e 62,64% (piquete), aos 30 dias de pastejo. Acredita-se que a alta umidade registrada dentro do galpão foram decorrentes da época do ano, por se tratar de uma estação chuvosa durante o período do experimento.

Segundo Abreu e Abreu (2011,) a temperatura de 20°C e a umidade relativo do ar de 60 a 70% são ideais para aves de 35 dias até a idade de abate para expressarem seu potencial produtivo. Tanto a umidade relativa do ar, como a temperatura exercem grande influência no bem-estar e na produtividade das aves em geral, já que a dissipação do calor corporal por meio de processos evaporativos é prejudicada quando as aves são mantidas em ambientes com altas temperaturas do ar associadas com elevada umidade relativa (BAÊTA; SOUZA, 2010), contudo, no referido estudo, em nenhum momento, os dois fatores estavam elevados, ou seja, quando a temperatura estava alta a umidade estava na faixa ou próxima da zona de conforto térmico e com isso não acreditamos que as ações negativas causados por essas elevações tenham sido potencializadas a ponto de causar prejuízo aos animais.

De acordo com Dias et al. (2016), o sistema de semiconfinamento onde as aves tem acesso livre as áreas de pastejo permite que esses animais expressem seus comportamentos naturais. Por outro lado, nesse tipo de sistema de criação, onde não é possível controlar as variáveis ambientais, principalmente temperatura e umidade, o bem-estar, saúde e comportamentos das aves podem ser alterados (Tan et al., 2010).

Nas variáveis relacionadas ao comportamento das aves (Tabela 5), verificou-se que não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de cálcio sobre os parâmetros avaliados. Entretanto, as galinhas Canela-Preta utilizaram 45,92% do tempo em ócio, 22,30% consumindo ração, 11,83% pastejando, 7,71% limpando as penas, 6,36% bebendo água, 3,85% ciscando e 2,03% com banho, independentemente, do nível de cálcio.

Tabela 5. Comportamento de galinhas caipira Canela-Preta sob pastejo em capim batatais e suplementadas com diferentes níveis de cálcio na dieta (horas)

Variáveis (horas)	Níveis de Cálcio (%)				Média	Valor (%)	CV (%)	Valor de P	
	2,3	3,0	3,7	4,4				Linear	Quadrático
Pastejando	1,272	0,908	1,272	1,272	1,181	11,83	71,05	0,8310	0,5245
Bebendo	0,362	0,910	0,362	0,908	0,635	6,36	117,99	0,4778	0,1635
Comendo	1,998	2,546	2,000	2,366	2,227	22,30	48,55	0,7997	0,3675
Limpando penas	1,364	0,542	0,362	0,814	0,770	7,71	73,00	0,1233	0,9930
Ócio	4,356	4,630	5,450	3,904	4,585	45,92	31,65	0,6226	0,5547
Ciscando	0,360	0,270	0,454	0,452	0,384	3,85	110,32	0,5947	0,5947
Banho	0,270	0,180	0,090	0,272	0,203	2,03	140,88	0,8851	0,6408

CV= coeficiente de variação

Para Mack *et al.* (2013), as aves em estresse térmico procuram manter sua homeostase através das mudanças comportamentais, tais como diminuição da atividade locomotora, afastamento das asas do corpo e aumento da ofegação. Já Pereira *et al.* (2005) afirmam que o ato de ciscar, dependendo do turno é um potencial indicador de bem estar térmico.

Observa-se que durante o período das avaliações fisiológicas, as variáveis ambientais temperatura, umidade relativa do ar e ITGU (Tabela 6), encontram-se com valores superiores aos recomendados para faixa de termoneutralidade para aves. Em relação ao ITGU, Medeiros *et al.* (2005) classifica os ambientes destinados a criação de aves de acordo com o ITGU em frios, confortáveis e quentes, correspondendo, aos que apresentam valores nas seguintes faixas: de 59 a 67; 69 a 77 e 78 a 88, respectivamente. Partindo da classificação proposta por esses autores, e considerando as médias de ITGU registradas no período compreendido entre a

vigésima oitava e a trigésima sexta semana de idade das galinhas, percebe-se que os animais se encontravam em ambientes classificado com quente.

Tabela 6. Valores referentes a média de temperatura (°C), umidade relativa do ar (%) e Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), registrados no interior do galpão nos dias das avaliações dos parâmetros fisiológicos

Período	Temperatura em °C			Umidade relativa do ar em %			ITGU
	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	
28 semanas	30,6	28,7	29,0	99,0	75,0	87,0	82,0
32 semanas	31,6	24,1	28,3	99,0	54,0	76,5	81,6
36 semanas	30,5	24,5	29,1	99,0	63,0	81,0	83,1
Média geral	30,9	25,76	29,0	99,0	64,0	81,5	82,2

Fonte: própria autora

Por outro lado, o conforto térmico dos animais pode ser avaliado por meio de indicadores fisiológicos, como por exemplo a frequência respiratória, a temperatura cloacal e a temperatura superficial do corpo. Ressaltem-se, também, que as aves quando são expostas a condições térmicas fora da zona de conforto, além dos mecanismos fisiológicos, os comportamentais são acionados para manutenção da homeotermia e com isso, grande parte da energia que seria utilizada para produção de carne ou/e ovos é desviada para controle da temperatura corporal (COSTA *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Para as respostas fisiológicas das aves (Tabela 7), relacionadas à temperatura da superfície corporal, temperatura cloacal e frequência respiratória, durante o período experimental, observou-se que não houve interação ($P>0,05$) entre os fatores idade das aves e níveis de cálcio das dietas.

Desta forma, os níveis de cálcio não influenciaram os parâmetros avaliados ($P>0,05$), porém a idade das aves interferiu na temperatura cloacal e temperatura da superfície corporal, em que as aves com 28 e 36 semanas apresentaram valor semelhantes entre si ($P>0,05$), no entanto, as aves com idade de 32 semanas tiveram valor inferior às de 36 semanas ($P<0,05$). Para frequência respiratória, as galinhas com 28 semanas apresentaram maior valor ($P<0,05$), enquanto para as de 32 e 26 semanas, não houve diferença significativa ($P>0,05$).

Tabela 7. Médias da temperatura cloacal (TCLO), temperatura da superfície corporal (TSC) e frequência respiratória (FR) de aves caipira Canela-preta, submetidas a dietas com diferentes níveis de Cálcio e em três períodos de pastejo com capim batatais

Níveis de Cálcio (%)	Idade das aves (Semanas)			Médias	CV (%)
	28 Semanas	32 Semanas	36 Semanas		
Temperatura Cloacal - TCLO (°C)					
2,3	40,88	40,53	40,75	40,75	2,56
3,0	41,03	39,59	41,10	40,57	
3,7	40,75	40,71	40,82	40,76	
4,4	40,96	41,07	41,03	41,02	
Médias	40,90 ^{ab}	40,47 ^b	40,95 ^a		
Valor P – Linear				0,2558	
Valor P – Quadrático				0,7303	
Temperatura da Superfície Corporal - TSC (°C)					
2,3	32,62	31,71	33,00	32,45	3,67
3,0	33,16	32,54	33,54	32,08	
3,7	32,61	31,95	33,11	32,56	
4,4	32,64	32,46	32,03	32,71	
Médias	32,76 ^{ab}	32,16 ^b	33,17 ^a		
Valor P – Linear				0,7817	
Valor P – Quadrático				0,0648	
Frequência Respiratória (mov.min ⁻¹)					
2,3	42,60	32,00	32,58	35,72	15,44
3,0	41,80	30,20	32,00	34,66	
3,7	41,80	32,80	36,20	36,93	
4,4	40,00	35,00	31,20	35,40	
Médias	41,55 ^a	32,50 ^b	32,99 ^b		
Valor P – Linear				0,7784	
Valor P – Quadrático				0,1175	

Média, seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste LSM.

Neste sentido, de acordo com Marchini *et al.* (2007), frangos e poedeiras saudáveis, bem alimentados e em condições de equilíbrio térmico, a temperatura corporal oscila, geralmente, entre 40,5 a 41,5°C. Para Oliveira *et al.* (2006), os valores de temperatura cloacal considerados normais para aves variam entre 41 e 42°C. Ainda com essa perspectiva, segundo Cândido *et al.* (2020), o aumento da temperatura superficial do corpo das aves constitui um dos principais mecanismos fisiológicos utilizado por estes animais em decorrência de condições ambientais desfavoráveis, para manter a homeotermia. De fato, na 32 semana de idade das galinhas, houve uma redução no valor médio das variáveis ambientais, refletindo consequentemente no decréscimo dos valores dos parâmetros fisiológicos.

Assim, é possível perceber que apesar das aves terem sido expostas ao ambiente fora da zona de termoneutralidade (Tabela 6), não se observa prejuízos aos processos de dissipação de calor já que a temperatura corporal e temperatura cloacal dos animais se encontram abaixo

dos valores considerando normais. Os resultados dessa pesquisa em relação a TSC e TCLO, estão dentro ou próximo dos valores descritos por Santos *et al.* (2020), em pesquisa com frangos de corte tipo caipira, na fase final, com idade de 63 dias, que foram de 32,50°C (TSC) e 41,20°C (TCLO).

Para a frequência respiratória, BICEGO (2017) relata que os valores considerados normais para aves estão entorno de 40 mov.min⁻¹. Assim, é perceptível que os médias observados da frequência respiratória (Tabela 7) para as galinhas Canela-preta estão abaixo dos valores descritos na literatura para aves. Silva *et al.* (2007) e Nazareno *et al.* (2011) destacam que fatores como densidade, sistema de criação e a idade dos animais, influenciam nas respostas dos mecanismos fisiológicos das aves. Desta forma, os resultados obtidos estão em consonância com os autores supracitados, em que a idade das aves interferiu na frequência respiratórias de aves caipira na idade adulta, em consequência da exposição contínua a condições de desconforto térmico.

CONCLUSÃO

A grama batatais apresenta características estruturais e composição química bromatológica adequadas ao pastejo por galinha caipira Canela-preta, em densidades de 1,5m²/ave em sistema de criação semi-intensivo, por até quinze dias em pastejo contínuo, uma vez que é importante considerar o período de descanso da planta.

Independentemente do nível de cálcio na dieta, as galinhas caipiras Canela-preta expressaram seus comportamentos de conforto térmico, ingestivo e social, característicos de animais criados em sistemas com acesso a área de pastejo, além de terem apresentaram parâmetros fisiológicos com valores médios dentro da normalidade para aves.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1-14, 2011.

ALBUQUERQUE, M.F.; GARCIA, A.M.L.; SILVA, I.H.L. Produção, custo e bem estar de galinha caipira da linhagem Embrapa 051 na agricultura familiar. **Agricultura Familiar: Pesquisa, Formação e Desenvolvimento**, v.14, n. 2, p. 121-139, 2020.

ALCANTARA, W. Q.; CRUZ, N.T.; DIAS, D.L.S.; SOUSA, B. M. L.; JARDIM, R. R.; FRIES, D.D.; RAMOS, B.L.P.; PIRES, A.J.V.; BONOMO, P. Práticas de Manejo e os Efeitos na Composição do Dossel Forrageiro. **Brazilian Journal of Science**, 1(8), 78-93, 2022.

ALMEIDA, J.C.C., PÁDUA, F.T., ROCHA, N.S., SILVA, T.O., CHAVES, I.P., NEPOMUCENO, D.D. Produção e composição químico-bromatológica da grama batatais (*Paspalum notatum* Flüggé) dos gramados do campus da UFRRJ. **Revista Universidade Rural**, v. 26, n. 2, p. 48-53, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 16389**: Normatiza a criação brasileira de frango caipira. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 16437**: Informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro: ABNT. 2016. 9 p

AVILA, V.S.; FIGUEIREDO, E.A.; KRABBE, E.L.; DUARTE, S.C.; SAATKAMP, M.G. Poedeira Embrapa 051 - **Guia de manejo das poedeiras coloniais de ovos castanhos**. 1ª edição, versão eletrônica, EMBRAPA, 10 p. 2017.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: UFV, 2010. 268 p.

BARBOSA FILHO, J. A.; SILVA, I. J. O.; SILVA, M. A. N. SILVA C. J. M. Avaliação dos comportamentos de aves poedeiras utilizando sequência de imagens. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 93-99, 2007.

BÍCEGO, K. C. et al. In: Marcos Macari; Alex Maiorka. (Org.). **Fisiologia das Aves Comerciais**. São Paulo: FUNEP, 2017. p. 420-463.

CÂNDIDO, M. G. L. et al. Effects of heat stress on pullet cloacal and body temperature. **Poultry Science**, v. 99, p. 2469-2477, 2020.

COSTA, J.H.S. et al. Efeito do ambiente sobre indicadores fisiológicos na produção de frangos de corte. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, p. 54-58, 2012.

CRUZ, N. T., PIRES, A. J. V., FRIES, D. D., JARDIM, R. R., SOUSA, B. M. L., DIAS, D. L. S., BONOMO, P., RAMOS, B. L. P., SACRAMENTO, M. R. S. V. (2021). Fatores que afetam as características morfogênicas e estruturais de plantas forrageiras. **Research, Society and Development**, 10(7), 1-22.

DIAS, A.N.; MACIEL, M.P.; AIURA, A.L.O.; AROUCA, C.L.C.; SILVA, D.B.; MOURA, V.S. Linhagens de frangos caipiras criadas em sistema semi-intensivo em região de clima quente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.12, p.2010-2017, 2016.

FLORIANO, L. S. **Anatomia e fisiologia das aves domésticas**. Ed. Rede e-Tec Brasil, Urutaí, GO, 94 p. 2013.

FRANÇA, L.C., LIMA, J.A., GIMENES, A.F.M., SAVINO, V.J.M., COELHO, A.A.D., PAZ, C.C.P. Desempenho de frango em diferentes densidades de pastejo: Características das forrageiras, perdas por pastejo e consumo de alimento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n.2, p. 939-950. 2014.

FREIRE R., COWLING A. The welfare of laying hens in conventional cages and alternative systems: First steps towards a quantitative comparison. **Animal Welfare**. v. 22, p. 57–65, 2013.

GUELBER SALES, M. N.; BARROS, B.L.A.; MAXIMO, H.L.; SETUBAL, R.L.; SALES, E.F. Caracterização da criação de galinhas caipiras em sistema agroecológico. IX Congresso Brasileiro de Agroecologia – Belém/ PA, **Cadernos de Agroecologia**, v.10, n.3, 2015.

LEITE, G.G.; SILVEIRA, L. F.; FERNANDES F.D.; GOMES, A.C. **Crescimento e Composição Química do Capim Paspalum atratum cv. Pojuca**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n.19, 22p. (EMBPAPA CERRADOS, Brasil, 2001).

MACK, L.A.; FELVER-GANT, J.N.; DENNIS, R.L.; CHENG, H.W. Genetic variations alter production and behavioral responses following heat stress in strains of laying hens. **Poultry Science**, v.92, p.285-294, 2013.

MARCHINI, C.F.P.; SILVA, P.L.; NASCIMENTO, M.R.B.M.; TAVARES, M. Frequência respiratória e temperatura cloacal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Archives of Veterinary Science**, v.12, n,1, p.41-46, 2007.

MEDEIROS, C.M.; BAÊTA, F.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; TINÔCO, I.F.F.; ALBINO, L.F.T.; CECON, P.R. Índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.660-665, 2005.

MEIRELLES, P.R.L.; BATISTA, L.A.R.; COSTA, C.; SILVA, M.G.B.; FACTORI, M.A.; SILVEIRA, J.P.F.; CAVASANO, F.A. Germoplasma do gênero Paspalum com potencial para produção de forragem. **Bioscience Journal**, v.29. p.1587-1595, 2013.

MESQUITA, P.; SILVA, S. C.; PAIVA, A. J.; CAMINHA, F. O.; PEREIRA, L. E. T.; GUARDA, V. D.; NASCIMENTO JUNIOR, D. Structural characteristics of marandu palisadegrass swards subjected to continuous stocking and contrasting rhythms of growth. **Scientia Agrícola**, v. 67, p. 23-30, 2010.

NAZARENO, A.C.; PANDORFI, H.; GUISELINI, C.; VIGODERIS, R.B.; PEDROSA, E.M.R. Bem-estar na produção de frango de corte em diferentes sistemas de criação. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.1, p.13-22, 2011.

OLIVEIRA, P. M.; FARIA JUNIOR, M.J.A.; GARCIA NETO, M. Estratégias para minimizar os efeitos de um ambiente térmico adverso para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, p. 739-747, 2016.

OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T.; FERREIRA, R.A.; VAZ, R.G.M.V.; CELL, A.P.S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 797-803, 2006.

PEREIRA, D. F.; NÄÄS, I. A.; ROMANINI, C. E. B.; SALGADO, D. D.; PEREIRA, G. O. T. Indicadores de bem-estar baseados em reações comportamentais de matrizes pesadas. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 308-314, 2005.

PEREIRA, E.A.; DALLAGNOL, M.; NABINGER, C.; HUBER, K.G.C.; MONTARDO, D.P.; GENRO, T.C.M. Agronomic production of a collection of 36 *Paspalum leptum* Parodi access. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.498-508, 2011.

RAIMUNDO, E. K. M.; EVANGELISTA, G.M.; PAULINO, R.D.; BELTRÃO, L.G.C.; BARBOSA, L. B.; SILVA, J.R. Exploração da avicultura caipira em regime de economia solidária: uma análise dos problemas e condicionantes ambientais da produção em uma cooperativa da Paraíba. **Cadernos de Agroecologia** – Vol. 13, Nº 1, p. 7-12. 2018.

RICHARDS, S.A. The significance of changes in the temperature of the skin and body core of the chicken in the regulation of heat loss. **The Journal of Physiology**, v.216, n.1, p.1-10, 1971.

ROCHA, B.R.A. **Estabelecimento de hierarquia social por meio de ordem de bicadas em *Gallus gallus domesticus* (Galliformes: Aves)**. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2012.

RUDKIN, C.; STEWART, G.D. Behaviour of hens in cages - A pilot study using video tapes. A Report for the Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC), **Queensland**, v.40, n.477, p.102, 2003.

SANTOS, J. L. V., LACERDA JUNIOR, J.A.C., SANTOS, E.C.P., SANTOS, G.B., SÁ, H.M., QUEIROZ, E.O. Avaliação dos parâmetros ambientais e fisiológicos para frangos de corte linhagem caipira em diferentes fases de criação na Amazônia Ocidental. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p.61607-61622. 2020.

SAS. **Statistical analysis systems user's guide**. Cary, NC, USA: SAS Institute Inc., 1998. 956p.

SCHEFFER-BASSO, S.M.; GALLO, M.M. Aspectos morfofisiológicos e bromatológicos de *Paspalum plicatum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1758-1762, 2008.

SECCO, T. R.; RATZLAFF JUNIOR, Z.; HOUSSAINI, M.L.T.; FACHINETTO, J.M. O potencial forrageiro do gênero *Paspalum*: uma revisão. **Salão do Conhecimento**, XXVI Seminário de Iniciação Científica, 2018.

SILVA, J.P.; CARDINAL, K, M.; ANDRETTA, I.; RIBEIRO, A.M.L. Metabolismo de cálcio em não ruminantes. **Open Science Research**, V. 5, Editora Científica Digital, p.1-15, 2022.

- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: 359 Editora UFV, 2002. 235p.
- SILVA, I.J.O.; ABREU, P.G.; MAZZUCO, H. **Manual de boas práticas para o bem-estar de galinhas poedeiras criadas livres de gaiolas**. Concórdia: Suínos e Aves, 2020.
- SILVA, M.A.N.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; SILVA, C.J.M.; ROSÁRIO, M.F.; SILVA, I.J.O.; COELHO, A.A.D.; SAVINO, V.J.M. Avaliação do estresse térmico em condição simulada de transporte de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1.126- 1.130, 2007.
- SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F.; PEREIRA, L. E. T. Ecophysiology of C4 forage grasses— understanding plant growth for optimising their use and management. **Agriculture**, v.5, n.3, p.598-625. 2015
- SOUZA, F.H.D.; CAVALLARI, M. M.; GUSMÃO, M. R. Produção comercial de sementes de *Paspalum notatum* var. *notatum*. Embrapa Pecuária Sudeste, 2020. 22 p. – (Embrapa Pecuária Sudeste. **Documentos**, 136).
- TAN, G.-Y.; YANG, L.; FU, Y.-Q.; FENG, J.-H.; ZHANG, M.-H. Effects of different acute high ambient temperatures on function of hepatic mitochondrial respiration, antioxidative enzymes, and oxidative injury in broiler chickens. **Poultry Science**, v.89, p.115-122, 2010.
- VARGAS, L. B.; LIPPI, I.C. C.; VALENTIM, J. K.; NEVES, N. F.; PRZYBULINSKI, B. B.; BARBOSA, D. K.; CASTILHO, V. A. R.; GARCIA, R. G.; MENDES, J. P. Legislações e normas para avaliação do bem-estar na produção avícola. **Caderno de Ciências Agrárias**, v.13, p.1-8, 2021.
- WELKER, J.S.; ROSA, A.P.; MOURA, L.P.; CATELAN, F.; UTTPATEL, R. Temperatura corporal de frangos de corte em diferentes sistemas de climatização. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p1463-1467. 2008.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As galinhas caipiras brasileiras, formadas a partir de raças nativas provenientes de expedições durante a colonização do Brasil, disseminadas nas amplas regiões do país, apresentando resistência e sendo exploradas em condições de sistemas de criação semi-intensivo com custo de produção reduzido.

A galinha caipira Canela-Preta, encontrada, particularmente, no estado do Piauí, é bastante apreciada na culinária do nordeste brasileiro, merecendo atenção tanto do meio produtivo como técnico, no sentido de viabilizar alternativas tecnológicas, para produção de carne e ovos que permitam sua inserção no mercado interno de forma competitiva.

Considerando que na avicultura de forma geral, os custos com alimentos são elevados nos diferentes sistemas de produção, neste sentido pesquisas que tenham como perspectiva avaliar alternativas nutricionais se tornam relevantes, especialmente, para galinhas caipiras Canela-Preta, em que os estudos são escassos.

A presente pesquisa envolvendo níveis de cálcio nas dietas de galinha caipira Canela-Preta na fase de postura pode concluir que o nível de 2,3% de cálcio atende às exigências de desempenho de postura das galinhas Canela-Preta, correspondendo a fase de 28 a 36 semanas de vida das aves, em que este período representa a idade de melhor conversão alimentar, tanto para dúzia como para massa de ovos. Também, o nível de 2,3% atende às exigências relacionadas a qualidade do ovo sem interferir nos parâmetros comportamentais e fisiológicos básicos das aves, envolvendo temperatura da superfície corporal, temperatura cloacal e frequência respiratória.

Em relação as aves caipiras, aspectos voltados à nutrição e a outros áreas de conhecimento, como melhoramento genético, ambiência, manejo e gestão, merece atenção do meio técnico e científico nacional.