

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**DURAÇÃO DA ECLOSÃO E PREFERÊNCIA TÉRMICA
INFLUENCIAM NO DESEMPENHO E COMPORTAMENTO DE
FRANGOS DE CORTE**

Nicolie Rosa de Almeida (nome social)

Vitor Rosa de Almeida (nome civil)

Zootecnista

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

**DURAÇÃO DA ECLOSÃO E PREFERÊNCIA TÉRMICA
INFLUENCIAM NO DESEMPENHO E COMPORTAMENTO DE
FRANGOS DE CORTE**

Nicolie Rosa de Almeida (nome social)

Vitor Rosa de Almeida (nome civil)

Orientadora: Prof^a Dr^a Isabel Cristina Boleli

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Sabrina L. Caetano

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia

2017

A447d Almeida, Nicolie Rosa de
Duração da eclosão e preferência térmica influenciam no desempenho e comportamento de frangos de corte / Nicolie Rosa de Almeida [nome social de] Vitor Rosa de Almeida. -- Jaboticabal, 2017
vi, 71 p. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017
Orientadora: Isabel Cristina Boleli
Banca examinadora: Lizandra Amoroso, Renato Luis Furlan, José Roberto Sartori, Viviane de Souza Morita
Bibliografia

1. Comportamento. 2. Desempenho. 3. Imobilidade tônica. 4. Período de eclosão. I. Almeida, Vitor Rosa de. II. Título. III. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.5:636.083

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: DURAÇÃO DA ECLOSÃO E PREFERÊNCIA TÉRMICA INFLUENCIAM NO DESEMPENHO E COMPORTAMENTO DE FRANGOS DE CORTE

AUTORA: NICOLIE ROSA DE ALMEIDA (NOME SOCIAL) / VITOR ROSA DE ALMEIDA (NOME CIVIL)

ORIENTADORA: ISABEL CRISTINA BOLELI

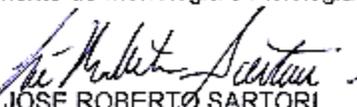
COORIENTADORA: SABRINA LUZIA CAETANO

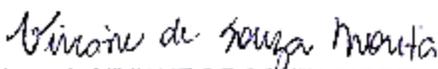
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dra. ISABEL CRISTINA BOLELI
Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dra. LIZANDRA AMOROSO
Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dr. RENATO LUIS FURLAN
Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO SARTORI
Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal / FMVZ/UNESP - Botucatu/SP


Pós-doutoranda VIVIANE DE SOUZA MORITA
Universidade Federal da Bahia / UFBA - Salvador/BA

Jaboticabal, 24 de novembro de 2017

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

NICOLIE ROSA DE ALMEIDA (nome social) / VITOR ROSA DE ALMEIDA (nome civil) – nascida em 11 de fevereiro de 1988, na cidade de Contagem (MG), filha de Natanael Rosa de Almeida e Maria Rita de Jesus Almeida. Em março de 2006, ingressou no curso de Zootecnia, no Instituto de Ciências Agrárias/ICA da Universidade Federal de Minas Gerais/UFMG, graduando-se em agosto de 2011. No mês de agosto, do mesmo ano, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, nível de mestrado, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/ UNESP – Campus de Jaboticabal – SP, sob a orientação da Profa. Dra. Isabel Cristina Boleli, obtendo o título de Mestre em Zootecnia, em dezembro de 2013. Em março de 2014, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia, também na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP – Campus de Jaboticabal – SP, sob orientação da Profa. Dra. Isabel Cristina Boleli e coorientação da Profa. Dra. Sabrina L. Caetano.

A Deus, pelo dom da vida,
e aos meus pais, Maria Rita e Natanael (in memorian),
meu marido e grande amigo Kris,
meus irmãos Silvania e Rogério, Ronnie e Vanessa,
e meus tesouros, Isabelle e Nayson,
ofereço.

Para Prof^a. Dr^a. Isabel C. Boleli,
pelos conselhos e preocupação,
pela generosidade e contribuições
com minha formação.
Um grande exemplo para mim,
dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela companhia constante, por inspirar esperança, trazer calma e conduzir tudo de bom que tenho na vida.

Ao meu amado pai, que antes da conclusão definitiva desse material veio a desencarnar, por sua contribuição incondicional em todas as etapas ser inquestionável.

À toda minha família, pelo amor, apoio e confiança.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Campus de Jaboticabal, pela oportunidade da realização do Curso de Doutorado.

À minha orientadora, Profa. Dra. Isabel Cristina Boleli, pela oportunidade, ensinamentos, amizade e confiança.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de doutorado.

Aos Professores presentes no Exame Geral de Qualificação (Profs. Danísio Prado Munari, Lizandra Amoroso, Sarah Sgavioli e João Batista Matos Junior), pela participação e importantes sugestões.

Aos Professores presentes na banca de defesa (Profs. José Sartori, Lizandra Amoroso, Renato Furlan e Viviane Morita), pela participação e importantes sugestões.

Aos amigos que durante esta jornada foram essenciais Aline Fernandes, Rafael Reis, Paula Pilotto, Rejane Castro, Adriele, Pamela e Joice de Elson.

Aos colegas de equipe e amigos - Diego, Gisele, Joice, João Batista, Paula, Rafael, Sarah, Silvia, Tamiris, Viviane, Lara, Mariana, Gabriel, Raquel, José Carlos e Marina - por todo apoio, amizade e descontração.

Aos colegas de pós-graduação – Roberta, Karen, Maria Camila, Eduardo, Sirlene e Fernanda por toda sabedoria e conselhos passados.

Aos funcionários, em especial: Euclides, Edmar, Damares e Wagner (Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal), Izildo, Robson e Vicente (Setor de Avicultura), Helinho (Fábrica de Ração), Branca, Diego e Hugo (pós-graduação) muito obrigado pela colaboração.

Enfim, a todas as pessoas que contribuíram para a concretização desse sonho.

Obrigada!

SUMÁRIO

CERTIFICADO DE COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS	iii
LISTA DE ABREVIATURAS	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. Introdução	1
2. Revisão da literatura.....	2
2.1. Avicultura.....	8
2.2. Incubação.....	4
2.3. Eclosão.....	5
2.4. Temperatura de criação.....	6
2.4.1. Temperatura de preferência	7
2.5. Desempenho de frangos de corte.....	7
2.6. Comportamento e bem-estar de frangos de corte.....	8
2.7. Imobilidade tônica.....	10
3. Objetivos	12
4. Referências	12
CAPÍTULO 2 - DURAÇÃO DA ECLOSÃO E TEMPERATURA DE CRIAÇÃO INFLUENCIAM NO DESEMPENHO E COMPORTAMENTO DE FRANGOS.....	21
RESUMO	21
ABSTRACT	22
1. Introdução	23
2. Material e métodos	24

2.1.	Delineamento experimental	24
2.2.	Fase de incubação	26
2.3.	Fase de criação	26
2.4.	Desempenho	28
2.5.	Tempo de imobilidade tônica (TIT)	29
2.6.	Comportamento	29
2.7.	Análises estatísticas	31
3.	Resultados	31
3.1.	Efeito da duração do período de eclosão e da temperatura de criação sobre o desempenho	31
3.2.	Efeito da duração do período de eclosão e da temperatura de criação sobre o tempo de imobilidade tônica (TIT) e a correlação entre o TIT e as variáveis de desempenho.....	37
3.3.	Efeito da duração do período de eclosão, da temperatura de criação e da idade sobre o comportamento	39
3.4.	Frequências dos diferentes comportamentos dentro de cada tratamento.....	39
4.	Discussão.....	46
5.	Conclusão	51
6.	Referências	52

CERTIFICADO DE COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal

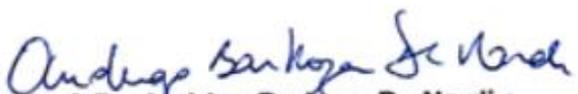


CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 022363/12 do trabalho de pesquisa intitulado "Efeito da duração do período de eclosão sobre a qualidade dos pintos e seu desempenho frente ou não a estresse térmico", sob a responsabilidade da Profª Drª Isabel Cristina Boleli está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 08 de novembro de 2012.

Jaboticabal, 08 de novembro de 2012.


Prof. Dr. Andriago Barboza De Nardi
Coordenador - CEUA

LISTA DE ABREVIATURAS

AGU - Comportamento ingestivo de água

ALI - Comportamento de autolimpeza

CA - Conversão alimentar

CO₂ - Dióxido de carbono

COM - Comportamento de conforto

CR - Consumo de ração

CRA - Comportamento ingestivo de ração

CV - Coeficiente de variação

DPE - Duração do período de eclosão

EPM - Erro padrão das médias

EXP - Comportamento exploratório

GP - Ganho de peso

ID - Idades

O₂ - Oxigênio

PC - Peso corporal

REP - Comportamento de repouso

TC - Temperatura de criação

TIT - Tempo de imobilidade tônica

UR - Umidade relativa

DURAÇÃO DA ECLOSÃO E PREFERÊNCIA TÉRMICA INFLUENCIAM NO DESEMPENHO E COMPORTAMENTO DE FRANGOS DE CORTE

RESUMO - Este trabalho analisou se duração do período de eclosão entre bicagem externa até a saída do pinto de dentro da casca do ovo, temperatura de criação e idade influenciam o desempenho e comportamento dos frangos de corte. Para análise do desempenho, foi utilizado um delineamento 2x2, sendo período curto (6 a 10h) e longo (20 a 26h) de eclosão e temperatura de criação preferida (determinada em estudo anterior) e recomendada para a linhagem. As frequências dos diferentes comportamentos e a duração do comportamento de ingestão de ração e água foram analisados segundo um delineamento 2x2x3, sendo os dois períodos de eclosão (curto e longo), duas temperaturas de criação (preferida e recomendada) e 3 idades (6, 20 e 41 dias de idade ou 7, 21 e 42 dias). Para isso, ovos férteis de matrizes de frangos de corte (Cobb®-500) com 56 semanas de idade foram incubados à 37,5°C e 60% de umidade relativa, com giro à cada 2 horas. Após a eclosão, 352 pintos machos foram distribuídos pelo peso corporal (~46g) em 3 três câmaras climáticas: uma mantida na temperatura preferida pelos frangos com curto período de eclosão (8 boxes com 11 aves cada), outra mantida na temperatura preferida pelos frangos com longo período de eclosão (8 boxes com 11 aves cada), e a terceira mantida na temperatura recomendada para a linhagem (8 boxes com 11 aves cada/ período de eclosão). Pintos com longo período de eclosão criados na temperatura preferida apresentaram menor consumo de ração, ganho de peso e peso corporal no período de crescimento, que resultou em seu menor desempenho à idade de abate. Pintos com longo período de eclosão consumiram ração com maior frequência do que os pintos com curto período. Criação na temperatura preferida diminuiu a frequência de consumo de ração e de água e a frequência do comportamento exploratório e aumentou a frequência de repouso dos frangos na primeira semana. Repouso foi o comportamento apresentado com maior frequência pelos frangos em todos os tratamentos e idades analisadas. O consumo de ração e o comportamento exploratório foram apresentados com menor frequência da fase de crescimento do que na primeira semana de vida, enquanto que o comportamento de repouso e o de conforto foram mais frequentes. Houve uma correlação altamente positiva do peso com o tempo de imobilidade tônica dos frangos. Os resultados mostram que pintos com longo período de eclosão são mais ativos na primeira semana de vida, que criação na temperatura preferida não influenciou o desempenho e comportamento dos frangos com curto período de eclosão, mas diminuiu o desempenho dos frangos com longo período de eclosão na última semana de vida. Também é mostrado que frangos diminuem acentuadamente sua atividade com o ganho de peso.

Palavras-chave: comportamento, desempenho, imobilidade tônica, período de eclosão

DURATION OF HATCHING AND THERMAL PREFERENCE INFLUENCE THE PERFORMANCE AND BEHAVIOR OF BROILERS

ABSTRACT - This study investigated whether the duration of hatching period between the external piping and the actual hatching (short: 6 to 10h or long: 20 to 26h) associated with the rearing temperature (preferred and recommended) influence the performance and behavior of broiler chickens. For broiler performance was utilized a factorial experimental design 2x2, consisting of short (6-10h) or long (20-26h) hatching period and preferred (determined in previous study) or recommended rearing temperature. The frequencies of the distinct behaviors and the diet and water intake duration were analyzed according to a factorial experimental design 2x2x3, being the two hatching period (short or long), two rearing temperature (preferred or recommended), and three ages (6, 20 and 41 days or 7, 21 and 42 days). For this purpose, fertile eggs from 56-week-old broiler breeders (Cobb®-500) were incubated at 37.5°C and 60% RH, with egg rotation every 1 hours. After hatching, 352 male chicks (short and long) were distributed by body weight (~ 46g) in three climatic chambers: one maintained at preferred temperature determined for broilers with short hatching period (8 replicates with 11 broilers each), one maintained at preferred temperature determined for broilers with long hatching period (8 replicates with 11 broilers each), and the third maintained at rearing temperature recommended for the strain (8 replicates with 11 broilers each per hatching period). Broilers with long hatching period and reared under preferred temperature presented lower feed intake, weight gain and body weight in the growth phase, resulting in lower performance at 42 days of age. Broilers with a long hatching period consumed diet more frequently than the broilers with a short hatching period. Preferred rearing temperature reduced the frequency of diet and water consumption and of exploratory behavior, and increased the frequency of resting behavior of the broilers in the first week of age. Resting was the most frequent behavior by broilers in all treatments and ages analyzed. Feed intake and exploratory behavior were presented less frequently in the growth phase than in the first week of life, while resting behavior and comfort behavior were more frequent. There was a highly positive correlation between body weight and tonic immobility time of broilers. The results showed that hatching broilers with a longer hatching period were more active than broilers with a short hatching period in the first week of life, that preferred rearing temperature did not influence performance and behavior of broilers with a short hatching period, but decreased the performance of chickens with a long hatching period in the last week of life. It is also shown that broilers had their activity markedly reduced as they gained weight.

Keywords: behavior, hatching period, performance, tonic immobility

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. Introdução

O avanço da avicultura envolve melhoramento genético, controle das condições sanitárias, melhorias na nutrição e manejo de incubação e da criação (PATRICIO *et al.*, 2012). No manejo da criação, há uma série de fatores que podem prejudicar o desempenho da ave, principalmente a temperatura. A susceptibilidade das aves ao estresse térmico, quando as temperaturas excedem sua zona de conforto, dificulta a dissipação de calor e incrementa a temperatura corporal, com efeito negativo sobre o desempenho (BORGES *et al.*, 2003). Produção com saúde e bem-estar animal é um conceito novo que vem se estendendo também à avicultura de corte (MOURA *et al.*, 2006). A partir de várias definições de bem-estar existente (DUNCAN, 1993; FOX, 1994; DAWKINS, 2003; BLATCHFORD, 2017), podemos considerar que produção com saúde e bem-estar envolve a manutenção de equilíbrio entre as aves e seu ambiente de criação, obtido pela plasticidade de resposta dessas à variações ambientais, incluindo de temperatura, a qual envolve a realização de ajustes fisiológicos e comportamentais que lhe possibilitam manter a homeotermia.

É conhecido que o estresse térmico interfere diretamente sobre a produtividade e bem-estar da ave (TINOCO, 2001; OLIVEIRA *et al.*, 2006; TAKAHASHI *et al.*, 2009; CARVALHO *et al.*, 2013). Para manter a homotermia, as aves respondem aos desvios de temperatura com ajuste no consumo de ração e água e na frequência dos comportamentos exploratório, autolimpeza, conforto térmico e repouso (FURLAN; MACARI, 2002; BICEGO *et al.*, 2007) tais ajustes comportamentais tem originado estudos visando o desenvolvimento de mecanismos que tornem os frangos mais adaptados à variações da temperatura ambiente que fogem de seu conforto térmico. As temperaturas atualmente recomendadas para criação de frangos de corte pelos manuais de criação foram estabelecidas com base no melhor desempenho e maior peso corporal da linhagem. Testes de preferência térmica têm revelado que as temperaturas preferidas pelas aves ao longo do período de criação variam com a temperatura de incubação dos ovos (MORITA *et al.*, 2016) e com a duração da fase de

eclosão entre a bicagem externa e a saída da casca (VICENTINI, 2015; MATOS JUNIOR, 2016), e que nem sempre coincidem com as temperaturas recomendadas para a linhagem. No que se refere ao período de eclosão, Matos Junior (2016) verificou que frangos machos com longo período de eclosão preferem temperaturas mais elevadas do que os frangos com curto período de eclosão e do que as temperaturas recomendadas pelo manual de manejo da criação para a linhagem (COBB, 2013), enquanto que os frangos com curto período de eclosão preferem temperaturas menores que as temperaturas recomendadas para a linhagem.

Faltam dados de literatura sobre os efeitos da duração do período de eclosão e da preferência térmica sobre o desempenho e comportamento dos frangos. Nossa hipótese é que ambos os fatores interferem no desempenho e comportamento dessas aves, e que essas apresentam ajustes comportamentais durante a criação na preferência térmica, em comparação com criação na temperatura recomendada para a linhagem. Assim, o presente estudo foi realizado para averiguarmos a ocorrência ou não dessa hipótese.

2. Revisão da literatura

2.1. Avicultura

O setor pecuário mundial apresentou grande crescimento nas últimas décadas e deverá continuar a crescer para atender ao aumento da demanda de alimentos resultante do crescimento estimado da população humana mundial nos próximos anos. Um dos principais constituintes deste setor é a crescente produção de frangos de corte (FAO, 2015), que passou por várias modificações na estrutura produtiva, o que incluiu melhoria genética, nutricional, de ambiência, automatização das atividades, que culminaram com produção de qualidade, em larga escala (BELUSSO; HESPANHOL, 2010) e de baixo custo ao consumidor comparado à produção de carne vermelha. Além do aprimoramento e modernização dos diversos setores da produção avícola, outros fatores contribuíram para o crescimento da avicultura brasileira, como o incentivo fiscal e os créditos a juros baixos aos produtores, a instalação de grandes indústrias de alimentos que fomentaram o investimento em pesquisas, a formação de estrutura de

produção baseada no sistema de integração, com contratos de parceria entre as empresas e os produtores (TAVARES; RIBEIRO, 2007).

Em 2016, o Brasil assumiu o ranking de segundo maior produtor mundial de carne de frango (12,91 milhões de toneladas), produzindo apenas 5,78 milhões de toneladas a menos que os EUA, maior produtor mundial (18,69 milhões de toneladas) (USDA, 2017). Já em relação às exportações, o Brasil continua liderando a exportação mundial de carne de frango, com 38,56% correspondentes a 4,39 milhões de toneladas do volume total produzido, enquanto que os EUA ocupam o segundo lugar com 27,51%, correspondentes a 3,13 milhões de toneladas do total produzido (USDA, 2017).

Os estados brasileiros que mais exportam carne de frango são: Paraná (32,21%), Santa Catarina (24,45 %), Rio Grande do Sul (18,35 %) e São Paulo (6,34 %) de acordo com a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2015). Hoje, o Brasil abastece mais de 150 mercados importadores de carne de frango brasileira, totalizando em torno de 4 milhões de toneladas embarcadas anualmente. Os principais importadores da carne de frango brasileira são, Arábia Saudita, Emirados Árabes Unidos e Kuwait (USDA, 2017). Estimativas indicam aumento de 4% nas exportações mundiais de carne de frango, ou seja, o recorde de 11,2 milhões de toneladas (USDA, 2017).

A avicultura é um setor importante no cenário econômico e social brasileiro não apenas pela produção de alimento e por responder direta e indiretamente por quase 1,5% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, mas também por empregar mais de 3,6 milhões de trabalhadores, entre produtores, funcionários de empresas beneficiadoras, empresas exportadoras e profissionais vinculados direta e indiretamente (UBABEPF, 2016; ABPA, 2017).

Nesse contexto, a manutenção ou o aumento do mercado consumidor de produtos avícolas é importante para o Brasil, o que tem sido alavancado através pesquisas científicas visando a maximização da produção e de sua qualidade nos diferentes setores da produção avícola.

2.2. Incubação

O desenvolvimento ontogenético *in ovo* de muitas aves precoces domésticas ocorre em torno de 21 dias (504h), sendo o primeiro terço da incubação correspondente ao desenvolvimento embrionário (morfogênese) e os dois últimos ao fetal, durante o qual ocorre crescimento e diferenciação morfofuncional sexo-específica. Ao final do desenvolvimento fetal, tem início o processo de eclosão dos pintos, que, no caso de pintos de corte, pode ocorrer a partir de 480 h de incubação aproximadamente, sob incubação à 37,5-37,8°C e 60% de umidade relativa do ar (VIEIRA; POPHAL, 2000; MORITA *et al.*, 2010).

A duração total do período de incubação pode variar com a espécie, período do ano, idade da ave, peso do ovo, duração e temperatura de estocagem do ovo, temperatura e umidade de incubação (WILSON, 1991; MORITA *et al.*, 2009; HALLE; TZSCHENTKE, 2011; WILLEMSSEN *et al.*, 2011).

Tais fatores também influenciam a janela de eclosão, definida como intervalo de tempo entre o primeiro e o último pinto a eclodir (MOLENAAR *et al.*, 2010), cuja duração pode variar de 24 a 48 horas ou mais (WILLEMSSEN *et al.*, 2010). Trabalhos recentes têm mostrado que a duração da janela de eclosão interfere na qualidade dos pintos. Vicentini (2015) e Matos Junior (2016), por exemplo, verificaram que os pintos com curto período de eclosão apresentam melhor qualidade, uma vez que são mais pesados e têm menor incidência de malformações do que pintos com longo período de eclosão. Zanatto (2016) verificou que os primeiros pintos a eclodir apresentam período mais curto de desenvolvimento embrionário e fetal e de eclosão e são mais pesados do que os que eclodem posteriormente. Quanto mais longa a janela de eclosão, maior será a heterogeneidade do lote dos frangos ao alojamento e à idade de abate. Dessa forma, diminuir a amplitude da janela de eclosão, ou seja, aumentar o sincronismo na eclosão pode aumentar a homogeneidade dos lotes e, conseqüentemente, seu desempenho.

Ainda em relação à janela de eclosão, Vicentini (2015) e Matos Junior (2016) registraram diferenças na preferência térmica dos pintos com curto e longo período de eclosão nas primeiras 3 semanas nos machos e até a sexta semana nas fêmeas, bem

como diferenças entre as temperaturas preferidas e as recomendadas para a linhagem. Zanatto (2016), por sua vez, observou diferenças na frequência de nascimento dentro janela de eclosão, duração das fases da incubação e características morfométricas dos pintos entre machos e fêmeas, confirmando a hipótese de que sexo é um dos fatores envolvidos com o assincronismo na eclosão.

Embora seja importante para os incubatórios estabelecer novos manejos de incubação que propiciam a redução da janela de eclosão, visando também minimizar os efeitos do jejum hídrico e alimentar entre eclosão e alojamento (HALEVY *et al.*, 2000; NICHELMANN *et al.*, 2001; NICHELMANN; TZSCHENTKE, 2003; TZSCHENTKE, 2008; RICCARDI *et al.*, 2011), há carência na literatura sobre manejos com tal objetivo.

2.3. Eclosão

A eclosão é uma fase crítica do desenvolvimento *in ovo*, durante a qual os pintos trocam a respiração alantóidiana pela respiração pulmonar. Como mencionado por Boleli (2013) e (MORTOLA, 2009), a fase de eclosão começa com a perfuração da membrana interna da casca, junto à câmara de ar, denominada de bicagem interna, induzida por déficit nas trocas gasosas via alantóide. Com as narinas posicionadas no interior da câmara de ar, os pintos iniciam a respiração pulmonar, mas continuam a apresentar trocas gasosas via alantóide. Um segundo déficit o déficit de O₂ e saturação de CO₂, agora no interior da câmara de ar, induz a perfuração da casca pelos pintos (bicagem externa), seguida, após algumas horas, da saída dos pintos do interior do ovo, momento no qual ocorre interrupção da respiração alantoideana, permanecendo apenas a pulmonar, finalizando o processo de eclosão. O intervalo de tempo entre a bicagem externa e a saída do pintainho da casca do ovo pode variar de 6 a 26 horas, e foi classificado como curto (6-10h) e longo (20-27h) por Vicentini (2015), Matos Junior (2016) e Zanatto (2016).

Vicentini *et al.* (2015) verificaram que as fêmeas têm período de incubação mais curto que os machos, por apresentarem fase mais curta entre bicagem interna e externa e entre a bicagem interna e a eclosão, o que foi atribuído à maior espessura da casca do ovo das fêmeas (34-43%), que, representando uma barreira significativamente maior

para as trocas gasosas durante o desenvolvimento, pode ter contribuído para o estabelecimento mais cedo de ambiente hipercápnico e hipóxico no interior do ovo, induzindo a eclosão mais rápida das aves fêmeas.

Poucos são os trabalhos que já estudaram a influência da duração do período de nascimento sobre as características fisiológicas, produtivas e adaptativas das aves na fase de criação, sendo esse foco de estudo bastante relevante no tocante a avicultura moderna. Pelos nossos conhecimentos, Matos Junior (2016) foi o primeiro a realizar tal análise, verificando que a duração do período de eclosão, curto e longo, não influenciou o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de 1-42 dias de idade e peso corporal.

2.4. Temperatura de criação

De acordo com Schiassi *et al.* (2015), frangos de corte são animais homeotermos, ou seja, possuem a capacidade de manter a temperatura corporal dentro de uma faixa estreita, quando sujeitos à variações do ambiente térmico entre a temperatura letal (LT_{100}) mínima e máxima. Na ausência de conforto térmico, esses animais recorrerem a respostas comportamentais, como, por exemplo, abertura ou não de asas, redução ou aumento no consumo de ração e de água, dispersão ou agrupamento em relação às outras aves, para manter a homeotermia corporal. Todavia, tais respostas influenciam produção e gastos energéticos, podendo comprometer o desempenho produtivo, bem-estar e aumentar a incidência de doenças metabólicas (FURLAN; MACARI, 2002; NAZARENO *et al.*, 2009). Dessa forma, o controle do ambiente de criação é fundamental para o bem-estar e desempenho das aves (TINÔCO *et al.*, 2004).

As linhagens de frangos de corte selecionadas para crescimento rápido e maior possuem alta taxa de produção de calor metabólico, que os torna mais sensíveis às altas temperaturas de criação, uma vez que eles têm dificuldade de manter a normotermia e a homeostase (MACARI *et al.*, 2002). Os frangos suportam mais o calor nas duas semanas iniciais de vida, a partir da qual a resistência diminui no decorrer das semanas, evidenciando que frangos de corte são mais resistentes ao frio do que ao calor (NASCIMENTO *et al.*, 2012, 2014).

A alteração da temperatura recomendada para uma determinada linhagem de frangos de corte pode afetar o desempenho, diminuindo a produção de carne ou outros produtos, causando perda econômica (GERAERT *et al.*, 1996; YAHAV *et al.*, 1997). No entanto, quando as aves são criadas em temperaturas dentro da sua zona de conforto térmico, a fração de energia metabolizável gasta para termogênese é mínima e a energia líquida de produção é máxima (MACARI *et al.*, 2004).

2.4.1. Temperatura de preferência

Preferência térmica tem sido associada à temperatura na qual o animal encontra-se em conforto térmico e, nos últimos anos, tem sido analisada em aves domésticas por alguns autores. Nichelmann (2004) verificou que incubação de ovos de perus a 38,5 °C a partir do sétimo dia teve influência na temperatura das aves, as quais preferiram temperaturas mais altas do que as oriundas de ovos incubados a 37,5 °C. Toro-Velasquez e Mortola (2014), estudando a temperatura de preferência de pintos de corte, observaram que aves de ovos incubados à 34,5 °C nos dias 18-20 apresentaram temperatura crítica mais baixa de termoneutralidade. Morita *et al.* (2016), por sua vez, estudaram a influência da baixa e alta temperatura de incubação (36, 37,5 e 39 °C) a partir do 13º dia sobre a temperatura de preferência, e observaram que temperatura mais alta de incubação interfere na preferência térmica dos frangos, os quais preferiram também temperaturas de criação mais altas em relação aos demais frangos. Vicentini *et al.* (2015) e Matos Junior (2016) também analisaram preferência térmica de frangos de corte, e verificaram que ela é influenciada pela duração do período de eclosão, sendo maior para os frangos com longo do que com curto período de eclosão até o 28º dia de vida. Todavia, se criação na temperatura de preferência altera o desempenho e o comportamento dos frangos ao longo do período de criação, comparado à criação na temperatura recomendada para a linhagem, não é conhecido.

2.5. Desempenho de frangos de corte

O maior desempenho das linhagens atuais de frango de corte foi obtido com avanços nas áreas de seleção genética, nutrição, sanidade, ambiência e manejo

(VIANA *et al.*, 2000; ABREU; ABREU, 2011; ROSTAGNO *et al.*, 2011; MORITA *et al.*, 2016), muitas delas nos vários setores e etapas da produção (produção de ovos, incubação dos ovos, criação dos frangos). As linhagens comerciais de frango de corte são caracterizadas, principalmente, por sua alta taxa de crescimento em período mais curto (RAMOS *et al.*, 2009; AZARNIK *et al.*, 2010). Todavia, embora o principal objetivo na produção avícola seja a obtenção de alta produtividade, aliada à qualidade dos produtos finais (LODDI *et al.*, 2000), é necessário que ela seja acompanhada também pelo bem-estar e saúde animal. Entretanto, linhagens de crescimento rápido têm potencial para desenvolver síndromes metabólicas, deformidades ósseas, e, ainda, anomalias reprodutivas, que aumentam o número de ovos inadequados para incubação (VIANA *et al.*, 2000).

O crescimento do frango, como de qualquer outro animal, é um processo complexo, cujo entendimento, do ponto de vista produtivo, depende da análise de características como peso corporal, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, sobrevivência e rendimento produtivo. Tais características são ferramentas importantes para o produtor entender, estabelecer e planejar manejos adequados as para maior produtividade e lucratividade. Estudos científicos realizados nos últimos 10-15 anos têm demonstrado a importância e a interferência de cada fase da cadeia produtiva sobre as subseqüentes, o que evidencia a necessidade de mais estudos que tenham como objetivo conhecer as interações entre as etapas do ciclo de produção avícola e seus efeitos sobre a produtividade e qualidade do produto final.

2.6. Comportamento e bem-estar de frangos de corte

Os programas de melhoramento genético de frangos de corte, na busca por máxima velocidade de ganho de peso, alta eficiência alimentar, alta viabilidade, maior rendimento de carcaça e menor deposição de gordura, desencadearam também síndromes fisiológicas (SANCHEZ *et al.*, 2000) e desvios comportamentais (MARIN *et al.*, 2001), os quais podem comprometer a saúde, o bem-estar e a sobrevivência destas aves (ABEYESINGHE *et al.*, 2001; HALL, 2001).

De acordo com Medeiros e Vieira (1997), assim como todo ser vivo, os animais domésticos vivem em ambiente formado por um conjunto de condições externas de ordem natural ou artificial, que tendem a influenciar no seu desempenho. Quando essas condições de ordem natural não são respeitadas, os animais tendem a desenvolver quadros de estresse, o que pode comprometer o seu desempenho nos sistemas produtivos. Costa (2003) cita como alguns fatores estressantes, os quais afetam o metabolismo nutricional: a temperatura, a umidade, a radiação solar, o vento e os agentes poluidores.

Diante disso, a observação do comportamento das aves pode ser uma ferramenta no controle e determinação da qualidade do sistema de produção. De acordo com Santos (2015), o principal foco de estudo da ambiência consiste na relação animal/ambiente, buscando identificar as condições de máximo conforto, o que permitirá aos animais expressarem o seu melhor potencial produtivo.

Quando criadas em ambientes térmicos considerados confortáveis, as aves mantêm-se tranquilas e normalmente dispersas, se alimentam de forma satisfatória e apresentam bons índices de produtividade (MEDEIROS *et al.*, 2005). Já quando submetidas à situação de estresse, as aves tendem a apresentar comportamento atípico, buscando minimizar os efeitos do ambiente sobre o seu conforto (CARVALHO *et al.*, 2013), sendo essa alteração comportamental de ordem física ou alimentar (AMARAL *et al.*, 2011).

O conhecimento dos hábitos alimentares dos animais constitui uma ferramenta primária e eficiente para explicar a maior parte da variabilidade do consumo de alimentos. Picoli (2004) sugeriu a observação de determinadas atividades no intuito de avaliar tal comportamento, entre elas, beber, comer, estado de ócio, andar, deitar, esticar membros, ciscar, limpar penas e bicar penas. Os frangos andam pouco quando suas necessidades são atendidas sem que haja necessidade de deslocamento, situação esta que tende a piorar com o avançar da idade possivelmente em função do crescimento acelerado dos frangos de melhor eficiência na conversão alimentar (WEEKS *et al.*, 2000).

2.7. Imobilidade tônica

Na natureza, animais que ocupam baixos níveis tróficos na cadeia alimentar necessitam desenvolver estratégias ou padrões de respostas fisiológicas que lhes permitam enfrentar desafios na busca pelo aumento das suas chances de sobrevivência. Essas estratégias ou padrões de resposta referem-se a dois tipos de resposta apostos: a resposta ativa, caracterizada pelo controle territorial e agressão, e a imobilidade, que acarreta baixos níveis de agressão (HAZARD *et al.*, 2008). De acordo com Michelan *et al.* (2006), a imobilidade corporal, promovida por mecanismos neurais ativos que suspendem a emissão de atividade motora dos músculos esqueléticos, é uma manifestação comportamental compartilhada por inúmeras espécies animais. Esse estado que o animal permanece imóvel, no caso das aves, em decúbito dorsal, é chamado de imobilidade tônica ou tanatose (GALLUP *et al.*, 1970)

A imobilidade tônica é uma característica biológica valiosa para investigar a reatividade emocional, disfunção comportamental e fisiológica relacionada ao estresse crônico em animais (CAMPO; REDONDO, 1996; CAMPO *et al.*, 2000; CALANDREAU *et al.*, 2011). A duração da imobilidade tônica é correlacionada positivamente com o nível de medo, medido pelos níveis plasmáticos de corticosterona e outras medidas fisiológicas, como a relação heterófilo / linfócito (JONES *et al.*, 1988; JONES *et al.*, 1991).

A imobilidade tônica pode ser classificada em longa ou curta (LIU *et al.*, 2016), sendo que a longa representa maior sensibilidade ao medo (REESE *et al.* 1984), afetando negativamente o crescimento dos animais (LIU *et al.*, 2016). Wang *et al.* (2013) verificaram que frangos de corte com imobilidade tônica curta demonstram melhor desempenho e maior adaptabilidade ao estresse em comparação aos frangos com imobilidade tônica longa. Os frangos de corte da linhagem Cobb que apresentam longa imobilidade tônica demonstraram maiores valores de corticosterona sob altas temperaturas (ZULKIFLI *et al.*, 2009), o que é consistente com a maior ativação adrenocortical em imobilidade tônica longa do que curta (BEUVING *et al.*, 1989). No entanto, faltam estudos sobre a relação entre o tempo de imobilidade tônica e o desempenho e comportamento dos frangos.

Zanatto (2016) não observou influência do sexo, da duração das fases da incubação e de características morfométricas sobre o tempo de imobilidade tônica de frangos de corte (Cobb® 500), sugerindo que machos e fêmeas apresentam potencial de atividade similar ao nascimento e que este fato não influencia o comportamento das aves de ambos os sexos nas demais fases de criação. Já Odén *et al.* (2005), estudaram a influência da convivência entre machos e fêmeas na imobilidade tônica de galinhas de postura da linhagem Lohmann LSL. Os autores observaram que as fêmeas têm tempo de imobilidade tônica menor quando em grupos mistos, em relação a aquelas em grupos só de fêmeas, e concluíram que fêmeas mostram menos sinais de medo se mantidas em lotem com machos.

Sanotra *et al.* (2001), estudando diferentes densidades de criação (9 e 29, 13 e 25, 17 e 21, 18 e 30, e 20 e 28 de pintos Ross 208 por m²) em relação ao desenvolvimento de medo, observaram que em todas as séries, além de 13 e 25 pintos por m², o aumento médio da duração da imobilidade tônica por dia foi significativamente maior para pintos mantidos em densidades médias e altas. Os autores também observaram que a duração da imobilidade tônica aumentou em pintos que sofrem de discondroplasia tibial, especialmente aos 39 dias de idade, concluindo que altas densidades de criação afetam negativamente o bem-estar dos frangos de corte.

Por sua vez, Hata (2014), estudando a imobilidade tônica e o comportamento de reintegração social em perdizes (*Rhynchotus rufescens*), observou que aves com maior peso corporal tendem a permanecer maior tempo em imobilidade tônica, e que essa característica tem correlação muito baixa (0,0598) com reintegração social. A autora concluiu que é possível aplicar a seleção genética para diminuir o tempo de permanência em imobilidade tônica, sem alterar o nível de socialização.

Existem muitos trabalhos que fazem uso da imobilidade tônica como ferramenta de pesquisa na predição do estresse, mas são escassos os estudos que correlacionem a fase de eclosão com tal comportamento das aves.

3. Objetivos

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a hipótese de que a duração da fase de eclosão entre a bicagem externa e a saída da casca (curto e longo) e a temperatura de criação alteram o desempenho e o comportamento das aves.

4. Referências

ABEYESINGHE, S. M.; WATHES, C. M.; NICOL, C. J.; RANDALL, J. M. The aversion of broiler chickens to concurrent vibration and thermal stressors. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 73, n. 3, p. 199-215, 2001.

ABPA (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL). **Estatísticas do Mercado Interno**. São Paulo, [2016]. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/mercado-interno/frango>. Acesso em: junho de 2017.

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

AMARAL, A. G.; YANAGI JÚNIOR, T.; LIMA, R. R.; TEIXEIRA, V. H.; SCHIANI, L. Efeito do ambiente de produção sobre frangos de corte sexados criados em galpão comercial. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 3, p. 649-658, 2011.

AZARNIK, A.; BOJARPOUR, M.; ESLAMI, M.; GHORBANI, M. R.; MIRZADEH, K. The effect of different levels of diet protein on broilers performance in ad libitum and feed restriction methods. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, Al Rega, v. 9, n. 3, p. 631-634, 2010.

BICEGO, K. C.; BARROS, R. C. H.; BRANCO, L. G. S. Review physiology of temperature regulation: comparative aspects. **Comparative Biochemistry and Physiology. Part A: Molecular & Integrative Physiology**, Philadelphia, v. 147, p. 616-639, 2007.

BELUSSO, D.; HESPANHOL, A. N. A evolução da avicultura industrial brasileira e seus efeitos territoriais. **Revista Percorso**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 25-51, 2010.

BEUVING, G.; JONES, R. B.; BLOKHUIS, H. J. Adrenocortical and heterophil/lymphocyte responses to challenge in hens showing short or long tonic immobility reactions. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 30, n. 1, p. 175-184, 1989.

BLATCHFORD, R. A. Animal behavior and well-being symposium: poultry welfare assessments: current use and limitations. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 95, n. 3, p. 1382-1387, 2017.

BORGES, S. A.; MAIORKA, A.; SILVA, A. V. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 975-981, 2003.

CALANDREAU, L.; FAVREA-PEIGNE, A.; BERTIN, A.; CONSTANTIN, P.; ARNOULD, C.; LAURENCE, A.; LUMINEAU, S.; HOUDELIER, C.; RICHARD-YRIS, M. A.; BOISSY, A.; LETERRIER, C. Higher inherent fearfulness potentiates the effects of chronic stress in the Japanese quail. **Behavioural Brain Research**, Amsterdam, v. 225, p. 505-510, 2011.

CAMPO, J. L.; REDONDO, A. Tonic immobility reaction and heterophil to lymphocyte ratio in hens from three Spanish breeds laying pink eggshells. **Poultry Science**, Cary, v. 75, p. 155-159, 1996.

CAMPO, J. L.; GIL, M. G.; MUNOZ, I. ALONSO M. Relationships between bilateral asymmetry and tonic immobility reaction or heterophil to lymphocyte ratio in five breeds of chickens. **Poultry Science**, Cary, v. 79, p. 453-459, 2000.

CARVALHO, G. B.; LOPES, J. B.; SANTOS, N. P. S.; REIS, N. B. N.; CARVALHO, W. F.; SILVA, S. F.; CARVALHO, D. A.; SILVA, E. M.; SILVA, S. M. Comportamento de frangos de corte criados em condições de estresse térmico alimentados com dietas contendo diferentes níveis de selênio. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 14, n. 4, p. 785-797, 2013.

COBB. **Guia de manejo para frango de corte**. [S.l.], 2013. [COBB 500.]. 60 p.

COSTA, M. P. Princípios de etologia aplicados ao bem-estar das aves. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS (APINCO), 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2003. p. x-y.

DAWKINS, M. S.; COOK, P. A.; WHITTINGHAM, M. J.; MANSELL, K. A.; HARPER, A. E. What makes free-range broiler chickens range? In: situ measurement of habitat preference. **Animal Behaviour**, London, v. 65, p. 1-10, 2003.

DUNCAN, I. J. H.; MENCH, J. A. Behaviour as an indicator of welfare in various systems. **Basic Biology and Welfare, Alternative Housing Systems**, v. 7, p. 69-76, 1993.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS) 2015. BRUINSMA, J. (Ed.). **World agriculture: towards 2015/2030 an FAO perspective**. Paris: FAO; London: Earthscan Publications, 2003. Cap. 5, p. 158-176.

Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/y4252E/y4252e.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2015.

FOX, M. W. **Husbandry, behavior and veterinary practice**: viewpoints of a critic. Baltimore: University Park Press, 1994. p. 305-360.

FURLAN, R. L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, L. R.; GONZALES, E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p. 209-230.

GALLUP, G. G.; NASH, R. F.; POTTER, R. J.; DONEGAN, N. H. Effect of varying conditions of fear on immobility reactions in domestic chickens (*Gallus gallus*). **Journal of Comparative and Physiological Psychology**, Washington DC, n. 73, p. 442-445, 1970.

GERAERT, P. A.; PADILHA, J. C.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: biological and endocrinological variables. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 75, n. 2, p. 205-216, 1996.

HALEVY, O.; GEYRA, A.; BARAK, M.; UNI, Z.; SKLAN, D. Early posthatch starvation decreases satellite cell proliferation and skeletal muscle growth in chicks. **Journal of Nutrition**. v. 130, p. 858-864, 2000.

HALL, A. H. The effect of stocking density on the welfare and behaviour of broiler chickens reared commercially. **Animal Welfare**, St. Albans, v. 10, n. 1, p. 23-40, 2001.

HALLE, I.; TZSCHENTKE, B. Influence of temperature manipulation during the last four days of incubation on hatching results, post-hatching performance and adaptability to warm growing conditions in broiler chickens. **The Journal of Poultry Science**, Ibaraki, v. 48, p. 97-105, 2011.

HATA, M. E. **Aplicação de análise de sobrevivência no estudo da imobilidade tônica e do comportamento de reintegração social de perdizes (*Rhynchotus rufescens*)**. 107 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio Mesquita Filho", Jaboticabal, 2014.

HAZARD, D.; LECLAIRE, S.; COUTY, M.; GUÉMÉNÉ, D. Genetic differences in coping strategies in response to prolonged and repeated restraint in Japanese quail divergently selected for long or short tonic immobility. **Hormones and Behavior**, Maryland Heights, v. 54, p. 645-653, 2008.

JONES R. B.; BEUVING, G.; BLOKHUIS, H. J. Tonic immobility and heterophil/lymphocyte responses of the domestic fowl to corticosterone infusion. *Physiology and behavior*, v. 42 p. 249-253, 1988.

JONES, R. B.; MILLS, A. D.; FAURE, J. M. Genetic and experiential manipulation of fear-related behavior in Japanese quail chicks (*Coturnix coturnix japonica*). **Journal of Comparative Psychology**, Washington, DC, v. 105, p. 15-24, 1991.

LIU, J.; DUAN, Y.; HU, Y.; SUN, L.; WANG, S.; FU, W.; NI, Y.; ZHAO, R. Exogenous administration of chronic corticosterone affects hepatic cholesterol metabolism in broiler chickens showing long or short tonic immobility. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, Philadelphia, v. 191, p. 53-58, 2016.

LODDI, M. M.; GONZALES, E.; TAKITA, T. S.; MENDES, A. A.; ROÇA, R. O. Uso de probiótico e antibiótico sobre o desempenho, o rendimento e a qualidade de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 1124-1131, 2000.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão – FUNEP, 2002.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; MAIORKA A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. In: MENDES, A. A.; NÄÄS, I. A.; MACARI, M. (Ed.). **Produção de frangos de corte**. Campinas: FACTA, 2004. p. 137-155.

MARIN, R. H.; FREYTES, P.; GUZMAN, D. et al. Effects of an acute stressor on fear and on the social reinstatement responses of domestic chicks to cagemates and strangers. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 71, n. 1, p. 57-66, 2001.

MATOS JUNIOR, J. B. **Duração da eclosão e temperatura de incubação sobre a qualidade dos pintos, seu desempenho e qualidade de carne**. 2016. 169 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2016.

MEDEIROS, C. M.; BAÊTA, F. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; TINÔCO, I. F. F.; ALBINO, L. F. T.; CECON, P. R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 13, n. 4, p. 277-286, 2005.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H. **Bioclimatologia animal**. [Brasília, DF]: Ministério da Educação e Cultura; Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Zootecnia, Departamento de Reprodução e Avaliação Animal,

1997. 126 p. Disponível em:
<<http://wp.ufpel.edu.br/bioclomatologiaanimal/files/2011/03/Apostila-de-Bioclomatologia-Animal.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2016.
- MICHELAN, C. M.; MICHELAN, L. D.; PAULA, H. M. G.; KATSUMASA, H. Imobilidade tônica e imobilidade do nado forçado em cobaias. **Revista de Etologia**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 89-95, 2006.
- MOLENAAR, R.; REIJRINK, I. A. M.; MEIJERHOF, R.; VAN DEN BRAND, H. Meeting embryonic requirements of broilers throughout incubation. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 12, p. 137-148, 2010.
- MORITA, V. S.; ALMEIDA, V. R.; MATOS JUNIOR, J. B.; VICENTINI, T. I.; VAN DEN BRAND, H.; BOLELI, I. C. Incubation temperature alters thermal preference and response to heat stress of broiler chickens along the rearing phase. **Poultry Science**, Champaign, v. 95, n. 8, p. 1795-1804, 2016.
- MORITA, V. S.; BOLELI, I. C.; CARGNELUTTI FILHO, A. Hematological values and body, heart and liver weights of male and female broiler embryos of young and old breeder eggs. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 7-15, 2009.
- MORITA, V. S.; BOLELI, I. C.; OLIVEIRA, J. A. Hematological and incubation parameters of chicks from young breeder eggs: variation with sex and incubation temperature. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 9, n. 6, p. 606-612, 2010.
- MORTOLA, J. P. Gas exchange in avian embryos and hatchlings. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, Philadelphia, v. 153, p. 359-377, 2009.
- MOURA, D. J.; NÄÄS, I. A.; PEREIRA, D. F.; SILVA, R. B. T. R.; CAMARGO, G. A. V. Animal welfare concepts and strategy for poultry production: a review. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 8, p. 137-147, 2006.
- NASCIMENTO, S. T.; SILVA, I. J. O.; MAIA, A. S. C.; CASTRO, A. C.; VIEIRA, F. M. C. Mean surface temperature prediction models for broiler chickens a study of sensible heat flow. **International Journal of Biometeorology**, Heidelberg, v. 58, p. 195-201, 2014.
- NASCIMENTO, S. T.; SILVA, I. J. O.; MOURÃO, G. B.; CASTRO, A. C. Bands of respiratory rate and cloacal temperature for different broiler chicken strains. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, p. 318-324, 2012.
- NAZARENO, A. C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GIONGO, P. R.; PEDROSA, E. M. R.; GUISELINI, C. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de

corte sob regime de criação diferenciado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 6, p. 802-808, 2009.

NICHELMANN, M. Perinatal epigenetic temperature adaptation in avian species: comparison of turkey and Muscovy duck. **Journal of Thermal Biology**, Kidlington, v. 29, p. 613–619, 2004.

NICHELMANN, M.; JANKE, O.; HOCHERL, J. et al. Development of physiological control system in avian embryos. **News Biomedical Science**. v. 1, p. 15-25, 2001.

NICHELMANN, M.; TZSCHENTKE, B. Efficiency of thermoregulatory control elements in precocial embryos. **Avian Biology Research**. v. 14, p. 1–19, 2004. doi:10.3184/147020603783727030

ODÉN, K.; GUNNARSSON, S.; BERG, C.; ALGERS, B. Effects of sex composition on fear measured as tonic immobility and vigilance behaviour in large flocks of laying hens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 95, n. 1, p. 89-102, 2005.

OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ABREU, L. T.; FERREIRA, R. A.; VAZ, R. G. M. V.; CELLA, P. S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 35, n. 3, p.707-803, 2006.

PATRICIO, I. S.; MENDES, A. A.; RAMOS, A. A.; PEREIRA, D. F. Overview on the performance of Brazilian broilers (1990 to 2009). **Revista Brasileira de Ciências Avícolas**, Campinas, v. 4, n. 4, p. 233-238, 2012.

PICOLI, K. P. **Avaliação de sistemas de produção de frangos de corte no pasto**. 2004. 75f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

RAMOS, K. C. B. T.; GOMES, A. V. C.; CAMARGO, A. M.; LIMA, C. A. R.; OLIVEIRA, E. C. D.; OLIVEIRA, A. A.; SANTOS, V. M.; MASSI, P. A. Características da carcaça e composição química dos cortes nobres de frangos de corte submetidos a programas de restrição alimentar. **Revista Ciências da Vida**, Seropedica, v. 29, n. 1, p. 28-38, 2009.

REESE, W. G.; ANGEL, C.; NEWTON, J. E. Immobility reactions: a modified classification. **Integrative Physiological and Behavioral Science**, New York, v. 19, n. 3, p. 137-143, 1984.

RICCARDI, R. R.; MALHEIROS, E. B.; BOLELI, I. C. Comparison of intestinal response of chicks from light and heavy eggs to post hatch fasting. **International Journal of Poultry Science**, Ibaraki, v. 10, p. 23-29, 2011.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, F. L. T.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos – Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Universidade Federal de Viçosa, 2011. 223 p.

SANCHEZ, A.; PLOUZEAU, M.; RAULT, P.; PICARD, M. Croissance musculaire et fonction cardiorespiratoire chez le poulet de chair. **INRA Productions Animales**, Castanet-Tolosan, v. 13, n. 1, p. 37-45, 2000.

SANOTRA, G. S.; LAWSON, L. G.; VESTERGAARD, K. S.; THOMSEN, M. G. Influence of stocking density on tonic immobility, lameness, and tibial dyschondroplasia in broilers. **Journal of Applied Animal Welfare Science**, New York, v. 4, n. 1, p. 71-87, 2001.

SANTOS, K. Inovações na Avicultura – Como a zootecnia de precisão pode trazer avanços para os produtores. **Boletim Informativo do Sistema FAEP**, Curitiba, v. 23, n. 1303, p. 14-16, 2015.

SCHIASSI, L.; YANAGI JUNIOR, T.; FERRAZ, P. F.; CAMPOS, A. T.; SILVA, G. R.; ABREU, L. H. Comportamento de frangos de corte submetidos a diferentes ambientes térmicos. **Revista Engenharia Agrícola**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 390-396, 2015.

TAKAHASHI, L.S; BILLER, J.D.; TAKAHASHI, K.M. **Bioclimatologia** Zootecnica, Jaboticabal, 1a edição, 2009. 91p.

TAVARES, P. L.; RIBEIRO, K. C. S. Desenvolvimento da avicultura de corte brasileira e perspectivas frente à influenza aviária. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 79-88, 2007.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura industrial: novos conceitos de matérias, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. v. 3, n. 1, p.1-26, 2001.

TINÔCO, I. F. F.; FIGUEIREDO, J. L. A.; SANTOS, R. C. et al. Placas porosas utilizadas em sistemas de resfriamento evaporativo. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 12, n. 1, p. 17-23, 2004.

TORO-VELASQUEZ, P. A.; MORTOLA, J. P. Thermogenesis, vocalization, and temperature preference of 1-day-old chicken hatchlings after cold-exposure in late embryogenesis. **Journal of Comparative Physiology B**, Heidelberg, v. 184, n. 5, p. 631-639, 2014.

TZSCHENTKE, B. Monitoring the development of thermoregulation in poultry embryos and its influence by incubation temperature. **Computers and electronics in agriculture**, Amsterdam, v. 64, p. 61–71, 2008.

UBABEPF - **União Brasileira de Avicultura**. Disponível em: <<http://www.brazilianchicken.com.br/>> Acesso em: 15 de jun. 2016

USDA (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE). **Despite HPAI Outbreaks, Global Broiler Meat Production...** [S.l.]: Beef2Life, 2017. Disponível em: <<http://beef2live.com/story-despite-hpai-outbreaks-global-broiler-meat-production-0-158445-printversion>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

VIANA, C. F. A.; SILVA, M. D. A.; PIRES, A.; FONSECA, R. D.; SOARES, P. Influência de grupos genéticos e de níveis de energia sobre características de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 1067-1073, 2000.

VICENTINI, T.I. **Programação térmica fetal e duração da fase de eclosão: efeitos sobre a qualidade na eclosão, variáveis sanguíneas, preferência térmica e resposta ao desafio térmico de pintos fêmeas**. 2015. 99 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2015.

VIEIRA, S. L.; POPHAL, S. Post-hatching nutrition in broiler. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 2, n. 3, p. 189-199, 2000.

YAHAV, S.; SHAMAI, A.; HABERFELD, A.; HOREV, G.; HURWITZ, S.; EINAT, M. F. Induction of thermotolerance in chickens by temperature conditioning: Heat shock protein expression. **Annals of the New York Academy of Sciences**, Malden, v. 813, n. 1, p. 628-636, 1997.

WANG, S.; NI, Y.; GUO, F.; FU, W.; GROSSMANN, R.; ZHAO, R. Effect of corticosterone on growth and welfare of broiler chickens showing long or short tonic immobility. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, Philadelphia, v. 164, n. 3, p. 537-543, 2013.

WEEKS, C. A.; DANBURY, T. D.; DAVIES, H. C.; HUNT, P.; KESTIN, S. C. The behaviour of broiler chickens and its modification by lameness. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 67, n. 1, p. 111-125, 2000.

WILLEMSSEN, H.; DEBONNE, M.; SWENNEN, Q.; EVERAERT, N.; CAREGHI, C.; HAN, H.; BRUGGEMAN, V.; TONA, K.; DECUYPERE, E. Delay in feed access and spread of hatch: importance of early nutrition. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 66, p. 177-188, 2010.

WILLEMSSEN, H.; LI, Y.; WILLEMS, Y.; FRANSSENS, E.; WANG, Y.; DECUYPERE, E. Intermittent thermal manipulations of broiler embryos during late incubation and their

immediate effect on the embryonic development and hatching process. **Poultry Science**, Cary, v. 90, p. 1302-1312, 2011.

WILSON, H. R. Physiological requirements of the developing embryo: temperature and turning. In: AVIAN INCUBATION, 1990, Kent, United Kingdom. **Proceedings**. Kent: Butterworth-Heinemann, 1991. p. 145-156.

ZANATTO, D. C. S. **Diferenças sexo-específicas na janela de nascimento associadas a duração da fase de eclosão determinam o assincronismo na eclosão em gallus gallus**. 2016. 120. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em 2016) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2016

ZULKIFLI, I.; AL-AQIL, A.; OMAR, A. R.; SAZILI, A. Q.; RAJION, M. A. Crating and heat stress influence blood parameters and heat shock protein 70 expression in broiler chickens showing short or long tonic immobility reactions. **Poultry Science**, Cary, v. 88, n. 3, p. 471-476, 2009.

CAPÍTULO 2 - DURAÇÃO DA ECLOSÃO E TEMPERATURA DE CRIAÇÃO INFLUENCIAM NO DESEMPENHO E COMPORTAMENTO DE FRANGOS

RESUMO - O presente estudo analisou se duração do período de eclosão entre a bicagem externa e a saída da casca (curto: 6-10h ou longo: 20-26h) e temperatura de criação (recomendada e preferida, a última determinada em estudo prévio) influenciam o crescimento e o comportamento dos frangos ao longo do período de criação. Para isso, pintos de corte com curto e longo período de eclosão, oriundos de ovos de matrizes de frangos de corte com 56 semanas de idade incubados à 37,5°C e UR de 60%, com giro a cada hora, foram criados até 42 dias de idades em câmaras climáticas mantidas à temperatura recomendada para a linhagem ou temperatura preferida por tais aves. Frangos com longo período de eclosão criados na temperatura preferida apresentaram menor consumo de ração, o ganho de peso e o peso corporal do que quando criados na temperatura recomendada para linhagem e do que os frangos com curto período de eclosão criados na temperatura preferida ou recomendada. Na primeira semana de vida, frangos com longo período de eclosão consumiram ração com maior frequência do que os frangos com curto período de eclosão, sem que isso alterasse seu desempenho no período. O repouso foi o comportamento exercido com maior frequência pelos frangos e foi apresentado com maior frequência na fase de crescimento. O comportamento de repouso e o tempo de imobilidade tônica aumentaram com a idade e o ganho de peso dos frangos, enquanto que a frequência de consumo de ração diminuiu. O comportamento de conforto térmico foi mais frequente no final da fase de crescimento. Na prática, os resultados demonstram que pintos que eclodem mais tarde são mais ativos na primeira semana de vida, e sua criação na temperatura de preferência não corresponde à maior desempenho. Além disso, independentemente da duração do período de eclosão e da temperatura de criação, os frangos diminuem acentuadamente sua atividade com o ganho de peso, o que é caracterizado por aumento da frequência de repouso e tempo de imobilidade tônica.

Palavras-chave: comportamento, frango de corte, incubação, período de eclosão

DURATION OF HATCHING AND REARING TEMPERATURE INFLUENCE THE PERFORMANCE AND BEHAVIOR OF BROILERS

ABSTRACT - The present study analyzed whether the duration of the hatching period between the external pipping and the exit of the eggshell (short: 6-10h or long: 20-26h) and rearing temperature (recommended and preferred, the last determined in a previous study) influence the broiler growth and behavior. For this purpose, chicks presenting short and long hatching period, hatched from eggs produced by 56-week-old broiler breeders and incubated at 37.5 °C and 60% RH, with hourly rotation, were reared until 42 days of age in climatic chambers maintained at the recommended or preferred temperature. Broilers with a long hatching period and reared at the preferred temperature had lower feed intake, weight gain and body weight than broilers reared at the recommended temperature and broilers with a short hatching period reared at the preferred or recommended temperature. In the first week of life, broilers with a long hatching period consumed feed more frequently than broilers with a short hatching period, without altering their performance in the period. Resting was the behavior most frequently performed and was presented more frequently in the growth phase. Resting behavior and tonic immobility time increased with age and chick weight gain, while feed consumption frequency decreased. Comfort behavior was more frequent at the end of the growth phase. In practice, the results demonstrate that broilers with a long hatching period were more active in the first week of life, and their rearing at the preferred temperature did not allow higher performance. Furthermore, regardless of the duration of the hatching period and the rearing temperature, broilers increased their resting frequency and tonic immobility time as they became heavier.

Key-words: behavior, broiler chickens, hatching period, incubation,

1. Introdução

As linhagens atuais de aves para corte tornaram-se altamente influenciáveis por desvios ambientais, o que gera perdas na produção em decorrência de efeitos negativos do ambiente de criação sobre o conforto térmico e o bem-estar animal, e, conseqüentemente, sobre o desempenho das aves (SANCHEZ *et al.*, 2000; ABEYESINGHE *et al.*, 2001; HALL, 2001; MARIN *et al.*, 2001).

Elevação da temperatura e oscilações da umidade relativa do ar são parâmetros climáticos que interferem diretamente no desenvolvimento das aves durante a incubação e ao longo da criação (CESARIO, 2013). Ambas atuam conjuntamente e seus efeitos vêm ganhando cada vez mais importância em estudos da ambientação adequada do animal para sua zona de conforto térmico e as respostas fisiológicas do animal frente a essas condições, a fim de compreender para poder garantir sucesso máximo na criação das aves (CASSUCE *et al.*, 2011).

A maximização e homogeneidade da expressão do potencial genético para desempenho dos frangos é foco principal de vários trabalhos que visam a melhora no setor produtivo (CAMPOS; PEREIRA, 1999; VIANA *et al.*, 2000; MARCATO *et al.*, 2010). Para que essa maximização aconteça é importante conhecer qual a influência exercida por fatores como os da incubação, cujos efeitos sobre o desempenho e comportamento das aves são pouco conhecidos. Alguns estudos existentes analisam o efeito da janela de eclosão, intervalo de tempo entre o primeiro e último pinto a eclodir. É conhecido que os pintos precoces são expostos por período mais longo ao jejum hídrico e alimentar, o que interfere diminuindo seu desempenho, comparado aos pintos com nascimento tardio (NIELSEN *et al.*, 2010).

Estudos realizados por nosso grupo de pesquisa mostram que a duração da fase de eclosão entre a bicagem externa e a saída do ovo interfere na preferência térmica dos frangos de corte durante as três primeiras semanas de vida pós-eclosão e em características fisiológicas (VICENTINI, 2015; MATOS JUNIOR, 2016). Frangos machos com longo período de eclosão preferem temperaturas mais elevadas que os com curto período de eclosão, enquanto que os frangos com curto período de eclosão preferem

temperaturas menores do que do que as temperaturas de criação atualmente sugeridas pelo manual de manejo da criação da linhagem (MATOS JUNIOR, 2016).

Embora a duração do período de eclosão se mostre importante para o crescimento pós-eclosão, faltam dados na literatura sobre os efeitos da duração do período de eclosão e temperatura de criação sobre o desempenho e comportamento dos frangos.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a hipótese de que a duração do período de eclosão entre a bicagem externa e a saída da casca (curto ou longo) e a temperatura de criação (recomendada ou preferida) influenciam o desempenho e o comportamento das aves. Tais estudos contribuem para a construção de base de dados sobre os efeitos da incubação sobre o crescimento e comportamento dos frangos, podendo contribuir para o estabelecimento de manejos que proporcionem a melhoria na sua produção.

2. Material e métodos

O protocolo experimental do presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA, protocolo nº 022383/12), da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

2.1. Delineamento experimental

Para análise dos dados de desempenho foi utilizado delineamento experimental fatorial 2x2, duas durações do período de eclosão entre bicagem externa e saída da casca (curto: 6-10 horas, longo: 20-26 horas) e duas temperaturas de criação [recomenda para a linhagem, de acordo com o Manual de Manejo de Frangos de Corte (COBB, 2013), e preferida pelas aves, de acordo com Matos Junior (2016)]. Para as análises das frequências e durações dos diferentes comportamentos foi utilizado delineamento experimental fatorial 2x2x3, sendo 2 períodos de eclosão, 2 temperaturas de criação e 3 idades.

Para determinar a duração do período de tempo entre bicagem externa e saída da casca (curta e longa), todos os ovos foram observados visualmente a cada 30 minutos a partir do 18º dia de incubação, anotando o dia e a hora da bicagem externa e a saída da casca para cada um dos ovos, para calcular o intervalo de tempo entre a bicagem externa e a saída da casca.

Para definir a temperatura preferida, Matos Junior (2016) baseou-se nos métodos de Myhre et al. (1975) e Walstra et al. (2010). Para tal Matos Junior (2016) utilizou duas câmaras retangulares (comprimento x largura x altura: 160 x 50 x 60 cm) contendo um gradiente de temperatura (de 19 a 40°C ao longo do comprimento das câmaras) gerado por duas resistências térmicas e uma entrada de ar frio localizada nas extremidades opostas das câmaras e registradas por 12 sensores de temperatura distribuídos de forma equidistante ao longo do comprimento de um dos lados da câmara. O posicionamento e o deslocamento das aves dentro das câmaras foram registrados por 12 sensores infravermelhos distribuídos ao longo do comprimento das câmaras do lado oposto aos sensores térmicos. Os dados de temperatura e as posições das aves nas câmaras foram registrados e armazenados por minuto por meio de software desenvolvido especificamente para a aquisição desses dados, que foi acoplado a um computador. Os testes de preferência térmica foram executados simultaneamente em ambas as câmaras no dia 1, 7, 14, 21, 28, 28 e 35 de pós-incubação das 7:30 às 16:30h, usando duas aves por teste em um total de 12 Aves por tratamento. Os testes de preferência térmica duraram 90 minutos divididos em duas fases: inicial 30 min para reconhecimento ambiental pelas aves e 60 minutos para posicionamento e manutenção a uma temperatura de preferência. Após a conclusão dos testes, dos registros do software determinamos a temperatura ambiente preferida por cada ave, que corresponde à temperatura ambiente na qual a ave passou o tempo mais longo. Se as aves permaneceram durante um longo período de tempo em duas ou mais temperaturas, a temperatura preferida foi determinada pelo cálculo da média.

2.2. Fase de incubação

Um total de 1.130 ovos férteis de matrizes de frangos de corte (Cobb®-500) com 56 semanas de idade, provenientes de incubatório comercial (Globo Aves, Itirapina-SP), foram distribuídos homogeneamente pelos pesos (65-70g) em 10 incubadoras horizontais (Premium Ecológica, IP120) (N=113 ovos/incubadora), com controle automático de temperatura e giro à cada 2 horas. As incubadoras foram mantidas à 37,5°C e 60% de UR durante todo o período de incubação (504 horas) e a viragem dos ovos desligada a partir do 18º dia de incubação. A UR foi mantida constante para evitar efeitos sobre o desenvolvimento e sobrevivência embrionária. A partir do 18º dia de incubação, os ovos foram observados a cada 30 minutos anotando-se o dia e horário da bicagem externa e da saída da casca em cada ovo, para determinação da duração da fase de eclosão entre a bicagem externa e saída da casca (curto: 6-10h e longo: 20-16h),

2.3. Fase de criação

Após a eclosão, 352 pintos machos (176 pintos/período de eclosão) foram distribuídos pelo peso corporal (curto: 46,04±0,39g; longo:46,00±0,36g) em três câmaras climáticas com controle automático do período de luz (claro:escuro = 22h/2h) e de temperatura ambiente, mantidas em 3 temperaturas diferentes: preferidas pelas aves com curto período de eclosão, preferidas pelas aves com longo período de eclosão (determinadas por MATOS JUNIOR, 2016) e recomendadas para a linhagem (Manual de Manejo de Frangos de Corte COBB, 2013), (Tabela 1). Cada Box (1X2,50m) continha 1 bebedouro pendular e um comedouro tubular e seu assoalho coberto com maravalha, formando uma camada de aproximadamente 5 cm.

Na câmara na qual as aves foram mantidas às temperaturas recomendadas para a linhagem, as aves foram alojadas em 16 boxes (1x2,50m) com 11 aves cada, sendo 8 repetições de aves com curta e 8 repetições com longa período de eclosão entre bicagem externa e saída da casca. Nas duas outras câmaras foram alojadas 8 repetições de 11 aves com curta ou longo período de eclosão.

Tabela 1. Temperaturas (°C) médias de criação, de acordo com o tratamento e com a semana de criação dos frangos.

Semanas de Idade	Tratamentos		
	Curto-Preferência ¹	Longo- Preferência ²	Curto e Longo – Recomendada ³
1 ^o	32,16±0,57	34,13±0,65	33,08±0,53
2 ^o	28,02±0,79	31,16±0,53	29,12±0,60
3 ^o	27,04±0,81	28,14±0,40	28,03±0,72
4 ^o	26,15±0,33	26,05±0,47	26,01±0,55
5 ^o	25,11±0,74	25,11±0,54	25,15±0,71
6 ^o	23,05±0,53	25,15±0,62	24,04±0,61

^{1,2} Curto ou longo período de eclosão entre a bicagem externa e a saída da casca e temperatura de criação preferida pelas aves, respectivamente (determinado por Matos Junior, 2016). ³Curto e Longo período de eclosão entre a bicagem externa e a saída da casca e temperatura de criação recomendada para a linhagem (de acordo com Manual de Manejo de Frangos de Corte Cobb, 2013).

Durante todo o período de criação, as aves receberam água e ração *ad libitum*. As rações utilizadas foram formuladas à base de milho e farelo de soja, de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011) (Tabela 2), para as fases inicial (1 a 21 dias de idade) e de crescimento (22 a 42 dias de idade). Os pintos foram vacinados contra doença de Marek e Bouda Aviária ainda no primeiro dia de vida contra as doenças de Gumboro (cepa intermediária Lukert) e Newcastle (cepa La Sota) no 8^o dia de vida e contra doença de Gumboro (cepa forte Austrália v-877) no 18^o dia.

Tabela 2. Composição percentual e nutricional calculada das rações segundo as fases de criação.

Ingredientes (%)	1-21 dias (Inicial)	22-42 dias (Crescimento)
Milho	60,83	63,74
Farelo de soja 45%	35,15	29,79
Óleo soja	-	3,12
Fosfato bicálcico	1,63	1,16
Calcário	0,84	0,76
Sal	0,42	0,44
L-Lisina HCL (78%)	0,25	0,21
DL-Metionina (99%)	0,29	0,23
L-Treonina	0,08	0,04
BHT	0,01	0,01
Premix vitamínico e mineral*	0,50	0,50
TOTAL	100,00	100,00
Composição nutricional calculada (na matéria natural)		
Proteína bruta (%)	21,27	18,86
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.883	3.121
Ca (%)	0,85	0,69
Na (%)	0,19	0,20
Fósforo disponível (%)	0,42	0,32
Metionina + cistina dig. (%)	0,88	0,77
Metionina dig. (%)	0,56	0,49
Lisina dig. (%)	1,22	1,05
Treonina dig. (%)	0,79	0,68
Triptofano dig. (%)	0,24	0,21
Arginina dig. (%)	1,32	1,16

* Nutrientes por quilograma de ração: fase de 1 a 21 dias de idade - Vit. A 7.000 U.I., Vit. D3 3.000 U.I., Vit. E 25 U.I., Vit. K 0,98 mg, Vit. B1 1,78 mg, Vit. B2 9,6 mg, Vit. B6 3,5 mg, Vit. B12 10 µg, Ácido Fólico 0,57 mg, Biotina 0,16 mg, Niacina 34,5 mg, Pantotenato de Cálcio 9,8 mg, Cobre 0,12 g, Cobalto 0,02 mg, Iodo 1,3 mg, Ferro 0,05 g, Manganês 0,07 g, Zinco 0,09 mg, Zinco Orgânico 6,75 mg, Selênio 0,27 mg, Colina 0,4 g, Melhorador de crescimento (bacitracina de zinco) 30 mg, (narsina+nicarbazina) 0,1g, Metionina 1,68g; Fase de 21 a 42 dias de idade - Vit. A 7.000 U.I., Vit. D3 3.000 U.I., Vit. E 25 U.I., Vit. K 0,98 mg, Vit. B1 1,78 mg, Vit. B2 9,6 mg, Vit. B6 3,5 mg, Vit. B12 10 µg, Ácido Fólico 0,57 mg, Biotina 0,16 mg, Niacina 34,5 mg, Pantotenato de Cálcio 9,8 mg, Cobre 0,12 g, Cobalto 0,02 mg, Iodo 1,3 mg, Ferro 0,05 g, Manganês 0,07 g, Zinco 0,09 mg, Zinco Orgânico 6,75 mg, Selênio 0,27 mg, Colina 0,6 g, Promotor de crescimento (avilamicina) 7,5 mg, (monensina sódica) 0,1g, Metionina 1,4g.

2.4. Desempenho

Foram analisados o consumo de ração, o peso corporal médio, o ganho de peso, e a conversão alimentar nos seguintes períodos: 1-7, 8-21, 22-42 e 1-42 dias de idade. O peso corporal das aves foi determinado a partir do peso médio por repetição. O

consumo de ração foi estabelecido por repetição e correspondeu à diferença entre o peso da ração fornecida e o peso da ração não ingerida. O ganho de peso correspondeu à diferença entre o peso corporal no início e final do período analisado. A conversão alimentar foi calculada para cada repetição, dividindo-se o consumo de ração médio pelo ganho de peso médio (g/g).

2.5. Tempo de imobilidade tônica (TIT)

A determinação do TIT foi realizada no 7º, 21º e 42º dia de vida, usando 6 aves por repetição/tratamento (48 aves/tratamento). Aos 7 dias, as aves foram pegas aleatoriamente em cada repetição. As mesmas aves foram utilizadas nas demais idades. As observações do TIT foram realizadas em ambiente silencioso e fora das câmaras de criação com a finalidade de reduzir as influências ambientais que poderiam prejudicar a coleta dos dados. Os testes foram realizados em sala de alvenaria (3x4 m) com iluminação artificial e temperatura média de $28,6 \pm 3,5^\circ\text{C}$. O TIT foi determinado individualmente para cada ave. As aves foram retiradas separadamente dos boxes de criação (repetições), pesadas e mantidas individualmente em caixas de plástico PVC durante 10 minutos, para adaptação ao novo ambiente (HATA, 2014). Os testes foram realizados sobre uma superfície de madeira plana revestida com papel pardo.

Seguindo metodologia de Jones *et al.*, (1981), as aves foram colocadas em decúbito dorsal, sendo contidas pelo peito e cabeça sempre pelo mesmo avaliador por 10 segundos, para induzir a ausência de movimentação, considerada como imobilidade tônica. A partir desse momento, as aves foram mantidas sem contenção e o tempo que as aves demovam para ficar sobre os dois pés foi aferido por cronômetro (marca Technos, modelo YP2151/8P) pelo observador, que se manteve a distância de 1 metro da ave. A duração máxima do TIT considerada no presente estudo foi de 600 segundos (10 minutos), estipulado em testes preliminares.

2.6. Comportamento

Foi analisado a frequência com que diferentes comportamentos foram elicitados aos 6, 20 e 41 dias de idade. Os tipos de comportamento analisados foram

estabelecidos conforme proposto por PICOLI (2004): CRA: ingestão de ração. AGU: ingestão de água; EXP: exploratório (andando e ciscando), REP: repouso (sentado, deitado, parado), CON: conforto (esticando membros, batendo asas, banho de areia), ALI: autolimpeza (bicando, ajeitando as penas com o bico). As frequências com que os comportamentos foram realizados foram expressas em porcentagem em relação à frequência total de comportamentos realizados pelas aves no período de criação observado por repetição. Para a avaliação do comportamento animal, foram utilizadas todas as aves de cada repetição, totalizando 8 repetições de 11 animais por tratamento. O sistema de filmagem utilizado consistiu de 16 câmaras de vídeo (câmeras day night com infravermelho 420 TVL 25 MTS e DVR stand alone Luxvisio), instaladas a uma distância aproximada de 1,60m da cama e entre dois boxes, possibilitando a filmagem de dois boxes ao mesmo tempo. As imagens foram realizadas de forma contínua, sendo enviadas em tempo real diretamente para um sistema de computador equipado com placa de captura e de armazenamento de imagens em banco de dados. As filmagens ocorreram no 6º, 20º e 41º dia de idade. Elas foram realizadas duas vezes ao dia, das 8-9 horas e 17-18 horas, horários definidos em função de análises preliminares que indicavam grande atividade nesses dois períodos e foram analisados para verificar se há diferença nos comportamentos realizados pela manhã e à tarde (SGAVIOLI, 2013; HATA, 2014). A determinação da frequência com que cada comportamento foi realizada foi realizada por meio da análise das imagens (filmagens) a cada minuto (MARTIN; BATESON, 1993). A análise minuto a minuto foi estabelecida com base em análises anteriores mostrando ausência de diferença significativa na frequência de comportamento entre a análise de imagens contínua e minuto a minuto. Assim, para cada período de 1h, o vídeo foi parado e o comportamento de cada ave registrada em uma das categorias predeterminadas, totalizando 60 registros comportamentais para cada período de 1 h, 60 registros por período diurno (manhã ou tarde) e 120 registros por idade para cada repetição. Para isso, as aves receberam marcação colorida no dorso, o que possibilitava individualizá-las.

2.7. Análises estatísticas

As variáveis de desempenho (PC, CR, GP, CA) foram analisadas quanto aos efeitos da duração do período de eclosão (DPE: curto e longo) e temperatura de criação (TC: recomendada e preferida) segundo o modelo: $Y_{ijk} = \mu + DPE_i + TC_j + (DPE \times TC)_{ij} + e_{ijk}$. As frequências e durações dos diferentes comportamentos foram analisados quanto aos efeitos da DPE, TC e idade (ID: 6, 20, 41 dias, segundo o modelo misto: $Y_{ijkl} = \mu + DPE_i + TC_j + ID_k + (DPE \times TC)_{ij} + (DPE \times ID)_{ik} + (TC \times ID)_{jk} + (DPE \times TC \times ID)_{ijk} + e_{ijkl}$. Foi avaliado em medidas de três idades (6, 20 e 41 dias de idade). O tempo de imobilidade tônica também foi analisado quanto aos efeitos da DPE, TC e ID (7, 21 e 42 dias de idade). Em todos os modelos, Y corresponde às variáveis dependentes, μ às médias gerais e e aos erros padrões. Todas as variáveis foram analisadas com base nas repetições (8 repetições por tratamento). Após verificação do atendimento ao modelo, os dados de desempenho foram submetidos às análises de variância usando o procedimento do programa GLM. Os dados de comportamento e imobilidade tônica foram submetidos à análises de variância de acordo com o procedimento Proc Mixed. Adicionalmente, foram comparadas as frequências dos diferentes comportamentos (FC) dentro de cada tratamento ($Y_{ij}: \mu + FC_i + e_{ij}$). Para todas as análises foi utilizado o Sistema de Análise Estatística (SAS®, 2012), considerando $p \leq 0,05$. Quando necessário, as médias foram comparadas pelo teste F ou teste de Tukey.

3. Resultados

3.1. Efeito da duração do período de eclosão e da temperatura de criação sobre o desempenho

Como mostrado na Tabela 3, a duração do período de eclosão não influenciou o peso corporal dos frangos em nenhuma das idades analisadas ($P > 0,05$). Entretanto, houve influência da temperatura de criação e interação significativa entre duração do período de eclosão e temperatura de criação sobre o peso corporal, mas apenas aos 42 dias de idade. De acordo com essa interação, frangos com longo período de eclosão e

criados na temperatura preferida apresentaram menor peso corporal que os frangos dos demais tratamentos ($P < 0,05$; Figura 1).

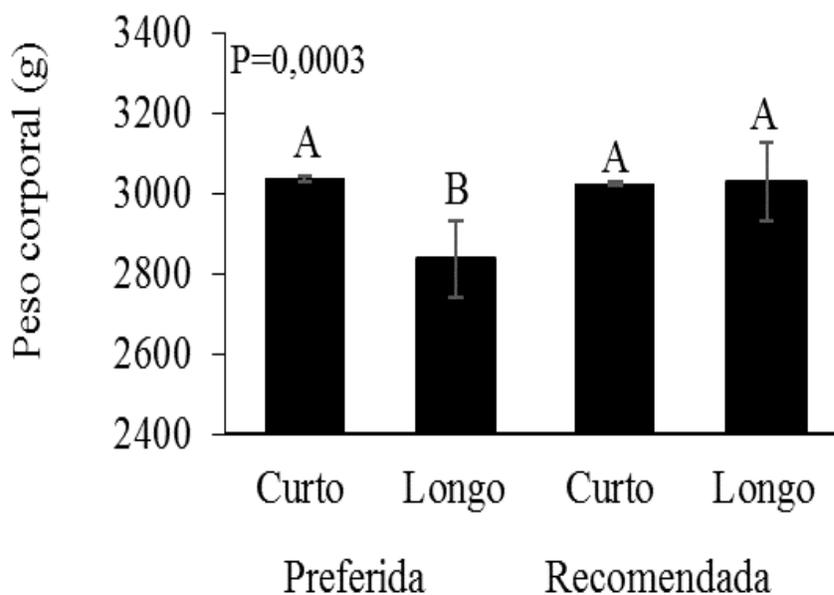


Figura 1. Efeito da duração do período entre bicagem externa da casca do ovo até a eclosão (curto: 6-10h e longo:20-26h) e da temperatura de criação (preferida e recomendada) sobre o peso corporal de frangos de corte aos 42 dias idades. A-B: letras distintas indicam diferenças entre as médias (teste de Tukey, $P < 0,05$).

Tabela 3. Peso corporal de frangos de corte aos 7, 21 e 42 dias de idade, de acordo com a duração do período de incubação entre a bicagem externa e saída da casca e a temperatura de criação.

	Peso Corporal (g)		
	7dias	21 dias	42 dias
Duração do período de eclosão (DPE)¹			
Curto ²	161	948	31.838
Longo ³	157	927	31.558
EPM	2,45	14,14	689,56
Temperatura de Criação (TC)			
Preferida ⁴	155	939	30.649
Recomendada ⁵	162	933	32.707
EPM	2,09	14,92	586,08
Probabilidades			
DPE	0,2159	0,3359	0,7580
TC	0,0662	0,6575	0,0329
DPE x TC	0,6047	0,2741	0,0003
CV (%) ⁶	5,36	5,94	7,44

¹ duração do período de incubação entre a bicagem externa e saída da casca ²: 6-10h. ³:20-26h. ⁴: determinada por Matos Junior (2016). ⁵: recomendada para a linhagem (Manual de Criação de Frangos Cobb, 2013). ⁶ CV: coeficiente de variação. A-B: Médias seguidas de distintas (colunas) diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

A Tabela 4 mostra que a duração do período de eclosão e a temperatura de criação não influenciaram o ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar nos períodos 1-7 e 8-21 dias de idade. Contudo, no período 22-42 dias de idade, ocorreu efeito principal da duração do período de eclosão e temperatura de criação sobre o consumo de ração, o qual foi menor nos frangos com curto do que com longo período de eclosão e menor nos frangos criados na temperatura preferida do que na recomendada. Nesse mesmo período, houve efeito da temperatura de criação e interação entre duração do período de eclosão e temperatura de criação sobre o ganho de peso. De acordo com a interação (Figura 2 A), nesse período, o ganho de peso dos frangos com longo período de eclosão foi menor do que o ganho de peso dos demais

frangos. Análise do desempenho dos frangos no período total de criação (1-42 dias), mostrou interação significativa entre a duração do período de eclosão e a temperatura da criação sobre o ganho de peso e o consumo de ração, sendo que ambas as variáveis foram menores nos frangos com longo período de eclosão e criado na temperatura preferida do que nos frangos dos três outros tratamentos (Figura 2 B e C).

Tabela 4. Desempenho de frangos de corte de 1 a 7, 8 a 21, 22 a 42 e 1 a 42 dias de idade, de acordo com a duração do período de eclosão e a temperatura de criação.

	1-7dias			8-21 dias			22-42 dias			1-42 dias		
	GP (g)	CR	CA (g/g)	GP (g)	CR	CA (g/g)	GP (g)	CR	CA (g/g)	GP (g)	CR	CA (g/g)
Duração do período de eclosão (DPE) ¹												
Curto ²	115	127	1,11	902	1.220	1,35	2.110	4.347a	2,11	3.012	5.568	1,85
Longo ³	111	139	1,25	881	1.221	1,39	2.027	4.183b	2,08	2.909	5.405	1,86
EPM	2,40	6,97	0,06	14,13	18,93	0,06	34,10	56,16	0,03	40,01	56,70	0,10
Temperatura de criação (TC)												
Preferida ⁴	109	137	1,26	894	1.218	1,37	2.004	4.169b	2,13	2.898	5.387	1,86
Recomendada ⁵	116	130	1,12	887	1.224	1,38	2.121	4.338a	2,06	3.008	5.562	1,85
EPM	2,28	6,88	0,06	14,89	18,73	0,03	35,62	52,76	0,04	42,68	54,88	0,02
Probabilidades												
DPE	0,2140	0,2676	0,1348	0,3360	0,9475	0,3190	0,0828	0,0273	0,6292	0,0703	0,0288	0,6447
TC	0,0827	0,4553	0,1260	0,6424	0,9988	0,7015	0,0393	0,0386	0,3183	0,1155	0,0386	0,8062
DPE x TC	0,6171	0,6327	0,7199	0,2751	0,1365	0,8024	0,0107	0,1413	0,1076	0,0113	0,0459	0,1248
CV (%) ⁶	7,44	19,41	19,57	6,24	5,70	7,05	5,73	4,32	6,39	4,80	3,56	4,02

¹período entre bicagem externa da casca do ovo até a eclosão, ²6-10h., ³20-26h., ⁴determinada por Matos Junior (2016). ⁵recomendada para a linhagem (Manual de Criação de Frangos Cobb, 2013). GP: ganho de peso. CR: consumo de ração. CA: conversão alimentar. ⁶EPM: erro padrão das médias. ⁷CV: coeficiente de variação. a-b: Médias seguidas de letras distintas (colunas) diferem entre si pelo teste de F (P<0,05).

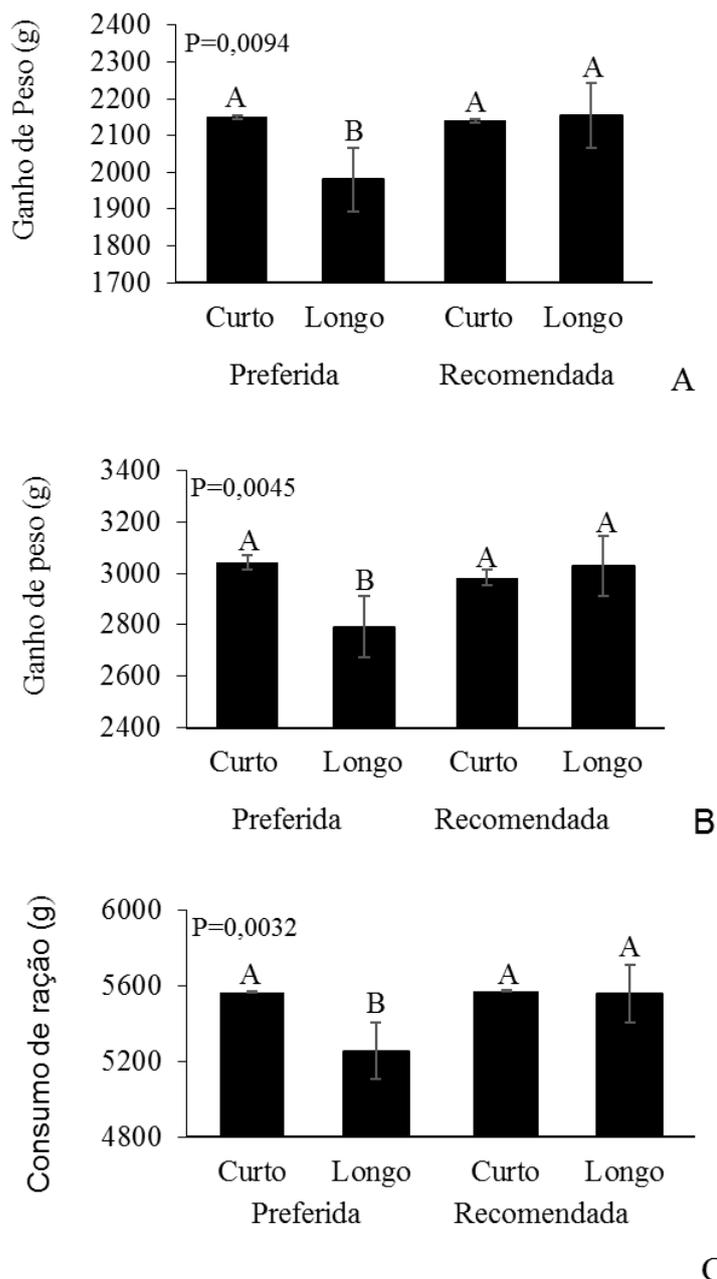


Figura 2. Interação entre duração do período de eclosão entre bicagem externa da casca do ovo até a eclosão (curto: 6-10h e longo:20-26h) e temperatura de criação (preferida e recomendada) sobre o ganho de peso de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade (A) e sobre o ganho de peso (B) e o consumo de ração (C) de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. A-B: letras distintas indicam diferenças entre as médias (teste de Tukey, $P < 0,05$).

3.2. Efeito da duração do período de eclosão e da temperatura de criação sobre o tempo de imobilidade tônica (TIT) e a correlação entre o TIT e as variáveis de desempenho

Não ocorreram efeitos isolados da duração do período de eclosão e da temperatura de criação, e nem interações entre esses fatores e entre eles e a idade sobre o tempo de imobilidade tônica ($P>0,05$). Ocorreu efeito isolado significativo apenas da idade ($P<0,05$), que mostra aumento do tempo de imobilidade tônica com o aumento da idade (Tabela 5). Adicionalmente, testes de correlação mostraram alta correlação positiva entre o tempo de imobilidade tônica e as variáveis de desempenho (Tabela 6).

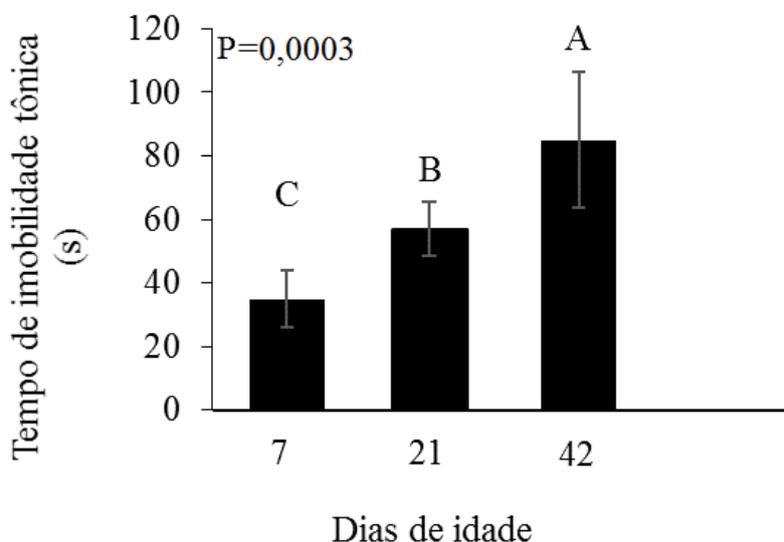


Figura 3. Tempo de imobilidade tônica de frangos de corte ao longo da idade (7, 21 e 42). A-B: letras distintas indicam diferenças entre as médias (teste de Tukey, $P<0,05$).

Tabela 5. Tempo de imobilidade tônica dos frangos de corte, de acordo com a duração do período de eclosão, temperatura de criação e idade.

Tempo de imobilidade tônica (s)	
Duração do período de eclosão (DPE) ¹	
Curto ²	59,75
Longo ³	63,22
EPM	4,33
Temperatura de criação (TC)	
Preferida ⁴	59,84
Recomendada ⁵	58,50
EPM ⁶	4,50
Idades (ID)	
7 dias	35,44 C
21 dias	57,01 B
42 dias	84,83 A
EPM	5,00
Análise de variância - Probabilidades	
DPE	0,0601
TC	0,3850
ID	<0,0001
DPE x TC	0,0617
DPE x ID	0,2807
TC x ID	0,0864
DPE x TC x ID	0,1083
CV (%) ⁷	31,93

¹ Duração do período entre bicagem externa da casca do ovo até a eclosão, ²6-10h. ³20-26h. ⁴determinada por Matos Junior (2016). ⁵recomendada para a linhagem (Manual de Criação de Frangos Cobb, 2013); ⁶EPM: erro padrão das médias. ⁷CV:coeficiente. A-C: médias diferem entre si pelo teste de F e de Tukey (P<0,05).

Tabela 6. Correlação de Pearson entre idade, ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e tempo de imobilidade tônica (TIT) para frangos de corte, de acordo com a duração do período de eclosão e a temperatura de criação.

Tratamentos ¹		Idade	PC	GP	CR	CA
Curto-Preferida	TIT	0,9707	0,9639	0,9883	0,9960	0,9378
Curto-recomendada	TIT	0,9809	0,9870	0,8548	0,9496	0,9663
Longo-Preferida	TIT	0,8841	0,8767	0,9980	0,9719	0,7846
Longo-Recomendada	TIT	0,8888	0,8710	0,9973	0,9742	0,7908

¹Duração do período entre bicagem externa da casca do ovo até a eclosão: curto (6-10h) e longo (20-26h) e temperatura de criação: temperatura preferida (determinada por Matos Junior, 2016) e temperatura recomendada para a linhagem (Manual de Criação de Frangos Cobb, 2013).

3.3. Efeito da duração do período de eclosão, da temperatura de criação e da idade sobre o comportamento

A Tabela 7 apresenta as frequências com que os frangos apresentaram os diferentes comportamentos e a duração dos comportamentos de consumo de ração e de água. Houve efeito do período de criação apenas sobre o comportamento de consumo de ração, que foi mais frequente nos frangos com longo do que com curto período de eclosão ($P < 0,05$). Ocorreu interação significativa entre temperatura de criação e idade para as frequências do consumo de ração, consumo de água e comportamentos exploratório, repouso e conforto, bem como efeito isolado da temperatura de criação sobre a frequência do comportamento de autolimpeza e efeito isolado da idade sobre a frequência do comportamento de autolimpeza e a duração dos comportamentos de consumo de ração e de água ($P < 0,05$). O comportamento de autolimpeza foi menos frequente nos frangos criados na temperatura preferida do que na recomendada. Ele também foi mais frequente aos 20 dias de idade do que aos 6 e 41 dias, bem como mais frequente aos 42 do que aos 6 dias de idade. As durações dos comportamentos de consumo de ração e de água foram maiores aos 6 do que aos 21 e 41 dias de idade, entre os quais não houve diferença. Como mostrado na Figura 4A, de acordo com a interação entre temperatura de criação e idade, aos 6 dias de idade, a frequência de consumo de ração foi menor sob criação na temperatura preferida do que temperatura recomendada. Além disso, ela foi maior aos 6 dias do que aos 21 e 42, que não diferiram. A frequência de consumo de água foi constante ao longo da idade quando os frangos foram criados na temperatura preferida, mas ela foi menor aos 20 dias de idade do que nas outras idades, quando os frangos foram criados na temperatura recomendada (Figura 4B). Aos 6 dias de idade, o consumo de água foi menos frequente nos frangos criados na temperatura preferida do que na recomendada. O contrário foi registrado aos 20 dias de idade, e nenhuma diferença na frequência do consumo de água foi observada entre as temperaturas de criação aos 41 dias de idade (Figura 4B). O comportamento exploratório foi apresentado com mais frequência aos 6 dias de idade do que aos 20 e 41 dias e, aos 6 dias, sua frequência foi menor sob criação na temperatura preferida do que na recomendada (Figura 4C). A frequência do comportamento de repouso aumentou de 6 para 20 dias de idade

e diminuiu de 20 para 42 dias, atingindo frequência pouco maior do que a apresentada aos 6 dias de idade. Ainda aos 6 dias de idade, ela foi mais frequente nos frangos criados na temperatura preferida do que na temperatura recomendada (Figura 4 D). A frequência com que os frangos apresentaram o comportamento de conforto diminuiu de 6 para 20 dias de idade, mas aumentou de 20 a para 41 dias de idade, alcançando seu mais alto valor. Além disso, aos 41 dias de idade, o comportamento de conforto foi apresentado com menor frequência pelos frangos criados na temperatura preferida do que na temperatura recomendada (Figura 4E).

Tabela 7. Frequências de comportamento de frangos de corte, de acordo com a duração do período de eclosão, temperatura de criação e idades das aves.

	CRA	AGU	EXP	REP	CON	ALI	CRA	AGU
	(%)						(s)	
Duração do período de eclosão (DPE) ¹								
Curto ²	14,19b	4,43	2,79	69,65	3,97	2,82	68,66	23,03
Longo ³	16,10a	4,55	2,68	69,03	3,95	3,09	78,92	21,56
EPM	1,13	0,18	0,27	1,46	0,28	0,19	2,87	1,52
Temperatura de criação (TC)								
Preferida ⁴	14,37	4,38	2,46	71,34	3,85	2,77b	78,52	21,69
Recomendada ⁵	16,37	4,64	3,10	66,53	4,11	3,23a	65,32	22,36
EPM ⁶	1,15	0,18	0,27	1,47	0,28	0,18	2,52	1,41
Idades (ID)								
6	25,46a	4,58	5,33	56,42	3,37	1,78c	128,16a	26,59a
20	9,93b	3,99	1,47	78,41	1,90	4,13a	43,87b	19,31b
41	10,27b	4,91	1,39	72,92	6,61	2,98b	41,48b	21,57b
EPM	0,86	0,20	0,17	1,05	0,19	0,19	1,95	1,07
Probabilidades								
DPE	0,0482	0,3702	0,9388	0,3796	0,7180	0,1823	0,0609	0,2142
TC	0,0436	0,2592	0,0049	0,0007	0,2960	0,0242	0,0632	0,0725
ID	<0,0001	0,0021	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
DPE x TC	0,8717	0,1173	0,8676	0,7274	0,0512	0,2198	0,0798	0,1596
DPE x ID	0,0580	0,0569	0,2518	0,1919	0,4907	0,6912	0,7148	0,2650
TC x ID	0,0262	0,0015	<0,0001	0,0034	0,0270	0,3007	0,8424	0,2197
DPE x TC x ID	0,7306	0,1120	0,0614	0,3788	0,1569	0,5008	0,9852	0,5034
CV ⁷	43,11	32,75	51,48	11,89	36,36	45,09	69,38	60,44

¹duração do período entre bicagem externa da casca do ovo até a eclosão, ²6-10h. ³20-26h. ⁴determinada por Matos Junior (2016). ⁵recomendada para a linhagem (Manual de Criação de Frangos Cobb, 2013); CRA: comportamento ingestivo de ração; AGU: comportamento ingestivo de água, EXP: comportamento exploratório, REP: comportamento de repouso; CON: comportamento de conforto; ALI: comportamento de autolimpeza. ⁶EPM: erro padrão das médias. ⁷CV: coeficiente de variação. a-b: Médias seguidas de letras distintas (colunas) diferem entre si pelo teste de F e de Tukey (P<0,05).

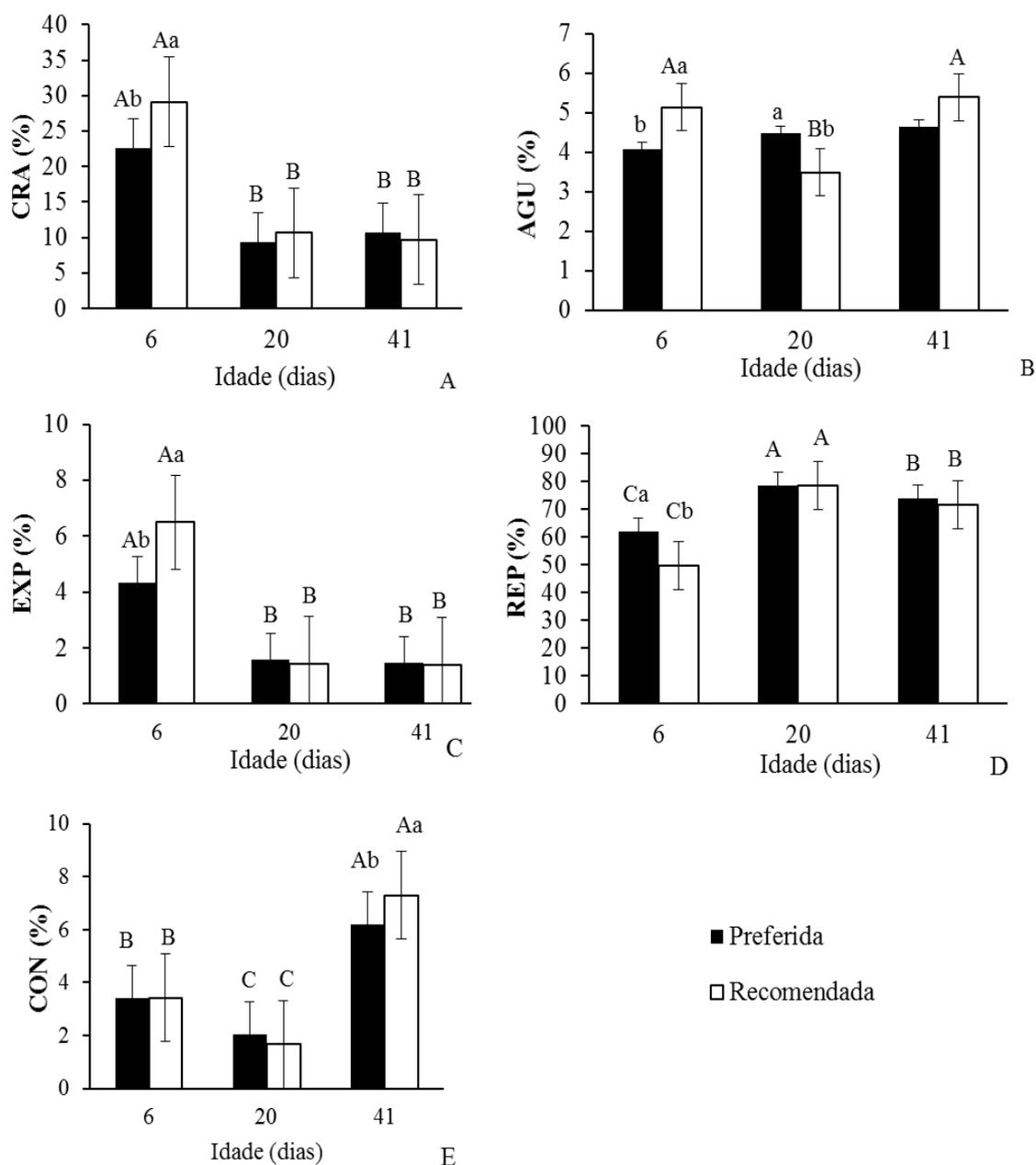


Figura 4. Desdobramento da interação entre temperatura de criação (recomendada e preferida) e idade (6, 20 e 41 dias de idade) para a frequência dos comportamentos: consumo de ração (CRA) (A); ingestão de água (AGU) (B); exploratório (EXP) (C); repouso (REP) (D) e conforto (CON) (E). A-B; a-b: letras distintas maiúsculas e minúsculas indicam diferenças entre os dias de idade e duração do período de eclosão, respectivamente (teste de F e Tukey, $P < 0,05$).

3.4. Frequências dos diferentes comportamentos dentro de cada tratamento

Como mostrado na Figura 5, independentemente da duração do período de eclosão e da temperatura de criação, repouso foi o comportamento com maior frequência (~50-60%) pelos frangos, seguido pelo consumo de ração (~20-29%). Todavia, nos frangos do tratamento curto-preferida, as frequências dos comportamentos de consumo de água, exploratório, autolimpeza e conforto foram realizados com igual frequência, porém com frequência menor que os comportamentos de repouso e de consumo de ração (Figura 5A). Nos frangos do tratamento longo-preferida, a frequência do consumo de água foi similar à frequência do comportamento exploratório, e estas foram maiores do que as frequências dos comportamentos de autolimpeza e de conforto, que não diferiram entre si (Figura 5B). Os frangos dos tratamentos curto-recomendada e longo-recomendada apresentaram frequência similares para todos os comportamentos. A frequência do comportamento de repouso foi maior que a de consumo de ração, que foi maior que a frequência dos demais comportamentos, cujas frequências não diferiram (Figura 5E e J).

Aos 20 dias de idade, o comportamento de repouso foi o comportamento mais realizado pelos frangos do tratamento curto-preferida (~80%), seguido pelo de consumo de ração, este pelo de consumo de água, este pelo comportamento de autolimpeza, que por sua vez, foi maior que as frequências dos comportamentos exploratório e de conforto (Figura 5B).

Nos frangos longo-preferida, o comportamento de repouso também foi o comportamento realizado com maior frequência que os demais (~78%), seguido pelo de consumo de ração, cuja frequência foi maior que o de consumo de água e de autolimpeza, que não diferiram, seguido pela frequência do comportamento de conforto e esta, pela frequência do comportamento exploratório e (Figura 5E).

As frequências com que os frangos curto-recomendada apresentaram os diferentes comportamentos foi muito similar às descritas anteriormente para os frangos longo-preferida, diferindo apenas no fato da frequência do comportamento de autolimpeza ser maior do que a de consumo de água (Figura 5H). Nos frangos longo-recomendada, por sua vez, as frequências dos comportamentos foram similares aos dos frangos curto-recomendada, exceto pelo fato da frequência do

comportamento de conforto ter sido maior que a do comportamento exploratório (Figura 5K).

Aos 41 dias de idade, o comportamento de repouso continuou a ser o comportamento apresentado com maior frequência (70-75%). Nos frangos curto-preferida, a frequência do consumo de ração foi maior que a do comportamento de conforto, esta maior que a frequência de consumo de água, que foi maior que a do comportamento de autolimpeza, que, por sua vez, foi maior que a frequência do comportamento exploratório (Figura 5C).

Resultados similares foram apresentados pelos frangos longo-preferida, exceção feita à frequência do comportamento de conforto que foi igual à de consumo de água e não maior (Figura 5 F). Nos frangos do tratamento curto-recomendada as diferenças entre as frequências dos diferentes comportamentos foram exatamente às mesmas apresentadas pelos frangos curto-preferida. As diferenças nas frequências com que frangos do tratamento longo-recomendado apresentaram os diferentes comportamentos também foram similares às observadas para os frangos curto-preferida, exceto que a frequência de consumo de ração foi igual e não maior à do comportamento de conforto.

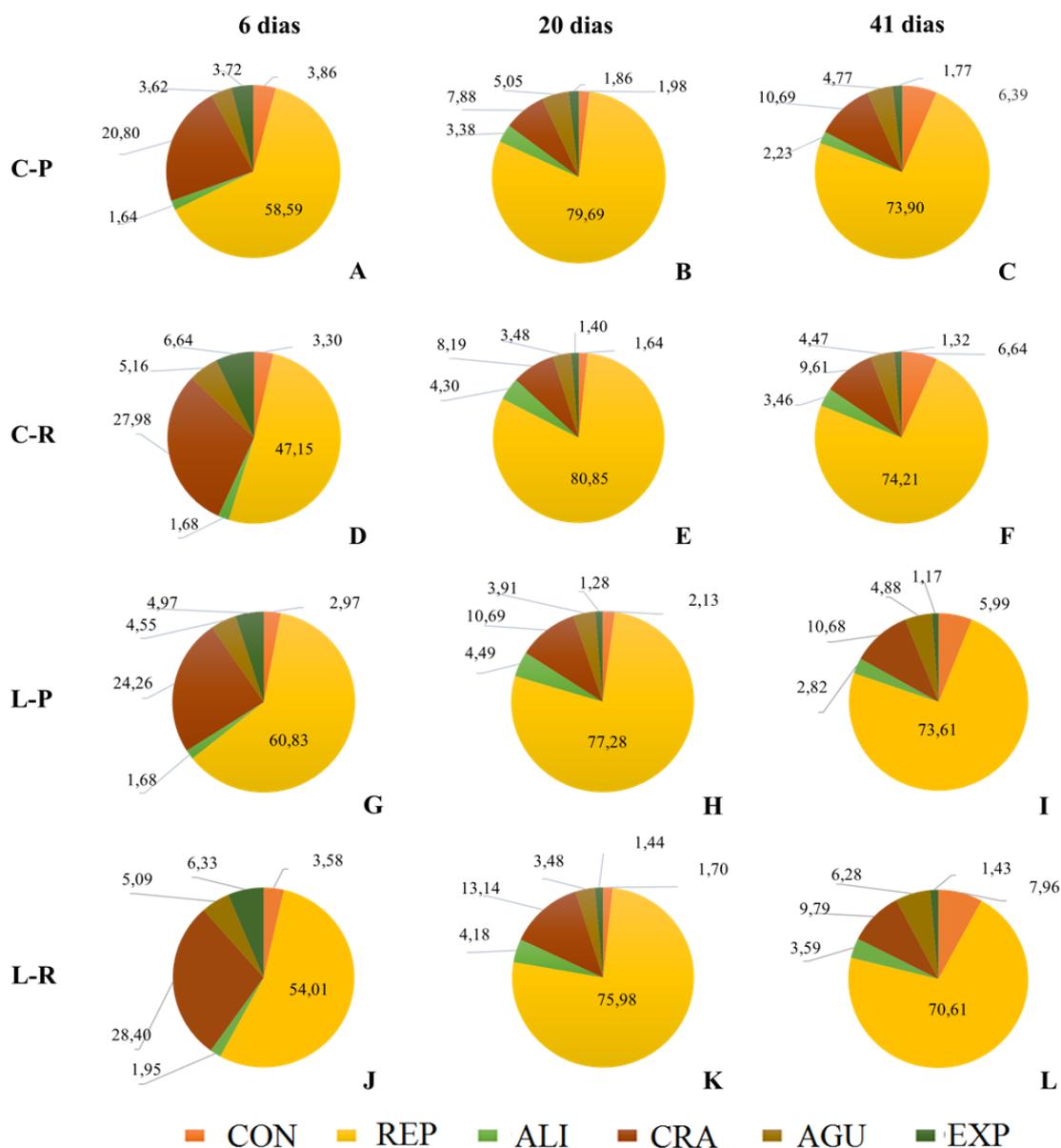


Figura 5. Frequências dos diferentes tipos de comportamento apresentados por frangos de corte, dentro de cada tratamento e idade (6, 20 e 41 dias). C-P: curto período de eclosão e temperatura preferida. C-R: curto período de eclosão e temperatura recomendada. L-P: longo período de eclosão e temperatura preferida. L-R: longo período de eclosão e temperatura recomendada. Curto e longo período de eclosão: 6-10h e 20-26h, respectivamente. Temperatura de criação preferida e recomendada: determinada por Matos Junior (2016) e recomendada pelo Manual de Criação de Frangos Cobb (2013), respectivamente. CRA: comportamento de consumo de ração; AGU: comportamento de consumo de água, EXP: comportamento exploratório, REP: comportamento de repouso; CON: comportamento de conforto; ALI: comportamento de autolimpeza.

4. Discussão

O presente estudo confirmou nossa hipótese de que diferenças no desempenho e no comportamento ocorrem entre frangos com curto e longo período de eclosão e criados na temperatura preferida ou recomendada, bem como mostrou relação temporal entre tempo de imobilidade tônica, desempenho e comportamento dessas aves. Pelos nossos conhecimentos, essa é a primeira vez que efeitos da duração do período de eclosão e da temperatura preferida de criação sobre o desempenho associado a comportamento são revelados.

A teoria de coadaptação térmica prediz que a temperatura preferida pelos animais corresponde à temperatura na qual ele apresenta melhor desempenho zootécnico (HUEY; BENNETT, 1987; ANGILLETTA *et al.*, 2002; HUEY *et al.*, 2003). Nossos resultados mostram que frangos com longo período de eclosão criados na temperatura preferida apresentaram menor desempenho do que quando criados na temperatura recomendada para linhagem e do que os frangos com curto período de eclosão criados na temperatura preferida ou recomendada. Dessa forma, nossos achados indicam que temperatura preferida nem sempre corresponde à temperatura de melhor desempenho. Segundo Matos Junior (2016), pintos com curto período de eclosão apresentam melhor qualidade do que os de longo período, uma vez que mostram melhor conversão de ovo em tecidos orgânicos, menor taxa de malformação e período de incubação mais curto. Isso reforçou observações de outros autores, que mostraram que os pintos que eclodem primeiro apresentam melhor qualidade dos que os que eclodem mais tardiamente (REIS *et al.*, 1997; TONA *et al.*, 2003; VAN DE VEM *et al.*, 2011). De acordo com o presente estudo, contudo, a melhor ou pior qualidade dos pintos na eclosão não resultou em melhor ou pior desempenho zootécnico, respectivamente, quando os frangos foram criados na temperatura recomendada.

Nossos resultados mostram que frangos com longo período de eclosão apresentaram o comportamento de consumo de ração com maior frequência e tenderam a apresentá-lo mais longo do que os frangos com curto período de eclosão. Sincronização comportamental, ou mais especificamente sincronização alimentar, foi registrada em *Gallus domesticus* por Hughes (1971), Lundberg e Keeling (2003) e Appleby (2004). Analisando o comportamento de consumo de ração na primeira semana de vida por pintos com eclosão precoce, intermediária e

tardia, Nielsen *et al.* (2010) registraram maior sincronização comportamental em pintos precoces. Nesse contexto, a maior frequência do consumo de ração apresentada pelos pintos com longo do que com curto período de eclosão (nossos dados) pode ser resultante de menor sincronização alimentar nos primeiros do que nos últimos, uma vez que, segundo Matos Junior (2016), pintos com longo período de eclosão apresentam período de incubação mais longo do que os com curto período. Embora a maior frequência de visitas ao comedouro possa indicar maior consumo de ração pelos frangos com longo período de eclosão, isso não foi registrado. O consumo de ração na fase inicial (1-21 dias de idade) foi similar para frangos com curto e longo período de eclosão, enquanto que na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade) ele foi menor para frangos com longo período de eclosão. Roll *et al.* (2010) mostraram uma correlação negativa entre frequência de visitas ao comedouro e quantidade de alimento ingerido por frangos entre 28 e 42 dias de idade. Isso parece explicar o menor consumo de ração apresentado pelos frangos de corte com longo período de eclosão criados na temperatura preferida na fase de crescimento, observado no presente estudo.

Nossos resultados mostram relação clara e interessante entre criação na preferência térmica e o comportamento dos frangos. Criação na temperatura preferida diminuiu as frequências dos comportamentos de consumo de ração, de água e exploratório e aumentou a frequência do comportamento de repouso das aves com 6 dias de idade. É conhecido que o conforto térmico é determinado principalmente pelo balanço entre produção e perda de calor (FURLAN; MACARI, 2002) sendo necessários ajustes no consumo de ração e água para maximizar a eficiência alimentar frente ao ambiente.

Dessa forma, a redução na frequência de visitas ao comedouro apresentada pelas aves criadas na temperatura preferida, em comparação às criadas na temperatura recomendada, parece caracterizar, à primeira vista, um ajuste comportamental aos requerimentos de manutenção e crescimento na primeira semana de vida. Roll *et al.* (2010) mostra que frangos tem capacidade de que visitam mais o comedouro ingerem uma menor quantidade de alimento.

A redução na frequência dos comportamentos de ingestão na primeira semana de vida, contudo, não resultou em diminuição do consumo de ração e alteração na conversão alimentar das aves, deixando de confirmar a relação entre comportamento alimentar e apetite ou requerimentos de manutenção no período de

vida em questão. Por outro lado, contudo, aves criadas na preferência térmica apresentaram menor atividade na primeira semana de vida. Atividade física é definida como movimentos corporais produzidos por músculos esqueléticos e que consomem energia (CASPERSEN *et al.*, 1985). Ajuste comportamental é considerado a resposta mais imediata do animal ao meio ambiente (DE DEAR *et al.*, 1997). Dessa forma, menor geração de calor metabólico e gasto energético resultante de menor atividade física (menor frequência de consumo de ração e água e de atividade exploratória e maior repouso) parece ter sido o ajuste comportamental apresentado na primeira semana de vida pelos frangos criados na preferência térmica para modificar o fluxo de calor e massa que determina o balanço térmico corporal. Ainda na primeira semana, houve redução simultânea na frequência de consumo de ração e água pelas aves criadas na preferência térmica. Esses dados mostram que a relação positiva entre o consumo de ração e de água os pintos de 1 a 7 dias de idade, registrada por outros autores, como Viola (2003) e Soares *et al.* (2007), também envolve relação positiva entre a frequência de visitas ao comedouro e bebedouro.

Ao contrário do observado na primeira semana de vida, no período de crescimento (22-42 dias), não ocorreu diferença na frequência de visitas ao comedouro e bebedouro e nem dos comportamentos exploratório e de repouso entre as aves criadas na temperatura preferida e na temperatura recomendada. Todavia, houve redução significativa do consumo de ração das aves criadas na temperatura preferida com conseqüente redução em seu peso corporal aos 42 dias de vida, sugerindo redução no consumo alimentar por visita ao comedouro. Alteração no consumo de alimento e água também são ajustes comportamentais ao ambiente (DE DEAR *et al.*, 1997). É aceito que na zona de conforto térmico a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com menor gasto energético (MACARI *et al.*, 2002), o que gera menor necessidade de consumo de ração. Dessa forma, nossos resultados indicam que as aves criadas na preferência térmica continuam apresentando ajustes comportamentais na fase de crescimento, mas que agora envolvem tanto redução na quantidade de energia ingerida como na quantidade de calor gerado. Adicionalmente, essas aves apresentaram com menor frequência o comportamento de conforto aos 41 dias de idade do que as aves criadas na temperatura recomendada. Os comportamentos considerados de conforto (erijar as penas, esticar asas e pernas e o banho de pó) são relacionadas com dissipação de

calor (VESTERGAARD, 1982; NICKEL *et al.*, 1992; YAHAV *et al.*, 2005; GERKEN; DORL, 2006; BRACKE; HOPSTER, 2006; MAIN, 2008). Dessa forma, nossos achados indicam que os frangos criados na preferência térmica encontravam-se em ambiente de maior conforto térmico, o que vai de encontro ao esperado.

TIT tem sido utilizado para estimar o nível de atividade do animal (TONA *et al.*, 2004; ZULKIFLI *et al.*, 2009; FU *et al.*, 2014; HUTH; ARCHER, 2015, STADIG *et al.*, 2017). No presente estudo, o tempo de imobilidade tônica (TIT) dos frangos não foi influenciado pela duração do período de eclosão e pela temperatura de criação. Todavia, ele aumentou com a idade e foi altamente correlacionado com o consumo de ração, ganho de peso e peso corporal. Isso mostra que os frangos se tornam menos ativos à medida que ficam mais pesados.

A interferência do ganho de peso ao longo da idade na atividade dos frangos também foi demonstrada pelo aumento na frequência do comportamento de repouso em relação à soma das frequências dos demais comportamentos analisados. Embora o repouso tenha sido o comportamento apresentado com maior frequência pelos frangos nas idades analisadas, sua frequência média aumentou de 47-61% no 7º dia de idade para 76-81% no 21º e 70-74% no 41º dia, enquanto que a frequência média dos demais comportamentos juntos variou de 39-53% no 7º dia de idade para 19-24% no 21º e 26-29,5% no 41º dia. Esses dados reforçam os achados de Weeks *et al.* (2000), Fanatico *et al.* (2006), Sgavioli *et al.* (2013); referentes à maior atividade das aves na primeira semana e acentuada redução na atividade a partir do 21º dia de idade. Como já mencionado anteriormente nessa Discussão, a atividade mais influenciada com o ganho de peso foi a de consumo de ração, que diminuiu expressivamente na fase de crescimento, tanto em frequência como em duração (~ 25,5% e 26,5s no dia 6º dia de idade para aproximadamente 10% e 41-44s no 20º e 41º dias de idade).

Ainda no presente estudo, TIT foi positivamente correlacionado com conversão alimentar, indicando piora da conversão à medida que o TIT aumenta, confirmando os achados de Mignon-Grasteau *et al.* (2017). Considerando que a linhagem em estudo é de crescimento rápido, a simultaneidade entre aumento do TIT e redução da atividade dos frangos (nossos resultados) reforçam o ponto de vista de Weeks *et al.* (2000), de que seleção para maior ganho de peso em menor tempo interferiu no comportamento e bem-estar dos frangos.

O excesso de peso em indivíduos mais pesados geralmente implica excesso de gordura corporal, limitando atividades devido de peso, como andar e correr (WESTERTERP, 2013). Na linhagem em questão, o conteúdo de gordura, sob criação na temperatura recomendada para a linhagem, determinado pelo extrato etéreo, aumentou de 5,08g (24,62%, em relação à matéria seca de 21,5g) na eclosão para 83,52g (31,78% de 262g) aos 21 dias e para 315,56g (32,87% de 946g) aos 42 dias de idade (ALMEIDA, 2013). É conhecido que o alto ganho de peso ainda em idade jovem dificulta o deslocamento dos frangos, devido à imaturidade estrutural óssea. Kestin *et al.* (1999), por exemplo, encontraram correlação negativa entre capacidade de andar e o peso corporal frangos de corte (linhagens Cobb e Ross).

Nesse contexto, o presente estudo também indica que frangos de corte para crescimento rápido têm sua locomoção restringida pelo maior ganho de peso, concordando com Rutten *et al.* (2002), Bokkers e Koene (2004a, 2004b) e Nielsen (2012), o que prejudica a expressão de seu potencial genético para maior crescimento e melhor desempenho, bem como seu bem-estar.

Analisando frangos da linhagem Ross 308 com 10 e 21 dias de idade, Duan *et al.* (2014) verificaram que aves com curto TIT (27-32 s) possuem maior capacidade de conversão em músculo do que as aves com longo TIT (220 – 282 s). Atividade física promove a hipertrofia muscular em mamíferos e aves, e sua ausência pode levar a atrofia muscular (GREENLEAF; KOZLOWSKI, 1982; GAUNT *et al.*, 1990; D`ANGELIS *et al.*, 2005; ALVES *et al.*, 2012).

Do 6º para o 21º dia, os frangos com curto período de eclosão criados na temperatura preferida ou na recomendada apresentaram redução de 21% e 33,5% em suas frequências de atividade, respectivamente; enquanto que a redução na atividade dos frangos com longo período de eclosão criados na temperatura preferida e recomendada foi de 16% e 22%, respectivamente.

Do 6º para o 41º dia de vida, a redução na frequência de atividade foi de aproximadamente 15% e 27% nos frangos com curto período de eclosão criados na temperatura preferida ou recomendada, respectivamente. Já os frangos com longo período de eclosão criados na temperatura preferida ou recomendada tiveram redução de 12% e 17%, respectivamente. Esses dados revelam que, independentemente do período de criação, a redução na atividade ao longo da idade foi maior nas aves criadas na temperatura recomendada do que na preferida.

Também é mostrado que frangos com longo período de eclosão criados na temperatura preferida foram os menos ativos, o que pode responder pelo menor peso de peso registrado para essas aves por Matos Junior (2016). Assim, o aumento no TIT com a idade (~ 35s, 59s e 84s no 7º, 21º e 41º dia de idade, respectivamente) juntamente com a simultânea redução na atividade das aves, principalmente da frequência de visitas ao comedouro (nossos dados), se mostra um indicativo da ocorrência de efeito negativo do excesso de peso em idade ainda jovem sobre o desenvolvimento de massa muscular, ou seja, um efeito negativo da seleção para maior massa muscular sobre o próprio crescimento dos músculos, principalmente os das pernas, que devem sustentar o peso corporal.

O consumo de alimento é tido como o principal fator determinante do requerimento de água quando a ave está em ambiente de conforto térmico (YEOMANS, 1987 apud SAVORY, 2010). A relação entre consumo de água e consumo de ração em frangos varia de 1,6-2,0:1 (MANNING *et al.*, 2007; FAIRCHILD; RITZ, 2009). No presente estudo, independentemente do tratamento e da idade, os frangos sempre foram com menor frequência ao bebedouro (6 dias: 4-5%, 20 dias: 4-5%, 41 dias: 5%) do que ao comedouro (6 dias: 21-28%. 20 dias: 8-10%, 41 dias: 9-10%), sendo uma relação aproximada de 1:2,0 entre as frequências dos comportamentos de consumo de ração e de água. Isso demonstra que a associação entre consumo hídrico e de ração não é reflexo da relação entre as frequências de visitas ao bebedouro e comedouro, a qual se mostra inversa.

5. Conclusão

A duração do período de eclosão entre bicagem externa e saída da casca e a criação na temperatura de preferência influenciam o desempenho e o comportamento dos frangos. Pintos com eclosão tardia (período longo de eclosão) são mais ativos na primeira semana de vida e apresentam menor desempenho na fase de crescimento quando criados na temperatura preferida. Independentemente da duração do período de eclosão e da temperatura de criação, os frangos aumentam a frequência de repouso e o tempo de imobilidade tônica com o ganho de peso.

6. Referências

ABEYESINGHE, S. M.; WATHES, C. M.; NICOL, C. J.; RANDALL, J. M. The aversion of broiler chickens to concurrent vibration and thermal stressors. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 73, n. 3, p. 199-215, 2001.

ALMEIDA, V. R. **Efeito da temperatura de incubação e de criação sobre o tecido adiposo e desempenho de frangos de corte**. 112 p. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2013.

ALVES, M. F. R.; ABE, F. R.; BOLELI, I. C. Influence of Enclosure Size on Growth of Breast and Leg Muscle Fibers in Domestic Fowl. **International Journal of Poultry Science**, v. 11, n. 5, p. 361-367, 2012.

ANGILLETTA, M. J.; NIEWIAROWSKI, P. H.; NAVAS, C. A. The evolution of thermal physiology in ectotherms. **Journal of Therm Biology**, v. 27, p. 249–268, 2002.

APPLEBY, M. C. What causes crowding? Effects of space, facilities and group size behavior, with particular reference to furnished cages for hens. **Animal Welfare**, v. 13, p. 313-320, 2004.

BOKKERS, E. A. M.; KOENE, P. Behaviour of fast- and slow-growing broilers to 12 weeks of age and the physical consequences. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 81, p. 59-72, 2004a.

BOKKERS, E. A. M.; KOENE, P. Motivation and ability to walk for a food reward in fast- and slow-growing broilers to 12 weeks of age. **Behavioural Processes**, v. 67, n. 2, p. 121-130, 2004b.

BRACKE, M. B. M.; HOPSTER H. Assessing the importance of natural behavior for animal welfare. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, v. 19, p. 77-89, 2006.

CAMPOS, E. J.; PEREIRA, J. C. C. **Melhoramento genético das aves**. In: PEREIRA, J. C. C. Melhoramento genético aplicado à produção animal. Belo Horizonte: FEPMVZ, 1999.

CASPERSEN, C.; POWELL, K.; CHRISTENSON, G. Physical activity, exercise and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. **Public Health Reports**, v.100, n.2, p.126-131, 1985.

CASSUCE, D.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C.; ZOLNIER, S.; CECON, P.R.; VIEIRA, M.F.A. Thermal comfort temperature update for broiler chickens up to 21 days of age. **Engenharia Agrícola**, v.33, n.1, p.28-36, 2013.

CESARIO, M.D. Desenvolvimento embrionário pré e pós-postura – períodos críticos. In: MACARI, M. et al. (Eds.). Manejo da Incubação. 3.ed. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2013.

COBB. **Guia de manejo para frango de corte COBB 500**. S.l.: s.n., 2013, 60p

D'ANGELIS, F. H.; FERRAZ, G. C.; BOLELI, I. C.; LACERDA-NETO, J. C.; QUEIROZ-NETO, A. Aerobic training, but not creatine supplementation, alters the gluteus medius muscle. **Journal of Animal Science**, v.83, n.3, p.579-85, 2005.

DE DEAR, R.; BRAGER, G.; COOPER, D. Developing an adaptive model of thermal comfort and preference. **Ashrae Transactions RP- 884**, 1997.

DUAN, Y.; FU, W.; WANG, S, NI.; Y.; ZHAO, R. Effects of tonic immobility (TI) and corticosterone (CORT) on energy status and protein metabolism in pectoralis major muscle of broiler chickens. **Comparative Biochemistry and Physiology part A Molecular and Integrative Physiology**, v.169, p.90-95, 2014.

FAIRCHILD, B. D.; RITZ, C.W. 2009. Poultry drinking water primer. Boletim UGA. Extensions. <http://extension.uga.edu/publications/detail.html?number=B1301>

FANATICO, A. C., PILLAI, P. B., CAVITT, L. C., OWENS, C. M. & EMMERT, J. L. 2006. Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: Growth performance and carcass yield. **Poultry Science**, 84, 1321-1327.

FU, W., DUAN, Y.; WANG, S.; NI, W.; GROSSMAN, R.; ZHAO, R. Comparative proteomic analysis of the breast muscle response to chronic corticosterone administration in broiler chickens showing long or short tonic immobility. **Poultry Science**, v.93, p.784–793, 2014.

FURLAN, R. L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Ed.). **Fisiologia Aviária aplicada a frangos de corte**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p. 209-230.

GAUNT, A.S., HIKIDA, R.S.; JEHL, J.R.; FEMBERG, L. Rapid atrophy and hypertrophy of an avian flight muscle. **The AUK**, v.107, p.649-659, 1990.

GERKEN, M.; AFNAN, R.; DÖRL, J. Adaptive behaviour in chickens in relation to thermoregulation. **Archives Geflügelk**, v.70, n.5, p.199-207, 2006.

GREENLEAF, J.E.; KOZLOWSKI, S. Physiological consequences of reduced physical activity during bed rest. **American Journal of Physiology**, v.10, p.84-119, 1982.

HALL, A. H. The effect of stocking density on the welfare and behaviour of broiler chickens reared commercially. **Animal Welfare**, v.10, n.1, p.23-40, 2001.

HATA, M. E. **Aplicação de análise de sobrevivência no estudo da imobilidade tônica e do comportamento de reintegração social de perdizes (*Rhynchotus rufescens*)**. 107p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento Animal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2014.

HUEY, R.; HERTZ, P.E.; SINERVO, B. Behavioral drive versus behavioral inertia in evolution: a null model approach. **American Naturalist**, v.161, p.357-366, 2003.

HUEYR, B.; BENNETT, A. F. A comparative approach to field and laboratory studies in evolutionary biology. Pages 82-98 in M. E. FEDERAN, G.V.

HUGHES, B.O.; DUNCAN, I.J.H. The influence of strain and environmental factors upon feather pecking and cannibalism in fowls. **British Poultry Science**, v.20, p163-181, 1971.

HUTH, J.C.; ARCHER, C.S. Comparison of two led light bulbs to a dimmable cfl and their effects on broiler chicken growth, stress, and fear. **Poultry Science**, v.94, p.2027–2036, 2015.

KESTIN, S. C.; KNOWLES, T. G.;TINCH, A.E.; GREGORY, N.G. Prevalence of leg weakness in broiler chickens and its relationship with genotype. **Veterinary Record**; v.131, p.190-194,1999.

LUNDBERG, A.S.; KEELING, L. J. Social effects on dustbathing behaviour in laying hens: using video images to investigate effect of rank. **Applied Animal Behaviour Science**, v.81, p. 43-57, 2003.

MAIN, R. H. Effects of an acute stressor on fear and on the social reinstatement responses of domestic chicks to cage mates and strangers. **Applied Animal Behaviour. Science**. v.71, n. 2, p. 57–66, 2008.

MANNING, L.; CHADD, S.A.; BAINES, R. N. Key health and welfare indicators for broiler production. **World's Poultry Science Journal**, v.63, p. 46-62, 2007.

MARCATO, S. M.; SAKOMURA, N. K.; FERNANDES, J. B. K.; SIQUEIRA, J. C.; DOURADO, L. R. B.; FREITAS, E. R. Crescimento e Deposição de Nutrientes nos Órgãos de Frangos de Corte de Duas Linhagens Comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n.5, p. 1082-1091, 2010.

MARIN, R.H.; FREYTES, P.; GUZMAN, D. et al. Effects of an acute stressor on fear and on the social reinstatement responses of domestic chicks to cagemates and strangers. **Applied Animal Behaviour Science**, v.71, n.1, p.57-66, 2001.

MARTIN, P.; BATESON, P. Measuring behaviour: an introductory guide. Cambridge: **Cambridge University**, 1993. 222p.

MATOS JUNIOR, J. B. **Duração da eclosão e temperatura de incubação sobre a qualidade dos pintos, seu desempenho e qualidade de carne**. 2016. 169 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2016.

MIGNON-GRASTEAU, S.; CHANTRY-DARMON, C.; BOSCHER, M.Y.; SELLIER, N.; BIHAN-DUVAL, E.E.; BERTIN A. Genetic determinism of fearfulness, general activity and feeding behavior in chickens and its relationship with digestive efficiency. **Behaviour and Genetics**, v.47, p.114-124, 2017.

MYHRE, K., CABANAC, M., MYHRE, G. Thermoregulatory behavior and body temperature in chicks of willow grouse (*Lagopus lagopus lagopus*). **Poultry Science**, v.54, p.1174–1179, 1975.

NICKEL, R.; SCHUMMER, A.; SEIFERLE, E. 1992: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Vol. 5: **Anatomie der Vögel**, 2nd ed., Parey, Berlin.

NIELSEN, B. L. Effects of ambient temperature and early open-field response on the behaviour, feed intake and growth of fast- and slow-growing broiler strains. **Animal**, v.6, n. 9, p.1460-1468, 2012.

NIELSEN, B.L.; JUUL-MADSEN, H.R.; STEENFELDT, S.; KJAER, .JB.; SØRENSEN, P. Feeding activity in groups of newly hatched broiler chicks: effects of strain and hatching time. **Poultry Science**, v.89, n.7, p.1336-44, 2010.

PICOLI, K. P. **Avaliação de sistemas de produção de frangos de corte no pasto**. 75p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

REIS, L.H.; GAMA, L.T; SOARES, M.C. 1997. Effects of short storage conditions and broiler breeder age on hatchability, hatching time, and chick weights. **Poultry Science**, v.76, p.1459–1466, 1997.

ROLL, V.F.B.; DAI PRÁ, M.A.; ROLL, A.A.P; XAVIER, E.G.; ROSSI, P.; ANCIUTI, M.A.; RUTZ, F. Effect of tubular feeder height on ingestive behavior of broiler. **Archivos em Zootecnia**, v.59, p.115-122, 2010.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, F. L. T.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos – Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ª Ed. Universidade Federal de Viçosa; 2011. 223p.

RUTTEN M., LETERRIER C., CONSTANTIN, P., REITER K., BESSEI W. Bone development and activity in chickens in response to reduced weight-load on legs. **Animal Research**, v.51, p.327-336, 2002.

SANCHEZ, A.; PLOUZEAU, M.; RAULT, P.; PICARD, M. Croissance musculaire et fonction cardiorespiratoire chez le poulet de chair. **INRA Productions Animales**, v.13, n.1, p.37-45, 2000.

SAS Institute. SAS (Statistical Analysis System). Users guide. **SAS Institute Inc.**, Cary, NC. 2012.

SAVORY, C.J. 2010. **Nutrition, feeding and drinking behavior, and welfare**. Part II, Chapter 7, p.165-187. In. Duncan, I.J.H & Hawkins, P. (Ed.). 2010. The welfare of domestic fowl and other captive birds.

SGAVIOLI, S. **Vitamina c intra-ovo e estresse por calor na incubação em frangos de corte**. Jaboticabal. 222p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista, 2013.

SOARES, L.F.; RIBEIRO, A.M.L.; PENZ HUNIOR, A.M.; GHIOTTI, A. Influência da restrição de água e ração durante a fase pré-inicial no desempenho de frangos de corte até os 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1579-1589, 2007.

STADIG, L.M.; RODENBURG, T.B.; AMPE, B.; REUBENS, B.; TUYTTENS, F.A.M. Effects of shelter type, early environmental enrichment and weather conditions on free-range behaviour of slow-growing broiler chickens. **The Animal Consortium**, v.11 n6. p.1046-53, 2017.

TONA, K.; ONAGBESAN, O.; KETELAERE, B.; DECUYPERE, E.; BRUGGEMAN, V. Effects of age of broiler breeders on egg quality, hatchability, chick quality chick weight and chick post-hatch growth to 24 days. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 13, p. 10-18, 2004.

VAN DE VEN L. J. F.; VAN WAGENBERG A. V.; DEBONNE M.; DECUYPERE E.; KEMP B.; VAN DEN BRAND, H. Hatching system and time effects on broiler physiology and posthatch growth. **Poultry Science**, v.90, p.1267–1275, 2011.

VESTERGAARD, K. Dust-bathing in the domestic fowl –diurnal rhythm and dust deprivation. **Applied Animal Ethology**, v.8, p.487-495, 1982.

VIANA, C. F. A.; SILVA, M. D. A.; PIRES, A.; FONSECA, R. D.; SOARES, P. Influência de grupos genéticos e de níveis de energia sobre características de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p. 1067-1073, 2000.

VICENTINI, T. I. **Programação térmica fetal e duração da fase de eclosão: efeitos sobre a qualidade na eclosão, variáveis sanguíneas, preferência térmica e resposta ao desafio térmico de pintos fêmeas**. 99p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2015.

VIOLA, T.; RIBEIRO, A.M.L.; PENZ JR., A.M. Compensatory water consumption of broilers submitted to water restriction from 1 to 21 days of age. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.7, n.4, p.243-246, 2003

WALSTRA, I.; TEN NAPEL, J.; KEMP, B.; VAN DEN BRAND, H. Temperature manipulation during layer chick embryogenesis. **Poultry Science**, v 89, p.1502–1508, 2010.

WEEKS, C.A.; DANBURY, T.D.; DAVIES, H.C.; HUNT, P.; KESTIN, S.C. The behaviour of broiler chickens and its modification by lameness. **Applied Animal Behaviour Science**, v.67, n.1, p.111-125, 2000.

WESTERTERP, K.R. Physical activity and physical activity induced energy expenditure in humans: measurement, determinants, and effects. **Frontiers in Physiology**, v.4, p.01-11, 2013.

YAHAV, S.; SHINDER, D.; TANNY, J.; COHEN, S. Sensible heat loss: the broiler's paradox. **World's Poultry Science Journal**, v.61, p.419-434, 2005.

ZULKIFLI, I.; AL-AQIL, A.; OMAR, A. R.; SAZILI, A. Q.; RAJION, M. A. Crating and heat stress influence blood parameters and heat shock protein 70 expression in broiler chickens showing short or long tonic immobility reactions. **Poultry Science**, v.88, n.3, p. 471-476, 2009.

