

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

QUALIDADE DA CARNE E BEM-ESTAR EM FRANGOS DE CORTE CRIADOS
EM AMBIENTE ENRIQUECIDO

GUSTAVO HENRIQUE COELHO CHAVES

Trabalho de Dissertação apresentado como parte
das exigências para obtenção do título de Mestre
do Curso de Mestrado do Programa de Pós-
graduação em Zootecnia.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

QUALIDADE DA CARNE E BEM-ESTAR EM FRANGOS DE CORTE CRIADOS
EM AMBIENTE ENRIQUECIDO

GUSTAVO HENRIQUE COELHO CHAVES
Médico Veterinário

Orientador: Prof^a. Assoc. Ibiara Correia de Lima Almeida Paz

Trabalho de Dissertação apresentado como parte
das exigências para obtenção do título de Mestre
do Curso de Mestrado do Programa de Pós-
graduação em Zootecnia.

Botucatu, SP
Janeiro de 2021

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Chaves, Gustavo Henrique Coelho.

Qualidade da carne e bem-estar em frangos de corte criados em ambiente enriquecido / Gustavo Henrique Coelho Chaves. - Botucatu, 2021

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Orientador: Ibiara Correia de Lima Almeida Paz
Capes: 50405004

1. Frango de corte. 2. Carne - Qualidade. 3. Miopatia.
4. Distúrbios da locomoção. 5. Bem-estar do animal.
6. Locomoção animal.

Palavras-chave: Gait score; Miopatias; Qualidade da carne; Qualidade óssea.

BIOGRAFIA

GUSTAVO HENRIQUE COELHO CHAVES, filho de Waldir Paulo Chaves e Cristine de Sousa Coelho Chaves, nasceu em Uruana, Goiás, no dia 11 de fevereiro de 1990. Em 2010, iniciou no Curso de Graduação em Medicina Veterinária, no Instituto Unificado de Ensino Superior – Objetivo, graduando-se em janeiro de 2018. Em agosto de 2018 ingressou no curso de Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – FMVZ Botucatu-SP, sob orientação da Prof^a. Assoc. Ibiara Correia de Lima Almeida Paz. Durante o curso de mestrado foi bolsista pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela nova descoberta em ser, e pelo desafio proporcionado.

Aos meus pais e irmãos, pelo apoio, carinho e incentivo.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (FMVZ – UNESP – Botucatu) pela oportunidade dos estudos e apoio acadêmico.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa Científica (CNPq) pela bolsa de estudos.

À Prof^a. Assoc. Ibiara Correia de Lima Almeida Paz, pelos ensinamentos, pela sabedoria, e pela paciência com os alunos.

Aos colegas e amigos da FMVZ - UNESP, Câmpus de Botucatu, agradeço carinhosamente por toda a ajuda e apoio.

Aos funcionários do Setor de Avicultura, Fábrica de Ração, Supervisão de Fazendas e Departamento de Produção Animal e Medicina Veterinária Preventiva da FMVZ - UNESP, Câmpus de Botucatu, pelos auxílios prestados e momentos de descontração.

À todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a feliz e bem sucedida realização do meu mestrado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 pelo apoio para a realização do estudo.

Sumário

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
CAPÍTULO 1.....	11
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	11
1. Revisão de literatura	12
1.1. Qualidade óssea.....	14
1.2. Miopatias.....	15
1.3. Avaliações de parâmetros de bem-estar	16
2. Objetivos.....	18
3. Referências bibliográficas	19
CAPÍTULO 2.....	25
PARÂMETROS DE BEM ESTAR ANIMAL E QUALIDADE DA CARNE	25
1. Introdução	26
Resumo.....	28
2. Objetivo	29
3. Material e Métodos	29
3.1. Aves, instalações e manejo	29
3.2. Tratamentos experimentais	29
3.3. Características avaliadas	30
3.4. Avaliações de locomoção, bem-estar e termografia infravermelha.....	30
3.5. Abate.....	30
4. Avaliação Estatística.....	34
5. Resultados e Discussão.....	34
6. Conclusão	42
7. Referências bibliográficas	43
CAPÍTULO 3.....	48
USO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA NA AVALIAÇÃO DE <i>GAIT SCORE</i> EM FRANGOS DE CORTE.....	48
1. Introdução.....	50
2. Material e Métodos.....	51
2.1 Aves, instalações e manejo.....	51
2.2 Tratamentos experimentais.....	52
2.3 Características avaliadas.....	52
3. Avaliação Estatística.....	53
4. Resultados e Discussão.....	53
5. Conclusão	59
6. Referências bibliográficas	60
CAPÍTULO 4.....	63
IMPLICAÇÕES.....	63
Implicações	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aves alojadas em ambiente enriquecido (CEA) _____	20
Figura 2. Lesão macroscópica de espondilolistese. Em A: Escore 0. Em B: Escore 1 (com compressão da medula). Fonte: Bernardi (2011) _____	22
Figura 3. Médias diárias de temperatura do ar (T°C) _____	25
Figura 4. Escores macroscópicos de lesão do coxim plantar. Em A: escore 0. Em B: escore 1. Em C: escore 2. Fonte: Bernardi (2011) _____	43
Figura 5. Médias diárias de temperatura do ar (T°C) _____	44
Figura 6. Imagem termográfica da região de coxim plantar não acometida por pododermatite _____	46
Figura 7. Imagem termográfica da região de coxim plantar acometida por pododermatite _____	46

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Frequência de síndrome do osso negro em coxas e sobrecoxas e de espondilolistese em frangos de corte alojados em sistema com e sem a inclusão de enriquecimento ambiental _____	26
Tabela 2. Frequência de <i>gait score</i> em frangos de corte alojados em sistema com e sem enriquecimento ambiental _____	28
Tabela 3. Frequência de miopatias do tipo peito espaguete e peito amadeirado em frangos de corte criados em ambiente com e sem enriquecimento ambiental _____	29
Tabela 4. Frequência de miopatias do tipo peito espaguete e peito amadeirado em frangos de corte criados em ambiente com e sem enriquecimento ambiental _____	31
Tabela 5. Avaliação da qualidade da carne de frangos de corte com 42 dias criados em ambiente com e sem enriquecimento _____	32
Tabela 6. Correlação entre temperatura obtida através de infravermelho e o <i>gait score</i> durante três semanas de avaliação _____	47

LISTA DE ABREVIATURAS

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal

AOAC – *Association of Official Analytical Chemists*

CEA – Com enriquecimento ambiental

FMVZ – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

GS – *Gait score*

SC – Semi confinamento

SEA – Sem enriquecimento ambiental

SON – Síndrome do osso negro

TIV – Termografia infravermelha

RESUMO

Durante o estudo foi avaliada a eficiência da termografia infravermelha para identificação de problemas locomotores e a utilização do enriquecimento ambiental na diminuição destes problemas e melhoria da produtividade com efeito positivo na qualidade óssea e da carne dos animais. Para isto foram utilizadas 4000 aves da linhagem Cobb® Slow, machos de um dia de idade, alojados em aviário climatizado em sistema totalmente automatizado com ventilação em pressão negativa. Para o estudo foram utilizados dois tratamentos em delineamento inteiramente casualizado: T1 - Sem Enriquecimento Ambiental (SEA) - ambiente semelhante ao encontrado em aviários comerciais (2000 aves); T2 - Com Enriquecimento Ambiental (CEA) - ambiente semelhante ao encontrado em aviários comerciais, enriquecido com fardos de feno, escadas e globo de luz giratório (2000 aves). As seguintes características foram avaliadas: para qualidade óssea, teor de matéria seca, resistência a quebra e síndrome do osso negro; para parâmetros de bem-estar, termografia, pododermatite, *gait score*; para miopatias, miopatias peitoral profunda, peito amadeirado e peito espagete, e; para qualidade da carne, umidade, cinzas, perda de peso por cocção, perda de peso por pressão, pH, *driploss* e coloração. Para o parâmetro de *gait score* só foram encontradas diferenças aos 42 dias, ocorrendo menor incidência de score 1 para animais do tratamento CEA. Em relação à qualidade da carne, os animais SEA resultaram em maior índice de peito amadeirado em score 1 e para a qualidade óssea, o uso de enriquecimento ambiental diminuiu o índice Seedor e aumentou a circunferência da tíbia, mas reduziu a resistência da tíbia e do fêmur dos animais. O objetivo deste estudo foi avaliar por meio da termografia infravermelha, se o enriquecimento ambiental viabiliza a diminuição de problemas locomotores e melhora a produtividade com efeito positivo na qualidade óssea e da carne dos animais.

Palavras-chave: *gait score*, miopatias, qualidade da carne, qualidade óssea.

ABSTRACT

During the study, the efficiency of infrared thermography was assessed to identify locomotor problems and the use of environmental enrichment to reduce locomotor problems and improve productivity with a positive effect on bone and meat quality of animals. For the use of 4000 day-old male Cobb® Slow birds, housed in an air-conditioned aviary in a fully automated system based on negative pressure, and two longitudinal boxes delimited. Two treatments were used in a completely randomized design: T1 - Without Environmental Enrichment (SEA) - an environment similar to that found in commercial aviaries (2000 birds); T2 - With Environmental Enrichment (CEA) - an environment similar to that found in commercial aviaries, enriched with bales of hay, stairs and a rotating globe (2000 birds). The following characteristics were evaluated: for bone quality, dry matter content, resistance to breaking and black bone syndrome; for well-being parameters, thermography, pododermatitis, gait score; for myopathies, deep pectoral myopathies, woody chest and spaghetti chest, and; for meat quality, moisture, ash, cooking weight loss, pressure weight loss, pH, drip loss and coloring. For the gait score parameter, differences were only found at 42 days, with less impact of score 1 for CEA treatment animals. Regarding the quality of the meat, the SEA animals resulted in a higher index of woody breast in score 1 and for bone quality, the use of environmental enrichment decreased the Seedor index and increased the circumference of the tibia, but reduced the resistance of the tibia and the animal femur. The objective of the study was to evaluate, by means of infrared thermography, whether environmental enrichment enables the reduction of locomotor problems and improves productivity with a positive effect on bone and meat quality of animals.

Keywords: gait score, myopathies, meat quality, bone quality.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. Revisão de literatura

De acordo como relatório de 2020 da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2020), a produção mundial de carne de frango foi de 98.594 milhões de toneladas, e a produção brasileira foi de 13.245 milhões de toneladas. Para manter crescente a demanda da carne, produtores e indústrias de alimento devem estar sempre atentos às exigências feitas pelos consumidores.

A avicultura de corte no Brasil possui grande competitividade no mercado internacional, e na última década a produção de carne de frango, em milhões de toneladas, saltou de 12,23 para 13,24 (ABPA, 2020). Essa condição coloca o país pelo quarto ano consecutivo como o segundo maior produtor e, por mais de oito anos, o maior exportador de carne de frango do mundo. O Brasil exportou 4,214 milhões de toneladas de carne de frango em 2019, comparte dessa carne destinada para a União Europeia, países cujo mercado e legislações são bastante exigentes quanto ao bem-estar animal (ABPA, 2020).

No Brasil o consumo da carne de frango também é crescente, além de ser a carne mais produzida no país, passou a ser também a mais consumida a partir de 2007 e superou o consumo nacional de carne bovina, com 42,84kg *per capita* em 2019 (ABPA 2020).

O potencial crescimento de cortes cárneos impulsiona a maior produção de número de aves e o consumo do produto, com elaboração de itens mais práticos e de maior valor agregado, em detrimento de carcaças inteiras. Esta tendência dá-se em razão das condições básicas para os negócios na área da alimentação, que vão de mudanças de hábitos da população, praticidade dos cortes, conveniência, qualidade nutritiva e segurança alimentar até mais preços acessíveis (OLIVO, 2006).

O melhoramento genético de frangos de corte permite o desenvolvimento de linhagens comerciais mais produtivas, com maior rendimento de cortes, maior velocidade de crescimento e melhores desempenhos zootécnicos (MOREIRA et al., 2003; SANTOS et al., 2005). Além disso, nos últimos 50 anos, a seleção intensiva de frangos de corte possibilitou rápido crescimento e diminuição da idade de abate (BESSEI; DUKICSTOJCIC, 2011). Segundo Mendes et al. (2012) e Ponso et al. (2012), com ganho médio diário de 50g e idade ao abate de 6 semanas. Antes o ganho de peso médio era de 20g e abate com 12 semanas de vida.

Contudo, o bem-estar das aves foi afetado por diversos problemas que surgiram com a intensa seleção genética, desencadeando síndromes fisiológicas, como estresse calórico, ascite, morte súbita e problemas locomotores (SANCHEZ et al., 2000; BESSEI, 2006). Ainda, o avanço decorrente desta evolução gerou alguns problemas, com a alta incidência de distúrbios locomotores considerada um dos mais graves. Estes acarretam claudicação das aves ou mobilidade condicionada (KESTIN et al., 1992).

O estudo do bem-estar animal possui características de multidisciplinaridade, as quais abrangem os temas de nutrição, saúde, desconforto e dor, fisiologia do estresse, vitalidade, comportamento, liberdades e ambiência. Estas regras fazem parte do comércio internacional,

ressaltando que estas devem ser aplicadas do nascimento ao abate (NÄÄS, 2008).

O bem-estar animal corresponde a como o animal age mediante as condições do meio em que vive (OIE, 2016), e o estado considerado bom é aquele em que o indivíduo está confortável, seguro, saudável, bem nutrido, não está sofrendo angústia, medo e dor e é capaz de expressar seu comportamento natural.

A capacidade locomotora está intimamente associada a isso, pois padrões de comportamento, como explorar o ambiente, buscar alimento, água e abrigo, além de fugir de predadores, dependem dela (COSTA, 2002). Entretanto em granjas os recursos são facilmente disponíveis por comedouros e bebedouros bem distribuídos, e a alta densidade somada a ambientes pobres, reduzem o espaço e o desejo de exploração dos animais, prejudicam a atividade locomotora, e afetam seu valor adaptativo (BIZERAY et al., 2000; COSTA, 2002). Com isso, o bem-estar destes animais fica comprometido, pois a falta de exercícios pode aumentar a incidências de anomalias nas pernas dos frangos (HAYE; SIMONS, 1978). O rápido crescimento dos frangos de corte, principalmente do músculo *Pectoralis major*, alterou o centro de gravidade das aves, prejudicou sua postura e equilíbrio, que passou a ser inclinada, e comprometeu o caminhar dos animais, pois os ossos não estão adequados para sustentar o peso (WEEKS et al., 2000; ALVES et al., 2016).

As doenças que acometem o sistema locomotor são economicamente importantes à produção, pois refletem na queda do desempenho e interferem no bem-estar dos animais (ALMEIDA PAZ et al., 2009). Um fator impactante no setor, em decorrência dos prejuízos causados, são as afecções no tecido ósseo que acometem frangos de corte de crescimento acelerado. Tais patologias têm contribuído para a redução na produtividade em função do aumento de condenações de carcaças inteiras. Uma vez que a incidência de distúrbios locomotores afeta em torno de 6% de animais em lotes comerciais, estas enfermidades possuem grande importância para a avicultura mundial (ALMEIDA PAZ, 2008).

A qualidade da carne é dependente da temperatura do tecido muscular e da velocidade de resfriamento após o abate, pois as velocidades das reações bioquímicas são reduzidas em baixas temperaturas (VIEIRA, 1999). Essa qualidade é identificada por meio de parâmetros físico-químicos, tais como: aparência, textura, suculência, pH, sabor entre outros. A cor é um fator importante na percepção do consumidor quanto à qualidade da carne, pois é uma característica que influencia tanto a escolha inicial do produto pelo consumidor como a aceitação no momento do consumo (FLETCHER, 1999). A capacidade de retenção de água está entre as propriedades funcionais mais importantes da carne (ANADÓN, 2002), pois influencia seu aspecto, sua palatabilidade e está diretamente relacionada às perdas de água antes e durante o cozimento (BRESSAN, 1998).

A carne utilizada em produtos processados deve possuir propriedades funcionais excelentes, com padrões de qualidade estáveis, que garantam o produto de boa qualidade e rentabilidade (BRESSAN, 1998). Entretanto, um dos maiores desafios para a indústria de

carnes é oferecer produtos macios, suculentos e com cor e sabor agradáveis (DIRINCK et al., 1996).

De maneira geral, os sistemas de avaliação de qualidade de carcaça ou carne mais comuns são baseados em atributos estéticos, como conformação, presença de hemorragias e/ou machucaduras, rompimento da pele, ossos quebrados, e falta de partes (MULLER, 1981). Além destas características, também são bastante importantes as consideradas após o preparo da carne, como textura e capacidade de retenção de água (MULLER, 1981).

Os consumidores atuais, preocupados com a qualidade de vida, buscam novas opções de alimentos (SOUZA, 2004), bem como informações relacionadas com a composição química dos alimentos (SIMOPOULOS, 1991). A legislação brasileira por meio da Resolução RDC nº 40, de 21/03/2001, estabeleceu a obrigatoriedade da rotulagem nutricional de alimentos embalados, garantindo aos consumidores a possibilidade de escolhas mais saudáveis em relação à dieta (BRASIL, 2001).

1.1. Qualidade óssea

De fato, as afecções do tecido ósseo que acometem frangos de corte, cujo crescimento é acelerado, impactam o setor avícola devido à diminuição da produtividade em virtude de condenação de carcaças inteiras. Estas patologias apresentam importância para a avicultura mundial, já que a incidência de distúrbios locomotores atinge 6% dos animais em lotes comerciais (ALMEIDA PAZ, 2008).

Certamente, um importante fator nos padrões comportamentais é a locomoção dos animais. No entanto, pode ter perdido parte do seu valor adaptativo para as aves, visto que em sistemas de produção vê-se o fácil acesso ao controle ambiental e fornecimento da dieta. A seleção para a conversão alimentar possivelmente diminui o desejo ou a necessidade de comportamentos que disponham de energia, como exemplo, longas caminhadas ou o ato de correr (MENCH; KEELING, 2001).

Alguns autores acreditam que o peso corporal por si não é o responsável por desencadear as desordens esqueléticas, mas sim a taxa de crescimento (ANGEL, 2007; ALMEIDA PAZ et al., 2019). Outros, inferiram como causa expressiva o desequilíbrio entre o ganho de peso corporal e diferenciações esqueléticas (CORR et al., 2003; DUKIC-STOJCIC; BESSEI, 2011). Vale ressaltar que o frango de corte até a idade de abate ainda está em fase de crescimento, com ossos, tendões, ligamentos e músculos relativamente maduros, e os ossos apresentam pouco tecido ósseo compacto. A diminuição da qualidade óssea torna-se a provável razão para a incidência dos distúrbios locomotores em frangos de corte (SHERLOCK et al., 2010).

Em adição, outro problema predominante na produção avícola é a pododermatite, também conhecida como dermatite de contato ou lesões no coxim plantar. Esta afecção refere-se a inflamação que acarreta lesão necrótica, situada na região superficial do coxim plantar das

aves (GREENE et al., 1985; HARN et al., 2014). Estas lesões geram desconforto e dor quando se transformam em úlceras, e as medidas profiláticas colaboram para o bem-estar dos frangos, além de possibilitar aumento no valor do produto (HASLAM et al., 2007; BILGLI et al., 2009; HARN et al., 2014).

De fato, esta dermatite de contato, em casos mais graves, pode progredir para úlceras e necrose. Os fatores corrosivos existentes na cama do aviário, como as excretas e a alta densidade de animais no aviário podem ser causas destas lesões. Além de prejudicar a saúde das aves, por afetar a locomoção e resultar em condenação de carcaça, é negativo ao bem-estar, já que em casos severos diminui a ingestão de água e alimentos, levando a perda de peso, sofrimento e dor (SCHMIDT; LUDERS, 1976; EKSTRAND et al., 1998; DAWKINS et al., 2004; HOFFMANN et al., 2013).

Problemas de pernas ou locomotores são importantes fatores do ponto de vista do bem-estar das aves, pois estes transtornos ocorridos podem ser afetados por vários atributos, tanto de ordem nutricional ou genéticos. A deficiência ou excessos de certos nutrientes essenciais desempenham importante papel no desenvolvimento de vários problemas de pernas em aves, embora muitos dos transtornos de pernas ocorridos não são de ordem nutricional (PAIXÃO, 2011).

1.2. Miopatias

A intensa seleção genética das linhagens pela necessidade econômica de abater aves em menor tempo de vida com rápido ganho de peso, tem causado comportamentos fisiológicos anormais com danos ao tecido muscular (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2002). A indústria avícola objetivou, portanto, por meio do aprimoramento na seleção genética, produzir animais com maiores taxas de crescimento muscular. Em virtude do tipo de criação em escala industrial, o melhoramento genético possibilitou o desenvolvimento de carcaças mais pesadas, de baixa deposição de gordura e alto rendimento muscular, principalmente de coxas e peito (NOGUEIRA, 2005).

O aumento da massa muscular, associado às condições sedentárias das aves e/ou a prolongada e direta pressão aos músculos, levam à significativa diminuição do gradiente de pressão arteriovenosa e consequente redução do fluxo sanguíneo capilar. Isto compromete o fornecimento de nutrientes e a limpeza dos metabólicos produzidos pelas fibras musculares, como o dióxido de carbono e o lactato. A falta de limpeza destes metabólicos induz distúrbios iônicos, como a regulação do cálcio necessário à contração muscular, em consequência, surgem miopatias e necroses (SOSNICK, 1993; GUYTON; HALL, 2017; NELSON; COX, 2018).

Os músculos da região do peito, que por razões comerciais são os que mais recebem atenção ao desenvolvimento, são também os mais susceptíveis a apresentarem lesões histopatológicas. Associado a isto, o movimento repetitivo da asa sobre estes músculos predispõe o surgimento lesões, pois não estão adaptados ao exercício físico contínuo devido a

mudanças metabólicas induzidas pelo rápido crescimento (SOIKE; BERGMANN, 1988). Estas doenças afetam a qualidade final da carne e tem causado preocupações em linha de abate. Uma das miopatias comuns de serem observadas em nossos abatedouros de frangos é a miopatia peitoral profunda, comumente confundida pelos inspetores de qualidade, como sendo simplesmente um hematoma causado durante o manejo e transporte ao abatedouro.

As miopatias ainda não possuem etiologia definida e a literatura não relata haver prejuízo para a saúde pública. Contudo, o corte cárneo com a presença dessas alterações musculares é geralmente rejeitado pelo consumidor acarretando em perdas econômicas para o setor avícola (HOFFMANN et al., 2013). Desta forma, são necessários mais estudos para elucidar as alterações musculares decorrentes e sua possível etiologia ou prevenção.

O aproveitamento da situação abriu um novo nicho de mercado também no Brasil. A partir de então, criou-se nova necessidade, e a população brasileira começou a mudar o hábito de consumo, migrando frango inteiro para os cortes especiais. Com isso, o rendimento de cortes nobres, como peito e coxa, tornou-se relevante para a indústria não somente para atender a demanda de exportação, mas também ao mercado interno (VIEIRA, 2012).

1.3. Avaliações de parâmetros de bem-estar

As razões de ordem ética ou pelo reconhecimento dos custos elevados nas aplicações de metodologias de bem-estar dos animais estimula o desenvolvimento de novas pesquisas, motivadas no impacto direto aos produtores e consumidores (ALVES, 2006).

Uma definição bastante utilizada descreve o bem-estar como a habilidade do animal de interagir e viver bem em seu ambiente. (BROOM, 1991). Embora existam regras práticas para a produção animal com responsabilidade, ter-se-ia que buscar o meio termo entre os critérios estabelecidos pelos defensores dos direitos dos animais e a população que quer alimentar-se de animais produzidos de maneira industrial (NÄÄS, 2005; ARLUKE, 1994). Também são universalmente aceitos os critérios de saúde física, que envolve análise de batimentos cardíacos, temperatura corporal, liberação de certas secreções e hormônios, níveis de glicose, lactação e ácidos livres, entre outros, como medida de bem-estar animal. Ainda é controverso se essas medidas são suficientes, já que os indicadores fisiológicos de bem-estar podem ser também respostas naturais a atividades ou excitações naturais do animal, ao invés de apontar, especificamente, o bem-estar (DAWKINS, 1990).

Na avicultura de corte, os problemas de bem-estar estão relacionados à saúde das aves, que é diretamente influenciada pela densidade de alojamento, ambiência e manejo (HARN et al., 2014). O aumento na densidade de alojamento reduz o custo fixo da produção de frangos, porém também reduz o desempenho, pois a alta densidade geralmente está associada a fatores como: alta temperatura no aviário; reduzido fluxo de ar e redução da dissipação do calor corporal dos frangos; baixa qualidade do ar (maiores níveis de amônia e CO₂); piora na

qualidade da cama; e número inadequado de equipamentos por ave (FEDDES et al., 2002; ARADAS et al., 2004; RYDER et al., 2004). O resultado da associação destes fatores é a baixa taxa de crescimento, piora na conversão alimentar, aumento na mortalidade, maior incidência de problemas locomotores e redução na qualidade da carcaça (calo no peito e arranhões).

Na produção avícola, o objetivo principal, ao considerarmos o bem-estar dos animais, é garantir condições ideais de ambiente interno no alojamento. Para isso a faixa de temperatura deve estar adequada ao período de desenvolvimento das aves, para garantir a zona de conforto térmico e evitar injúrias nos frango. Além disso, mantidas estas condições, a fração de energia metabolizável utilizada para a termogênese será mínima, e a energia líquida, máxima, o que potencializa a produção (ARADAS et al., 2004; RYDER et al., 2004).

2. Objetivo

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar alguns parâmetros produtivos, de bem-estar e qualidade da carne de frangos de corte criados em ambiente enriquecido, além de prever o surgimento de problemas locomotores em aves por meio da utilização de termografia infravermelha.

As hipóteses foram:

- 1) Aves submetidas a ambiente enriquecido apresentam menor valor de *gait score* durante o desenvolvimento.
- 2) O enriquecimento ambiental favorece o bem-estar das aves pois reduz o aparecimento de miopatias.
- 3) Ações de bem-estar animal na produção avícola melhoram a qualidade óssea das aves.

3. Referências bibliográficas

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. Protocolo de Bem-Estar para Frangos de Corte. 2020. Disponível em :< <http://abpa-br.com.br> >. Acesso em 20 de novembro de 2020.

ALMEIDA PAZ, I. C. L. Problemas locomotores e técnicas de mensuração. **Conferência APINCO de Ciências e Tecnologia Avícolas, FACTA**. Santos, Brasil. p. 57- 68. 2009.

ALMEIDA PAZ, I. C. L. Problemas locomotores e técnicas de mensuração. **Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas. FACTA**, Santos, Brasil. p. 128-137. 2008.

ALMEIDA PAZ, I. C. L.; ALMEIDA, I. C. L.; MILBRADT, E. L.; CALDARA, F. R.; TSE, M. L. P. Effects of analgesic and noise stimulus in gait score assessment. **PLoS ONE**, v.14, n.1, 2019.

ALVES, M. C. F.; ALMEIDA PAZ, I. C. L.; NÄÄS, I. A.; GARCIA, R. G.; CALDARA, F. R.; BALDO, G. A. A.; NASCIMENTO, G. R.; AMADORI, M. S.; FELIX, G. A.; GARCIA, E. A.; MOLINO, A. R. Equilibrium condition during locomotion and gait in broiler chickens. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 18, n. 3, 2016.

ALVES, S.P. Uso da zootecnia de precisão na avaliação do bem-estar bioclimático de aves poedeiras em diferentes sistemas de criação. 2006. 128 p. **Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

ANADÓN, H. L. S. Biological, nutritional and processing factors affecting breast meat quality of broilers. Thesis (Doctor of Philosophy in Animal and Poultry Sciences) – **Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University**, 171f, 2002.

ANGEL, R. Metabolic Disorders: Limitations to Growth of and Mineral Deposition into the Broiler Skeleton after Hatch and Potential Implications for Leg Problems. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 16, n. 1, p. 138–149, 2007.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18^a.ed. Gauthersburg: **AOAC International**, Cap. 39, p. 1- 24, 2005.

ARADAS, M.; I. NÄÄS, I.A.; SALGADO, D. Comparing the thermal environment in broiler houses using two bird densities under tropical conditions. Agricultural Engineering International: **the CIGR Ejournal**, VII. Manuscript BC 03 017. March, 2005.

BESSEI, W; DUKIC-STOJCIC, M. The effect of weight load on the legs of broilers behaviour. **Biotechnology in Animal Husbandry**, v.27, p.1667-1671, 2011.

BIZERAY, D.; LETERRIER, C.; CONSTANTIN, P.; PICARD, M.; FAURE, J. M. Early locomotor behaviour in genetic stocks of chickens with different growth rates. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 68, n. 3, p. 231–242, 2000

BLIGH, E. G.; DYER, W. J., A rapid method of total lipid extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol.** 37, 911-917. <https://doi.org/10.1139/y59-099>, 1959.

BRESSAN, M. C. Efeito dos fatores pré e pós-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. **Faculdade de Engenharia de Alimentos**, UNICAMP, 201p, 1998

BROOM, D.M. Animal welfare: concepts and measurement. **Journal of Animal Science**, v.69, p.:4167-4175, 1991.

CORR, S. A., GENTLE, M.J., MCCORQUODALE, C.C., BENNETT, D. The effect of morphology on the musculoskeletal system of the modern broiler. **Animal Welfare**, v.12, p.145–157, 2003.

COSTA, M. J. R. P.; MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. E. D. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 327–345, 2002.

DAWKINS, M. S.; DONNELLY, C. A.; JONES, T. A. Chicken welfare is influenced more by housing conditions than by stocking density. **Nature**, v.427, p.342-344, 2004.

DAWKINS, M.S. From an animal's point of view: Motivation, fitness and animal welfare. **Behavioral and Brain Sciences**, v.13, p.1-9, 1990.

DIRINCK, P. et al. Studies on vitamin E and meat quality. 1. Effect of feeding high vitamin E levels on time-related pork quality. **Journal of Agricultural Food and Chemistry**, Columbus, v. 44, p. 65-68, 1996.

DUKIC-STOJCIC, M., BESSEI, W. The effect of weight load on the legs of broilers behavior. **Biotechnology in Animal Husbandry**, v.27, n.4, p.1667-1671, 2011.

EKSTRAND, C.; CARPENTER, E. T.; ANDERSSON, I.; ALGERS, B. Prevalence and

control of footpad dermatitis in broilers in Sweden. **British Poultry Science**, v.39, p. 318-324, 1998

FEDDES, J.J.R.; EMMANUEL, E.J.; ZUIDHOF, M.J. Broiler performance, bodyweight variance, feed and water intake, and carcass quality at different stocking densities. **Poultry Science**, v. 81, p.774-779, 2002.

FLETCHER, D. L. Broiler breast meat color variation, pH and texture. **Poultry Science**, Savoy, v. 78, p. 1323-1327, 1999.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Guyton e Hall – Tratado de Fisiologia Médica**. 13.ed. Rio de Janeiro: Elsevier Ed. 2017.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advanced Food Research**, v.10, p.335- 362, 1960.

HARTMAN, L., LAGO, R. C. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Lab. Pract.** 22, 475-476, 1973.

HAYE, U.; SIMONS, P. C. M. Twisted Legs in Broilers. **British Poultry Science**, v. 19, n. 4, p. 549– 557, 1978.

HOFFMANN, G., AMMON, C., VOLKAMER, L., SÜRIE, C., RADKO, D. Sensor based monitoring of the prevalence and severity of footpad dermatitis in broiler chickens. **British Poultry Science**, v.54, n.5, p.553–561, 2013.

HONIKEL KO. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Sci.** 49: 447-457, 1998;

HONIKEL, K. O. Influence of chilling on meat quality attributes of fast glycolysing pork muscles. In: Tarrant, P.V. **Evaluation and control of meat quality in pigs**. Dordrecht: Martinus Nijhoff, p.273-283, 1987.

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, 1992.

KUTTAPPAN, V. A., GOODGAME, S. D.; BRADLEY, C. D.; MAUROMOUSTAKOS, A.; HARGIS, B. M.; WALDROUP, P. W.; OWENS, C. M. Effect of different levels of dietary

vitamin E (DL-alpha-tocopherol acetate) on the occurrence of various degrees of White striping on broiler breast fillets. **Poultry Science**, 91: 3230-3235, 2012.

MENCH, J.; KEELING, L. The social behaviour of domestic birds. In: Keeling, L. J.; Gonyou, H.W. **Social Behaviour in Farm Animals**. CABI Publishing. 2001.

MENDES, A.S., PAIXÃO, S.J.A., MAROSTEGA, J.B., RESTELATTO, R.C., OLIVEIRA, P.A.V., POSSENTI, J.C.A. Mensuração de problemas locomotores e de lesões no coxim plantar em frangos de corte. **Archivos Zootecnia**, v.61, p.217-228, 2012.

MENDONÇA JR, C. X. Fisiopatologia do sistema locomotor. (2 Ed). Doenças das Aves. Campinas: **FACTA**: p.175-190. 2009.

MOREIRA J.; MENDES, AA; ROÇA, R. DE O.; GARCIA, EA; NAAS, I. DE A.; GARCIA, RG; PAZ, ICL DE A. Efeito da densidade populacional sobre desempenho, Rendimento de Carcaça e Qualidade da Carne em Frangos de Corte de Diferentes Linhagens Comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.6, p.1506-1519, 2003.

MULLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concursos de carcaças de novilhos**. UFSM. Santa Maria, RS, 1987, 31p.

NÄÄS, I. A. Princípios de bem-estar animal e sua aplicação na cadeia avícola. Simpósio sobre bem estar de frangos e perus. In: **Conferência APINCO de ciência e tecnologia avícolas**. Santos. Anais. p. 17-29. 2008.

NÄÄS, I.A. Bem-estar na avicultura: fatos e mitos. **Revista AveWorld**, 2005.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2018. 1312 p.

OIE. **Código sanitário dos animais terrestres**. 2016.

OLIVO, R. **O mundo do frango**. 1.ed., Criciúma: Editora do Autor, 2006. 680 p.

OLIVO, RUBISON & SHIMOKOMAKI, MASSAMI. **Carnes: no caminho da pesquisa**, 2o. Edição, Cocal do Sul: Imprint, 2002. p.155

PAIXÃO, S.J. Desenvolvimento de um método de avaliação de bem estar em frangos de corte, por meio de imagens reais. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**, Campus Dois

Vizinhos, 2011.

PAIXÃO, T.A.; RIBEIRO, B.R.C.; HOERR, F.J.; SANTOS, R.L. Espondilolistese em frango de corte no Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, p. 523-526, 2007.

PONSO, R.; FARIA, D.; ALBUQUERQUE, R. de.; PAZ, I.; ARTONI, S.; SANTOS, A. L. dos.; SAVIANI, G.; ARAÚJO, C. M. Avaliação do desenvolvimento da discondroplasia tibial em frangos de corte submetidos à dieta com 25 hidroxicolecalciferol. **Brazilian Journal Veterinary Research and Animal Science**, v. 49, n. 2, p. 153-161, 2012.

RYDER, A.A.; FEDDES, J.J.R.; ZUIDHOF, M.J. Field study to relate heat stress index to broiler performance. Edmonton: **Poultry Science Association**, p.7. 2004.

SANTOS, A. L. dos et al. Comparison of free range broiler chicken strains raised in confined or semi-confined systems. **Rev. Bras. Ciênc. Avic.**, v. 7, n. 2, p. 85-92, 2005.

SCHMIDT, V.; LUDERS, H. Toe- footpad ulcers in fattening turkeys. **Berliner und Munchener Tierarztliche Wochenschrift**. v. 89, p.47-50, 1976.

SHERLOCK, L., DEMMERS, T.G.M., GOODSHIP, A.E., MCCARTHY, I.D., WATHES, C.M. The relationship between physical activity and leg health in the broiler chicken. **British Poultry Science**, v.51, n.1, p. 22-30, 2010.

SKINNER-NOBLE, D.O.; TEETER, R. G. An examination of anatomic, physiologic, and metabolic factors associated with wellbeing of broilers differing in field gait score. **Poultry Science**, v.88, p.2-9, 2009.

SOIKE, D. & BERGMANN, V. Comparison of skeletal muscle characteristics in chicken bred for meat or egg production. I. Histopathological and electron microscopic examination. **J. Vet. Med A**, v.45, p.161-167, 1998.

SORENSEN, P.; SU, G.; KESTIN, S. C. Effects of age and stocking density on leg weakness in broiler chickens. **Poultry Science**, v.79, n.6, p. 864-870. 2000.

SOSNICK, A.A. Focal myonecrosis effects in turkey muscle tissue. Reciprocal Meat Conference Proceedings Volume 46, **American Meat Science Association/National Live Stock and Meat Board**, Chicago, p.97-102, 1993.

VIEIRA, S. L. **Qualidade de carcaça de frangos de corte**. 2ed. Rede editora e Serviços de Clipping Ltda. 2012.

VIEIRA, S.L. Conceitos atuais de qualidade em produtos de frango: Efeito da nutrição inicial. **Simpósio Internacional de Tecnologia, Processamento e Qualidade da Carne de Aves**, Anais, Concórdia: Embrapa, p. 60-68, 1999.

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. 1–2, p. 111–125, 2000.

PARÂMETROS DE BEM ESTAR ANIMAL E QUALIDADE DA CARNE

1. Introdução

Dentre os diversos fatores que influenciam a produção de frangos de corte, como ambientais, como a temperatura, umidade relativa, assumem relevante importância no processo de criação por estarem relacionados a função vital das aves, a homeotermia (AMARAL et al., 2011).

O conceito de bem-estar animal (BEA) é multidimensional, compreende fatores biológicos, psicológicos e éticos (*Farm Animal Welfare Council*, 2008), e depende do ambiente em que o animal é criado (NIELSEN, 2009), e incluem a prevenção e o tratamento de doenças, o alojamento, o manejo, a alimentação e a eutanásia humanitária. Consideram que existe respeito pelo BEA se o animal for saudável, estiver confortável, bem nutrido, for capaz de expressar o seu comportamento natural e não expressar dor, medo e aflição (MARÍN, 2012; OIE, 2012).

Problemas de pernas ou locomotores são fatores importantes do ponto de vista do bem-estar das aves, já que estes transtornos ocorridos podem ser afetados por vários atributos, tanto de ordem nutricional ou genéticos. A deficiência ou excessos de nutrientes essenciais podem causar problemas de pernas em aves, embora muitos dos transtornos ocorridos não são de ordem nutricional (PAIXÃO, 2011).

Buscando informações mais detalhadas sobre o desenvolvimento das dificuldades de locomoção, faz-se necessário o uso de métodos apropriados para medir a incidência de problemas locomotores em aves de postura ou frangos de corte. As técnicas adotadas devem possibilitar a avaliação não invasiva de grande número de aves em curto espaço de tempo (MENDES et al., 2012).

Certamente a locomoção das aves influencia os padrões comportamentais. No entanto, esta função pode ter perdido parte do valor adaptativo, visto que em sistemas de produção vê-se o fornecimento de água e ração de fácil acesso e o controle ambiental. A seleção para a conversão alimentar possivelmente diminui o desejo ou a necessidade de comportamentos que disponham de energia, como exemplo, longas caminhadas ou o ato de correr (MENCH; KEELING, 2001).

Qualidade de carne ou de qualquer outro produto animal é um conceito bastante complexo que varia de acordo com as características próprias de cada consumidor e que possui muitas variáveis. Estas vão desde a composição nutricional, sanidade, características físicas, apresentação, embalagem, facilidade de uso etc... Em fim, qualidade é uma medida das características desejadas e valorizadas pelo consumidor. A maior parte dos fatores que influenciam a qualidade da carne pode ser controlada nas diversas etapas de sua produção. Enquanto que a composição da carne é estabelecida durante a vida do animal, outras características de qualidade são afetadas tanto com o animal vivo, durante e após o abate. Fatores como idade, sexo, nutrição, localização e funcionamento do músculo, sistema de criação, apanha dos animais, transporte, temperatura ambiente, tempo de jejum, reconhecidamente afetam a composição da carcaça dos animais. Entretanto, a alteração da qualidade pode também ser obtida através do uso de diferentes tecnologias de abate e pós-

abate, como tempo de resfriamento (chilling), tempo e temperatura de maturação, estimulação elétrica (Kauffman and Marsh, 1987).

RESUMO

O estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar se a utilização de elementos de enriquecimento ambiental alteram a qualidade da carne e parâmetros de bem-estar. Para isto foram utilizadas 4000 aves da linhagem Cobb® Slow, machos de um dia de idade, alojados em aviário climatizado em sistema totalmente automatizado com ventilação em pressão negativa, e delimitados dois boxes em sentido longitudinal. Foram utilizados dois tratamentos em delineamento inteiramente casualizado: T1 - Sem Enriquecimento Ambiental (SEA) - ambiente semelhante ao encontrado em aviários comerciais (2000 aves); T2 - Com Enriquecimento Ambiental (CEA) - ambiente semelhante ao encontrado em aviários comerciais, enriquecido com fardos de feno, escadas e globo de luz giratório (2000 aves). As seguintes características foram avaliadas: para qualidade óssea, teor de matéria seca, resistência a quebra e síndrome do osso negro; para parâmetros de bem-estar, *gait score*; para miopatias, miopatias peitoral profunda, peito amadeirado e peito espaguete, e; para qualidade da carne, umidade, cinzas, perda de peso por cocção, perda de peso por pressão, pH, *driploss* e coloração. Os dados foram submetidos à análise estatística, com auxílio do programa SAS 9.2, utilizando ANOVA e teste Tukey ($P < 0,05$) para dados paramétricos, e Teste de Qui-Quadrado ou Exato de Fisher ($P < 0,05$), para dados. Para o parâmetro de *gait score* só foram encontradas diferenças aos 42 dias, ocorrendo menor incidência de score 1 para animais do tratamento CEA. Em relação à qualidade da carne, os animais SEA resultaram em maior índice de peito amadeirado em score 1 e para a qualidade óssea, o uso de enriquecimento ambiental diminuiu o índice Seedor e aumentou a circunferência da tíbia, mas reduziu a resistência da tíbia e do fêmur dos animais. O objetivo deste estudo foi avaliar, se o enriquecimento ambiental viabiliza a diminuição de problemas locomotores e melhora a produtividade com efeito positivo na qualidade óssea e da carne dos animais.

Palavras-chave: *gait score*, miopatias, qualidade da carne, qualidade óssea.

2. Objetivo

Esse trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar parâmetros de bem estar e qualidade da carne em ambiente semelhante ao comercial, com adição ou não de elementos de enriquecimento ambiental.

3. Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas instalações da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade Estadual Paulista, Botucatu – SP, Brasil (latitude 22° 49' 07" S e longitude 48° 24' 40" W). O protocolo experimental foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais FMVZ (Número 0092/2018- SUBPROJETO CEUA).

3.1. Aves, instalações e manejo

Para o experimento foram utilizadas 4000 aves da linhagem Cobb® Slow, machos, adquiridos com um dia de idade, provenientes de incubatório comercial. Foram alojadas 4000 aves em aviário climatizado (40 m x 8 m) em sistema totalmente automatizado com ventilação em pressão negativa, com utilização de cinco exaustores, dois painéis evaporativos de celulose e com a utilização de cama de maravalha nova (10 cm de espessura). O abastecimento de ração foi feito por meio de comedouros automáticos helicoidais e bebedouros tipo *nipple*. Para a condução deste experimento o aviário foi delimitado em sentido longitudinal, mantendo-se uma linha de comedouros e uma linha de bebedouros para cada lado. Cada lado ficou com 40 metros de comprimento e 3 metros de largura, e foi criado um corredor de manejo ao longo do aviário com 2 metros de largura.

As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja seguindo as exigências nutricionais, divididas em três fases de criação: inicial (1-21 dias, com 1,36% de Lisina, 0,94% de Cálcio, 0,47% de Fósforo e 3000 kcal de Energia Metabolizável – EM/kg), crescimento (22-35 dias, com 1,10% de Lisina, 0,84% de Cálcio, 0,41% de Fósforo e 3150 kcal EM/kg) e final (36-42 dias, 1,01% de Lisina, 0,74% de Cálcio, 0,36% de Fósforo e 3250 kcal EM/kg) (ROSTAGNO et al, 2017). A ração e água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

3.2. Tratamentos experimentais

Adotou-se dois tratamentos experimentais para a condução deste estudo: T1 - Sem Enriquecimento Ambiental (SEA), com 2000 aves alojadas em ambiente semelhante àquele encontrado em aviários comerciais e; T2 - Com Enriquecimento Ambiental (CEA) com 2000 aves alojadas em ambiente semelhante àquele encontrado em aviários comerciais, e enriquecido com fardos de feno, plataformas com degraus (60 x 60 x 7cm) e projetores de luz a laser (Figura 1), sendo utilizados de forma que 500 aves ficaram em ambiente com todos os três tipos de ferramentas de enriquecimento. Cada tratamento foi alojado em um lado do

aviário, que foi subdividido em outros quatro quadrantes com 500 aves cada. O período experimental foi de 42 dias.



Figura 1. Aves alojadas em ambiente enriquecido (CEA)

3.3. Características avaliadas

3.3.1. Avaliações de locomoção

Gait Score

A partir de 20 dias de criação, semanalmente, todas as aves de cada tratamento foram avaliadas quanto ao *gait score* (DAWKINS et al., 2004). Para isso, uma avaliação foi feita ao caminhar entre as duas extremidades, classificando as aves em escores fixos de 0 (aves caminhando normalmente), 1 (aves com alguma dificuldade de caminhar), e 2 (aves que não caminharam).

3.4. Abate das aves

Aos 42 dias, 5% das aves (200 aves) dos tratamentos SEA e CEA, foram tomadas ao acaso para identificação e submetidas à aproximadamente nove horas de jejum. No 43º dias estas aves foram abatidas no Abatedouro Experimentas da FMVZ/UNESP-Botucatu. As aves foram pesadas, insensibilizadas com insensibilizador elétrico (FLUXO, NEW FX), e posteriormente submetidas à sangria por corte de artérias carótidas e veias jugulares. As carcaças foram encaminhadas para desossa e coleta de amostras para as avaliações de miopatia peitoral (peito amadeirado e peito espaguete), e retirada das tíbias e fêmures das pernas esquerdas para avaliações de matéria seca, índice Seedor, resistência e diâmetro do osso.

Peito amadeirado

As amostras do músculo *Pectoralis major*, foram classificadas por meio de palpação. Atribuiu-se escores em função da extensão das lesões, caracterizadas pela presença de áreas com textura endurecida na superfície do peite, as quais são pálidas, sendo 0 – peitos com aparência normal, 1 – peito com lesões de tamanho inferior a 1mm, e 2 – peitos com estriações superiores a 1mm.

Peito espaguete

Avaliou-se retirando o músculo *Pectoralis minor* e avaliando a porção dorsal do músculo *Pectoralis major*, foi atribuído 3 escores de lesão: 0 – musculatura normal, 1 – musculatura que apresenta separação entre as fibras após friccionada com as mãos, e 2 – musculatura com separação entre as fibras sem necessidade de fricção (KUTTAPAN et al., 2012).

Matéria seca, índice Seedor, resistência óssea e diâmetro do osso

Após o abate, todas as tíbias e fêmures das pernas esquerdas das aves de cada tratamento foram identificadas, embaladas e armazenadas a -10°C até o momento das análises. Para obtenção da porcentagem do conteúdo de matéria seca, as pernas foram desossadas e os ossos pesados antes e depois de secagem em estufa de ventilação forçada à 105°C por 24 horas. Após a avaliação da matéria seca, o índice Seedor (peso do osso expresso em mg, dividido pelo comprimento do osso expresso em mm) foi obtido dividindo-se o peso do osso por seu comprimento, conforme proposto (SEEDOR, 1995). O comprimento do osso foi obtido com o auxílio de paquímetro digital. Os ossos foram submetidos à avaliação de resistência por meio da análise de textura, (*Texture Analyser TA XT Plus*) com sonda *Blade Set HDP/BS* regulado com velocidade de 4 mm/s no pré-teste *test* e distância de 10 mm. Este aparelho foi adaptado para permitir o vão livre da diáfise do osso em 6,0 cm para tíbia e 4,0 cm para fêmur impossibilitando a influência do comprimento nos resultados. O diâmetro ósseo foi medido a 2 cm da diáfise com o uso de paquímetro digital.

Espondilolistese

Os dorsos das aves abatidas foram armazenados a -10°C por 30 dias e posteriormente serrados sagitalmente, com auxílio de serra fita comercial, a fim de se observar a coluna dos animais entre a quarta e sétima vértebras torácicas (PAIXÃO et al. 2007, MENDONÇA JÚNIOR 2009). Quando as vértebras se encontravam em seu eixo normal, sem compressão da medula, foi atribuído o escore 0 (ausência de espondilolistese) e quando as vértebras encontravam-se comprimindo a medula vertebral, foi atribuído o escore 1 (presença de espondilolistese).

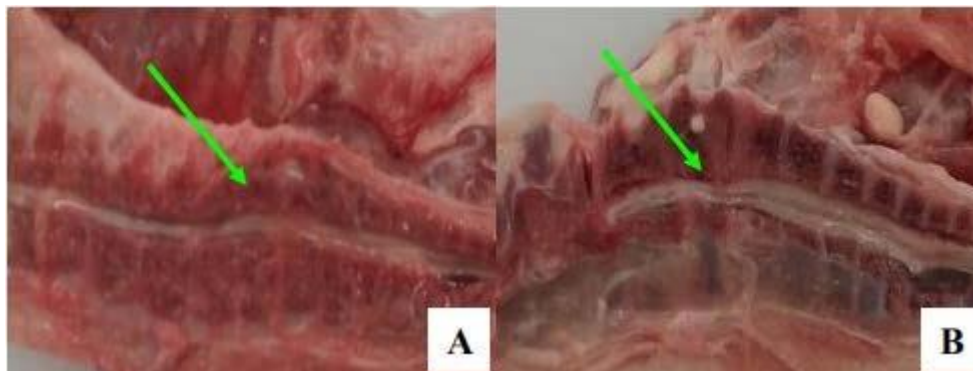


Figura 2. Lesão macroscópica de espondilolistese. Em A: Escore 0. Em B: Escore 1 (com compressão da medula). Fonte: Bernardi (2011).

Síndrome do Osso Negro (*Black Bone Syndrome*)

A mensuração de síndrome do osso negro foi realizada nas coxas e sobrecoxas esquerdas, desossadas e que foram separadas, identificadas, embaladas e armazenadas em temperatura de -10°C . Estas amostras foram descongeladas em geladeira por 24 horas e assadas em forno industrial para cozimento, até que atingissem a temperatura interna de 95°C (HONIKEL, 1998). Após assadas, as amostras foram submetidas à avaliação macroscópica do escurecimento da carne adjacente ao osso (síndrome do osso negro), com atribuição de escores referentes à sua aparência, sendo classificadas em aceitável (região próxima ao osso sem escurecimento), intermediário (região próxima ao osso pouco escurecida) ou inaceitável (região próxima ao osso com escurecimento acentuado).

Qualidade da carne

Para as análises de qualidade da carne foram utilizadas 10 aves por tratamento experimental, totalizando 20 aves. Todas as carcaças foram resfriadas por 15 minutos à 10°C e 40 minutos a 0°C . Os peitos foram desossados e os filés colocados em sacos plásticos identificados, acondicionados em caixa de isopor com gelo e transportados para o laboratório para as análises de qualidade da carne no Departamento de Tecnologia de Produtos de Origem Animal da FCA/UNESP. Com 24 horas *post-mortem*, foram avaliados o pH, cor objetiva e perda de exsudato. Para as análises de perda de peso por cozimento, as amostras foram congeladas à -20°C até a realização das análises.

Perda de peso por cocção

Para a perda de peso por cocção, as amostras de filés de peito foram colocadas em embalagens plásticas e cozidas em banho-maria à 85°C por 30 minutos, até atingirem a temperatura interna final de 75 à 80°C . Posteriormente, os filés foram resfriados em temperatura ambiente e pesados novamente. A diferença entre o peso inicial (*in natura*) e final (cozido) correspondeu a perda de peso por cozimento (HONIKEL, 1987).

Potencial hidrogeniônico (pH)

Para a validação dos valores de pH dos filés foi utilizado o peagâmetro de punção direta (Hanna®Instruments Brasil, HI99163), previamente calibrado com soluções tampões de pH 4,0 e 7,0 (Merck) em temperatura ambiente.

Drip loss

Amostras com peso de 2 a 7 gramas do músculo *Pectoralis major* foram utilizadas para a análise de perda de exsudato. Para isso, cada amostra foi colocada em um tubo sem contato como fundo, por período de 48 horas à temperatura de 4°C (RASMUSSEN; ANDERSON, 1996). A determinação da percentagem de perda por exsudação foi realizada pela diferença entre o peso final e peso inicial da amostra conforme a seguinte equação: $\%PE = (Pf - Pi) \times 100 / Pi$, sendo que PE = perda de exsudato; Pf = peso final da amostra; Pi = peso inicial da amostra.

Coloração da carne de peito

Amostras de músculo *Pectoralis major* descongeladas, padronizadas com 2,54 cm de espessura transversal, foram expostas ao ar por 30 minutos a 4°C para oxigenação. A cor dos filés do peito foi determinada, em triplicata, por meio de colorímetro portátil (Konica Minolta®, CR-400), com acessório de proteção contra umidade, previamente calibrado com padrão cerâmico branco.

As especificações SCI-especular incluída, iluminante D65, abertura de 8 mm de diâmetro e ângulo de observação de 10 foram utilizadas. Os três resultados de cada sub-amostra foram convertidos para iluminante A, utilizando o software do fabricante, e as médias expressas em parâmetros CIE L*, a* e b* (CIE, 1976),

Resíduo mineral fixo

A análise de resíduo mineral fixo fundamentou-se na eliminação da matéria orgânica e inorgânica pelo método de Soxhlet, a umidade em estufa a 105 °C até obtenção de peso constante e as cinzas em mufla a 550 °C (AOAC, 2012).

Perda de peso por pressão

O método de perda de peso por pressão consiste em submeter uma quantidade cúbica de carne com peso previamente conhecido a uma força externa de compressão, com o objetivo de retirar uma parte do líquido retido no tecido. Uma amostra de $2,0 \pm 0,10$ g na forma de cubo são primeiro cuidadosamente colocadas entre dois papéis filtros qualitativos número 1 da Whatman, e duas placas acrílicas de 15 cm de lado e deixados por 5 minutos sob peso de 10 kg (HAMM, 1960).

Proteína

A proteína foi quantificada pelo método de análise de nitrogênio Kjeldahl (AOAC, 2012).

4. Avaliação Estatística

Os dados foram submetidos à análise estatística, com auxílio do programa SAS 9.2 (SAS Inst. Inc., Cary, NC, EUA). Os dados foram submetidos para verificação de normalidade sem violação de normalidade, sem violação das pressuposições da análise de variância.

5. Resultados e Discussão

Temperatura ambiente

As faixas de temperatura do ar no aviário consideradas confortáveis são de 27 a 29 °C, 25 a 27 °C, 24 a 25 °C, 22 a 24 °C, 21 a 22 °C e 20 °C (em laranja e cinza respectivamente) da primeira à sexta semanas de idade das aves, respectivamente (CONY; ZOCHE, 2004). As temperaturas do ar médias semanais obtidas em nosso estudo, da primeira à sexta semanas de idade dos frangos, foram 27,2 °C; 26,6 °C; 26,2 °C; 24,3 °C; 24,3 °C e 23,4 °C, respectivamente (Figura 3). Esses dados indicam que as aves estavam expostas a condições brandas de estresse térmico a partir da terceira semana de vida. As médias diárias de temperatura do ar estão apresentadas na Figura 3.

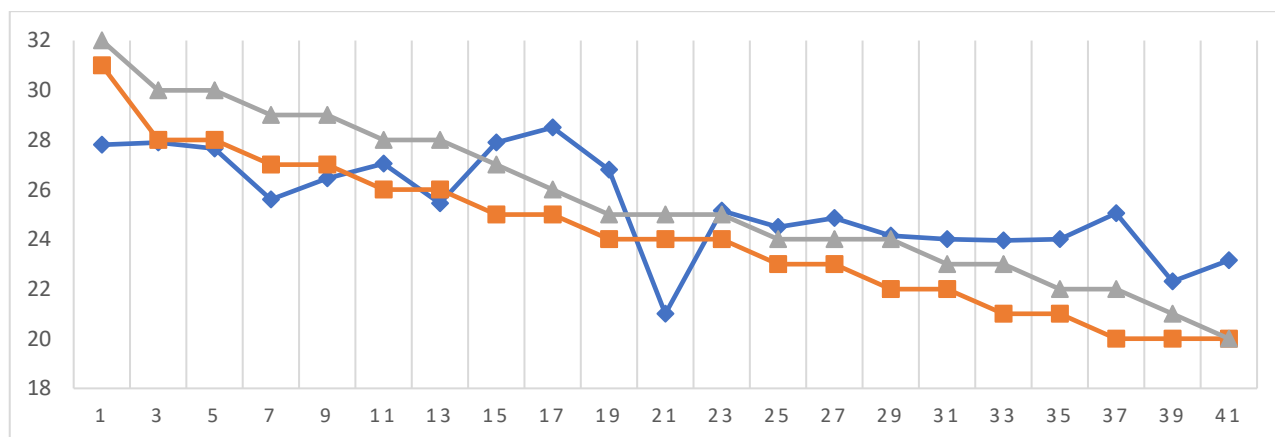


Figura 3. Médias diárias de temperatura do ar (T °C).

Esses dados indicam que as aves estavam expostas a condições brandas de estresse térmico a partir da terceira semana de vida. Visto que o aviário onde as aves foram alojadas era um sistema *blue house*, com bom sistema de controle térmico, algumas características avaliadas não foram influenciadas pelo uso de elementos de enriquecimento ambiental. Pois, muitos distúrbios metabólicos têm como sua principal causa o estresse térmico por calor, e ambientes enriquecidos podem diminuir a frequência de alguns destas alterações no metabolismo das aves (PEREIRA et al., 2007).

Síndrome do Osso Negro e Espondilolistese

A síndrome do osso negro exerce influência negativa sobre o bem-estar das aves, além de desvalorizar seus produtos (WHITEHEAD; FLAMING, 2008). Ainda, o extravasamento de sangue que resulta no escurecimento da carne nesta região pode acarretar, não somente a rejeição por parte dos consumidores, como também a diminuição do tempo de prateleira do produto em estabelecimentos comerciais (VÁZQUEZ; SOTO-SALANOVA, 2009).

A morte por espondilolistese está, na maioria das vezes, relacionada com a desidratação, pois as aves não conseguem acessar bebedouros e comedouros; além disso, esta patologia pode ser afetada pela nutrição e ambiente que as aves se encontram (WISE, 1970; RIDDELL; HOWE, 1972; CRESPO et al., 2008).

Possivelmente, o aumento da atividade locomotora das aves do tratamento CEA não resultou em maior mineralização da região da epífise das tíbias e fêmures, o que resultou em aves com frequências similares encontradas na literatura (BALDO et al., 2013; ALVEZ et al., 2016). Assim, não foram encontradas diferenças estatísticas significativas para síndrome do osso negro em coxa ($P=0,4634$) e sobrecoxa ($P=0,3328$), bem como não houve influência dos tratamentos para a frequência de espondilolistese ($P=0,5094$), conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Frequência de síndrome do osso negro em coxas e sobrecoxas e de espondilolistese em frangos de corte alojados em sistema com e sem a inclusão de enriquecimento ambiental.

Síndrome do Osso Negro	Tratamento	
	SEA	CEA
Coxa		
0	57,65	64,71
1	35,29	31,76
2	7,06	3,53
P = 0,4634		
Sobrecoxa		
0	35,29	43,53
1	51,76	49,41
2	12,95	7,06
P = 0,3328		
Espondilolistese		
0	88,23	83,53
1	11,76	16,47
P = 0,5094		

SEA = Sem Enriquecimento ambiental. CEA = Com Enriquecimento Ambiental. SON - Exato de Fisher ($P<0,05$). Espondilolistese – Qui-Quadrado ($P<0,05$).

Ao final dos 42 dias de criação houve maior frequência das aves do tratamento SEA com GS1 em comparação as aves criadas em ambiente enriquecido ($P=0,001$), conforme Tabela 2, o que pode indicar evolução das aves do tratamento CEA para o escore 2 aos 42 dias, enquanto as aves do tratamento SEA evoluíram mais cedo para o GS2 (Tabela 2).

O enriquecimento ambiental foi eficiente em retardar a evolução de problemas locomotores no lote. Conforme se altera o *gait score* os comportamentos se mostram como uma resposta à conformação física e não à resposta de algum estresse fisiológico (MENCH, 2004; SKINNER-NOBLE; TEETER, 2009). Aos 40 dias de idade a habilidade de caminhar das aves é prejudicada, o número de visitas ao comedouro diminui e ocorre o aumento da claudicação (SORENSEN et al., 2000; WEEKS et al., 2000).

Tabela 2. Frequência de *gait score* em frangos de corte alojados em sistema com e sem enriquecimento ambiental.

Tratamento	<i>Gait Score</i>		
	0	1	2
21 dias			
SEA	99,23	0,46	0,31
CEA	99,54	0,41	0,05
$P = 0.1673$			
28 dias			
SEA	99,33	0,21	0,46
CEA	99,54	0,25	0,20
$P = 0.3535$			
35 dias			
SEA	99,07	0,72	0,21
CEA	99,49	0,25	0,25
$P = 0.1025$			
42 dias			
SEA	98,59	0,73 a	0,67b
CEA	98,91	0,00 b	1,09 ^a
$P = 0.0010$			

SEA = Sem Enriquecimento ambiental. CEA = Com Enriquecimento Ambiental. Exato de Fisher ($P<0,05$)

O *gait score* ruim observado deve-se ao fato do desenvolvimento extremamente acelerado dos frangos de corte, principalmente no terço final do lote. Nesta fase, ocorrem grandes deposições de tecido muscular, principalmente no peito (MUIR et al., 1996; WEEKS et al., 2000; NÄÄS et al., 2009). Até a quarta semana de idade, os problemas de pernas foram relativamente pequenos e com menor *gait score* (SORENSEN et al., 2000). Entretanto, nas duas últimas semanas há o aumento desta medida. Aliado a isso, a densidade afetou a capacidade de andar das aves, em todas as idades medidas, sendo que a maior densidade foi associada com a pior capacidade de andar e com o menor peso vivo. Além disso, em todas as idades os machos exibiram maiores problemas de patas que fêmeas, porém, as fêmeas foram

mais sensíveis à superlotação que machos.

Miopatias peitorais

As anomalias do músculo do peito (miopatias) estão resumidas na Tabelas 3. Nenhuma diferença estatística significativa ($P=0,3945$) foi detectada para miopatia peitoral espaguete (*white stripes*) sob as condições desta experiência. O risco de ocorrência de graus moderados e severas de miopatia peitoral espaguete têm sido associada a aves mais pesadas (BAUERMEISTER et al., 2009; KUTTAPPAN et al., 2013), por se tratar de questão emergente na carne de peito de frango, mais estudos são necessários para tentar minimizar essa incidência.

Tabela 3. Frequência de miopatias do tipo peito espaguete e peito amadeirado em frangos de corte criados em ambiente com e sem enriquecimento ambiental.

Espaguete		Tratamento	
		SEA	CEA
0		58,82	64,71
1		41,18	35,29
		$P = 0,3945$	
Amadeirado			
0		69,41 b	87,06 a
1		30,59 a	12,94 b
		$P = 0,0023$	

SEA = Sem Enriquecimento ambiental. CEA = Com Enriquecimento Ambiental. Espaguete e Amadeirado - Qui-Quadrado ($P<0,05$)

As aves do tratamento CEA apresentaram maior frequência do escore 0 da miopatia peito amadeirado (*wooden breast*) comparadas com as aves do tratamento SEA ($P=0,0023$). Os recursos de enriquecimento ambiental estimularam maior atividade locomotora nos animais, o que pode ter levado ao maior desenvolvimento do sistema cardiovascular. Isso resultou em menor pressão nos músculos peitorais, melhorando o gradiente de pressão arteriovenosa e, conseqüentemente, o fluxo sanguíneo capilar. Com isso, houve melhor fornecimento de nutrientes e limpeza dos metabólicos produzidos pelas fibras musculares, como por exemplo, o dióxido de carbono e o lactato (BERTO FILHO; OLIVO, 2002; GUYTON; HALL, 2017).

Frangos mais pesados tendem a ter mais miopatias, como *white stripes*, variando de moderadas a graves (KINDLEIN; VIEIRA (2015). Isto pode ser relacionados ao aumento da massa muscular, combinado com o comportamento sedentário de frangos de corte em sistemas convencionais de criação / ou pressão prolongada e direta sobre os músculos, resultando em redução significativa da pressão arteriovenosa, suprimento anormal de nutrientes e liberação de metabólitos, como dióxido de carbono e lactato, o que leva a distúrbios iônicos e conseqüentes miopatias e necroses (SOSNICK, 1993).

A correlação entre a idade de abate e as miopatias (HERNANDES, 1997; LANA et al.,

2001; MOREIRA et al., 2004) está ligada ao peso associado a frangos mais velhos, e demonstra que a condenação das carcaças aumenta com a idade com diferença entre os 30 e 45 dias de abate em relação as características qualitativas do peito de frango (BOIAGIO et al., 2015). O acúmulo populacional altera a ordem social e as condições atmosféricas do aviário, impactando negativamente a qualidade da carcaça, o crescimento das penas e a maior incidência de lesões de carcaça (Garcia et al., 2002; MOREIRA et al., 2004).

Peitos de frango com *white stripes* e *wooden breast* são mais rígidos, possivelmente devido ao maior conteúdo de colágeno e tecido conjuntivo, o que pode exigir novas tecnologias para a correção de defeitos de textura (BRAMBILA, BOWKER; ZHUANG, 2016). Entretanto, estes tipos de carnes podem ser usadas na fabricação de alguns produtos industrializados, sem a alteração na qualidade com acréscimo de 15% em salsichas e 30% em nuggets (QUIN et al., 2013).

Qualidade Óssea

As aves do tratamento SEA apresentaram maior resistência óssea em comparação com as aves do tratamento CEA para tíbia ($P=0,0459$) e fêmur ($P=0,0006$) (Tabela 4). Isso influenciou o Índice de Seedor ($P=0,0077$), que é utilizado como indicativo da densidade óssea: quanto maior o índice maior a densidade da peça óssea.

Situações de maior fragilidade óssea foram descritas em galinhas criadas em sistemas alternativos de criação (*free-range*) em comparação a aves criadas em gaiolas, justificando que aves criadas no piso podem sofrer falhas durante o voo, podem cair ou serem empurradas para fora dos poleiros, provocando maior debilidade óssea e incidência de lesões crônicas (GREGORY et al., 1990). Assim a baixa resistência óssea das aves criadas com enriquecimento ambiental e a utilização dos fardos de feno e plataformas, visto que são objetos relativamente altos e que podem acarretar micro lesões aos animais podem estar correlacionadas.

Frangos de corte apresentam esqueleto mais forte e resistente, no entanto, essa robustez não parece ser suficiente para garantir boa postura e movimentação em proporção a seu elevado peso corporal (REIS et al., 2011). O menor ganho de peso das aves alojadas em ambiente enriquecido resultou em ossos mais leves e menos espessos, resultando em ossos menos resistentes, mas a resistência óssea não difere entre linhagens e é crescente com a idade da ave (OLIVEIRA et al., 2014).

Tabela 4. Resistência óssea de frangos de corte com 42 dias de criação criados em ambiente com e sem enriquecimento ambiental.

Qualidade óssea	Tratamento	Valor de P	CV (%)	(%)
-----------------	------------	------------	--------	-----

	SEA	CEA			
Tíbia					
Índice Seedor	2,26 a	2,17 b	0,0077	10,19	0,05
Comprimento (cm)	10,31	10,21	0,0953	4,10	0,18
Circunferência (mm)	7,87 b	8,14 a	0,0177	8,91	0,51
Resistência óssea (kgf)	14,40 a	13,24 b	0,0459	27,06	13,99
Fêmur					
Resistência óssea (kgf)	20,74 a	18,02 b	0,0006	26,30	25,99

Médias seguidas “a, b”, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). CV = Coeficiente de Variação. SEA = Sem Enriquecimento ambiental. CEA = Com Enriquecimento Ambiental. Teste F ($P < 0,05$); CV (%) = Coeficiente de Variação; SEM (%) = Erro Padrão da Média

Qualidade da Carne

Alguns estudos demonstram a não existência de evidências de mudanças nos parâmetros de qualidade de carne quando se tem aumento da atividade exploratória dos animais (SANTOS et al., 2005; WANG et al., 2009), fator este que implica na não diferença estatística significativa entre os tratamentos nos parâmetros de qualidade de carne ($P > 0,05$), ou seja, o uso de enriquecimento ambiental não influencia na qualidade da carne de frangos de corte, independente do aumento da atividade. Todavia, há inconsistência na literatura, pois outros fatores como a linhagem e o sistema de criação podem causar respostas distintas sobre a atividade locomotora dos animais e promover efeitos nestes parâmetros (CASTELLINI, MUGNAI; DAL BOSCO, 2002; MIKULSKI et al., 2011).

Tabela 5. Avaliação da qualidade da carne de frangos de corte com 42 dias criados em ambiente com e sem enriquecimento.

Tratamento	PPC ¹ (%)	PPP ² (%)	pH	Driploss (%)	Umidade (%)	Matéria mineral (%)	Cor		
							L* ³	a* ⁴	b* ⁵
SEA	74,536	75,547	5,801	0,558	74,867	1,436	58,960	4,122	4,470
CEA	74,074	75,741	5,857	0,581	74,298	1,487	59,810	4,292	4,578
*valor-P	0,8538	0,8285	0,5451	0,4986	0,1636	0,2633	0,0585	0,0700	0,8001
CV%	13,12	9,72	2,92	15,85	1,06	13,74	6,79	25,91	20,66

Médias seguidas de letras minúsculas, na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo teste T ($P < 0,05$). CV = Coeficiente de Variação. SEA = Sem Enriquecimento ambiental. CEA = Com Enriquecimento Ambiental. Exato de Fisher ($P < 0,05$). ¹ perda por cozimento. ² perda por pressão. ³ luminosidade. ⁴ intensidade de vermelho. ⁵ intensidade de amarelo.

A capacidade de absorção dos carotenoides afeta a pigmentação dos tecidos (IBARRA, 1991). A coloração da carne de frango *in natura* é importante, uma vez que os consumidores associam a cor dos produtos com as características de frescor e de boa qualidade. Assim, essa característica interfere diretamente na decisão de compra do consumidor. A cor da carne e da pele influencia diretamente a aceitabilidade do consumidor no momento da compra, porém não

há valores considerados padrão para a carne de frango (ALLEN et al., 1998; BARBUT, 2001; QIAO et al., 2002).

6. Conclusão

De modo geral, parâmetros de qualidade óssea, miopatias e qualidade da carne não foram alterados pelo uso de elementos de enriquecimento ambiental, indicando que o melhora da condição física do animal não interferiu em sua composição.

O *gait score* foi melhorado para as aves submetidas aos elementos de enriquecimento ambiental, demonstrando que a maior movimentação destes animais resulta em melhor condição de pernas e, conseqüentemente, melhor índice de bem-estar.

7. Referências bibliográficas

AERTS, M.; WATHES, C. M.; BERCKMANS, D. Dynamic databased modeling of heat production and growth of broiler chickens: development of an integrated management system. **Biosystems Engineering**, v.84, p.257-66, 2003.

ALLEN, C. D., D. L. FLETCHER, J. K. NORTHCUTT, AND S. M. RUSSELL. The relationship of broiler breast color to meat quality and shelf-life. **Poult. Sci.** 77(2): 361-366, 1998.

ALVES, M. C. F.; ALMEIDA PAZ, I. C. L.; NÄÄS, I. A.; GARCIA, R. G.; CALDARA, F. R.; BALDO, G. A. A.; NASCIMENTO, G. R.; AMADORI, M. S.; FELIX, G. A.; GARCIA, E. A.; MOLINO, A. R. Equilibrium condition during locomotion and gait in broiler chickens. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 18, n. 3, 2016.

ALVES, M. C. F.; PAZ, I. C. L. A.; BALDO, G. A. A.; GARCIA, R. G.; NÄÄS, I. A.; CALDARA, F. R.; GAVILAN, C. W. S. Pesquisa realizada na UFGD avaliou a frequência de Síndrome do Osso Negro em sobrecoxas de frangos de corte. **Revista do aviseite**, Campinas, São Paulo. Ed. 67, 2012 Disponível em <http://www.aviseite.com.br/revista/>

AMARAL, A. G.; YANAGI JUNIOR, T.; LIMA, R. R.; TEIXEIRA, V. H.; SCHIASSI, L. Effect of the production environment on sexed broilers reared in a commercial house. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 63(3): 649-658. 2011.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18^a.ed. Gauthersburg: **AOAC International**, Cap. 39, p. 1- 24, 2005.

BARBUT, S. Effect of illumination source on the appearance of fresh meat cuts. **Meat Sci.** 59(1): 187-191, 2001.

BAUERMEISTER, L.J.; MOREY A.U.; MORAN E.T.; SINGH M.; OWENS C.M.; MCKEE S.R. Occurrence of white striping in chicken breast fillets in relation to broiler size. **Poultry Science**, 88(Suppl. 1):33. (Abstr.), 2009.

BERAQUET, N. Influência de fatores ante e post mortem na qualidade da carne de aves. **Rev Bras Cienc Avic**, 1: 155-166, 1999.

BRESSAN, C., O.V. PRADO, J.R.O. PÉREZ, A.L.S.C. LEMOS, AND S. BONAGURIO. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamãcia sobre as características

físicoquímicas da carne. **CiencTecAliment**. 2001.

CARIA PHF. Sistema esquelético. Anatomia geral e odontológica. **São Paulo: Artes Médicas**, 20 p, 2014.

CASTELLINI, C.; MUGNAI, C.; DAL BOSCO, A. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. **Meat Science**, v. 60, n. 3, p. 219–225, 2002.

CASTILLO, C. J. C. Qualidade de carcaça e carne de aves. **CongBrasCiencTecnol Carnes**, São Pedro, Brasil, 2001.

DAWKINS, M. S.; DONNELLY, C. A.; JONES, T. A. Chicken welfare is influenced more by housing conditions than by stocking density. **Nature**, v.427, p.342-344, 2004.

GARCIA, RG; MENDES, AA; GARCIA, EA; NÄÄS IA; MOREIRA J; ALMEIDA, ICL; TAKITA, TS Efeito da densidade de criação e do sexo Sobre o Empenamento, Incidência de Lesões na Carcaça e Qualidade da Carne de Peito de Frango de Corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, n.1, jan - mar 2002

GREGORY, N.G.; WILKINS, L.J.; ELEPERUMA, S.D. et al. Broken bones in domestic fowls: effect of husbandry system and stunning method in end-oflay hens. Br. **Poultry Science.**, v.31, p.59-69, 1990.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Guyton e Hall – Tratado de Fisiologia Médica**. 13.ed. Rio de Janeiro: Elsevier Ed. 2017.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advanced Food Research**, v.10, p.335- 362, 1960.

HERNANDES, R. Estudo de frações nitrogenadas, glicídicas e de amônia liberada pela cama aviária submetida a diferentes densidades populacionais. Monografia (Trabalho de Graduação em Zootecnia) - **Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias**, Universidade Estado Paulista, Jaboticabal, 1997

HONIKEL KO. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Sci.** 49: 447-457, 1998;

HONIKEL, K. O. Influence of chilling on meat quality attributes of fast glycolysing pork

muscles. In: **Tarrant, P.V. Evaluation and control of meat quality in pigs.** Dordrecht: Martinus Nijhoff, p.273-283, 1987.

IBARRA, B. M., N. J. NEUCERE, G. SUMRELL. Evaluation of two pigmentation programs in broilers. **Poultry Science**. 70(Suppl. 1): 57, 1991.

KINDLEIN, L; VIEIRA, L. S. Influência da nutrição em “white striping” e “wooden breast” em frangos de corte. **Palestra no Congresso do Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA)** 2015. Disponível em: <http://cbna.com.br/arquivos/Palestra-5---Liris-Kindlein.pdf>.

KNOWLES, T.G.; KESTIN S.C.; HASLAM S.M.; BROWB S.N.; GREEN L.E.; BUTTERWORTH A.; POPE S.J.; PFEIFFER D.; NICOL C.J.; Leg Disorders in Broiler Chickens: Prevalence, Risk Factors and Prevention. **PloS one**; 3(2): e1545, 2008.

KUTTAPPAN, V. A., BREWER, V. B., APPLE, J. K., WALDROUP, P. W., and OWENS, C. M. Influence of growth rate on the occurrence of white striping in broiler breast fillets. **Poultry Science**, 91(10): 2677-2685, 2012.

KUTTAPPAN, V.A.; SHIVAPRASAD, H.; SHAW D.P.; VALENTINE B.A.; HARGIS B.M.; CLARK F.D.; MCKEE S.R.; OWENS, C.M..Pathological changes associated with white striping in broiler breast muscles. **Poultry Science**, 92 :331– 338, 2013.

LANA, GRQ, Silva Junior, RGC, Valerio, SR, Lana, AMQ e Cordeiro, CE GB. Efeito da densidade e programas de alimentação sobre o desempenho de frangos de corte., **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2001.

LYON, C. E.; WILSON, R. L. Effects of sex, rigor condition, and heating method on yield objective texture of broiler breast meat. **Poultry Science**, v. 65, n. 5, p. 907-914, 1985.

MENDONÇA JR, C. X. Fisiopatologia do sistema locomotor. (2 Ed). Doenças das Aves. Campinas: **FACTA**: p.175-190. 2009.

MOREIRA J.; MENDES, AA; ROÇA, R. DE O.; GARCIA, EA; NAAS, I. DE A.; GARCIA, RG; PAZ, ICL DE A. Efeito da densidade populacional sobre desempenho, Rendimento de Carcaça e Qualidade da Carne em Frangos de Corte de Diferentes Linhagens Comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.6, p.1506-1519, 2004.

MOREIRA J.; MENDES, AA; ROÇA, R. DE O.; GARCIA, EA; NAAS, I. DE A.; GARCIA, RG; PAZ, ICL DE A. Efeito da densidade populacional sobre desempenho, Rendimento de Carcaça e Qualidade da Carne em Frangos de Corte de Diferentes Linhagens Comerciais.

Revista Brasileira de Zootecnia. v.33, n.6, p.1506-1519, 2003.

MOREKI JC. The influence of calcium intake by broilers breeders on bone development and egg characteristics. Tese (Doutorado em Ciências Naturais e Agricultura) – **University of the Free State**, Bloemfontein, República da África do Sul. 217p, 2005.

NASCIMENTO, G.R.; NÄÄS, I. A.; PEREIRA, D. F.; BARACHO, M. S.; GARCIA, R. Assessment of broilers surface temperature variation when exposed to different air temperature. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.13, p.259-263, 2011.

OLIVO, RUBISON & SHIMOKOMAKI, MASSAMI. **Carnes: no caminho da pesquisa**, 2o. Edição, Cocal do Sul: Imprint, 2002. p.155

PAIXÃO, T.A.; RIBEIRO, B.R.C.; HOERR, F.J.; SANTOS, R.L. Espondilolistese em frango de corte no Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, p. 523-526, 2007.

PEREIRA, D.F.; NÄÄS, I.A.; SALGADO, D.A.; GASPAR, C.R.; BIGHI, C.A.; PENHA, N.L.J. Correlations among behavior, performance and environment in broiler breeders using multivariate analysis. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.9, n.4, p.207-213, 2007.

QIAO, M., D. L. FLETCHER, J. K. NORTHCUTT, AND D. P. SMITH. The relationship between raw broiler breast meat color and composition. **Poultry Science**81(2): 422-427, 2002.

RASMUSSEN, A., ANDERSSON, M. 1996. New methods for determination of drip loss in pork muscles. In: **xiii International Congress of Meat Science and Technology - icomst**, 42., Lillehammer. Proceedings... Lillehammer, p. 286-287, 1996.

REIS D.T.C., TORRES R.A., BARBOSA A.A.L., RODRIGUES C.S., MORAES G.H.K., Efeito de linhagem e sexo nas características geométricas e biomecânicas de tíbias de frangos de corte. **Scientiarum Animal Sciences**; 33(1):101-108, 2011.

ROSTAGNO H.S., ALBINO L.F.T., HANNAS M.I., DONZELE J.L., SAKOMURA N.K., PERAZZO F.G., et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4 ed. Viçosa: Departamento de Zootecnia, 252 p., 2017.

SANTOS, A. L. dos et al. Comparison of free range broiler chicken strains raised in confined

or semi-confined systems. **Rev. Bras. Ciênc. Avic.**, v. 7, n. 2, p. 85–92, 2005.

SORENSEN, P.; SU, G.; KESTIN, S. C. Effects of age and stocking density on leg weakness in broiler chickens. **Poultry Science**, v.79, n.6, p. 864-870. 2000.

SOSNICK, A.A. Focal myonecrosis effects in turkey muscle tissue. Reciprocal Meat Conference Proceedings Volume 46, **American Meat Science Association/National Live Stock and Meat Board**, Chicago, p.97-102, 1993.

TAHSEEN A, JOHN B. Is Spondylitis na emerging disease in broiler breeders. **World Poultry**; vol 23 no 12., 2007.

TROCINO, A.; PICCIRILLO, A.; BIROLO, M.; RADAELLI, G.; BERTOTTO, D.; VAN LAACK, R. L., C. H. LIU, M. O. SMITH, AND H. D. LOVEDAY. 2000. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. *PoultSci.* 79(7): 1057-1061 ABPA. **Relatório Anual da ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal**, p. 35, 2019.

WANG, K. H. et al. Effect of a free-range raising system on growth performance, carcass yield, and meat quality of slow-growing chicken. **Poultry Science**, v. 88, n. 10, p. 2219– 2223, 2009.

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. 1–2, p. 111–125, 2000.

WHITEHEAD, C. Update on current European broiler bone problems. In Proceedings 21st Annual **Australian Poultry Science Symposium**; Sydney, Australia, p. 22-25. 2010.

YAHAV, S.; SASSON-RATH, R.; SHINDER, D. The effect of thermal manipulations during embryogenesis of broiler chicks (*Gallus domesticus*) on hatchability, body weight and thermoregulation after hatch. *JournalTherm. Biol.* v.29, p.245–250. 2004.

USO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA NA AVALIAÇÃO DE *GAIT SCORE* EM
FRANGOS DE CORTE

RESUMO

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar se é possível a identificação de problemas locomotores previamente com uso de termografia infravermelha. Para isto foram utilizadas 4000 aves da linhagem Cobb® Slow, machos de um dia de idade, alojados em aviário climatizado em sistema totalmente automatizado com ventilação em pressão negativa, e delimitados dois boxes em sentido longitudinal. Foram utilizados dois tratamentos em delineamento inteiramente casualizado: T1 - Sem Enriquecimento Ambiental (SEA) - ambiente semelhante ao encontrado em aviários comerciais (2000 aves); T2 - Com Enriquecimento Ambiental (CEA) - ambiente semelhante ao encontrado em aviários comerciais, enriquecido com fardos de feno, escadas e globo de luz giratório (2000 aves). As seguintes características foram avaliadas: termografia, pododermatite, *gait score*. Os dados foram submetidos à análise estatística, com auxílio do programa SAS 9.2, utilizando ANOVA e teste Tukey ($P < 0,05$) para dados paramétricos, e Teste de Qui-Quadrado ou Exato de Fisher ($P < 0,05$), para dados. Para o parâmetro de *gait score* só foram encontradas diferenças aos 42 dias, ocorrendo menor incidência de score 1 para animais do tratamento CEA. Em relação à qualidade da carne, os animais SEA resultaram em maior índice de peito amadeirado em score 1 e para a qualidade óssea, o uso de enriquecimento ambiental diminuiu o índice Seedor e aumentou a circunferência da tíbia, mas reduziu a resistência da tíbia e do fêmur dos animais. O objetivo deste estudo foi avaliar por meio da termografia infravermelha, se o enriquecimento ambiental viabiliza a diminuição de problemas locomotores e melhora a produtividade com efeito positivo na qualidade óssea e da carne dos animais.

Palavras-chave: *gait score*, termografia, enriquecimento ambiental, qualidade óssea.

A termografia surgiu como a técnica de mapeamento da temperatura superficial das aves, principalmente por ser a forma de medição não invasiva. Esta técnica é utilizada para estimar a temperatura média de área da pele, medindo a emissão de energia infravermelha em determinada faixa espectral, com o objetivo de observar a temperatura com foco em processos inflamatórios subjacente (TESSIER et al., 2003). Não diferente de outras técnicas, a termografia de infravermelho surgiu, a partir de observações feitas com relação às variações da temperatura em diferentes partes do corpo humano. A partir daí, a tecnologia de infravermelho foi e é utilizada nos mais diversos segmentos, desde a utilização na área militar, passando pela medicina humana, pela engenharia, até ser empregada também na produção animal (ROBERTO; SOUZA 2014).

Variáveis como temperatura e umidade, comumente utilizados para medir o conforto térmico de frangos de corte, não levam em consideração a evolução genética ocorrida na avicultura de corte. Nascimento et al (2011) relatam que o aumento na temperatura superficial pode servir como resposta fisiológica da ave a condições inadequadas de alojamento.

As emissões infravermelhas do animal estão diretamente relacionadas à perfusão e metabolismo dos tecidos. Variações na temperatura da superfície são geralmente resultado de mudanças na circulação da área avaliada. Assim, a câmera termográfica tem como função primordial identificar a energia térmica emitida através da superfície do animal, transformando-a em imagem visível ao olho humano e mostrando ao usuário informações sobre as temperaturas através de cores visíveis (ROBERTO; SOUZA, 2014).

Com a importância que o bem-estar animal tem assumido nos mais diversos campos da produção animal e também nas pesquisas científicas da área, tornou-se necessária a utilização de técnicas e equipamentos não invasivos, que prezem pelo conforto e bem-estar animal, destacando-se assim, a termografia infravermelha (NÄÄS et al., 2010; ROBERTO; SOUZA, 2014).

Em avicultura o uso de câmeras termográficas é eficiente para mensurar a temperatura superficial das aves, sendo a temperatura superficial também correlacionada com as temperaturas superficiais das instalações (NASCIMENTO et al., 2011).

A pododermatite é definida como inflamação na pele na região do coxim plantar do frango de corte que origina em lesões, e em casos mais graves progredir para úlceras, necrose e prejudicando a locomoção e levar a condenação da carcaça (BILGILI et al, 2009; HOFFMANN et al., 2013).

A inflamação é a resposta vascular, celular e humoral, que desencadeia o processo defensivo contra agentes agressivos (COELHO et al., 2001). Os sinais clínicos são: rubor,

tumor, calor, dor e a perda da função que é uma forma de proteção da estrutura afetada, colocando-a em repouso para melhores condições de recuperação, onde muitas vezes o animal exhibe claudicação pela dor e desconforto. A etiologia da inflamação apresenta diversos fatores que podem ser agentes físicos (traumatismo) e químicos (ácidos saís e bases). Quando ocorre um trauma externo na região dos coxins plantares, histologicamente há uma hiperqueratose devido a uma rápida mudança de queratinócitos que são submetidos a produzir mais queratina, apresentando uma camada mais espessa e resultando na perda de temperatura local (HASHIMOTO et al., 2011).

Aviários com umidade do ar inferior a 70% alteram a umidade da cama e consequentemente favorecem ao aparecimento de pododermatite (DOWSLAND et al., 2008). Outro fator determinante para o aparecimento da patologia é a temperatura superficial do coxim plantar, onde aves com temperatura inferior a 35°C apresentaram a lesão. Nas aves que apresentam lesão no coxim plantar, há o diferencial de temperatura superficial em relação a ave que não possui lesão, ou seja, há correlação entre o grau de pododermatite e a temperatura superficial (JACOB et al., 2014).

1. Material e métodos

O experimento foi conduzido nas instalações da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade Estadual Paulista, Botucatu – SP, Brasil (latitude 22° 49' 07" S e longitude 48° 24' 40" W). O protocolo experimental foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais FMVZ (Número 0092/2018- SUBPROJETO CEUA).

1.1. Aves, instalação e manejo

Para o experimento foram utilizadas 4000 aves da linhagem Cobb® Slow, machos, adquiridos com um dia de idade, provenientes de incubatório comercial. Foram alojadas 4000 aves em aviário climatizado (40 m x 8 m) em sistema totalmente automatizado com ventilação em pressão negativa, com utilização de cinco exaustores, dois painéis evaporativos de celulose e com a utilização de cama de maravalha nova (10 cm de espessura). O abastecimento de ração foi feito por meio de comedouros automáticos helicoidais e bebedouros tipo *nipple*. Para a condução deste experimento o aviário foi delimitado em sentido longitudinal, mantendo-se uma linha de comedouros e uma linha de bebedouros para cada lado. Cada lado ficou com 40 metros de comprimento e 3 metros de largura, e foi criado um corredor de manejo ao longo do aviário com 2 metros de largura.

As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja seguindo as exigências nutricionais, divididas em três fases de criação: inicial (1-21 dias, com 1,36% de Lisina, 0,94% de Cálcio, 0,47% de Fósforo e 3000 kcal de Energia Metabolizável – EM/kg), crescimento (22-

35 dias, com 1,10% de Lisina, 0,84% de Cálcio, 0,41% de Fósforo e 3150 kcal EM/kg) e final (36-42 dias, 1,01% de Lisina, 0,74% de Cálcio, 0,36% de Fósforo e 3250 kcal EM/kg) (ROSTAGNO et al, 2017). A ração e água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

1.2. Tratamentos experimentais

Neste estudo adotamos dois tratamentos experimentais: T1 - Sem Enriquecimento Ambiental (SEA), com 2000 aves alojadas em ambiente semelhante àquele encontrado em aviários comerciais e; T2 - Com Enriquecimento Ambiental (CEA) com 2000 aves alojadas em ambiente semelhante àquele encontrado em aviários comerciais, e enriquecido com fardos de feno, plataformas com degraus e projetores de luz a laser. Cada tratamento foi alojado em um lado do aviário, que foi subdividido em outros quatro quadrantes com 500 aves cada.

1.3. Características avaliadas

Gait Score

A partir de 20 dias de criação, semanalmente, todas as aves de cada tratamento foram avaliadas quanto ao *gait score* (DAWKINS et al., 2004). Para isso, uma avaliação foi feita ao caminhar entre as duas extremidades, classificando as aves em escores fixos de 0 (aves caminhando normalmente), 1 (descrição do 1), e 2 (aves que não caminharam).

Pododermatite

Aos 41 dias de idade, a integridade do coxim plantar das as aves foi avaliada. As lesões existentes foram mensuradas com auxílio de régua, atribuindo-se desta forma os escores que variam de 0 a 2, sendo 0 - coxim sem lesão, 1 - coxim com lesão inicial (diâmetro até 5mm) e 2 - coxim com lesão grave (acima de 5mm), conforme Figura 4.



Figura 4. Escores macroscópicos de lesão do coxim plantar. Em A: escore 0. Em B: escore 1. Em C: escore 2. Fonte: Bernardi (2011)

Termografia infravermelha

Após cada avaliação de *gait score* (GS), foram capturadas imagens termográficas de todas as aves que apresentarem $GS > 0$, e também, uma amostragem de aves com $GS = 0$ utilizando a câmera Testo® 882, com os gradientes térmicos mensurados pelo software IR soft V3.7 do equipamento. Foram realizadas imagens da região do peito, coxim plantar e perna (jarrete, joelho e região coxofemoral bilateral), para identificar o surgimento de lesões, por meio de diferentes gradientes térmicos, antes que estas se tornem visíveis macroscopicamente. As avaliações do peito foram correlacionadas com as avaliações *post mortem* (conforme capítulo 2) e identificação de miopatias peitorais.

2. Avaliação Estatística

Os dados foram submetidos à análise estatística, com auxílio do programa SAS 9.2 (SAS Inst. Inc., Cary, NC, EUA), por meio de teste Tukey ($P < 0,05$) para dados paramétricos e Teste de Qui-Quadrado ou Exato de Fisher ($P < 0,05$), para dados não paramétricos.

3. Resultados e Discussão

Temperatura ambiente

As faixas de temperatura do ar no aviário consideradas confortáveis são de 27 a 29 °C, 25 a 27 °C, 24 a 25 °C, 22 a 24 °C, 21 a 22 °C e 20 °C (em laranja e cinza respectivamente) da primeira à sexta semanas de idade das aves, respectivamente (CONY; ZOCHE, 2004). As temperaturas do ar médias semanais obtidas em nosso estudo, da primeira à sexta semanas de idade dos frangos, foram 27,2 °C; 26,6 °C; 26,2 °C; 24,3 °C; 24,3 °C e 23,4 °C, respectivamente (Figura 3). Esses dados indicam que as aves estavam expostas a condições brandas de estresse térmico a partir da terceira semana de vida. As médias diárias de temperatura do ar estão apresentadas na Figura 5.

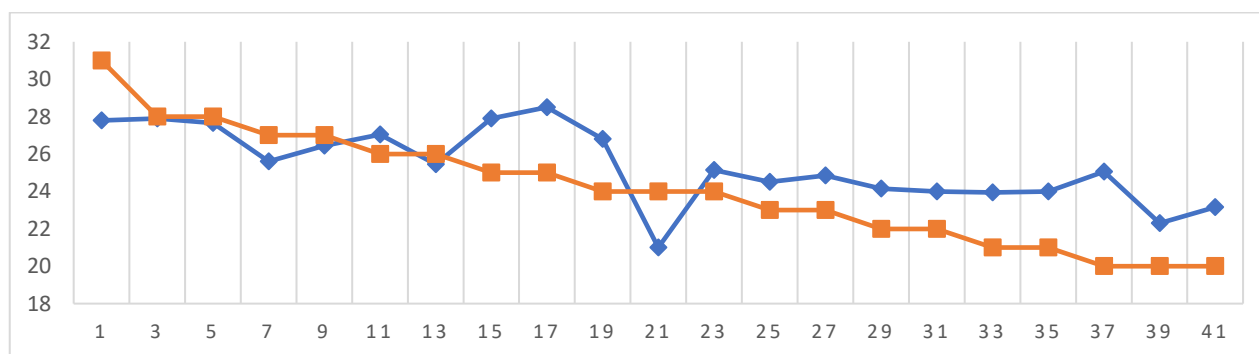


Figura 5. Médias diárias de temperatura do ar (T°C).

Os dados de incidência de *gait score* foram apresentados no Capítulo 2. Vale ressaltar que aos 42 dias não houve incidência de *gait score* 1 no tratamento CEA.

Pododermatite e Termografia Infravermelha

O teste de correlação mostrou que há interação entre os valores de temperatura obtidos através de termografia infravermelha com o grau de incidência de *gait score* nos animais. Para as análises de peito, há correlação fraca entre os tratamentos avaliados, tendo em vista que este músculo apresenta muito empenamento, inviabilizando assim a análise dos dados. Segundo Tessier et al. (2003) o empenamento é a resposta adaptativa ao ambiente e que influencia diretamente na perda de calor das aves.

Para a correlação da temperatura do coxim plantar das aves avaliadas com o índice de *gait score* se obteve correlação fraca aos 28 dias, média aos 35 dias e nenhuma aos 42 dias para o grupo CEA, o que indica que o uso de elementos de enriquecimento ambiental ajudou na involução das lesões. Assim, o uso de elementos de enriquecimento como a plataforma e o fardo de feno tiveram influência nessa involução das lesões, tendo em vista que os animais, ao fazerem uso destas ferramentas, não tinham contato direto com a cama do aviário.

Em condições de umidade excessiva, a cama pode produzir amônia a partir do metabolismo microbiano sobre as excretas e que seu acúmulo pode propiciar o aparecimento de lesões (Traldi et al., 2007). Sendo assim, a utilização dos elementos de enriquecimento ambiental surtiu efeito positivo quando à recuperação dos animais, o que explica o aumento de temperatura no pé das aves no dia 35. No dia em questão os animais apresentavam lesão instaurada, e ao diminuírem o contato com o substrato houve o processo de cicatrização. Assim, aos 42 dias pode-se observar a redução da temperatura em relação do tratamento oposto, aquele que não tinha os recursos para serem utilizados.

Vários autores indicam que a presença de pododermatite está diretamente relacionada à umidade da cama, fermentação do substrato e aumento da temperatura, que são características associadas ao reaproveitamento da cama (BILGILI et al., 2009; SHEPHERD; FAIRCHILD, 2010; MENDES et al., 2012; MARTINS et al., 2013).

Nas Figuras 6 e 7 pode-se observar dois diferentes graus de lesão de pododermatite e nota-se em B, na Figura 7 uma grande área lesionada, indicando uma lesão de escore 2 e em A, na Figura 6 a ausência de lesão. Em uma avaliação por meio da técnica de termografia infravermelha nota-se que quando se tem uma lesão instaurada (Figura 7A) a temperatura superficial é mais baixa (34,5° C) devido a formação de camada de tecido necrótico, este que não tem presença de circulação sanguínea, e em paralelo podemos observar na Figura 6 “A” tecido não lesionado, onde a temperatura superficial é mais alta (35,4° C).

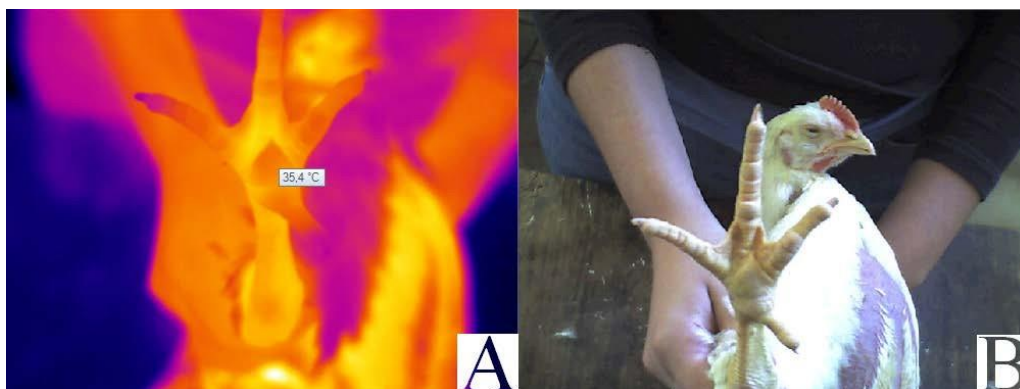
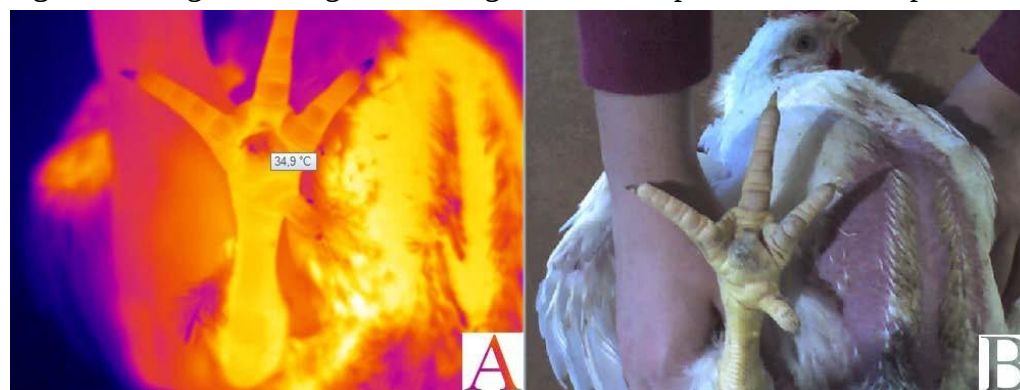


Figura 6. Imagem termográfica da região de coxim plantar não acometida por pododermatite.

Figura 7. Imagem termográfica da região de coxim plantar acometida por



pododermatite.

Aos 28 dias, podia-se observar que o sistema CEA não apresentava incidência de pododermatite, em contrapartida o sistema SEA apresentava 28% de aves com lesão por pododermatite. Aos 35 dias, para o sistema CEA, 35% das aves avaliadas não apresentavam lesão, enquanto 45% das aves do sistema SEA apresentaram algum tipo de lesão. Aos 42 dias, das aves avaliadas no sistema CEA, 59% não apresentou lesão de pododermatite, e para o sistema SEA apenas 30% não tinham lesão (Tabela 6).

Este presente estudo corrobora com estudos realizados por Coelho et al. (2001), que mostram uma correlação entre a temperatura média superficial da região de coxim plantar e o grau de pododermatite, sendo observado que as aves que apresentaram um grau maior de lesão tiveram uma diminuição da temperatura, quando comparado com uma ave sem lesão. Quando ocorre um trauma externo na região dos coxins plantares, histologicamente há uma hiperqueratose devido a uma rápida mudança de queratinócitos que são submetidos a produzir mais queratina, resultando em uma camada mais espessa e consequentemente com menor temperatura (SHEPERD et al., 2010).

Percebe-se também que, aos 35 dias, houve aumento na temperatura dos peitos dos frangos com *gait score* 1, ou seja, aqueles animais que caminham com certa dificuldade, porém conseguem chegar ao comedouro. Já, aos 42 dias, a temperatura mais elevada foi encontrada

para os peitos dos frangos com *gait score* 2, demonstrando que as aves apresentaram piora na forma de caminhar. Segundo Alves et al. (2016), o aumento da massa corporal dificulta a estabilidade do animal, resultando em alteração do seu equilíbrio, uma vez que a altura do centro de gravidade tem relação com a capacidade física, e que esse aumento de peso não é proporcional a todas as partes do corpo, sendo normalmente o peito e o abdômen mais acometidos pelo excesso de peso. Esse aumento de massa muscular é resultante do aumento da taxa metabólica e, consequentemente, aumento da temperatura.

Tabela 6. Temperatura obtida por meio de infravermelho e o *gait score* durante três semanas de avaliação em frangos de corte submetidos a ambiente enriquecido.

28 dias													
	Coxim			Pé			Peito						
	CEA	SEA	p-valor	CEA	SEA	p-valor	CEA	SEA	p-valor				
GS0	32,90 ± 3.48bA	31,92 ± 3.22bA	0,3175	33,91 ± 3.10bB	35,18 ± 1.10aA	0,0035	40,35 ± 2.40aA	39,77 ± 0.85bA	0,3324				
GS1	36,18 ± 2.47aA	32,37 ± 3.48bB	<0.001	36,48 ± 1.71aA	32,66 ± 3.51bB	<0.0001	40,06 ± 0.93aA	39,42 ± 1.04bA	0,524				
GS2	36,21 ± 3.74aA	36,58 ± 1.17aA	0,4568	36,07 ± 3.73aA	36,29 ± 1.57aA	0,5529	40,07 ± 0.65aA	40,18 ± 0.65aA	0,5676				
P-valor	0,0004	<0.0001		0,0013	<0.0001		0,795	0,0295					
35 dias													
	Coxim			Pé			Peito						
	CEA	SEA	p-valor	CEA	SEA	p-valor	CEA	SEA	p-valor				
GS0	36,79 ± 0.68aA	31,92 ± 3.24cB	<0.0001	37,60 ± 1.08aA	34,11 ± 3.68bB	<0.0001	38,91 ± 2.02aA	39,42 ± 1.21bA	0,3574				
GS1	37,12 ± 1.34aB	39,12 ± 0.39aA	<0.0001	36,93 ± 0.82aB	39,33 ± 0.88aA	<0.0001	39,02 ± 1.64aB	41,05 ± 0.55aA	<0.0001				
GS2	32,34 ± 1.59bb	35,19 ± 2.84bA	<0.0001	31,69 ± 2.47bB	35,45 ± 2.71bA	<0.0001	38,86 ± 1.89a	40,36 ± 1.48ab	0,0099				
p-valor	<0.0001	<0.0001		<0.0001	<0.0001		0,9674	0,0005					
42 dias													
	Coxim			Pé			Peito						
	CEA	SEA	p-valor	CEA	SEA	p-valor	CEA	SEA	p-valor				
GS0	35,59 ± 4.19bA	38,01 ± 0.86bA	0,0696	39,33 ± 0.38bA	39,98 ± 1.14A	<0.0001	39,71 ± 1.76bA	40,40 ± 2.04aA	0,2692				
GS1	N/A*	38,10 ± 1.43bA	0,3385	N/A*	40,20 ± 1,35		N/A*	41,52 ± 0.69a					
GS2	40,91 ± 0.97aA	40,33 ± 0.92aB	0,0186	41,24 ± 0.72aA	40,37 ± 0.57aB	<0.0001	43,01 ± 0.73aA	40,93 ± 1.03aB	<0.0001				
p-valor	<0.0001	<0.0001		<0.0001	0,5039		<0.0001	0,0512					

*Não avaliado. Letras minúsculas iguais na coluna não diferem para o teste Tukey (P>0.05). Letras maiúsculas iguais na linha não diferem para o teste T (P>0.05)

4. Conclusão

Com a utilização da termografia infravermelha foi possível acompanhar o surgimento de lesões de pododermatite e também pode-se observar variações na temperatura dos pés em relação ao *gait score* apresentado pelo animal, boa ferramenta de predição de problemas de pés em frangos de corte. Também verificou-se que a temperatura dos peitos foi maior em função do aumento na dificuldade que as aves apresentavam para caminhar, demonstrando que a grande deposição de massa muscular nesta região interfere no *gait score* dos animais, principalmente aos 42 dias.

5. Referências bibliográficas

ALVES, M. C. F.; ALMEIDA PAZ, I. C. L.; NÄÄS, I. A.; GARCIA, R. G.; CALDARA, F. R.; BALDO, G. A. A.; NASCIMENTO, G. R.; AMADORI, M. S.; FELIX, G. A.; GARCIA, E. A.; MOLINO, A. R. Equilibrium condition during locomotion and gait in broiler chickens. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 18, n. 3, 2016.

AVILA, V. S.; MAZZUCO, H.; FIGUEIREDO, E. A. P. Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante. EMBRAPA-CNPSA, Concórdia, SC: p.38, 1992.

BILGILI, S.F.; HESS, J.B.; BLAKE, J.P.; MACKLIN, K.S.; SAENMAHAYAK, B.; SIBLEY, J.L. Influence of bedding material on footpad dermatitis in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, Oxford, v.18, n.3, p.583-589, 2009.

BILGILI, S.F., ALLEY, M.A., HESS, J.B., BLAKE, J.P., MACKLIN, K.S., SIBLEY, J.L. Influence of bedding material on footpad dermatitis in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, v.18, p.583-589, 2009.

CARVALHO, T.M.R.; MOURA, D.J.; SOUZA, Z.M. SOUZA, G.S. BUENO, L.G.F. Qualidade da cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.46, n.4, p.351-361, 2011.

COELHO, H.E. Patologia veterinária. Barueri: Editora Manole, 2001. 234p.

DENOIX, J.M. Diagnostic techniques for identification and documentation of tendon and ligament injuries. *Veterinary Clinics of North America. Equine Practice* , Amsterdam, v.10, n.2, p.365-407, 1994.

DOWSLAND I. Ross Tech Note 2008.

GLOSTER, J.; EBERT, K.; GUBBINS, S.; BASHIRUDDIN, J.; PATON, D. Normal variation in thermal radiated temperature in cattle: implications for foot-and-mouth disease detection. *Veterinary Research*, London, v.7, n.73, p.1-10, 2011.

GRACIANO, D.E.; NÄÄS, I.A.; GARCIA, R.G.; CALDARA, F.R.; SANTANA, M. R.; NASCIMENTO, G. R. Identificação de artrite em suíno utilizando imagem termográfica.

Boletim de Indústria Animal, Nova Odessa, v.71, n.1, p.58-62, 2014.

HASHIMOTO, S.; YAMAZAKI, K.; OBI, T.; TAKASE, K. Foot pad dermatitis in broiler chickens in Japan. *Journal Veterinary Medicine Science*, v.73, n.3, p. 293-297, 2011.

HERNANDES, R.; CAZETTA, J.O.; MORAES, V.M.B. Frações nitrogenadas, glicídicas e amônia liberada pela cama de frangos de corte em diferentes densidades e tempos de confinamento, *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.4, p.1795-1802, 2002.

HOFFMANN, G., AMMON, C., VOLKAMER, L., SÜRIE, C., RADKO, D. Sensor-based monitoring of the prevalence and severity of foot pad dermatitis in broiler chickens. *British Poultry Science*, v.54, n.5, p.553–561, 2013.

JACOB FG, BRACHO MS, NÄÄS IA, SOUZA R, SARTOR K. Conferência FACTA 2014.

MARTINS, R.S.; HÖTZEL, M.J.; POLETO, R. Influence of in-house composting of reused litter on litter quality, ammonia volatilisation and incidence of broiler foot pad dermatitis. *British Poultry Science*, Cambridge, v.54, n.6, p.669-676, 2013.

MENDES, A.S.; PAIXÃO, S.J.A.; MAROSTEGA, J.B.; RESTELATTO, R.C.; OLIVEIRA, P.A.V.; POSSENTI, J.C.A. Mensuração de problemas locomotores e de lesões no coxim plantar em frangos de corte. *Archivos de Zootecnia*, Córdoba, v.61, n.234, p.217-228. 2012.

NÄÄS, I. A.; GARCIA, R.G.; CALDARA, F.R. Infrared thermal image for assessing animal health and welfare. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, Mossoró, v.2, n.3, p.66-72, 2014.

NÄÄS, I.A.; ROMANINI, C.E.B.; NEVES, D.P.; NASCIMENTO, G.R.; VERCELIINO, Broiler surface temperature distribution of 42-day old chickens. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.67, n.5, p.497- 502, 2010.

NASCIMENTO G.R.; NÄÄS, I.A.; PEREIRA D.F.; BARACHO M.S.; GARCIA R. Assessment of broiler surface temperature variation when exposed to different air temperatures. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.13, n.4, p.259-263, 2011.

NASCIMENTO, G. R.; NÄÄS, I.A.; BARACHO, M.S.; PEREIRA, D.F.; NEVES, D.P. Infrared thermography in the estimation of thermal comfort of broilers. *Revista Brasileira de*

Engenharia Agrícola e Ambiental, Campinas Grande, v.18, n.6, p. 658-663, 2014.

NASCIMENTO, G.R.N.; PEREIRA, D.F.; NÄÄS, I.A.; RODRIGUES, L.H.A. Índice fuzzy de conforto térmico para frangos de corte, Engenharia Agrícola, v.31, n.2, p.219-229, 2011.

QIU, G.; GUO, M. Quality of poultry litter-derived granular activated carbon. Bioresource Technology, v.101, n.1, p.379-386, 2010.

ROBERTO, J.V.B.; SOUZA, B.B. Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. Journal of Animal Behavior Biometeorology, v.2, n.3, p.73-84, 2014.

SHEPHERD, E.M.; FAIRCHILD, B.D. Footpad dermatitis in poultry. Poultry Science, Oxford, v.89, n.10, p.2043-2051, 2010.

TESSIER, M., TREMBLAY, D.D., KLOPFENSTEIN, C., BEAUCHAMP, G., BOULIANNE, M. Abdominal skin temperature variation in healthy broiler chickens as determined by thermography. Poultry Science, Oxford, v.82, n.5, p.846-849, 2003.

TRALDI, A.B.; OLIVEIRA, M.C.; DUARTE, K.F.; MORAES, V.M.B. Avaliação de probióticos na dieta de frangos de corte criados em cama nova ou reutilizada. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, n.3, p.660-665, 2007.

YAHAV, S.; STRASCHNOW, A.; LUGER, D.; SHINDER, D.; TANNY, J.; COHEN, S. Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental conditions. Poultry Science, Oxford, v.83, n.2, p.253-258, 2004.

IMPLICAÇÕES

Implicações

A avicultura brasileira tem se destacado nos últimos anos pelo aumento da exportação de produtos com maior valor agregado, ou seja, produtos embalados e prontos para o consumo, conceito de alimentos saudáveis com rápido preparo e cada vez mais procurado no exterior.

Os problemas locomotores estão entre as maiores preocupações na avicultura moderna já que ela acarreta redução no bem-estar das aves, perdas econômicas decorrentes da diminuição no desempenho produtivo, aumento na taxa de mortalidade e na condenação de carcaças. Além disso, são responsáveis por elevadas perdas produtivas, desta forma, diminuindo lucros. Estudos aprofundados podem resultar em maior conhecimento dos fatores causadores de problemas locomotores, e por consequência diminuir o número de aves afetadas.

Estudos relacionados com a incidência de problemas locomotores tornam-se de extrema importância para a tomada de decisão com relação ao manejo adotado, investimentos em melhorias da ambiência e planos estratégicos na sanidade e nutrição das aves no intuito de reduzir perdas com a ocorrência de lesões como a incapacidade de locomoção e a espondilolistese nas aves, portanto, deve-se continuar os estudos sobre incidências na locomoção para orientar e contribuir na redução dessas patologias na cadeia avícola.

A adição de novas tecnologias, como o uso de mídias audiovisuais e softwares específicos é desejável, pois podem auxiliar no entendimento sobre o comportamento e aparecimento de distúrbios locomotores em frangos de corte atuais, possibilitando análises mais aprofundadas e qualitativas.

Um dos principais desafios da avicultura mundial é buscar novas práticas e técnicas que, cada vez mais, aperfeiçoem a capacidade de detecção de patologias motoras e consequentemente diminuam prejuízos produtivos

A avaliação científica do bem-estar animal é um elemento-chave nos esforços para programar boas práticas, envolve múltiplas variáveis e critérios; essa avaliação é empregada em sistemas que visam identificar as causas de problemas de bem-estar animal, assim como, identificar oportunidades para a intervenção bem sucedida em todo o sistema.

Sendo assim, este estudo trouxe importante contribuição para a cadeia de produção industrial avícola moderna, pois aborda assuntos relacionados ao bem-estar animal, inovações tecnológicas e qualidade da carne.