JOSÉ EDUARDO MARQUES ARAÚJO

PROGRAMAS DE ILUMINAÇÃO E SUA INFLUÊNCIA SOBRE O DESEMPENHO E COMPORTAMENTO DE FRANGOS DE CORTE

RECIFE

2016

PROGRAMAS DE ILUMINAÇÃO E SUA INFLUÊNCIA SOBRE O DESEMPENHO E COMPORTAMENTO DE FRANGOS DE CORTE

JOSÉ EDUARDO MARQUES ARAÚJO

Engenheira Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **HELITON PANDORFI**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

RECIFE

2016

A663p Araújo, José Eduardo Marques
Programas de iluminação e sua influência sobre o desempenho e comportamento de frangos de corte / José Eduardo Marques Araújo . – 2016.
73 f. : il.

Orientador: Heliton Pandorfi.
Coorientador: Julio César Vieira de Oliveira.
Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Recife, BR-PE, 2016.
Inclui referências e apêndice(s).

1. Frango de corte 2. Ave – Criação 3. Animais - Proteção 4. Diodo emissor de luz 5. Iluminação artificial I. Pandorfi, Heliton, orient. II. Oliveira, Julio César Vieira de, coorient. III. Título

CDD 338.1

JOSÉ EDUARDO MARQUES ARAÚJO

PROGRAMAS DE ILUMINAÇÃO E SUA INFLUÊNCIA SOBRE O DESEMPENHO E COMPORTAMENTO DE FRANGOS DE CORTE

Dissertação defendida e aprovada em 28 de Julho de 2016 pela Banca Examinadora:

Orientador:

Prof. Dr. Héliton Pandorfi
DEAgri/UFRPE

Examinadores:

Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado
DEAgri/UFCG

Prof. Dr. Gledson Luiz Pontes de Almeida
DEAgri /UFRPE

Prof. Dr. Marco Aurélio Carneiro de Holanda
DZ/UFRPE/UAST

“O Senhor é o meu pastor e nada me faltará”

(Salmos 23)

“Tudo posso naquele que me fortalece”

(Filipenses 4:13)

Aos meus pais, Manoel Severino de Araújo e Rosa Marques de Araújo, por todo apoio, confiança e amor incondicional.

A minha esposa Ricardine de Araújo e filhos, Guilherme Francisco e Felipe César.

Aos meus irmãos, Emanuel César, José Hiago e Mariza Francisco, pela amizade e companheirismo.

Aos meus amigos.

Dedico e ofereço

AGRADECIMENTOS

À Deus, que me deu a oportunidade de continuar a minha caminhada na busca pelos meus sonhos.

À minha família, que esteve sempre ao meu lado, partilhando das dificuldades e exaltando as alegrias.

Ao professor Dr. Héliton Pandorfi, pela orientação atenciosa, confiança, incentivo, compreensão, tempo dedicado e contribuição na realização deste trabalho. Ficarei sempre grato por todo apoio e atenção que me foram dados.

Ao professor Dr. Gledson Luiz Pontes de Almeida, pela amizade e colaboração na execução deste trabalho, por não hesitar em compartilhar suas experiências e esclarecer dúvidas.

À Coordenação da Estação Experimental de Pequenos Animais (EEPAC/UFRPE), na pessoa de Dona Severina Rodrigues Lima da Silva por sua disposição, incentivo, ajuda e alegria.

À todos os funcionários da EEPAC/UFRPE.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFRPE pela oportunidade e todo conhecimento adquirido.

À Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE), pela concessão da bolsa de estudos para a realização do mestrado.

Aos meus amigos do Grupo de Pesquisa em Ambiência (GPESA), pelos momentos de trabalho, dedicação, dificuldades com o acesso a rede e momentos de alegria.

Aos meus amigos de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela amizade, apoio, companheirismo e momentos de felicidade.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS 10
LISTA DE TABELAS 12
RESUMO 13
ABSTRACT ..... **Erro! Indicador não definido.**
1. INTRODUÇÃO 16
2. REVISÃO DE LITERATURA 18
2.1. Importância da avicultura no Brasil 18
2.2. Novas tecnologias na avicultura de corte 19
2.2.1. Novas instalações 19
2.2.2. Ventilação tipo túnel (pressão negativa e positiva) 19
2.2.3. Sistema de resfriamento evaporativo 20
2.3. Bem-estar animal 21
2.3.1. Manejo alimentar, qualidade e temperatura da água de bebida 24
2.3.2. Manejo sanitário e captura das aves 25
2.4. Iluminação artificial e programas de luz 26
2.4.1. Utilização de diodo emissor de luz na avicultura 27
2.5. Efeitos da iluminação monocromática nas aves 29
2.5.1. Influência da iluminação no comportamento das aves 30
2.5.2. Efeito do comprimento de onda nas aves 32
3. MATERIAL E MÉTODOS 32
3.1. Área experimental 32
3.2. Manejo das aves 34
3.3. Programas e fontes de iluminação 35
3.4. Variáveis meteorológicas 37
3.5. Variáveis fisiológicas 39
3.6. Variáveis comportamentais 41
3.7. Análise de desempenho 42
3.8. Análise de dados 43
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 44
4.1. Análise térmica das instalações 44

4.2. Respostas fisiológicas das aves 48
4.3. Avaliação do desempenho produtivo das aves..... 51
4.4. Comportamento de Aves 55
5. CONCLUSÕES..... 60
6. REFERÊNCIAS 61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista externa transversal (A) e longitudinal (B) do galpão utilizado para o alojamento das aves. 33
Figura 2. Ilustração do box experimental, com suas repetições. 34
Figura 3. Distribuição das fontes de iluminação nos boxes experimentais, lâmpadas LED tipo bastão (A) e fluorescente compacta (B). 36
Figura 4. Representação esquemática da distribuição dos boxes de criação e suas respectivas repetições. 37
Figura 5. Detalhe dos equipamentos utilizados para o registro das variáveis ambientais e obtenção de dados meteorológicos, Hobo e globo negro (A), abrigo meteorológico (B) e termoanemômetro (C). 38
Figura 6. Câmera termográfica utilizada para registro da temperatura superficial (A) e termômetro digital (B), para medir a temperatura cloacal das aves. 40
Figura 7. Câmeras utilizadas para registro de microfilmagens (A, B) das aves e visualização dos respectivos comportamentos avaliados (C, D). 42
Figura 8. Análise da relação funcional entre a temperatura (A) e a umidade relativa do ar (B) interna e externa ao galpão experimental 45
Figura 9. Variação média horária semanal da temperatura do ar no interior e exterior da instalação 46
Figura 10. Variação média horária semanal do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) no interior e exterior da instalação experimental. 47
Figura 11. Variação média horária semanal da entalpia (H) no interior e exterior da instalação experimental. 47
Figura 12. Efeito da fonte de iluminação (Led e Convencional) nos valores médios da frequência respiratória (A), temperatura cloacal (B) e superfície das aves (C). 49
Figura 13. Valores médios da frequência respiratória (A), temperatura cloacal (B) e temperatura de superfície das aves (C) submetidas aos programas de iluminação, P1 (12L: 4E: 4L: 4E), P2 (16L: 8E), P3 (18L: 6E) e P4 (16L: 2E: 1L: 2E: 1L: 2E). 50

Figura 14. Efeito das fontes de iluminação nos valores médios semanais de peso vivo (A), ganho de peso (B), consumo de ração (C) e conversão alimentar (D). 52
Figura 15. Peso vivo (A), ganho de peso (B), consumo de ração (C) e conversão alimentar (D) das aves submetidas aos programas de iluminação, P1 (12L: 4E: 4L: 4E), P2 (16L: 8E), P3 (18L: 6E) e P4 (16L: 2E: 1L: 2E: 1L: 2E). 54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal das rações fornecidas para os frangos de corte, de acordo com a idade. 34
Tabela 2. Modelos de regressão linear múltipla para determinação da temperatura superficial média (Ts) das aves durante o ciclo de produção. 40
Tabela 3. Etograma comportamental para frangos de corte elaborado com base na literatura consultada. 41
Tabela 4. Variação comportamental das aves submetidas a fonte de iluminação fluorescente compacta e aos programas de iluminação, expressa pela frequência das observações. 55
Tabela 5. Variação comportamental das aves submetidas a fonte de iluminação por diodo emissor de luz e aos programas de iluminação, expressa pela frequência das observações. 57
Tabela 6. Variação comportamental das aves submetidas aos programas e fontes de iluminação, expressa pela frequência das observações.. 59

PROGRAMAS DE ILUMINAÇÃO E SUA INFLUÊNCIA SOBRE O DESEMPENHO E COMPORTAMENTO DE FRANGOS DE CORTE

RESUMO

O consumo de carne de aves cresce a cada dia, esse aumento é justificado por diversos fatores, tais como sua qualidade, baixo teor de gordura, preço acessível, entre outros. Com isso, os produtores visando atender esse mercado investem cada vez mais em tecnologia e no bem-estar animal. Nesse contexto, objetivou-se nesta pesquisa analisar os efeitos de programas de iluminação por meio de diodo emissor de luz (LED) (azul/verde) e fluorescente compacta (branco), no desempenho, respostas fisiológicas e comportamento de frangos de corte, durante o ciclo de produção. O período experimental foi de outubro a novembro de 2015, no município de Carpina, estado de Pernambuco, na Estação Experimental de Pequenos Animais (EEPAC/UFRPE). Utilizaram-se dois sistemas de iluminação artificial: iluminação dicromática a base de diodo emissor de luz na faixa do azul (470 nm) e verde (525 nm); e iluminação com o emprego de lâmpadas fluorescentes compactas. Foi adquirido um lote misto com 384 aves da linhagem Cobb 500, distribuídas em boxes de produção (16 aves box^{-1}) conforme fonte de luz (azul/verde e branco) e o programa de iluminação, com três repetições cada. Os programas de iluminação adotados foram 12L:4E:4L:4E (P1), 16L:8E (P2); 18L:6E (P3); 16L:2E:1L:2E:1L:2E (P4), em que (“L” representa horas de luz e “E” horas de escuro). O monitoramento micrometeorológico do galpão experimental e do ambiente externo, foi realizado a partir de miniloggers, que registraram dados de temperatura do ar (^{o}C), umidade relativa do ar (%) e temperatura de globo negro (^{o}C), o que possibilitou a caracterização térmica pelos índices de temperatura de globo negro e umidade e entalpia específica (kJ kg^{-1} de ar seco). O efeito do ambiente de criação nas respostas fisiológicas das aves foi determinado pelo registro da temperatura cloacal (^{o}C), frequência respiratória (mov min^{-1}) e temperatura da superfície corporal (^{o}C), por meio de imagens térmicas. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2 e os resultados obtidos comparados pelo Teste de Tukey ($P<0,05$). A análise comportamental foi realizada com base no comportamento ingestivo e postura das aves, para determinação da frequência de observação de cada comportamento em suas respectivas configurações de fonte de iluminação e programa de luz. A frequência dos eventos comportamentais e sua probabilidade de ocorrência foram analisadas pelo teste Qui-quadrado (χ^2). As fontes de iluminação não influenciaram as variáveis fisiológicas e o desempenho das aves, o que reforça a utilização de diodo

emissor de luz, por sua reconhecida eficiência de iluminação. Os programas de iluminação que disponibilizaram 18L:6E (contínuo) e 16L:2E:1L:2E:1L:2E (intermitente) foram aqueles que proporcionaram melhores respostas produtivas das aves. As aves expostas ao diodo emissor de luz e aos programas de iluminação que disponibilizaram 18L:6E (contínuo) e 16L:2E:1L:2E:1L:2E (intermitente), mostraram-se mais calmas e apresentaram maior frequência na postura sentada. As diferentes fontes de iluminação e os diferentes programas de luz influenciaram o comportamento das aves. Contudo sem afetar os índices fisiológicos de desconforto e o desempenho zootécnico dos animais.

Palavras-chave: ambiência, avicultura, bem-estar animal, diodo emissor de luz, iluminação artificial.

LIGHTING PROGRAMS AND THEIR INFLUENCE ON BROILER CHICKENS' PERFORMANCE AND BEHAVIOR

ABSTRACT

Fowl meat consumption is growing each day, and this increase is justified by several factors, such as meat quality, low fat content, accessible prices, among others. Thus, farmers, aiming to meet the market demands, increasingly invest in technology and animal welfare. Therefore, it was aimed with this research to analyze the effect of lighting programs, through light-emitting diode (LED) (blue/green) and compact fluorescent (white), on the performance, physiological responses, and behavior of broiler chickens, during their production cycle. The experimental period was from October to November 2015, in Carpina, Pernambuco State, at the Estação Experimental de Pequenos Animais (EEPAC/UFRPE). Two artificial lighting programs were used: light-emitting-based dichromatic lighting under blue (470 nm) and green (525 nm) bands; and compact fluorescent lamps lighting. It was acquired a mixed broiler flock with 384 strain Cobb 500 chickens, which were distributed in production boxes (16 chickens box^{-1}) according to the light source (blue/green and white) and the lighting programs, with three replications each. Lighting programs were performed as followed: 12L:4D:4L:4D (P1); 16L:8D (P2); 18L:6D (P3); and 16L:2D:1L:2D:1L:2D (P4), in which ("L" represents hours of light and "D" hours of darkness). Experimental shed micrometeorological and external environment monitoring was performed through miniloggers, which recorded air temperature (^{o}C), air relative humidity (%) and black

globe temperature data, which in turn enabled the thermal characterization through black globe temperature and humidity and specific enthalpy (kJ kg^{-1} of dry air) indeces. The effect of the raising environment on physiological responses of broilers was determined by the record of rectal temperature (^{o}C), respiratory frequency (mov. min^{-1}) and body surface temperature (^{o}C), using thermal images. It was adopted a completely randomized experimental design under 4x2 factorial scheme and the results compared by Tukey's test ($P<0.05$). Behavioral analysis was performed based on food intake and position behavior, in order to determine observation frequency of each behavior under their respective settings of light source and lighting program. Behavioral events frequency and their occurrence probability were analyzed by Chi-squared test (χ^2). Light sources did not influence physiological variables and chicken performance, which reinforces the use of light-emitting diode due to its renowned lighting efficiency. Lighting programs which provided 18L:6D (continuous) and 16L:2D:1L:2D:1L:2D (intermittent) showed the best broilers production responses. Broilers exposed to light-emitting diode under the lighting programs 18L:6D (continuous) and 16L:2D:1L:2D:1L:2D (intermittent) behaved more calmly and showed higher frequency when in sitting position. The different light sources and lighting programs influenced chickens' behavior. However, they did not affect physiological indices of distress and animal husbandry performance.

Key-words: environment, poultry industry, animal welfare, light-emitting diode, artificial lighting.

1. INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira tem apresentado grande evolução no emprego de novas tecnologias e modernização das estruturas, para obter níveis de produtividade com custos competitivos na produção de frango de corte. De acordo com Mendes (2014), a estrutura da avicultura no Brasil faz com que ela seja responsável por 1,5% do PIB, gerando cinco milhões de empregos diretos e indiretos e contribui de forma significativa à balança comercial, o que rende ao Brasil 8,5 bilhões de dólares/ano em exportações.

O empreendimento agrícola se tornou um verdadeiro complexo econômico a partir da melhoria nos parâmetros produtivos, como no melhoramento genético, manejo nutricional e sanitário, ambiência, bem-estar animal e iluminação artificial (TINÔCO, 2001). A iluminação artificial tem sido utilizada para o aperfeiçoamento de manejos e na melhoria do desempenho produtivo das aves (MORRIL et al., 2014). O fotoperíodo, a intensidade da iluminação e o comprimento de onda de luz são uns dos principais componentes que influenciam o crescimento e o bem-estar de frangos de corte (OLANREWAJU et al., 2006; DEEP et al., 2010).

A finalidade da iluminação artificial em frangos de corte é permitir maior ingestão de ração e água, rápido crescimento e adaptação no decorrer do ciclo de produção (MENDES et al., 2010). À baixa eficiência da maioria das lâmpadas e o gasto com energia elétrica, estimularam o desenvolvimento de novos sistemas de iluminação à base de diodo emissor de luz (LED). Os LEDs possibilitam oferecer as aves comprimento de ondas específicas de acordo com o manejo de produção adotado (MORRIL et al., 2014).

O uso de LED na produção de frangos de corte tem demonstrado alta eficiência luminosa, menor consumo de energia e maior vida útil das lâmpadas, quando comparado com as lâmpadas incandescentes e fluorescentes (CAO et al., 2012).

O programa de luz tem como finalidade regular o consumo de alimento pelas aves, diante disso o programa deve ser bem elaborado, para não comprometer o resultado final da produção (HEINZEN, 2006).

Um programa de luz pode ser elaborado de acordo com as alterações que ocorrem no metabolismo das aves em diferentes idades e variam conforme a meta de peso final exigido pelo mercado (ARAÚJO et al., 2013). O programa de luz ideal é aquele que maximiza a produção, melhora a conversão alimentar e reduz o consumo de energia elétrica (FREITAS et al., 2005).

O uso de LED no sistema de iluminação artificial na avicultura e seus efeitos fisiológicos e produtivos apresentam resultados controversos, que são descritos na

literatura atual (MORRIL et al., 2014; MENDES et al., 2013; ZHANG et al., 2012; KE et al., 2011; XIE et al., 2009).

Diante do exposto, objetivou-se analisar os efeitos de programas de iluminação por meio de diodo emissor de luz (LED) (azul/verde) e fluorescente compacta (branco), nas respostas fisiológicas, no desempenho e no comportamento de frangos de corte, durante o ciclo de produção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância da avicultura no Brasil

Na América do Sul a cadeia produtiva de frango de corte foi instalada a partir dos anos 50, onde as criações deixaram de ser de forma artesanal e aderiram a um modelo industrial, que pode ser dividido em três fases. A primeira fase teve início quando as atividades passaram a ser exploradas comercialmente, e criação frangos se desenvolveu com a introdução de novas linhagens das raças Leghorn e New Hampshire nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, com intuito de substituir as raças rústicas que eram comercializadas em feiras livres (CANEVER et al., 1997; FRANÇA, 2000; VIEIRA & DIAS, 2005; ALBINO & TAVERNARI, 2008;ESPINDOLA, 2012).

Entre os anos de 1970 e 1990 teve início a segunda fase, com a implantação de novas tecnologias e a centralização do capital para novos investimentos. Onde se instalaram diversos abatedouros na Região Sul e Sudeste do país, esses investimentos contemplaram o emprego de pacotes tecnológicos tais como, novas linhagens de matrizes e modernos equipamentos nos setores de produção (ESPINDOLAS, 2012). A terceira fase ocorreu pós 1990, marcada pela abertura da economia latino americana, que proporcionou um favorecimento ao setor agroindustrial, tornando-o competitivo internacionalmente e forçando a reestruturação e reorganização da base agroindustrial da cadeia produtiva do frango (RODRIGUES et al., 2014). A intensa modernização tecnológica e sanitária nos processos produtivos estão entre os principais fatores que impulsionaram o aumento do consumo da carne em diversos países (CALDARELLI & CAMARA, 2013).

A incorporação de novas tecnologias associadas às atualizações no manejo nutricional e sanitário está intimamente relacionada ao aumento da produção de carne de frango, em resposta a demanda do mercado global. No Brasil esse consumo foi de 41,80 kg hab^{-1} ano^{-1} (UBABEF, 2014).

O desempenho da avicultura brasileira está ligado a diversos fatores, alguns deles são; queda nos preços dos insumos, ganhos internos de eficiência na cadeia produtiva e excelentes resultados obtidos na conversão alimentar (PEREIRA et al., 2007).

Em 2013, a produção de frangos no Brasil chegou a 12,30 milhões de toneladas, mesmo com uma diminuição quando comparado a 2011 que foi de 13,05 milhões de toneladas. O país continua como 3º maior produtor, atrás da China (13,50 milhões de toneladas) e Estudos Unidos (16,958 milhões de toneladas). Da produção total no Brasil, 68,4% abastecem o mercado interno e 31,6% é destinada a exportação, o que posiciona o país como o maior exportador de carne de aves do mundo (UBABEF,

2014). Os principais estados produtores são o Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e a região nordeste do Brasil, mesmo tendo enorme potencial produtivo não está entre os maiores produtores de carne de aves do país e tem como principal estado produtor Pernambuco (NEAMBE, 2012), ocupando o 14º lugar no cenário nacional com 0,39% da produção (UBABEF, 2014).

2.2. Novas tecnologias na avicultura de corte

2.2.1. Novas instalações

O sucesso da atividade avícola está ligado a vários fatores, entre eles à estrutura e ao ambiente interno em que as aves serão submetidas, com ênfase no desafio imposto pelo clima da região.

Grande parte do investimento empregado na criação de frangos de corte está ligada as instalações e com isso, os projetos arquitetônicos para a avicultura devem considerar, além de parâmetros funcionais, estruturais, econômicos e estéticos, o conforto térmico a seus ocupantes a maior parte do tempo, bem como a garantia da eficiência térmica nos processos de aquecimento e resfriamento das instalações (PAULA et al., 2012).

A ocorrência de qualquer problema no alojamento das aves nas instalações, e que venha proporcionar situações inadequadas de renovação de ar, acúmulo de gases e/ou carga térmica excedente pode ser considerada fator de risco. O ambiente de produção exerce papel fundamental na avicultura, que busca alcançar alta produtividade, em espaço físico e tempo relativamente reduzido. Dentre outros fatores do ambiente, os térmicos, representados pela temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do ar e radiação solar são os que mais afetam os animais, pois comprometem a homeotermia das aves (AMARAL et al., 2011).

2.2.2. Ventilação tipo túnel (pressão negativa e positiva)

São diversas as formas de se atingir os índices de conforto adequados dentro de um aviário e umas delas é a climatização. Com o eficiente controle de entrada de ar e saída de calor produzido no interior do aviário, a ventilação se torna fator determinante para os requisitos de conforto. Existem diversos sistemas de climatização disponíveis no mercado, sistemas esses que pode proporcionar um ambiente adequado à produção. O sistema de ventilação tipo túnel (pressão positiva) acoplado a resfriadores evaporativos do ar, pode proporcionar a redução da temperatura no interior dos galpões mudando o ponto psicrométrico do ar com o incremento de umidade através dos painéis evaporativos ou sistemas de aspersão (SARTOR et al., 2001). Porém,

alguns requisitos devem ser levados em conta, tais como a vedação do galpão e a taxa adequada de renovação do ar interno, com velocidade aproximada de 2 m s^{-1} (BUCKLIN et al., 2009).

2.2.3. Sistema de resfriamento evaporativo

As trocas de calor entre o animal e o ambiente correspondem à soma das trocas que se processam por radiação, convecção e condução, por vias sensíveis e evaporação e transpiração por via latente. Desta forma, o sistema de resfriamento adiabático evaporativo proporciona a mudança no ponto psicométrico do ar, para ocorrência da maior umidade e menor temperatura, mediante o contato do ar com a superfície umedecida ou líquida, ou com água aspergida ou pulverizada. Como a pressão de vapor do ar insaturado a ser resfriado é menor que a água de contato, ocorre à vaporização da água. O calor sensível presente no ar e na água é quem proporciona esta mudança de estado, reduzindo a temperatura de ambos os componentes e do ambiente (SOUZA, 2005).Estes sistemas são o painel evaporativo e a nebulização a alta pressão.

O painel evaporativo requer ventilação mecânica para forçar o ar a atravessar o painel, e são utilizados em galpões climatizados automatizados, com ventilação negativa em túnel. O painel evaporativo utilizado no processo é geralmente material a base de celulose, mantidos umedecidos durante todo o tempo, no qual o ar passa, sendo resfriado antes de entrar no interior do galpão. Para a manutenção do umedecimento do painel, pode utilizar dois sistemas, o tradicional, por gravidade e por aspersão direta sobre o painel (Tinoco et al., XXXX).

Outra técnica de resfriamento evaporativo é por meio de nebulização, formado por gotículas extremamente pequenas, que aumenta a superfície de uma gota d'agua exposta ao ar e acelera a evaporação. A movimentação do ar, promovida por ventiladores, distribui a névoa e auxilia no processo de evaporação, fazendo com que a cama não fique umedecida (SOUZA, 2005).

Os modelos de galpões recentemente utilizados para criação de frango de corte no Brasil, tais como Dark House, Blue House, Green House e Brown House oferecem aos animais um ambiente que permite as aves exteriorizar melhor desempenho produtivo, oportunizado pela ampla capacidade desses modelos de galpões no controle das variáveis ambientais.

O modelo Dark House, está orientado sobre quatro aspectos básicos, que são: correto escurecimento do galpão (barreiras luminosas e vedação), ventilação adequada, sistemas de manejos de luminosidade e sistemas de proteção. Este tipo de galpão é todo automatizado e permite a otimização de custos, economia de energia

elétrica, ganhos com o incremento da densidade de criação ($kg.m^{-2}$), maior ganho de peso, melhor conforto térmico nas instalações (NOWICKIET et al., 2011).

Os sistemas Brown House têm forte semelhança aos Dark House, no entanto o tipo Brow House não possui eficiência no controle sobre a luminosidade nas entradas e saídas de ar, com isso a construção de armadilhas de luz é indispensável para o sistema, e podem ser confeccionadas com tijolos, telhas, madeira ou ferro (ABREU & ABREU, 2011).

Nos sistemas Blue House e Green House, se utilizam da cor proporcionando maior produtividade às aves, os sistemas são iguais, porem o que muda são apenas as cores das cortinas e dos forros, sendo elas azuis e verdes de um lado e reflexivas do outro (ABREU & ABREU, 2011).

2.3. Bem-estar animal

As condições em que as aves são criadas se tornam cada vez mais importantes para os produtores e consumidores, uma vez que as mesmas devem se encontrar em condições confortáveis para melhor desempenho produtivo (SANTANA, 2014). Novas leis e regulamentos foram implantados nos Estados Unidos e na Europa para melhorar o bem-estar de aves. Broom (1986) define bem-estar de um indivíduo como seu estado em relação às suas tentativas de adaptar-se ao seu ambiente, ou seja, uma característica de um indivíduo em um dado momento.

As preocupações com o bem-estar animal crescem paralelamente ao desenvolvimento socioeconômico, mudando o perfil dos consumidores. E mostra uma evolução sobre o conhecimento da sistemática produtiva, assim como a percepção da qualidade do produto final, portanto, essa evolução está ligada diretamente a segurança dos alimentos, respeito ao meio ambiente e ao animal (ROCHA et al., 2008).

Na avicultura de corte, os problemas de bem-estar estão relacionados à saúde animal, que é influenciada por vários parâmetros entre eles a densidade de alojamento, ambiência e manejo, que quando não atendidos de forma adequada, podem resultar em baixa taxa de crescimento, depreciação na conversão alimentar, aumento da mortalidade e redução na qualidade da carcaça (ROCHA et al., 2008). Contudo, para assegurar que o animal esteja em condições favoráveis de sobrevivência, deve-se respeitar as seguintes liberdades (FAWC, 1992):

1 - Liberdade de movimento e de expressar comportamento normal, inerente a sua espécie;

2 - Liberdade de não passar fome ou sede ou ser mal nutrido;

3 - Liberdade de não passar estresse térmico ou físico;

4 - Liberdade de não estar exposto a doenças e maus tratos;

5 - Liberdade de não sentir medo.

O bem-estar pode ser aplicado não só aos animais cativados em fazendas produtivas, mais também as pessoas, animais silvestres, zoológico, animais de experimentação e animais domésticos. Os efeitos sobre o bem-estar incluem aquelas provenientes de doenças, traumatismos, fome, estimulação benéfica, interações sociais, condições de alojamento, tratamento inadequado, manejo, transporte, procedimentos laboratoriais, mutilações variadas, tratamento veterinário, ou alterações genéticas através de seleção convencional ou por engenharia genética (BROOM & MOLENTO, 2004).

O bem-estar deve estar ligado a outros conceitos, tais como: necessidades, liberdades, felicidade, adaptação, controle, capacidade de previsão, sentimentos, sofrimento, dor, ansiedade, medo, tédio, estresse e saúde (BROOM & MOLENTO, 2004).

Broom & Molento (2004), descrevem os principais parâmetros para avaliação dos indicadores de bem-estar:

1. Demonstração de uma variedade de comportamentos normais;
2. Grau em que comportamentos fortemente preferidos podem ser apresentados;
3. Indicadores fisiológicos de prazer;
4. Indicadores comportamentais de prazer;
5. Expectativa de vida reduzida;
6. Crescimento ou reprodução reduzidos;
7. Danos corporais;
8. Doença;
9. Imunossupressão;
10. Tentativas fisiológicas de adaptação;
11. Tentativas comportamentais de adaptação;
12. Doenças comportamentais;
13. Auto-narcotização;
14. Grau de aversão comportamental;
15. Grau de supressão de comportamento normal;
16. Grau de prevenção de processos fisiológicos normais e de desenvolvimento anatômico.

A limitação de espaço por ave prejudica o desempenho e o bem-estar animal (JONES et al., 2005). Ferreira, (2005) relata que a presença constante de alimento contribui para o bem-estar das aves. O ambiente ocupado pelos animais tem se

tornado cada vez mais importante e fatores como ventilação e umidade interferem na qualidade do ar e da cama e, devem ser monitorados desde o primeiro dia de vida até o abate dos animais (ESTEVEZ, 2007).

A caracterização das melhores condições de conforto e desconforto pode ser feita através do estudo do comportamento animal, conforme pesquisa desenvolvida por Cordeiro (2007). A análise conjunta de informações relativas ao ambiente térmico de produção, respostas produtivas e comportamentais das aves propicia a análise mais detalhada dos processos envolvidos, permitindo a busca de soluções para amenizar ou eliminar o problema (SCHIASSI, 2013).

As reações apresentadas pelas aves como o medo podem ser problemas de bem-estar, que em alguns casos, se não resolvido a tempo, podem causa maior índice de mortalidade, baixa qualidade de carcaça e consequentemente menor ganho econômico (COSTA, 2003).

Ambiente é o espaço constituído por um meio físico e, ao mesmo tempo, por um meio psicológico preparado para o exercício das atividades dos animais que nele vivem (PARANHOS DA COSTA, 2000). O ambiente externo do animal compreende todos os fatores físicos, químicos, biológicos, sociais e climáticos que interagem com o animal, produzem reações no seu comportamento e definem, assim, o tipo de relação animal ambiente (CURTIS, 1983).

O ambiente externo é o fator principal para a troca de energia no sistema ave-galpão (RODRIGUES et al., 2011). As condições micrometeorológicas das instalações são utilizadas como indicadores decisivos para a instalação de sistemas de climatização (RODRIGUES et al., 2010). Para Esmay (1982) e Teeter (1990) uma análise conjunta da temperatura de bulbo seco e umidade relativa do ar nos ambientes zootécnicos são importantes para verificar a situação de conforto e estresse a que os animais estão submetidos.

As comparações de desempenho entre diferentes modelos de instalações, em razão do grande número de variáveis envolvidas, são facilitadas pelos índices de conforto térmico (LIMA et al., 2009). Oliveira et al. (2006), relataram que os valores de Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) confortáveis para aves de corte são de 81,3±0,31 (primeira semana de vida), 77 (segunda semana de vida) e 74,9±1,65 (terceira semana de vida).

Dentre todos os índices estudados, a entalpia vem sendo utilizado como índice de avaliação do ambiente interno para galpões de frangos de corte, por depender diretamente das variáveis de temperatura e umidade relativa do ar. A entalpia expressa à quantidade de energia presente no ambiente e a facilidade de aquisição

das variáveis necessárias para seu cálculo facilita o seu uso por parte dos produtores (QUEIROZ et al., 2012).

2.3.1. Manejo alimentar, qualidade e temperatura da água de bebida

A ração corresponde aproximadamente 70% dos custos de produção da avicultura, portanto, é de extrema importância se atentar para a qualidade da dieta oferecida as aves. A exigência nutricional das aves é influenciada por diversos fatores, com isso cuidados na formulação e na escolha dos ingredientes na ração deve ser reforçados (SIQUEIRA, 2011).

Em regiões tropicais o desafio é fornecer uma alimentação de qualidade para os animais no momento de produção devido suas características (FERNANDES et al., 2014). A temperatura ambiente pode ser considerada o fator físico de maior efeito no desempenho de frangos de corte, já que exerce grande influência no consumo de ração e, com isso, afeta diretamente o ganho de peso e a conversão alimentar (TEETER et al. 1985).

As exigências nutricionais e energéticas das aves são alteradas em função das condições térmicas do ambiente. O suprimento energético deve ser o primeiro a ser corrigido, porém as exigências de proteínas e aminoácidos, vitaminas (C, A, E e D3), exigências de minerais, sugerem ser corrigidos principalmente se as aves estiverem submetidas a altas temperaturas (FERNADES et al., 2014).

As práticas nutricionais utilizadas para amenizar o efeito do calor são; aumento da dieta com do nível de energia e inclusão óleos e gorduras nas rações, diminuição do nível de proteína na ração, formulação com aminoácidos digestíveis, formulação com balanço eletrolítico adequado, uso de cloreto de potássio e/ou bicarbonato de sódio nas rações, utilização e incremento nos níveis de vitamina C nas rações (FERNANDES et al., 2014).

Outro elemento de grande importância é a qualidade e temperatura da água ingerida pelas aves. A água é o elemento essencial para a manutenção da temperatura corporal e garantia da homeotermia.

Para os lotes de frangos de corte se desenvolverem de forma adequada, eles precisam de livre acesso à água fresca, limpa e de qualidade. Desta forma, a água deve estar sempre em quantidade suficiente para suprir a necessidade dos animais. Em caso de estresse térmico por calor, deve-se utilizar maior quantidade de bebedouros (SOUZA, 2005).

Normalmente, a água consumida pelo animal está com temperatura igual a do ambiente, o que pode ser motivo de preocupação, pois em regiões de clima quente a

água pode chegar a ficar inadequada para consumo devido ao aquecimento, reduzindo o consumo de água pelas aves (VIOLA et al., 2012). Com a elevação da temperatura do ar nas diferentes épocas do ano, a ingestão de água pelas aves aumenta significativamente. Sob condições de temperatura em torno dos 21ºC, a relação de ingestão de água pela relação de ingestão de alimentos é em torno de 2:1. Com o aumento da temperatura (38ºC) essa taxa aumenta para 8:1. Com isso, o resfriamento da água de bebida através de uma maior taxa de renovação da água dos bebedouros tem demonstrado resultados favoráveis na diminuição dos efeitos negativos de estresse térmico (SOUZA, 2005).

2.3.2. Manejo sanitário e captura das aves

Para todo o tipo de empreendimento agropecuário, o manejo sanitário e a higiene dentro e fora do galpão se tornam peças de grande importância, independente do seu tamanho, pois, pode evitar diversos problemas sanitários na criação. Na avicultura as principais recomendações são: manter os galpões sempre limpos e desinfetados após cada ciclo de produção; fazer o vazio sanitário de pelo menos 21 dias após a desinfecção do galpão; aplicar corretamente as vacinas e medicamentos necessários, evitar o trânsito de pessoas e animais ao redor do galpão; ter pedilúvios e rodolúvios em todas as saídas das instalações; recolher todas as aves mortas diariamente, obedecendo, uma distância mínima de 150 m do galpão; fazer o controle de insetos e roedores principalmente entre os lotes (EMBRAPA, 2003).

A identificação das perdas ocorridas durante as operações pré-abate torna-se um ponto crucial na otimização dos processos de produção (RUI et al., 2011). A captura de frangos de corte é uma etapa que acontece anteriormente ao transporte, período em que os frangos, quando atingem o peso de abate, são capturados por funcionários, colocados em gaiolas e conduzidos até o abatedouro (RIBEIRO, 2008). Entre todas as operações pré-abate, a captura é a que mais gera estresse e injúrias físicas às aves, acarretando maior perda (CASTILLO & RUIZ, 2010).

Para garantir o bem-estar das aves na hora da captura, deve-se optar pela apanha em períodos noturnos, devido a temperaturas mais amenas e menor capacidade de visão, o que gera menor agitação das aves com a presença do apanhador (RUI et al., 2011). Além disso, comedouros e bebedouros devem ser retirados ou erguidos para que não ocorra acidente com a equipe de apanha (RIBEIRO, 2008).

Recomenda se que aves com qualquer problema sanitário, fraturas e lesões que comprometam seu bem-estar, não devem ser transportadas, sendo necessário o sacrifício por deslocamento cervical no próprio aviário (UBA, 2008). Carvalho (2001)

comparou os métodos de apanha pelos pés e pelo dorso, obtendo maiores porcentagens de lesão em coxa, peito, asa e também maior mortalidade para a apanha pelos pés, relatando que para a captura pelo dorso, ocorre o aumento em torno de 30% de funcionários, custando em torno de 12% a mais quando comparada a captura pelos pés.

Em outro experimento, ocorreu à avaliação de dois métodos de captura, “pescoço e dorso”, foram capturadas 376 mil ave, realizada por uma equipe de 15 homens, verifica-se que aves capturadas pelo dorso tiveram significativamente menos condenação por lesão e fratura no abatedouro, quando comparado a aves submetidas à captura pelo pescoço (LEANDRO et al., 2001).

2.4. Iluminação artificial e programas de luz

A iluminação artificial é utilizada para aumentar o período diário de luz e dessa forma induzir a ingestão de alimentos para maior ganho de peso das aves, podendo-se utilizar diversos tipos de luz, tais como as incandescentes, fluorescentes e recentemente os diodos emissores de luz (LED), sendo o número de lumes por metro quadrado diferenciado entre cada tipo (EMBRAPA, 2007).

A importância da luz nos aviários não está restrita apenas à duração da iluminação, mas também a iluminância, a fonte de luz, a sua frequência, o comprimento de onda do pico de radiação, o comprimento de onda espectral, a composição espectral e a distribuição espacial das lâmpadas no galpão. O manejo e a adequação das fontes de luz afetam o desempenho das aves, tanto nos aspectos quantitativos quanto qualitativos da produção (BUYSE & SIMONS, 1996; LEWIS & MORRIS, 2006).

A manipulação da quantidade de horas de iluminação, assim como sua intensidade é uma ferramenta de gestão utilizada na indústria avícola, aplicada durante as duas fases de crescimento e reprodução, com resultados significativos nos índices de produção (peso corporal, consumo de ração e conversão alimentar) e saúde (BLATCHFORD et al., 2009).

Os programas de luz para frangos de corte podem sofrer modificações e já utiliza-se programas de luz com fotoperíodo de 23 a 24 horas de luz diária, com o objetivo de maximizar o consumo de ração e ganho de peso dos frangos de corte. Com a evolução da avicultura, o melhoramento genético proporcionou ao mercado uma ave diferente, necessitando-se ampliar os conhecimentos relacionando os efeitos do período diário de luz com os problemas de pernas, mortalidade e bem-estar das aves (GORDON, 1994).

Com o avanço nos estudos sobre programas de luz, observou-se que o melhor desempenho e bem-estar das aves poderiam ser alcançados com período diário de luz moderados, que possibilitariam aumento nas horas de sono, menor estresse fisiológico, melhora na resposta imunológica e, possivelmente, melhora no metabolismo ósseo e na condição das pernas (RUTZ & BERMUDEZ, 2004).

Os programas de luz são classificados em três tipos: programa de luz constante, programas intermitentes e crescentes. Programa de luz constante: utilizam um período diário de luz de mesmo comprimento durante toda a vida do frango. Programa de luz intermitente: caracteriza-se por apresentar ciclos repetidos de luz e escuro dentro de um período de 24 horas. Programas de luz com período diário de luz crescente: Fornecem uma série de foto esquemas nos quais o período diário de luz é aumentado de acordo com a idade das aves.

Os estudos sobre a influência de diferentes programas de luz vêm sendo estudado há muito tempo. Classen e Riddell (1989) trabalharam com três programas de luz, constante 23L:1E, crescente sendo 6L:18E de zero a sete dias, 10L:14E de oito a 14 dias, 14L:10E de 15 a 21 dias, 18L:6E de 22 a 28 dias e 23L:1E de 29 a 42 dias; e seis horas de luz (6L) até os 21 dias e 23 horas de luz dos 21 aos 42 dias de idade). Os autores verificaram que não ocorreu diferença significativa no ganho de peso, porém, as aves submetidas ao programa de luz constate (23L:1E) tiveram maior consumo de ração.

Em experimento comparando programas de luz constante 1 (23L:1E) e constante 2 (16L:8E), intermitente 1 (16L:3E:1L:4E) e intermitente 2 (16L:2E:1L:2E:1L:2E), não observaram diferença significativa entre o peso de carcaça e rendimentos de asas, sobre coxas e peito entre os tratamentos. O rendimento de coxa das aves submetidas ao tratamento 16L:8E foi maior que o das aves do tratamento 23L:1E (RENDEN et al.,1996).

Avaliando o efeito do programa de luz intermitente quando comparado com o programa de luz contínua sobre o peso vivo e ganho de peso corporal, acúmulo de gordura abdominal e consumo de ração, Ohtani & Leeson, (2000), verificaram que o peso corporal das aves submetidas ao programa de luz intermitente foi superior ao peso corporal das aves submetidas ao programa de luz contínua aos 42 e 56 dias de idade das aves. O consumo de ração e a conversão alimentar não apresentaram diferenças ao final do experimento.

2.4.1. Utilização de diodo emissor de luz na avicultura

O diodo emissor de luz (LEDs) são diodos semicondutores que quando submetidos a uma corrente elétrica, emitem luz e podem ser utilizados para fototerapia

com comprimentos de onda que variam de 405nm (azul) a 940nm (infravermelho) (MOREIRA, 2009).

Diferentemente das lâmpadas incandescentes, os LEDs produzem luz em diferentes faixas do espectro, intensidade e distribuição, atendendo a várias necessidades de mercado. Além da sua versatilidade, o consumo de energia elétrico é 50% menor que às fontes tradicionais. Atualmente, os LEDs podem ser encontrados em vários modelos, que emitem comprimentos de onda na faixa do azul, verde, vermelho, laranja, amarela, entre outras (NUNES et al., 2013).

O emprego dos LEDs permite a combinação de faixas do espectro de no mínimo três cores primárias, sendo possível cobrir toda a gama de cinco cores do espectro visível, inclusive a luz branca, proporcionando soluções para o atendimento de qualquer necessidade de iluminação ambiental e de segurança (MOREIRA, 2009).

A tecnologia para a iluminação de ambientes tem apresentado grandes avanços nos últimos anos. Aos poucos, as tradicionais lâmpadas têm dado lugar aos modernos, econômicos e eficientes, como as LEDs. Diante da constante busca por sistemas que apresentem baixo consumo de energia, pode-se afirmar com segurança que produtos com baixa eficiência energética estão com os dias contados (NUNES et al., 2013).

As lâmpadas utilizadas inicialmente (incandescente) para a iluminação de galpões de poedeiras e frangos de corte apresentam elevado consumo de energia, baixa durabilidade, necessidade de limpeza constante e dificuldades para o correto descarte. Com o passar dos anos as lâmpadas incandescentes foram sendo substituídas pelas lâmpadas fluorescentes devido às vantagens encontradas quando comparadas. Pois a fluorescente tem maior durabilidade e maior eficiência luminosa (80 lm W^{-1}) (JÁCOME, 2009). Mesmo com as vantagens apresentadas pelas lâmpadas fluorescentes, as lâmpadas de LED têm despertado grande interesse, pois, além de ser extremamente econômico, apresenta vida útil longa. No entanto, os efeitos dos espectros luminosos emitidos por esse tipo de lâmpada sobre as aves, precisam ser ampliados (RIERSON, 2011).

Ao utilizar três cores de LED comparadas com lâmpadas incandescentes, Er et al. (2007) observaram que a cor verde apresentou melhoria na qualidade da casca de ovos de galinhas poedeiras comerciais da linhagem HyLine Brown. Já, Borille et al. (2013) não encontraram diferença significativa para a qualidade interna dos ovos com as diferentes fontes de iluminação testada, sendo assim, por questões viáveis e sustentáveis, o LED proporciona um menor custo de energia, com o mesmo retorno de produção.

Ao testar cores de LED para frangos de corte, Cao et al. (2008) observaram que as aves submetidas à luz verde na fase inicial apresentaram melhor desempenho. Na fase final de criação, as aves mantidas em luz azul, tiveram melhor desempenho, e comprovou que a cor azul e verde, promoveu melhor crescimento e desenvolvimento de fibras musculares.

Visando um mercado cada vez mais exigente e competitivo, recentemente inserido em uma consciência sustentável, justifica-se o emprego de novas tecnologias, que inserem em seus produtos um menor custo de produção. Considerando, que os gastos e desperdícios totais de energia elétrica na produção de aves são altos e que existem disponíveis no mercado tecnologias que possuem boa eficiência energética, como é o caso dos LEDs. Esse sistema de iluminação possui eficácia estimada em 100 lm/W, sendo superior às lâmpadas incandescentes (15 lm/W) e fluorescentes (80 lm/W), o que ressalta a necessidade de estudos que modifiquem e atualizem os setores avícolas, viabilizando sua competitividade no mercado (CAO et al., 2012).

2.5. Efeitos da iluminação monocromática nas aves

A maximização no consumo de ração, ganho de peso e eficiência alimentar nas aves domésticas, está relacionada diretamente com a eficiência do sistema de iluminação artificial que será utilizado (MENDES et al., 2004).

O ambiente visual tem diversas prioridades, sendo a iluminância e sua variação espacial, a temperatura das cores e as oscilações das lâmpadas dependem diretamente da sensibilidade espectral das aves (ARAÚJO et al., 2013). Após um maior entendimento sobre a relação entre as aves e luz ambiente, será possível uma melhor exploração nesse quesito, podendo assim influenciar positivamente no desempenho e bem-estar dos animais.

A luz é uma modalidade da energia radiante que um observador pode verificar pela sensação visual de claridade determinada no estímulo da retina, sob a ação da radiação, no processo de percepção sensorial visual (ARAÚJO et al., 2013). Nas aves a luz é percebida por fotorreceptores que transformam a energia contida nos fótons em sinais biológicos. A energia dos fótons, no globo ocular, é transformada pelos pigmentos fotossensíveis contidos nos cones e bastonetes e transmitida pelos neurônios até o cérebro, onde o sinal é integrado a uma imagem (JÁCOME, 2009).

Segundo Olanrewaju et al. (2006) a luz permite as aves estabelecer ritmicidade e sincronizar muitas funções essenciais, incluindo a temperatura do corpo e várias etapas metabólicas que facilitam a alimentação e digestão. De igual importância, a luz estimula padrões de secreção de vários hormônios que controlam, em grande parte, o

crescimento, maturação e reprodução. Segundo Moraes et al.(2008) estudos vêm mostrando que os programas de luz podem influenciar no desempenho de frangos de corte, bem como trazer ganhos em termos de economia elétrica (MENDES et al., 2010; LIBONI et al., 2013).

A luz ambiente, especialmente a iluminância e o fotoperíodo, tem grande participação sobre o desenvolvimento do olho e, consequentemente da visão (ARAÚJO, 2013). Para as aves, pode-se determinar a percepção dos níveis de iluminação para as diferentes fontes de luz na unidade "clux", unidade oposta ao lux (uma unidade fotométrica calculada pelo espectro de uma fonte de luz e pela sensibilidade do olho humano). Pode-se relacionar também uma gama de comprimentos de onda sensíveis as aves, incluindo os raios ultravioletas (UVA) (MENDES et al., 2010).

Os fotorreceptores estão localizados em três regiões: nos olhos (retina), na glândula pineal e nos tecidos cerebrais da parte posterior do hipotálamo (MOBARKEY et al., 2010). A glândula pineal está particularmente envolvida no controle dos ritmos circadianos e da atividade sexual (CANEPPELE et al., 2013). Esse ritmo coordena uma programação temporal de eventos bioquímicos, fisiológicos, imunológicos e comportamentais que irão determinar o desempenho produtivo (consumo de ração, atividade motora, temperatura corporal, entre outros) e sanitário do lote (ABREU & ABREU, 2011).

O bem-estar e a produtividade de frangos de corte podem ser afetados com a escassez ou excesso de luz, por apresentar desvio em seu comportamento (CANEPPELE et al., 2013). As implicações da sensibilidade espectral das aves se encontram em três estágios.

Em primeiro estagio, tradicionalmente ocorre a mensuração da iluminância em aviários por meio de equipamentos que medem a quantidade de lux, pois Prescott & Wathes, (2001) relatam que esta prática está incorreta, o fluxo luminoso percebido pelos animais é a soma das respostas das células cone. Em segundo lugar, a gama disponível de comprimentos de onda emitidas a partir das lâmpadas talvez tenha restringido o fluxo de cores como informações. E, em terceiro lugar, lâmpadas produzem pouca, ou nenhuma, radiação UVA, que é biologicamente relevante para as aves, através do qual inseridas na iluminação artificial, as aves podem expressar seus comportamentos naturais (CANEPPELE et al., 2013).

2.5.1. Influência da iluminação no comportamento das aves

O ambiente de produção tem influência direta no resultado final de um empreendimento avícola. Se submetidas a condições adversas, as aves apresentam

comportamento alimentar e físico especifico (AMARAL et al., 2011). Nos dias atuais, tem se analisado o comportamento das aves, para um melhor entendimento se a mesma se encontra em um ambiente favorável ao seu desenvolvimento. Duncan & Mench, (1993) propuseram que o comportamento possa ser utilizado para identificar estados de sofrimento do animal e, em particular, os estados de febre, frustração e dor em vários sistemas de produção animal.

Os programas de luz têm influência direta no bem-estar das aves, se elaborado adequadamente, permitem um ritmo circadiano normal. Também permitem as aves terem um descanso similar à ambientes naturais (RIERSON, 2008).

A manifestação de determinados comportamentos pelas aves, podem ser influenciadas pelas condições de alojamento, dentre esses estímulos luminosos, tais como, intensidade luminosa, cor e programa de luz (CORR et al., 2003, LEWIS et al., 2010). Estudos como os de Alvino et al. (2009) e Deep et al.(2012) relatam uma redução no comportamento exploratório e de conforto quando os frangos de corte foram expostos a uma baixa intensidade luminosa, 5 e 1 lux, respectivamente. Com baixas intensidades e redução do comprimento de onda, pode-se reduzir o número de casos de canibalismos (OLANREWAJU et al., 2006).

O comportamento é um fenômeno complexo, podendo ocorrer em um grupo de indivíduos como em um indivíduo isolado, controlados através de mecanismos neurobiológicos e hormonais. O comportamento das aves pode ser alterado de acordo com o sistema de criação (MENCH, 1992). Os comportamentos de limpar penas, espojamento, deitar, arrepiar penas, abrir asas, prostar, correr e espreguiçar, são reflexos diretos do ambiente sobre a ave, de modo que, conhecendo melhor como esses comportamentos são afetados por esses fatores isoladamente, é possível que se obtenham níveis de bem-estar relacionados a esses fatores (PEREIRA et al, 2005).

O aumento de reação de pânico e a diminuição exagerada da locomoção, podem ser resultantes do sistema de criação, mostrando um ambiente inadequado, podendo ocasionar efeitos negativos na formação de músculos, ossos e articulações de pernas e pés (COSTA, 2003).

As técnicas de observações comportamentais normalmente utilizadas englobam observação de todas as ocorrências induzidas ou *ad libitum* (todos os comportamentos), sequências (atividades contínuas), instantânea (imagem) e animal focal (um indivíduo do grupo em intervalos de tempo) (DEL-CLARO, 2004). Para a quantificação das informações de comportamento, utiliza-se a descrição detalhada das atividades realizadas pelas aves em fichas etográficas, por meio de observação direta (com ou sem auxílio de instrumentos) e indireta (imagens de vídeo) (SOUTO, 2003; DEL-CLARO, 2004).

2.5.2. Efeito do comprimento de onda nas aves

A parcela da radiação eletromagnética compreendida entre os comprimentos de onda de 380 a 780 nm é conhecida como luz visível, sendo a faixa do espectro que o olho consegue perceber e, dependendo do comprimento de onda será a cor da luz percebida pelo olho humano (CARVALHO, 2012). Nas diferentes faixas de comprimento de onda, as cores podem ser percebidas. De 380 a 440 nm tem-se a cor violeta, de 440 a 500 nm a cor azul, de 500 a 570 nm a cor verde, de 570 a 590 nm a cor amarela, de 590 a 630 nm a cor laranja e finalmente de 630 a 780 nm a cor vermelha (PEREIRA & SOUZA, 2005).

Existe uma diferença dos olhos das aves para os dos humanos que são o tamanho do olho e as células fotorreceptoras na retina do olho, sendo elas, bastonetes, que são mais numerosas, altamente sensíveis e possibilitam enxergar em ambientes com pouca luz, e cones, que são responsáveis pelas condições de visão normais durante o dia (MENDES et al., 2010).

O desempenho reprodutivo das aves domésticas é dependente do controle da luz adequado, envolvendo tanto a quantidade (duração e intensidade) e cor da luz (ou comprimento de onda), como a frequência espectral (GONGRUTTANANUN & GUNTAPA, 2012). Durante os primeiros dias da criação, a luz de onda curta estimula o crescimento enquanto que a luz de onda longa acelera a maturidade sexual (Mendes et al., 2010).

As cores das luzes têm influencia não só no desenvolvimento mais também no comportamento das aves. Morril et al. (2014) verificaram que aves expostas as luz vermelha, apresentaram movimentos de desconforto e bicagem agressiva além de manterem as aves mais ativas. Resultado semelhante foi encontrado em trabalho publicado por Prayitino et al. (1997).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área experimental

O experimento teve duração de 42 dias, correspondente ao ciclo de produção das aves no período de outubro a dezembro de 2015, no município de Carpina, estado de Pernambuco, na Estação Experimental de Pequenos Animais (EEPAC/UFRPE), latitude de 7,85º S, longitude de 35,24º O e altitude de 180 m. O clima da região é caracterizado como megatérmico (Am), com precipitação de inverno e estação seca do verão até outono, segundo classificação de Alvares et al. (2013).

As aves foram alojadas em um galpão experimental para produção de frangos de corte, com dimensões de 9,35 m de largura por 30,40 m de comprimento, pé-direito de 2,84 m, sem a presença de forro, fechamento lateral em alvenaria, com mureta de 0,25 m e tela de polietileno (20 mm), telhado em duas águas, coberto com telhas de fibrocimento de 4 mm, beiral 1,5 m e orientação leste-oeste (Figura 1).

Figura 1. Vista externa transversal (A) e longitudinal (B) do galpão utilizado para o alojamento das aves.

Para a pesquisa foi adquirido um lote misto com 384 pintos de um dia, linhagem Cobb 500, de incubatório comercial, o galpão experimental foi dividido em 8 boxes de produção, com 2,60 m de largura, 3,35 m de comprimento, divididos por muretas de alvenaria com 0,15 m de altura e tela metálica de 1,16 metros de altura, piso de concreto e cama de maravalha. Cada box de produção foi dividido em três partes utilizando-se tela de polietileno (20 mm), com área de aproximadamente 2,90 m^2, totalizando três repetições (Figura 2). As repetições contaram com 16 aves (5,5 aves m^{-2}) sendo 8 machos e 8 fêmeas.

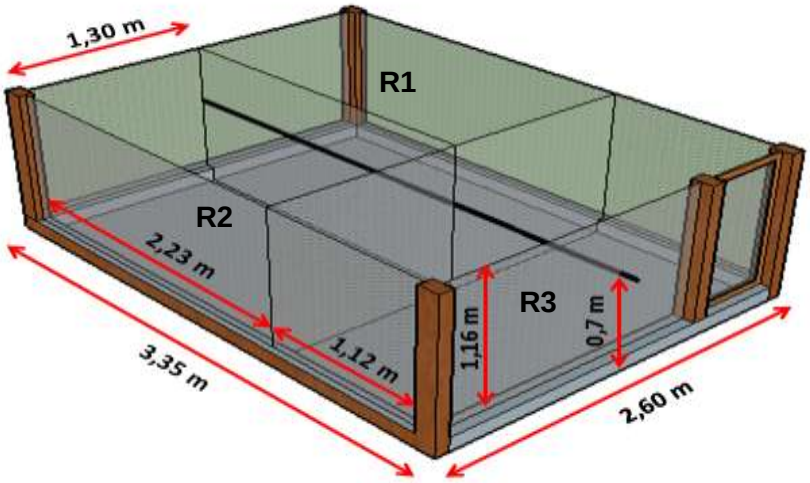


Figura 2. Ilustração do box experimental, com suas repetições.

3.2. Manejo das aves

As aves foram submetidas a todas as recomendações de vacinação na fase inicial (Marek, Gumboro, Newcastle e Bronquite). Nas duas primeiras semanas do ciclo de produção as aves foram expostas a fonte de aquecimento por resistência elétrica de 150 W, instaladas a uma altura de 0,50 m do piso e manejadas de acordo com o perfil de distribuição das aves. As resistências eram acionadas apenas a noite e algumas vezes durante o dia de acordo com as condições meteorológicas do momento, durante o período em que as resistências estavam ligadas as cortinas permaneceram fechadas.

A alimentação e a água foram fornecidas em comedouros e bebedouros próprios para a fase de criação, até os 42 dias, de acordo com o manual da linhagem Coob 500. Na fase de 1 a 7 dias de idade foi fornecida ração comercial pré-inicial, de 8 a 36 dias foi fornecida ração inicial e de 37 a 42 dias ração de acabamento. A composição básica das rações foi farelo de soja, milho moído, sorgo moído, farelo de trigo, farinha de peixe, farinha de ossos, calcário, sal moído, premix vitamínico, premix minerais e aditivos. As composições centesimais das rações (Tabela 1).

Tabela 1. Composição centesimal das rações fornecidas para os frangos de corte, de acordo com a idade.

Componentes (%)	Pré-inicial	Inicial	Acabamento
Proteína Bruta	22,00	15,00	18,50
Extrato Etéreo	3,50	2,5	3,00

Matéria Fibrosa	3,90	9,50	5,00
Matéria Mineral	6,20	8,00	7,00
Cálcio (máx.)	1,00	1,20	1,30
Fósforo (min.)	0,70	0,90	0,45
Umidade (máx.)	13,00	13,00	12,50

3.3. Programas e fontes de iluminação

As aves foram distribuídas nas respectivas divisórias dos boxes de produção conforme o programa e a fonte de iluminação estudada, com três repetições cada. Os programas de iluminação propostos foram constantes e intermitentes, considerando-se duas configurações para cada programa.

Os dois programas de luz constante, disponibilizou 18 horas de luz e 6 horas de escuro (18L: 6E) e 16 horas de luz e 8 de escuro (16L: 8E).

A configuração dos programas de luz intermitente admitiu-se 16 horas de luz, 2 horas de escuro, 1 hora de luz, 2 horas de escuro, 1 hora de luz e 2 horas de escuro (16L: 2E: 1L: 2E: 1L: 2E) e 12 horas de luz, 4 horas de escuro, 4 horas de luz e 4 horas de escuro (12L: 4E: 4L: 4E).

Todos os programas foram identificados como “P” onde, P1 (12L: 4E: 4L: 4E), P2 (16L: 8E), P3 (18L: 6E) e P4 (16L: 2E: 1L: 2E: 1L: 2E). Os quatro programas de iluminação foram aplicados a partir da utilização de temporizadores analógicos, modelo TMAØBC (Extraton indústria eletrônica LTDA), todos os programas de luz foram aplicados à noite como complementação do período de luz natural.

As duas fontes de iluminação artificial utilizadas no experimento foram compostos por lâmpadas fluorescentes compactas, modelo DULUXSTAR® 15W/827, 15 W de potência, tensão 220-240 V e fluxo luminoso 900 lm W^{-1} e, por lâmpadas tipo bastão de diodo emissor de luz (Red, Green, Blue) com acionamento dos LEDs correspondentes a faixa do azul (470 nm) e verde (525 nm).

Dessa forma, as combinações dos fatores de variação programas e fontes de iluminação, totalizaram oito interações, assim caracterizadas como T1, lâmpada fluorescente compacta e programa 12L:4E:4L:4E; T2, lâmpada de diodo emissor de luz (verde/azul) e programa 12L:4E:4L:4E; T3, lâmpada fluorescente compacta e programa 18L:6E; T4, lâmpada de diodo emissor de luz (verde/azul) e programa 18L:6E; T5, lâmpada fluorescente compacta e programa 16L:8E; T6, lâmpada de diodo emissor de luz (verde/azul) e programa 16L:8E; T7, lâmpada fluorescente compacta com o programa 16L: 2E: 1L: 2E: 1L: 2E; T8, lâmpada de diodo emissor de luz (verde/azul) e programa 16L: 2E: 1L: 2E: 1L: 2E.

Sendo as lâmpadas fluorescentes compactas instalado a partir de bocal posicionado no centro do box a 1,10 m de altura e as lâmpadas LED tipo bastão , fixadas em um tubo de PVC a 0,7 m de altura do piso, e dispostas longitudinalmente nas extremidades dos boxes de produção (Figura 3). Cada lâmpada LED apresenta 0,52 m, equipadas com 45 LEDS (RGB), foram acionadas 30 LED (15 azuis e 15 verdes) de acordo com o comprimento de onda pretendido. Utilizou-se um bastão de LEDS em cada repetição para a iluminância pretendida (20 lux).

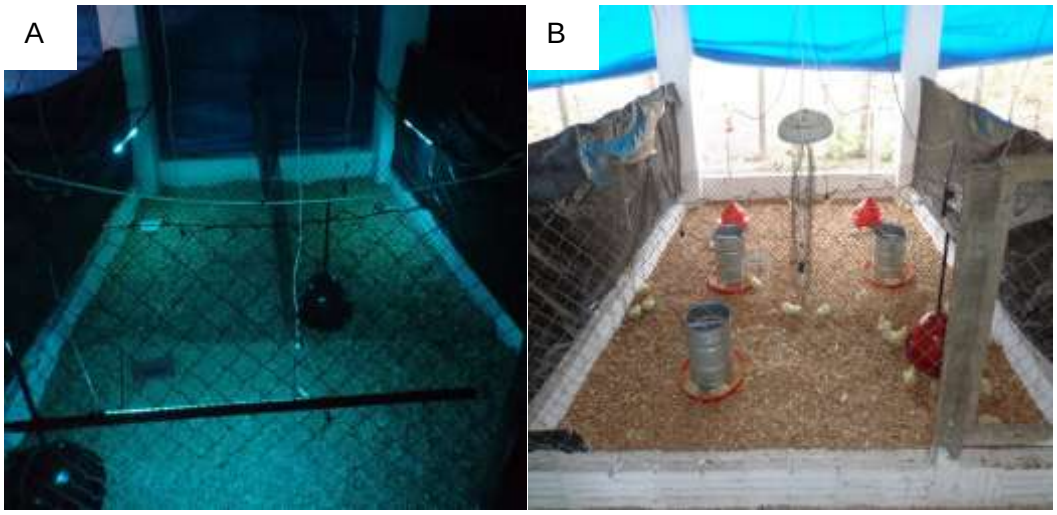


Figura 3. Distribuição das fontes de iluminação nos boxes experimentais, lâmpadas LED tipo bastão (A) e fluorescente compacta (B).

A alimentação das lâmpadas de LED (24 V) foi ajustada por meio da mudança de tensão e corrente por um transformador, conforme metodologia estabelecida por Er et al. (2007). A determinação da iluminância pretendida foi ajustada com auxilio de luxímetro automático para o monitoramento e garantia de iluminação conforme indicação da União Brasileira de Avicultura. Para evitar a influência das interações programa e fontes de iluminação no box adjacente, foram utilizadas lonas plásticas pretas junto à tela de polietileno (Figura 3).

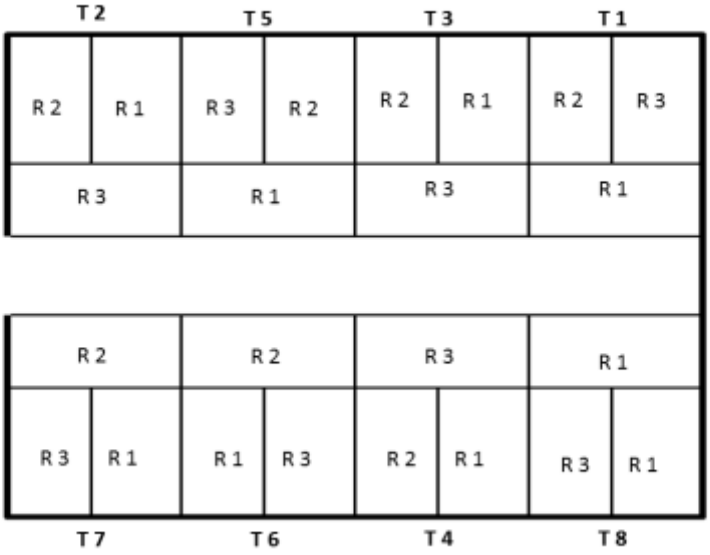


Figura 4. Representação esquemática da distribuição dos boxes de criação e suas respectivas repetições.
T – Tratamento; R- Repetições

3.4. Variáveis meteorológicas

As variáveis meteorológicas foram registradas no centro geométrico do galpão, por meio de dataloggers, modelo HOBO U12-12 (Onset Computer Corporation Bourne, MA, USA) (Figura 5 A) com registros à cada 15 min das seguintes variáveis: iluminância (I, lx), temperatura do ar (Ta, ^{o}C), umidade relativa do ar (UR, %), temperatura de globo negro (Tg, ^{o}C), o que tornou possível a caracterização da eficiência térmica no interior da instalação. Na área externa ao galpão, instalou-se um abrigo meteorológico a 1,5 m de altura da superfície do solo e em seu interior foi colocado um datalogger, para a coleta das mesmas variáveis meteorológicas anteriormente citadas para representação micrometeorológica da instalação (Figura 5 B).

O registro da velocidade instantânea do ar (m s^{-1}) foi realizado no decorrer da pesquisa no interior do galpão experimental e ambiente externo, nos horários coincidentes ao registro das imagens termográficas, por meio de um termo anemômetro, AZ Instrumentos®, modelo 8908 (Figura 5).

Figura 5. Detalhe dos equipamentos utilizados para o registro das variáveis ambientais e obtenção de dados meteorológicos, Hobo e globo negro (A), abrigo meteorológico (B) e termoanemômetro (C).

Para caracterização do conforto térmico das aves foram utilizados os índices de temperatura de globo e umidade (ITGU) proposto por Buffington et al. (1981) (Eq. 1) e a entalpia específica (H; kJ kg ar seco^{-1}) proposta por Rodrigues et al. (2011) (Eq. 2):

$$\mathrm{ITGU} = \mathrm{Tg} + 0{,}36\mathrm{Tpo} - 330{,}08 \qquad (1)$$

em que:

Tg - temperatura de globo negro (K);

Tpo - temperatura de ponto de orvalho (K).

$$\mathrm{H} = 1{,}006 * \mathrm{Tbs} + \frac{\mathrm{UR}}{\mathrm{Patm}} * 10^{\frac{7{,}5*\mathrm{Tbs}}{237{,}3+\mathrm{Tbs}}} * (71{,}28 + 0{,}052 * \mathrm{Tbs}) \qquad (2)$$

em que:

Tbs – temperatura de bulbo seco (ºC);

UR – umidade relativa (%);

Patm – pressão atmosférica local (mmHg).

3.5. Variáveis fisiológicas

Para avaliação das variáveis fisiológicas foram registrados dados de temperatura da superfície do animal, por meio do termovisor (Figura 6A), no momento da análise das imagens térmicas foram medidas as temperaturas de crista, barbela, dorso e pé. Foi utilizada uma câmera termográfica, para microfilmagens das aves em diversos pontos do corpo, nos horários das 5, 9, 12, 17 e 21h00, realizadas uma vez por semana.

Os parâmetros de ajuste prévio da câmera para cada animal em estudo corresponderam à emissividade das superfícies corporal das aves (0,95) NÄÄS et al. (2010); BARACHO et al. (2011); NASCIMENTO et al. (2011), condição termohigrométrica no instante do registro da imagem e a distância entre a câmera termográfica e o objeto alvo (1,5 m). As imagens termográficas foram registradas discretamente para não estressar o animal, dentro do período de análise em diferentes horários. As imagens foram convertidas em matrizes numéricas pelo software FLIR Quick Reporter, sendo possível análise posterior dos dados.

Correções de valores de temperaturas das superfícies, devido aos possíveis problemas gerados por radiações difusas foram realizadas pela técnica citada por Datcu et al. (2005), ou seja, a execução de medidas de energia radiante em espelhos e outros corpos de referência dispostos nas paredes das construções a serem medidas, que elimina o efeito de radiação de reflexão e isotropia. A temperatura corporal superficial das aves foi determinada por meio das equações propostas por Nascimento (2010), de acordo com as diferentes semanas de criação (Tabela 2).

Tabela 2. Modelos de regressão linear múltipla para determinação da temperatura superficial média (Ts) das aves durante o ciclo de produção.

Semana	Modelo
1º	$Ts = 0{,}11 * Tasa + 0{,}10 * Tcabeça + 0{,}15 * Tpé + 0{,}56 * Tdorso + 3{,}45$
2º	$Ts = 0{,}07 * Tasa + 0{,}10 * Tcabeça + 0{,}16Tpé + 0{,}47 * Tdorso + 7{,}5$
3º	$Ts = 0{,}23 * Tasa + 0{,}13 * Tcabeça + 0{,}47 * Tdorso$
4º	$Ts = 0{,}27 * Tasa + 0{,}16 * Tcabeça + 0{,}07Tpé + 0{,}45 * Tdorso$
5º	$Ts = 0{,}46 * Tasa + 0{,}12 * Tcrista + 0{,}07Tpé + 0{,}32 * Tdorso$
6º e 7º	$Ts = 0{,}27 * Tasa + 0{,}10 * Tcabeça + 0{,}05Tpé + 0{,}50 * Tdorso + 0{,}10 * Tcrista$

Após a captura da imagem, registrou-se temperatura cloacal através de um termômetro clínico digital (Figura 6B), escala de 32 a 44 ºC, resolução 0,1 ºC e erro máximo de ± 0,2 ºC e da frequência respiratória, por meio da contagem do número de movimentos abdominais realizados pela ave durante o período de 1 min. As determinações destes parâmetros foram realizadas às 5, 9, 12, 17 e 21 h, totalizando 5 coletas de dados em um dia, realizada uma vez por semana. A ave para coleta de dados foi escolhida de modo aleatório, uma ave por repetição, em todos os tratamentos, totalizando 24 aves. As aves foram identificadas com violeta genciana de modo a garantir que a aferição estava sendo feita na mesma ave durante todo o dia de coleta.

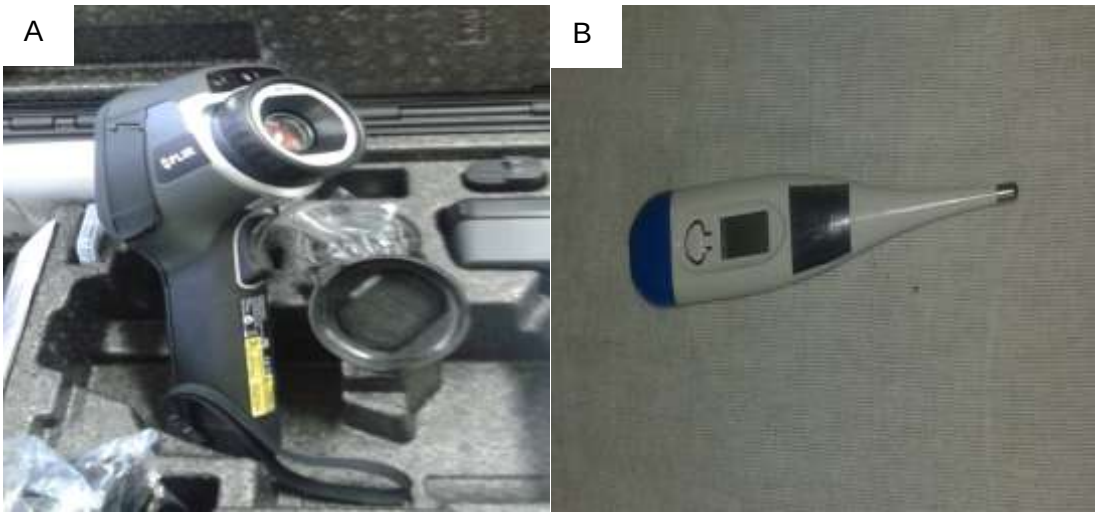


Figura 6. Câmera termográfica utilizada para registro da temperatura superficial (A) e termômetro digital (B), para medir a temperatura cloacal das aves.

3.6. Variáveis comportamentais

Em resposta aos programas e fontes de iluminação, verificou-se as reações comportamentais ingestivas e de postura, com base no etograma descrito em estudos realizados por Nazareno et al. (2009); Mollenhorst et al. (2005) e Alves et al. (2004). As análises comportamentais das aves foram realizadas determinando-se a frequência de observação em cada comportamento listado no etograma (Tabela 3).

Tabela 3. Etograma comportamental para frangos de corte elaborado com base na literatura consultada.

Comportamentos	Descrição
Sentada	Comportamento caracterizado quando o corpo das aves está em contato com o solo, piso ou cama.
Comendo	Consumindo ou bicando alimento do comedouro.
Bebendo	Consumindo água do bebedouro.
Em pé	Comportamento caracterizado quando a ave está em repouso sobre os pés.

Para avaliação do comportamento das aves, utilizou-se de oito microcâmeras coloridas, com lente de 3,6 mm, para registro em tempo real (Figura 7 A). Possibilitando também o acompanhamento noturno por imagens infravermelho. Sendo gerenciadas pelo software Intelbras iSIC 6, que armazenou os vídeos num banco de dados para posterior análise, de acordo com metodologia proposta por Rudkin & Stuart (2003). A distribuição das câmeras no galpão se deu de forma estratégica, o que permitiu o monitoramento das aves em cada interação programa e fonte de iluminação sem nenhuma interferência de algum dos equipamentos instalados no box, na imagem (Figura 7 B).

As aves foram devidamente identificadas com violeta genciana, na cabeça, no dorso e nas asas, para facilitar a visualização do observador (Figura 7 D). Foi avaliada uma ave por tratamento, possibilitando o monitoramento de 5 aves no total (Figura 7 C.) As filmagens foram realizadas 1 vez por semana durante 24 horas, totalizando 5 dias de monitoramento registrado e 120 horas de imagens armazenadas.

Para avaliação do comportamento, a observação de cada frequência foi feita a cada 1 minuto em 5 intervalos durante o dia (04 h :30 min às 05 h:30 min, 08 h :30 min ás 09 h :30 min, 12 h :30 min às 13 h :30 min, 16 h :30 min às 17 h :30 min e 20 h :30 min às 21 h :30 min).

Figura 7. Câmeras utilizadas para registro de microfilmagens (A, B) das aves e visualização dos respectivos comportamentos avaliados (C, D).

3.7. Análise de desempenho

Os indicadores zootécnicos como: ganho de peso (GP) Eq. (3), conversão alimentar (CA) Eq. (4), consumo de ração (CR), peso vivo (PV), foram obtidos a partir da relação entre o consumo de ração e o peso corporal e idade de abate.

$$GPS = \frac{P(\,Lote\ final) - P(\,Lote\ incial)}{Nº\ de\ aves} \quad (3)$$

$$CA = \frac{total\ de\ ração\ consumida\ (kg) pelo\ lote\ no\ periodo\ final}{Peso\ total\ dos\ frangos\ do\ lote\ no\ periodo\ \ final} \quad (4)$$

A determinação de consumo de ração foi feita por diferença entre a quantidade de ração fornecida e a quantidade de sobra no dia seguinte em cada comedouro. Para o cálculo do ganho de peso, todas as aves de cada repetição foram utilizadas balanças para pesagem semanalmente, o que permitiu quantificar o ganho de peso médio semanal durante o período de avaliação.

Durante a primeira e segunda semana utilizou-se uma balança com precisão de 0,005 kg e capacidade máxima de 15 kg. A partir da terceira semana em diante utilizou-se uma balança Industrial Digital de Plataforma Mono célula com precisão de 0,05 kg.

3.8. Análise de dados

Para análise estatística dos dados adotou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2, sendo os fatores de variação representados pelos programas e fontes de iluminação.

Os dados foram analisados por meio do seguinte modelo estatístico (Eq. 1):

$$\hat{Y}ijk = \mu + Ii + Sj + (I \times S)ij + eijk \qquad (1)$$

em que:

Ŷijk é a i-ésima observação de uma das variáveis;

μ: é a média geral;

Ii: é o efeito fixo do programa de iluminação;

Sj: é o efeito fixo da fonte de iluminação;

(A x S)ij: é o efeito da interação entre o programa e a fonte de iluminação;

eijk: é o erro aleatório.

O software utilizado para a análise estatística foi Statistcal Analysis System (SAS, 2002) e as médias obtidas avaliadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

A variação do comportamento das aves em todos os sistemas de iluminação e nos diferentes programas de luz foi determinada pela frequência dos eventos e sua probabilidade de ocorrência pelo teste Qui-quadrado (X^2). Adotou-se como critério o nível 5 % de significância e a utilização de letras para diferenciação entre as comparações pareadas. As comparações se deram da seguinte forma:

1- Compararam-se os diferentes comportamentos das aves entre os programas de iluminação com o mesmo sistema de iluminação;

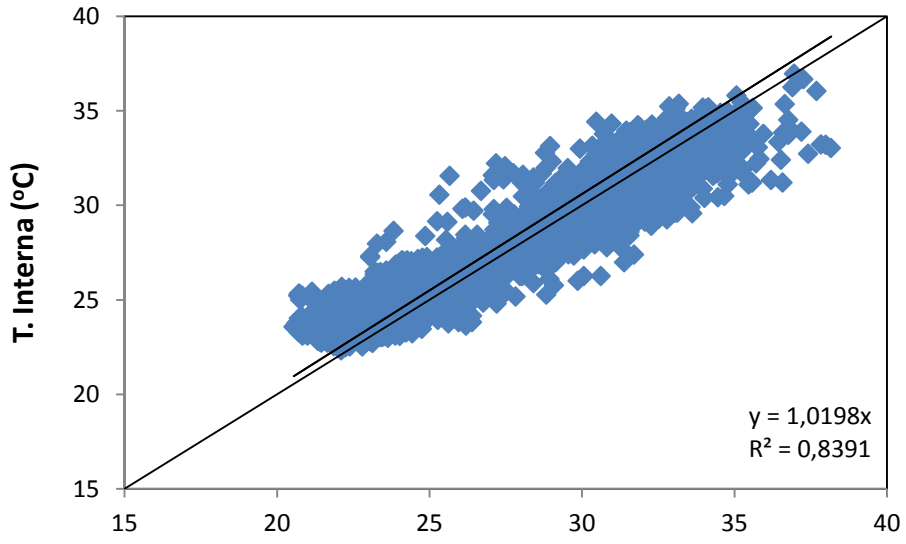
2- Foi feita a comparação das variáveis comportamentais entre os mesmo programas de luz, porem com diferenciação entre os sistemas de iluminação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

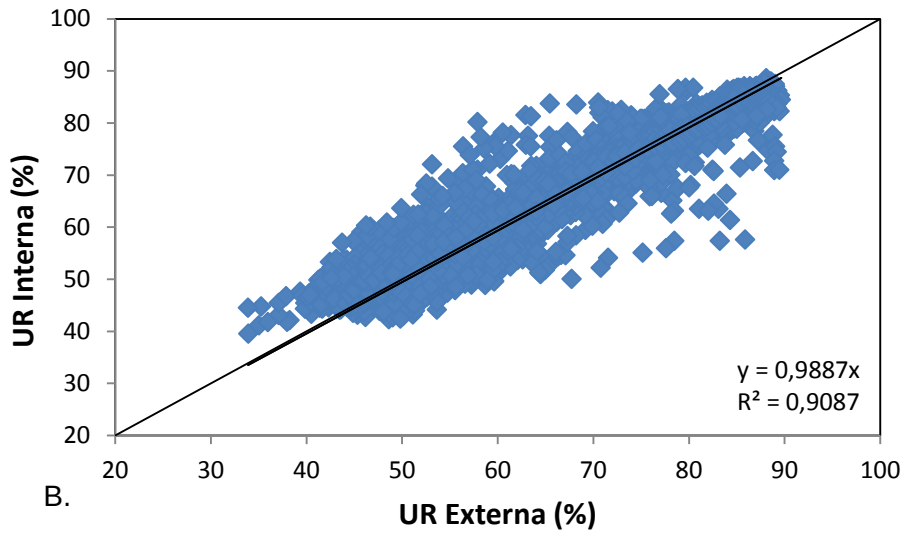
4.1. Análise térmica das instalações

A temperatura interna media obteve acréscimo da ordem de 2%, quando comparada à temperatura externa (Figura 8). O coeficiente de determinação para a temperatura é foi de 0,839, o que indica boa correlação entre os dados.

Os valores de umidade relativa do ar média diária (Figura 8 B) mostraram um decréscimo de 2% em relação aos dados do ambiente externo. Esta situação ocorre devido ao período do ano em que o experimento foi realizado (Outubro a Dezembro). O coeficiente de determinação para a umidade indica boa correlação com valor da ordem de 0,908.



A.



B.

Figura 8. Análise da relação funcional entre a temperatura (A) e a umidade relativa do ar (B) interna e externa ao galpão experimental

Durante a 1ª semana do ciclo de produção a variação da temperatura interna foi de 14,1 ºC, com temperatura mínima de 22,8 ºC e máxima de 36,9 ºC, limite fora da faixa de conforto para o período que é de 32 a 34 ºC. O pico da temperatura durante a semana ocorreu às 11h30min no ambiente interno, ultrapassando os 36 ºC (Figura 9). Diante disso, temperaturas acima do limite de conforto térmico dos pintinhos podem induzir hipertermia com desidratação, levando a redução no consumo de ração e atraso no crescimento (MICKELBERRY et al., 1966, ABREU et al., 2011). No intervalo entre 16 h :00 e 07 h :00, a temperatura ficou abaixo do limite mínimo exigido. Temperaturas muito abaixo da zona de conforto podem desencadear quadros hipotérmicos e induzir a síndrome da hipertensão pulmonar (ascite) em frangos de corte (MAXWELL & ROBERTSON, 1997).

Na 2ª semana ocorreu variação 10,9 ºC, com mínima de 23,3 e máxima de 34,2 ºC, valores que excedem os limites exigidos para essa fase de produção, que é de 28 a 32 ºC, de acordo com valores adaptados de Macari et al. (2002).

Com o desenvolvimento das aves, maturação do sistema termorregulador e aumento da reserva energética, a zona de conforto térmico é reduzida de 32 ºC para 24 ºC, isso na 4ª semana do ciclo de produção. Na última semana, admitem-se valores de temperatura do ar entre 21 e 22 °C (SANTOS et al., 2014). Com isso, torna-se fundamental a preocupação com o estresse térmico em frangos de corte, em que se verifica temperatura acima do limite crítico superior entre às 07h00 e 21h00 h (4ª semana) e durante todo o dia para a 5ª e 6ª semanas. A inadequação do microclima a necessidade térmica das aves ocorreu devido à ausência de sistema de climatização artificial (Figura 9).

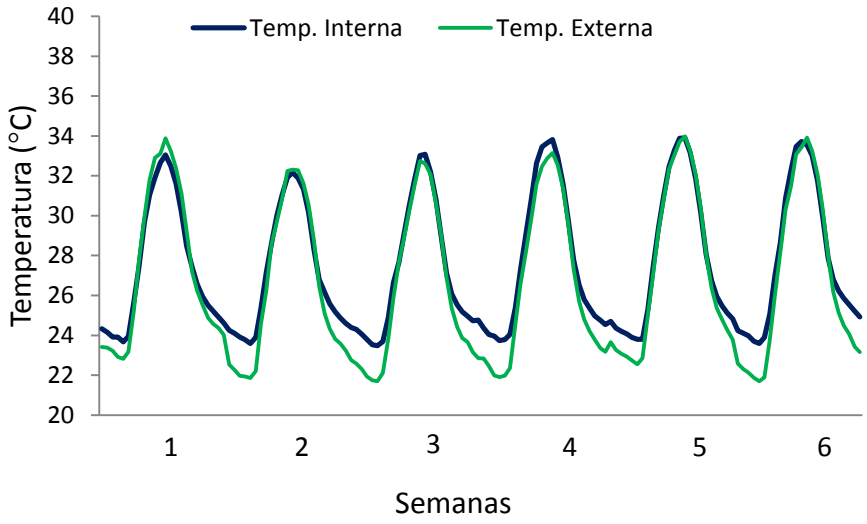


Figura 9. Variação média horária semanal da temperatura do ar no interior e exterior da instalação

Nota-se na Figura 11, que o ITGU (interno) na 1ª semana apresentou valor médio de 75,86, ou seja, abaixo do limite de conforto indicado, que é de 81,3±0,31. Na 2ª semana o valor médio de ITGU correspondeu a 75,89, portanto, próximo ao valor sugerido de 77 (OLIVEIRA et al., 2006).

Barbosa Filho (2004) aponta que o limite inferior e superior de ITGU para a 3ª semana, encontram-se entre 74 e 80, faixa considerada adequada para as aves. O valor do ITGU para essa fase do ciclo de produção foi de 75,65, o que enquadra o ambiente interno da instalação dentro da faixa de conforto térmico recomendado as aves.

Na 4ª, 5ª e 6ª semanas os valores médios de ITGU foram de 75,73, 76,58 e 76,56, respectivamente. O ITGU entre 69 e 77 não interferem no desempenho dos animais (Furtado et al., 2003), em que se admite conforto térmico no alojamento das aves.

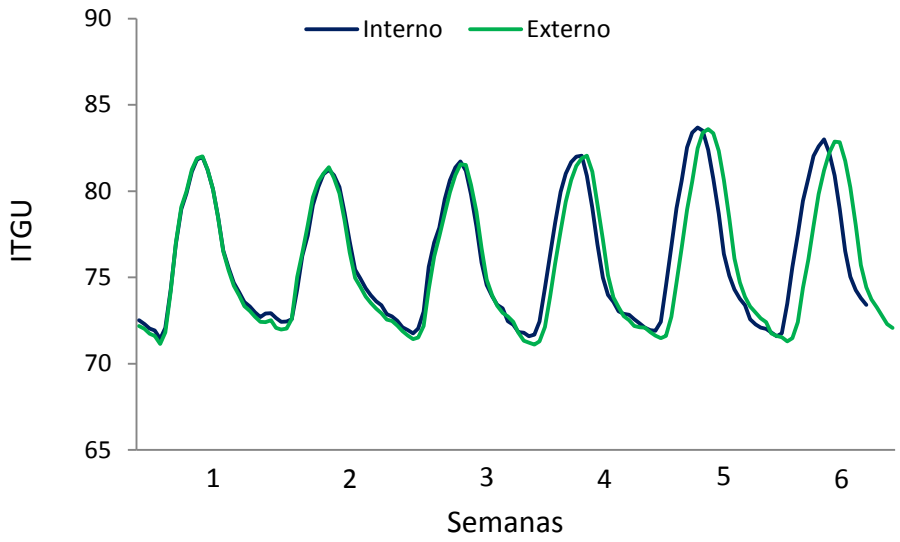


Figura 10. Variação média horária semanal do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) no interior e exterior da instalação experimental.

Verifica-se na Figura 10, que na 1ª semana do ciclo de produção o galpão não atendeu a exigência térmica das aves. O valor médio semanal de entalpia foi de 65,60 kJ kg^{-1} de ar seco, portanto, abaixo do valor indicado que é de 73,21 kJ kg^{-1} de ar seco (SANTOS et al., 2012).

Para 2ª semana a entalpia foi de 66,57 kJ kg^{-1}, valor próximo ao recomendado (64,68 kJ kg^{-1}). Nas semanas seguintes (3ª, 4ª, 5ª e 6ª) estes resultados ultrapassaram os limites recomendados, assumindo valores da ordem de 67,39, 68,18, 69,04, 68,64 kJ kg^{-1}, respectivamente. Os limites ideais de entalpia se encontram entre 64,68 e 58,13 kJ kg^{-1} (2ª e 3ª semanas) e 52,53 kJ kg^{-1}, da 4ª a 6ª semanas.

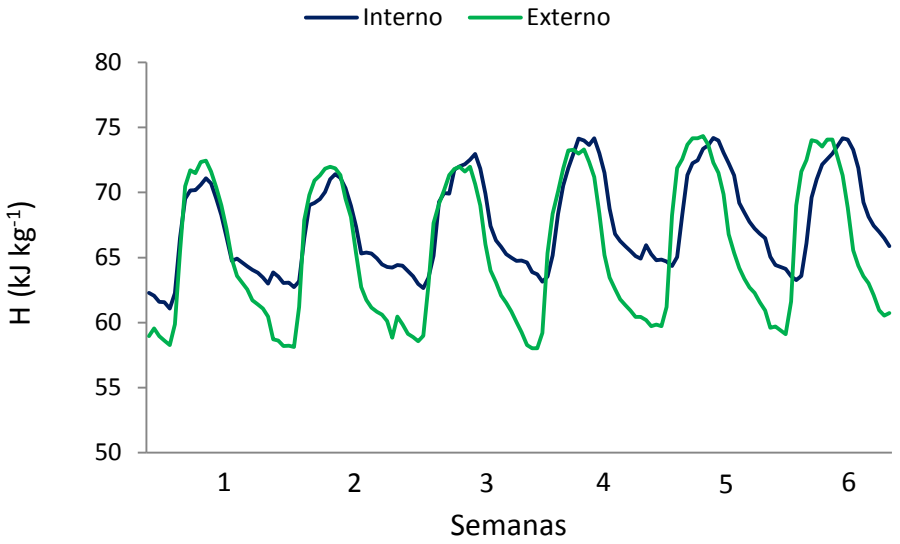


Figura 11. Variação média horária semanal da entalpia (H) no interior e exterior da instalação experimental.

Analisando os índices de conforto térmico ITGU e H, observa-se que o microclima no interior da instalação permaneceu fora da zona considerada de conforto para as aves, apresentando situações de estresse térmico. Essa condição de alojamento pode interferir negativamente no desenvolvimento produtivo, entretanto, as limitações climáticas podem ser amenizadas pelo manejo racional do microclima no interior das instalações, bem como pelo uso de técnicas de modificações térmicas ambientais (LIMA, et al., 2007).

4.2. Respostas fisiológicas das aves

Nota-se na Figura 12 A, que apenas no horário das 9h00 ocorreu diferença significativa entre o fator de variação fonte de iluminação e a frequência respiratória das aves. No entanto, nos horários das 5h00 e 21h00, as aves estiveram em condições de conforto, para os demais horários de registro os animais ultrapassaram os 60 mov min^{-1}, característico da necessidade das aves em dissipar calor para o ambiente (NASCIMENTO et al. 2011).

A temperatura cloacal não apresentou efeito significativo entre as aves submetidas às fontes de iluminação e horários (Figura 12 B). Os valores médios de temperatura não ultrapassaram o limite estabelecido para a espécie que segundo Tao & Xin, (2003) é 42,2 ºC.

Para a temperatura superficial (Figura 12 C) não foi registrado diferença significativa entre os horários e fontes de iluminação. A temperatura superficial das aves depende da qualidade do empenamento e da velocidade do ar, devido às trocas de calor que ocorrem por convecção, portanto esta variável não pode ser utilizada isoladamente para avaliação do estado de conforto térmico de aves (AMARAL et al., 2011).

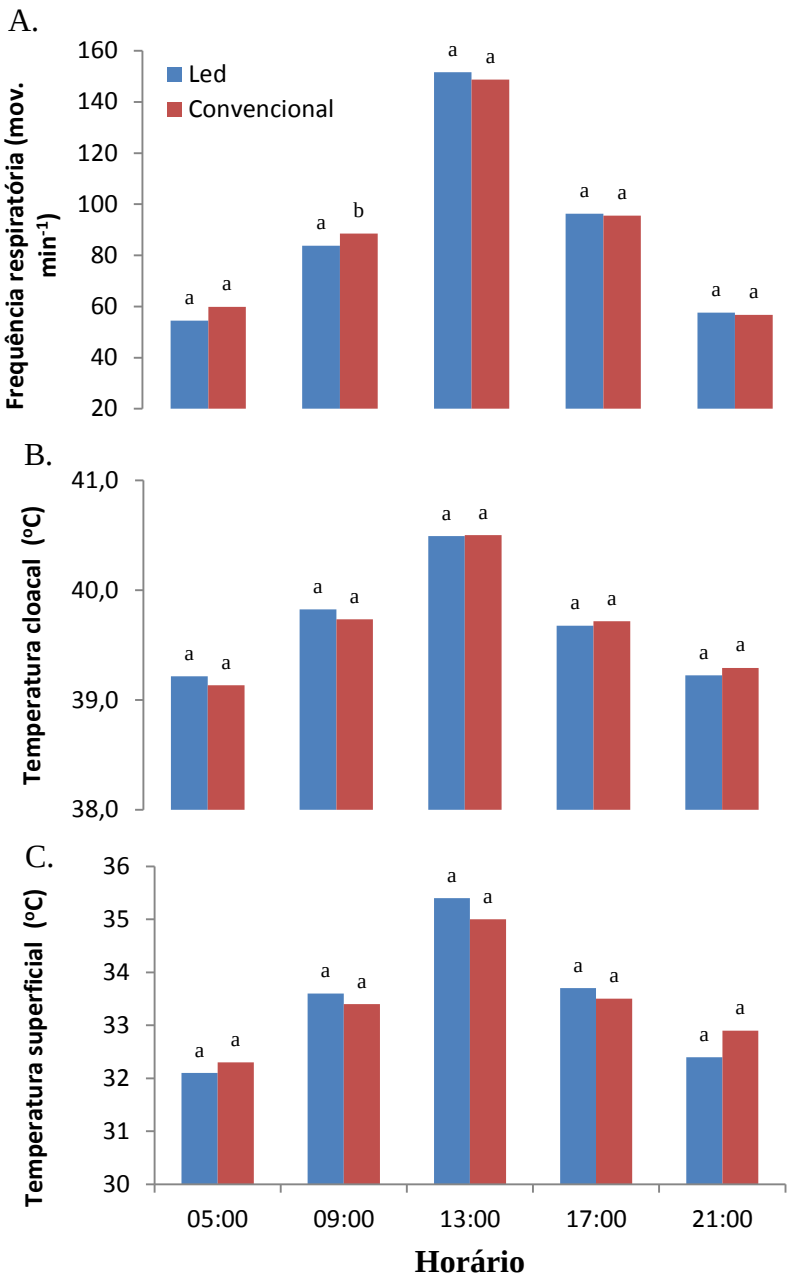


Figura 12. Efeito da fonte de iluminação (Led e Convencional) nos valores médios da frequência respiratória (A), temperatura cloacal (B) e superfície das aves (C).
Médias seguidas das mesmas letras no mesmo horário não diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

O efeito do programa de iluminação na frequência respiratória foi significativo apenas para os horários das 17h00 e 21h00 h (Figura 13 A). A maior frequência respiratória foi registrada nas aves submetidas ao programa 16L: 8E (P3) e a menor para 16L: 2E: 1L: 2E: 1L: 2E (P4). No horário das 21h00, embora tenha ocorrido diferença entre os programas, as aves se mantiveram dentro da faixa de conforto (60 mov. min^{-1}) (NASCIMENTO et al., 2011).

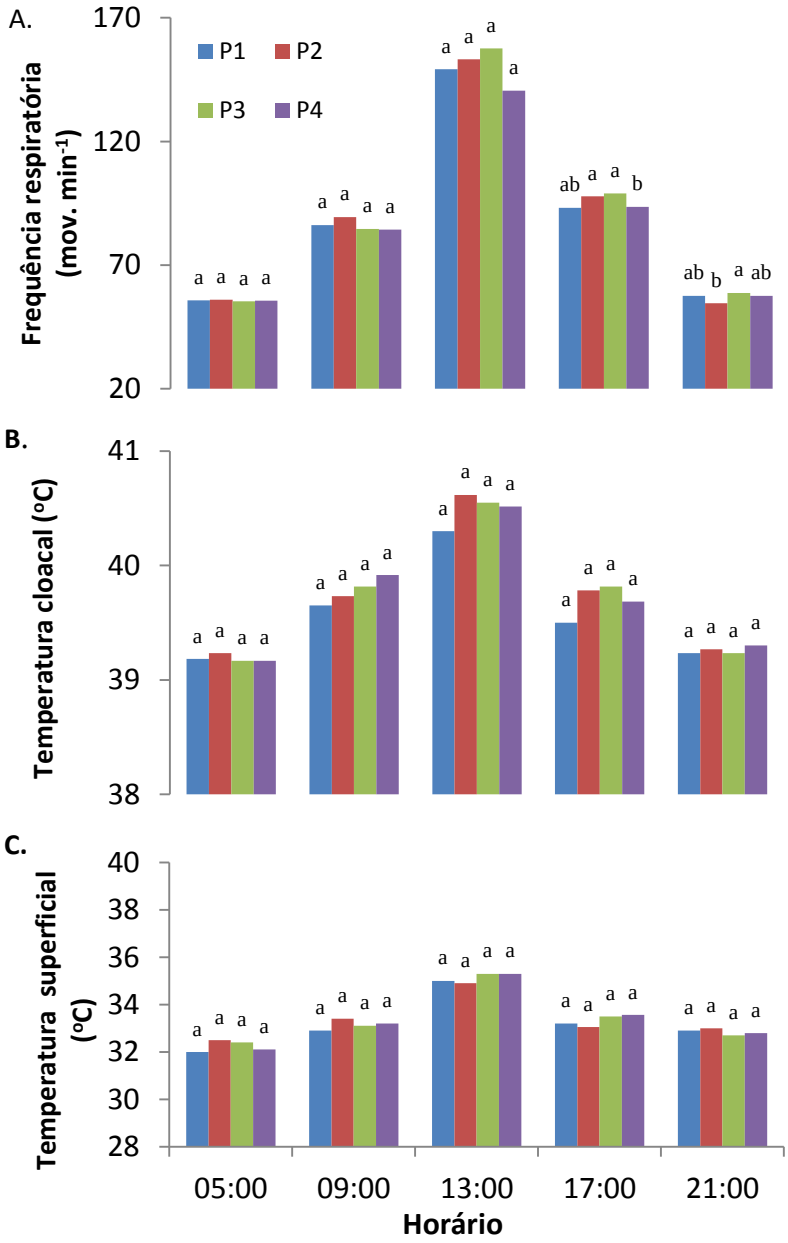


Figura 13. Valores médios da frequência respiratória (A), temperatura cloacal (B) e temperatura de superfície das aves (C) submetidas aos programas de iluminação, P1 (12L: 4E: 4L: 4E), P2 (16L: 8E), P3 (18L: 6E) e P4 (16L: 2E: 1L: 2E: 1L: 2E).
Médias seguidas das mesmas letras no mesmo horário não diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

A variação da temperatura cloacal não apresentou efeito significativo entre as aves expostas aos programas de iluminação (Figura 13 B). Observa-se que os valores não ultrapassassem o limite crítico, que sinaliza desconforto térmico. Segundo Marchini et al. (2007) temperatura cloacal da ordem de 41,4°C é característico de aves livres de estresse térmico intenso.

A temperatura superficial (Figura 13 C) não apresentou diferença significativa entre os programas de iluminação. Sabe-se que a influência do ambiente térmico nas aves varia conforme a espécie, idade e sexo. A temperatura superficial depende da

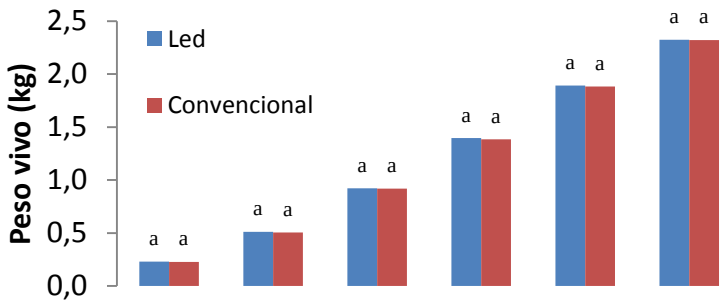
qualidade do empenamento e da velocidade do ar, devido às trocas de calor que ocorrem por convecção, portanto esta variável não é a mais adequada para avaliação do estado de conforto térmico de aves (AMARAL et al., 2012).

Não houve interação entre os fatores fontes de iluminação e programas de luz para as variáveis fisiológicas.

4.3. Avaliação do desempenho produtivo das aves

Os parâmetros de desempenho avaliados, peso vivo, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, não apresentaram efeito significativo (P>0,05) entre as aves submetidas às fontes de iluminação (Figura 14). Isso evidencia que a opção pela iluminação por LEDs pode melhorar a eficiência produtiva global do lote, pelo fato de apresentar maior iluminância a mesma potência das fluorescentes compactas, menor consumo de energia elétrica e maior vida útil dos elementos de iluminação. Rosa, (2014), demonstraram em trabalho realizado com diferentes sistemas de iluminação em galpões Dark House equipados com lâmpadas de Led promoveu 72% de economia quando comparada as lâmpadas fluorescentes compactas.

A.



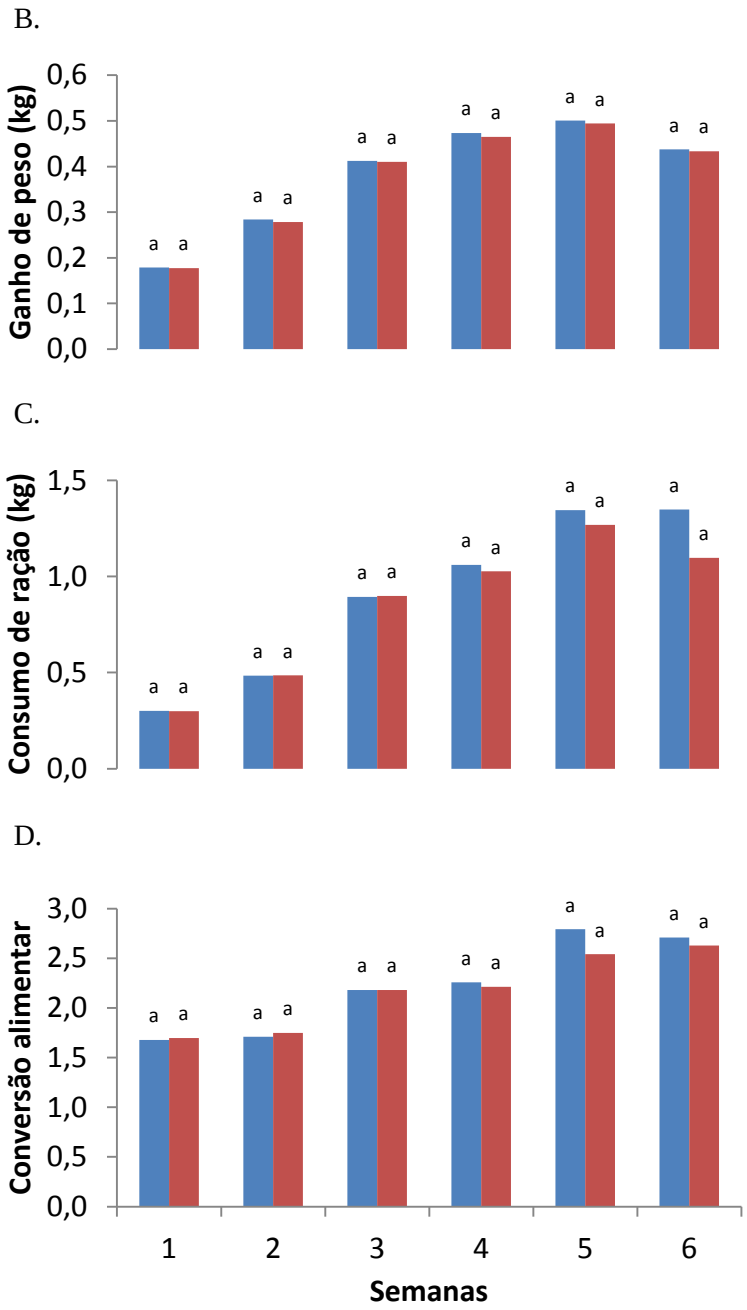
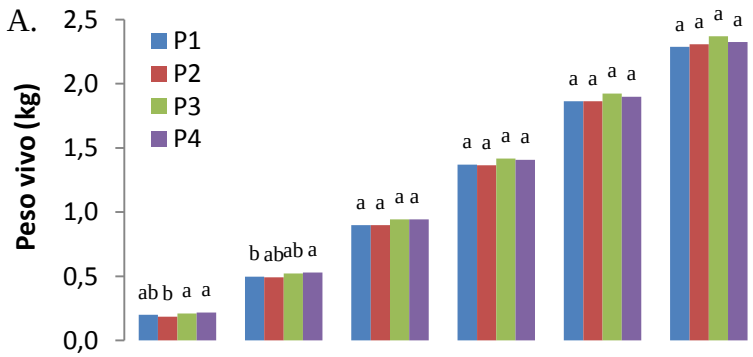


Figura 14. Efeito das fontes de iluminação nos valores médios semanais de peso vivo (A), ganho de peso (B), consumo de ração (C) e conversão alimentar (D).
Médias seguidas das mesmas letras no mesmo horário não diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

A Figura 15 apresenta o efeito dos programas de iluminação sobre o peso vivo, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Na Figura 14 A, observa-se efeito no peso vivo das aves na 1ª e 2ª semanas do ciclo de produção (P<0,05), com acréscimo nas aves submetidas aos programas 16L: 2E: 1L: 2E: 1L: 2E (P4) e 18L: 6E (P3). As aves submetidas aos programas 16L: 8E (P2), 18L: 6E (P3) e 16L: 2E: 1L: 2E: 1L: 2E (P4) apresentaram maior ganho de peso na 1ª semana do ciclo de produção (Figura 15 B). Castro, (1998) relata que esta fase é a principal quando

relacionada a viabilidade do lote, relata ainda que as aves devem obter o máximo crescimento. Por outro lado, o ganho de peso muito rápido predispõe ao desenvolvimento de problemas de pernas, como entortamentos, ascite, apresentam baixa viabilidade, indicando comprometimento da eficiência alimentar (DONALD et al., 2001). A partir da terceira semana não ocorreu diferença significativa para o peso vivo das aves nos programas de iluminação. Kawauchi et al. (2008), avaliaram programas de luz em frangos de corte e obtiveram resultados semelhantes na fase inicial da produção.

O consumo de ração (Figura 15 C), mostra que ocorreu diferença na 1ª, 4ª e 5ª semanas (P<0,05). As aves submetidas ao programa intermitente 16L: 2E: 1L: 2E: 1L: 2E (P4) apresentaram o maior consumo de ração. Isso pode ser explicado devido a maior exposição dos animais a luz durante o período noturno ocorrendo um aumento quanto ao consumo de ração no período de claro (SILVEIRA et al., 2013). Esse fracionamento que ocorre durante o período de luz e escuro, favorecem os animais permanecerem fisiologicamente ativo mesmo durante o período de escuro (MACIEL, 2011). Na 5ª semana, período com maior desenvolvimento dos animais, observa-se que as aves expostas ao programa 16L: 8E (P2) apresentaram menor consumo de ração. Os programas de luz constantes podem ou não oferecer maior ou menor quantidade de luz para as aves dependendo de seu dimensionamento. Nesse caso, as aves podem passar mais ou menos tempo no comedouro. Nessa situação as aves passavam um maior período no escuro fazendo com que elas não tivessem acesso ao comedouro e bebedouro.



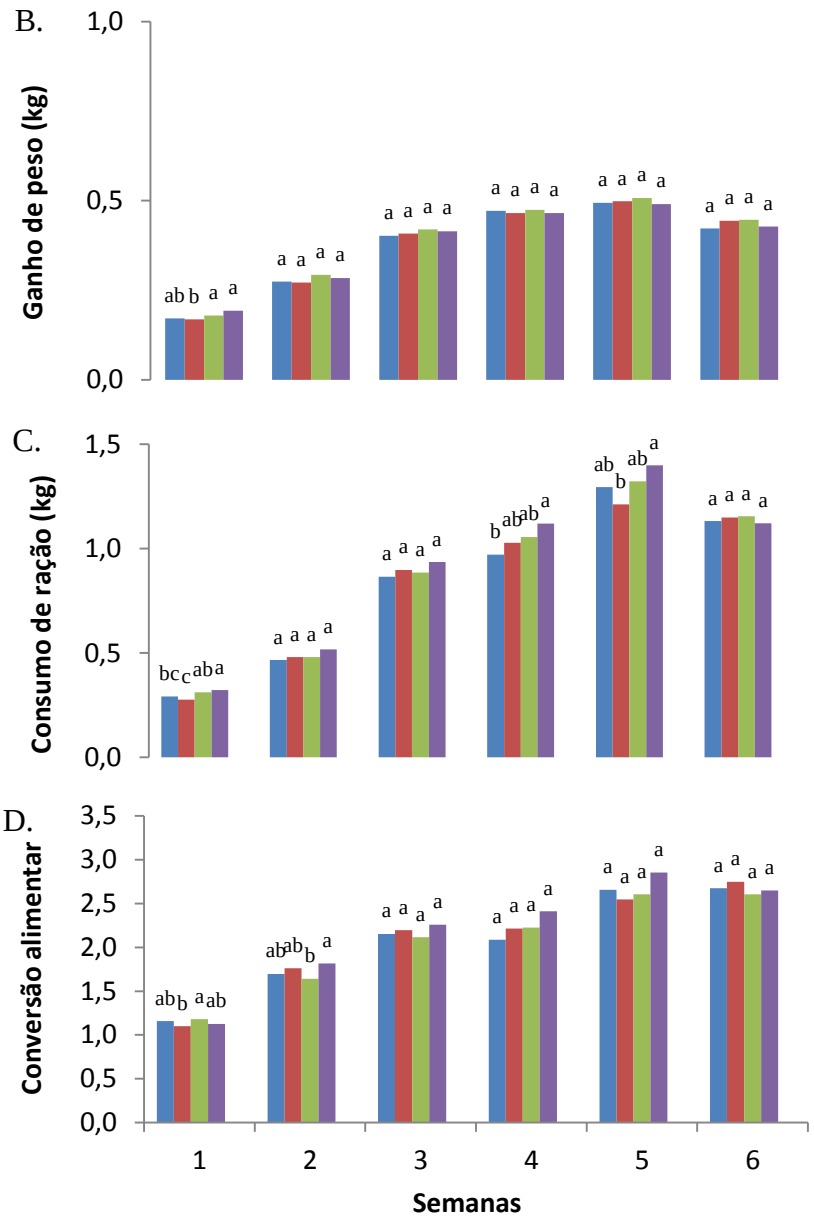


Figura 15. Peso vivo (A), ganho de peso (B), consumo de ração (C) e conversão alimentar (D) das aves submetidas aos programas de iluminação, P1 (12L: 4E: 4L: 4E), P2 (16L: 8E), P3 (18L: 6E) e P4 (16L: 2E: 1L: 2E: 1L: 2E).
Médias seguidas das mesmas letras na mesma semana não diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

A conversão alimentar (Figura 15 D) apresentou diferença significativa na 1ª e 2ª semana do ciclo de produção. Na 1ª semana as aves mostraram maior eficiência em transformar alimento em peso vivo, mesmo ocorrendo uma diferenciação entre os programas os valores de conversão foram baixos próximos de um. As aves expostas ao programa de iluminação constante 16L: 8E (P2) obtiveram valores de conversão alimentar diferenciado dos demais durante a primeira semana. Esse resultado mostra que para este programa as aves tiveram menor consumo de ração e um menor ganho de peso, podendo ser evidenciado devido a influencia do pequeno período de luz

artificial. Da terceira semana em diante não ocorreu diferença significativa entre os programas de iluminação.

4.4. Comportamento de Aves

Na Tabela 3, estão apresentados os resultados para o comportamento ingestivo e de postura das aves submetidas à fonte de iluminação por lâmpadas fluorescentes compactas associadas aos programas de iluminação. Nota-se que para a postura em pé as aves expostas ao programa 16L: 8E (P2) apresentaram maior frequência para o comportamento, seguido pelas aves submetidas a 18L: 6E (P3). O programa 12L: 4E: 4L: 4E (P1) demonstrou que as aves permaneceram menos tempo em pé. Neste sentido as aves dos demais programas se mostraram mais ativa (em pé), porém, não ocorreu o interesse em procurar o comedouro.

A postura sentada foi mais expressiva nas aves expostas a 12L: 4E: 4L: 4E (P1), seguido de 16L: 8E (P3) e 18L: 6E (P4), enquanto que as aves submetidas a 16L: 8E (P2) apresentaram menor frequência de postura sentada. Nota-se que todos os parâmetros avaliados essa postura foi o que mais se destacou. A postura permite que as aves tenham um maior contato com a cama, ocasionando uma maior troca de calor com a cama por contato (SANTOS et al., 2010). Barbosa Filho et al. (2007) relataram que este comportamento pode ser visualizado com facilidade quando as aves se encontram em condições de estresse térmico, situação que ocorreu durante todo o período diurno do experimento, como pode ser visto na figura 9; uma das explicações seria a necessidade de não se movimentarem muito em ambientes com valores de temperatura acima do desejado, visto que o contato com a cama, que certamente estaria a uma temperatura inferior à do corpo do animal, favoreceria a troca de calor por condução. As aves utilizam esse mecanismo de defesa uma vez que, ficando paradas, gastam menos energia (SEVEGNANI et al., 2005; BARBOSA FILHO et al., 2007).

Tabela 4. Variação comportamental das aves submetidas a fonte de iluminação fluorescente compacta e aos programas de iluminação, expressa pela frequência das observações.

Convencional		Em pé	Sentada	Bebendo	Comendo	TOTAL
P1	Frequência	144 b	862 a	76 c	418 a	1500
P2	Frequência	203 a	790 b	122 b	385 a	1500

P3	Frequência	168 ab	860 ab	112 bc	360 a	1500
P4	Frequência	160 b	811 ab	153 a	376 a	1500
TOTAL		675	3323	463	1539	6000
P		0,0060	0,0118	0,0001	0,0990	
Qui quadrado (X^2)		12,44	10,98	28,23	6,27	

P1 (12L: 4E: 4L: 4E), P2 (16L: 8E), P3 (18L: 6E) e P4 (16L: 2E: 1L: 2E: 1L: 2E). Número seguido de mesa letra na coluna não apresentam diferença significativa (P>0,05) pelo teste de qui-quadrado.

A maior frequência de acesso ao bebedouro foi mais evidente nas aves submetidas a 16L: 2E: 1L: 2E: 1L: 2E (P4). Nota-se que esse comportamento foi bem superior aos demais, mostrando uma condição de desconforto. Pois, sob condição de estresse mais acentuado, o consumo de água pelo animal chega a aumentar quase o dobro (KAWABATA et al., 2005). A menor frequência foi evidenciada entre as aves expostas a 12L: 4E: 4L: 4E (P1). Mesmo sendo um programa intermitente, o dimensionamento desse programa expõe as aves a uma situação diferente, caracterizada pelo baixo período de luz continuo em que as aves estão expostas (12L), e posteriormente por um período mais prolongado de escuro (4E) fazendo com que as aves entrem em repouso mais cedo e mais prolongado.

Analisando as aves do programa 12L: 4E: 4L: 4E (P1) observa-se que tiveram maior frequência no comedouro seguida pelos programas 16L: 8E (P2), 16L: 2E: 1L: 2E: 1L: 2E (P4) e 18L: 6E (P3). Os valores correspondentes à frequência de vezes em que as aves estão se alimentando retratam a necessidade natural quando dispõem de alimentação nos comedouros (SANTOS et al., 2010). O acesso ao comedouro não apresentou efeito significativo de acordo com e teste de qui-quadrado (P<0,05) entre as aves expostas aos programas de iluminação.

A Tabela 4 apresenta os comportamentos ingestivos e de postura das aves expostas à fonte de iluminação por diodo emissor de luz, associado aos programas de iluminação. As aves não apresentaram diferenças significativas de acordo com o teste de Qui-quadrado (P>0,05) para postura em pé e sentada quando expostas aos programas de iluminação. Mendes et al., (2010) relataram que as aves expostas a luz azul e verde (ondas curtas) são mais calmas quando comparadas a aves expostas a luz branca. Porem mesmo as aves recebendo quantidades de luz diferentes não foi o suficiente para afetar esses comportamentos.

O acesso das aves ao bebedouro não apresentou frequência distinta entre os programas de iluminação (P>0,05). Esse comportamento pode estar ligado ao fato de que as aves submetidas às cores de luz expostas no trabalho tornem as aves mais calmas, fazendo assim com que a procura pelo bebedouro não chegasse a se diferenciar.

No entanto, a procura das aves pelo comedouro mostrou frequência diferenciada (P<0,05) entre aquelas expostas a 16L: 2E: 1L: 2E: 1L: 2E (P4) e as aves submetidas a 18L: 6E (P3) que apresentaram menor frequência de visita ao comedouro. Os valores correspondentes à frequência de vezes em que as aves estão se alimentando retratam a necessidade natural quando dispõem de alimentação nos comedouros (SANTOS et al., 2010). Porem o programa intermitente permite que a ave fique ativa mesmo nos períodos com as luzes apagadas.

Tabela 5. Variação comportamental das aves submetidas a fonte de iluminação por diodo emissor de luz e aos programas de iluminação, expressa pela frequência das observações.

LED		Em pé	Sentada	Bebendo	Comendo	TOTAL
P1	Frequência	124 a	987 b	88 a	301 a	1500
P2	Frequência	128 a	989 b	86 a	297 ab	1500
P3	Frequência	100 a	1062 a	78 a	260 b	1500
P4	Frequência	94 a	1013 ab	59 a	336 a	1500
TOTAL		446	4051	311	1197	6000
P		0,0524	0,0049	0,0998	0,0070	
Qui quadrado (X^2)		7,66	12,87	6,25	12,11	

P1 (12L: 4E: 4L: 4E), P2 (16L: 8E), P3 (18L: 6E) e P4 (16L: 2E: 1L: 2E: 1L: 2E). Número seguido de mesa letra na coluna não apresentam diferença significativa (P>0,05) pelo teste de qui-quadrado.

A Tabela 5 permite a comparação das fontes de iluminação por fluorescentes compactas e diodo emissor de luz em seus respectivos programas de iluminação.

Observou-se que a aves expostas ao sistema de iluminação por lâmpadas fluorescentes compactas apresentaram maior frequência para a postura em pé, em todos os programas (tabela 5), mostrando que as aves expostas a este sistema de iluminação apresentaram maior atividade durante o período de observação.

Para a postura sentada as aves expostas ao sistema de iluminação por diodo emissor de luz em todos os programas, apresentou maior frequência de postura sentada. Duas evidencias podem ser associada a essa postura, pois durante o período diurno as aves se encontravam em condições de temperaturas desfavoráveis. Utilizando o mecanismo de ficar deitada como estratégia permitindo um maior contato com a cama, favorecendo maior troca de calor com a cama (SANTOS et al., 2010). A outra evidencia é que aves submetidas a diodo emissor de luz na faixa do verde/azul, durante o período noturno permanecem mais calmas e em repouso, e quando em atividade dedicaram-se mais ao consumo de alimento, com minimização de possível estresse esse comportamento foi observado também por Mendes et al 2010.

O programa 12L: 4E: 4L: 4E (P1) para o acesso das aves ao bebedouro não apresentou distinção entre a frequência de acesso daquelas expostas as fontes de iluminação (P>0,05). Porém, nos programas 16L: 8E (P2), 18L: 6E (P3) e 16L: 2E: 1L: 2E: 1L: 2E (P4), demonstram que a aves expostas ao sistema de iluminação por lâmpadas fluorescentes compactas apresentaram maior frequência de visita aos bebedouros. Com isso, o sistema de iluminação por meio de lâmpadas fluorescentes compactas pode ter levado as aves a uma situação de estresse mais acentuado, fazendo com que o consumo de água pelo animal aumente chegando a valores significativos (KAWABATA et al., 2005) como podemos observar na tabela 5.

Para o comportamento comendo observou-se que as aves submetidas ao sistema iluminação por fluorescentes compactas no 16L: 2E: 1L: 2E: 1L: 2E (P4) mostrou maior frequência, no entanto, não o suficiente para se diferenciar estatisticamente (P>0,05). Os demais programas apresentaram maiores frequências de visitas ao comedouro (P<0,05) pelo teste de qui-quadrado. O comportamento é evidenciado como uma situação natural desde que os comedouros estejam sempre abastecidos com ração. Pode ser relacionado também ao fato das aves desse sistema de iluminação, permanecer mais tempo em pé (mais ativas) podendo assim estimular as aves a maior procura pelo comedouro. Morril, (2014) observou que aves submetidas a luz branca permaneceram mais tempo em pé do que aves expostas a luz verde e azul. Mesmo com maior frequência nos comedouros os resultados mostraram que essa distinção entre os sistemas de iluminação não foi suficiente para que as aves ganhassem peso suficiente para se diferenciar estatisticamente.

Com base nos resultados e respaldos da literatura fica evidenciado que as diferentes fontes de iluminação e os programas de luz influenciam no comportamento das aves. Mostrando que tiveram influência no comportamento das aves para todos os parâmetros observados. Podendo ser observado que as aves expostas ao sistema de

iluminação por lâmpadas compactas se mostraram mais ativas, porém sem efeito expressivo no desempenho dos animais.

Tabela 6. Variação comportamental das aves submetidas aos programas e fontes de iluminação, expressa pela frequência das observações.

Tratamento		Em pé	Sentada	Bebendo	Comendo
P1 Led	Frequência	124	947	88	301
P1 Convencional	Frequência	144	864	76	418
P		0,2005	0,0001	0,3352	0,0001
Qui-quadrado (X^2)		1,6390	21,3405	0,9288	25,0403
P2 Led	Frequência	121	980	86	297
P2 Convencional	Frequência	203	790	122	385
P		0,0001	0,0001	0,0028	0,0001
Qui-quadrado (X^2)		23,2658	49,7451	8,9638	14,6956
P3 Led	Frequência	100	1063	78	260
P3 Convencional	Frequência	168	861	112	360
P		0,0001	0,0001	0,0108	0,0001
Qui-quadrado (X^2)		18,9463	59,1298	6,4956	20,3300
P4 Led	Frequência	91	1013	59	336
P4 Convencional	Frequência	161	811	153	376
P		0,0001	0,0001	0,0001	0,0861
Qui-quadrado (X^2)		20,7000	57,0659	44,8445	2,9465

P1 (12L: 4E: 4L: 4E), P2 (16L: 8E), P3 (18L: 6E) e P4 (16L: 2E: 1L: 2E: 1L: 2E). Número seguido de mesa letra na coluna não apresentam diferença significativa (P>0,05) pelo teste de qui-quadrado.

5. CONCLUSÕES

1. As variáveis fisiológicas foram pouco influenciadas pelos programas e fontes de iluminação.
2. As fontes de iluminação não influenciaram o desempenho das aves, o que reforça a utilização de diodo emissor de luz, por sua reconhecida eficiência de iluminação.
3. Os programas de luz alteraram o desempenho das aves em momentos distintos do ciclo de produção, com destaque positivo aos programas que disponibilizaram 18L:6E (contínuo) e 16L:2E:1L:2E:1L:2E (intermitente).
4. As aves submetidas aos programas e fontes de iluminação apresentaram alteração comportamental, no entanto, sem influência expressiva no desempenho e nas variáveis fisiológicas.
5. As aves expostas ao diodo emissor de luz e aos programas de iluminação que disponibilizaram 18L:6E (contínuo) e 16L:2E:1L:2E:1L:2E (intermitente) mostraram-se mais calmas e maior frequência na postura sentada.
6. As diferentes fontes de iluminação e os diferentes programas de luz influenciaram o comportamento das aves. Contudo sem afetar os índices fisiológicos de desconforto e o desempenho zootécnico dos animais.

6. REFERÊNCIAS

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; MAZZUCO, H. Uso do resfriamento evaporativo (adiabático) na criação de frangos de corte. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1999. 50p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 59).

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G.; COLDEBELLA, A.; JAENISCH, F. R. F.; FILHO, J. I. S.; PAIVA, D. P. Curtain color andlighting program in broilerproduction: I – general performance. R. Bras. Zootec. v. 40, n. 9, p. 2026-2034, 2011.

ALBINO, L. F. T.; TAVERNARI, F.C. Produção e manejo de frangos de corte. Viçosa: UFV, 2008.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift. Vol. 22, p. 711–728 2013.

ALVES, S. P.; BARBOSA FILHO, J. A. D.; SILVA, M. A. N.; SILVA, I. J. O.; BERNARDI, J. Comparações entre comportamentos de aves poedeiras criadas no sistema de gaiolas e em cama. Revista Brasileira de Ciência Avícola, v. 6, p. 140, 2004.

ALVINO, G. M.; ARCHER, G. S.; MENCH, J. A. Behavior time budgest of broiler chickens reared in varying light intensities. Applied Animal Behavior Science, v. 118, p. 54-61, 2009.

AMARAL, A. G.; YANAGI JUNIOR, T. LIMA, R. R.; TEIXEIRA, V. M. H.; SCHIASSI L. Efeito do ambiente de produção sobre frangos de corte sexados criados em galpão comercial. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. v.63, n. 3, p. 649-658, 2011.

ARAÚJO, F. E.;GARCIA, R. G.;NÃÃS, I. A.; ROSA, C. O.; BORILLE, R. Utilização do Diodo Emissor de Luz (Led) na produção de frangos de corte. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 9, n. 17, p. 2577, 2013.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. Ambiência em edificações rurais – conforto animal. 2ª Ed. UFV, Viçosa, MG. 2010, 269p.

BARBOSA FILHO, J. A. D. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando analise de imagens. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, p.140, 2004.

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

BLATCHFORD, R. A.; KLASING, K. C.; SHIVAPRASAD, H. L.; WAKENELL.P. S.; ARCHER, G. S.; MENCH, J. A. The effect of light intensity on behavior, eye and leg health, and immune function of broiler chickens. Poultry Science, v. 88, p. 20–28, 2009.

BORILLE, R.; GARCIA, R. G.; ROYER, A. F.; SANTANA, M. R.; COLET, S.; NÃÃS, I. A.; CALDARA, F. R.; ALMEIDA PAZ, I. C. L.; ROSA, E. S.; CASTILHO, V. A. R. Theuse of light-emitting diodes (LED) in commercial layer production. Revista Brasileira de Ciência Avícola, Campinas – SP, v. 15, n. 2, p. 135-140, 2013.

BROOM D. M. Indicators of poor welfare. British Veterinary Journal, London, v.142, p.524-526, 1986.

BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas. Archives of Veterinary Science v. 9, n. 2, p. 1-11, 2004.

BUCKLIN, R. A.; JACOB, J. P.; MATHER, F. B.; LEARY, J. D.; NÃÃS, I. A. Tunnel ventilation of broiler houses. Artigo técnico, n. 46, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.Publicação original em 1998, revisto em 2009. Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu/ps041>. Acesso em: 08 de Setembro de 2015.

BUFFINGTON, D. E.; COLLASSO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PIT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.24, n.3, p. 711-714. 1981.

BUYSE, J.; SIMONS, P. C. M.; Effect of intermittent lighting, light intensity and source on the performance and welfare of broilers.World'sPoultry Science Journal, Washington, v. 52, p.121-130, 1996.

CALDARELLI, C. E. & CAMARA, M. R. G. Efeitos das variações cambiais sobre os preços da carne de frango no Brasil entre 2008 e 2012. Revista Economia e Sociologia Rural, v. 51, n. 3, 575-590, 2013.

CANEPPELE, F. L.; MARQUESINI, I. A.; GABRIEL FILHO, L. R. A.; SERAPHIM, O. J. A sensibilidade espectral do olho das aves e a importância da composição espectral das fontes de luz artificial. In... III Simpósio de Sustentabilidade e Ciência Animal. 2013. Disponível em: <http://sisca.com.br/resumos/SISCA_2013_064.pdf>. Acessado em 12 de Março de 2015.

CANEVER, M. D. et al. A cadeia produtiva de frango de corte no Brasil e na Argentina. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1997.

CAO, J.; LIU, W.; WANG, Z. et al. Green And Blue Monochromatic Lights Promote Growth And Development Of Broilers Via Stimulating Testosterone Secretion And Myofiber Growth. Laboratory of Anatomy of Domestic Animal, College of Veterinary Medicine, China Agricultural University, Haidian, Beijing. China. Applied Pouluy Science. v. 17, p. 211-218. 2008.

CAO, J.; LIU, W.; WANG, Z.; XIE, D.; JIA, L.; CHEN, Y. Effect of combinations of monochromatic lights on growth and productive performance of broilers. Poultry Science, v. 91, p. 3013–3018, 2012.

CARVALHO, J. C. C.; BERTECHINI, A. G.; FASSANI, E. J.; RODRIGUES, P.B.; PEREIRA, R. A. N. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com complexos enzimáticos. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, n. 2, p. 292-298, 2009.

CARVALHO, M. F. A. Manejo final e retirada. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2001, Campinas, SP. Anais... Campinas: FACTA, 2001. p. 59-68.

CARVALHO, R. H. Influência de diferentes modelos de instalações de frango de corte e ambiência de luz pré-abate sobre o bem-estar animal e qualidade de carne. 2012. 124 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2012.

CARVALHO,T. M. R. Influência da ventilação mínima no ambiente térmico e aéreo na fase de aquecimento para frangos de corte . 2010. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.2010.

CASTILLO, C. J. C.; RUIZ, N. J. Manejo pré-abate, operações de abate e qualidade de carne de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2010, Santos SP. Anais… São Paulo: FACTA 2010. p. 171-190.

CASTRO, A. G. M. Importância do manejo na primeira semana. CONFERÊNCIA APINCO´98 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. Campinas, p. 141-150, 1998.

CLASSEN, H. L.; RIDDELL, C. Photoperiodic effects on performance and leg abnormalities in broiler chickens. Poultry Science, v. 68, p. 873-879, 1989.

CONY, V. A. Manejo do carregamento abate e processamento: como evitar perdas? In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas SP. Anais… Campinas: FACTA, p. 203-212. 2000.

CORDEIRO, M. B. Analise de imagens na avaliação do comportamento, do bem-estar e do desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento. 2007. Tese (Pós Graduação em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais. 2007.

CORR, S. A.; GENTLE, M.J.; MCCORQUODALE, C.C.; BENNETT, D. The effect of morphology on walking ability in the modern broiler: A gait analysis study. Animal Welfare, v.12, p.159–171, 2003.

COSTA M. J. P. Princípio de etologia aplicados ao bem-estar das aves. In: Simpósio sobre bem-estar das aves, Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. Campinas. Anais... Campinas: FACTA, p.169-177, 2003.

CURTIS, S. E. Environmental management in animal agriculture. Ames, the Iowa state University Press, p. 410, 1983.

DAMASCENO, F.; YANAGI JUNIOR, T.; LIMA, R. R.; GOME, R. C. C.; MORAES, S. R. P. Avaliação do bem-estar de frangos de corte em dois galpões comerciais climatizados. Revista de Ciência Agrotecnologia, v. 34, p. 1031-1038, 2010.

DEEP, A.; SCHWEAN-LARDNER, K.; CROWE, T. G.; FANCHER, B. I.; CLASSEN, H. L. Effect of light intensity on broiler production, processing characteristics and welfare. Poultry Science, v. 89, 2326–2333, 2010.

DEEP, A.; SCHWEAN-LARDNER, K.; CROWE, T. G.; FANCHER, B.; CLASSEN, H. L.; Effect of light intensity on broiler behaviour and diurnal rhythms. Applied Animal Behaviour Science, v. 136, p. 50-56, 2012.

DEL-CLARO, K. Comportamento animal - uma introdução à ecologia comportamental. Jundiaí, São Paulo: Distribuidora/Editora livraria Conceito, 2004.

DONALD, J.; ECKMAN, M.; SIMMONS, G. Control de la luz en la producción de pollo de engorda. Industria Avícola, nov. p.24-26, 2001.

DUNCAN, I. J. H.; MENCH, J. A. Behaviour as an indicator of welfare in various systems.In: Savory, C. J. Hughes, B. O. (Eds.), Fourth European Symposium on Poultry Welfare. UniversitiesFederation for Animal Welfare, Potters Bar, pp. 69–80,1993.

EMBRAPA. Produção de frango de corte, 2003. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/aves/Instalacoes.html. Acesso em: fevereiro, 2015.

ER, D.; WANG, Z.; CAO, J.; CHEN, Y. Effect of monochromatic light on the egg quality f laying hens. J. Appl. Poult. Res. v.16, p.605–612, 2007.

ESMAY M. L. Principles of Animal Environment. Avi Publishing, Westport, 1982.

ESPÍNDOLA, C. J. Trajetórias do progresso técnico na cadeia produtiva de carne de frango do Brasil. Revista Geosul, v. 27, n. 53, p. 89-113, 2012.

ESTEVEZ, I. Density allowances for broilers: where to set the limits. Poultry Science, v. 86, p.1265-1272, 2007.

FAWC-FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL.Updates the five freedoms.Veterinary Records, v. 131, n. 17, p. 357, 1992.

FERNANDES, G. A.; FERNANDES, F. F. D.; MOUSQUER, C. J. Nutrição de frangos de corte adequada a regiões de clima quente – revisão. Revista Eletrônica Nutritime. Artigo 228 v. 11 n. 01 p. 3045 – 3069. 2014. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/ARTIGO228.pdf>. Acesso em 09 de Setembro de 2015.

FERREIRA, R. A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos.

FLORES, F. Variação térmica durante a incubação de ovos e avaliação dos componentes imunológicos do embrião após eclosão. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 2013.

FRANÇA, L. R. A. evolução da base técnica da avicultura de corte no Brasil: transformações, determinantes e impactos. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) – Instituto de Economia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia; pag.141; 2000.

FREITAS, H. J.; COTTA, J. T. B.; OLIVEIRA A. I. G.; GEWEHR, C. E. Avaliação de programas de iluminação sobre o desempenho zootécnico de poedeiras leves. Ciência e Agrotecnologia.Lavras. v. 29, n. 2, p. 424-428, 2005.

FURTADO, D. A.; AZEVEDO, P. V.; TINÔCO, I. F. F. Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de acondicionamento. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.3, p.559-564, 2003.

GONGRUTTANANUN, N. & GUNTAPA, P. Effects of Red Light Illumination on Productivity, Fertility, Hatchability and Energy Efficiency of Thai Indigenous Hens. Kasetsart Journal: Natural Science. P. 51 – 63, 2012.

GORDON, S. H. Effects of daylength and increasing daylengthprograms on broiler welfare and performance. World´sPoultry Science Journal, v. 50, n. 3, p. 269-28 2, 1994.

HEINZEN, F. L. A realidade em uma pequena empresa da avicultura catarinense. Florianópolis, ago. 2006. Disponível em <http://pt.scribd.com/doc/82486523/A-REALIDADE-EM-UMA-PEQUENA-EMPRESA-DA-AVICULTURA-CATARINENSE >. Acesso em: 10 de Setembro de 2015.

JÁCOME, I. M. D. T. A. Diferentes sistemas de iluminação artificial usados no alojamento de poedeiras leves. Campinas - SP, 2009. 120 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas. São Paulo. 2009.

JÁCOME, I. M. T. D.; FURTADO, D. A.; LEAL, A. F.; SILVA, J. H. V.; MOURA, J. F. P. Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no nordeste do Brasil. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v. 11, n. 5, p. 527–531, 2007.

JAENISCH, F. R. F.; Sistema de Produção de Frangos de Corte. Dsipoivel em:<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ave/ProducaodeFrangodeCorte/Manejo.html>. Acesso em 10 de Setembro de 2015.

JONES, T. A.; DONNELY, C. A.; DAWKINS, M. S. Environmental and management factors affecting the welfare of chickens on commercial farms in the United Kingdom and denmark stocked at five densities. Poultry Science, v. 84, p. 1155-1165, 2005.

JORDAN, R. A.; TAVARES, M. H. F. Análise de diferentes Análise de diferentes sistemas de iluminação para aviários de produção de ovos férteis R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, Campina Grande, v.9, n.3, p.420-423, 2005.

KAWABATA, C. Y.; Castro, R. C.; Savastano Júnior, H. Índices de conforto térmico e respostas fisiológicas de bezerros da raça holandesa em bezerreiros individuais com diferentes cobertu-ras. Engenharia Agrícola, v.25, n.3, p.598-607, 2005.

KAWAUCHI, I. M.; SAKOMURA, N. K.; BARBOSA, N. A. A.; AGUILAR C. A. L.; MARCATO, S. M.; BONATO, M. A.; FERNANDES, J. B. K. Efeito de programas de luz sobre o desempenho e rendimento de carcaça, cortes comerciais e vísceras comestíveis de frangos de corte. ARS Veterinária, v. 24, n.1, p. 059-065, 2008.

KE, Y. Y.; LIU, W. J.; WANG, Z. X.; CHEN, Y. X. Effects of monochromatic light on quality properties and antioxidation of meat in broilers. Poultry. Science, v. 90, n. 11, p. 2632-2637, 2011.

LEANDRO, N. S. M.; ROCHA, P. T.; STRINGHINI, J. H.; SCHAITL, M.; FORTES, R. M. Efeito do tipo de captura dos frangos de corte sobre a qualidade da carcaça. Ciência Animal Brasileira, v. 2, n. 2, p. 97-100, 2001.

LEWIS, P.; MORRIS, T. Lighting for broilers. In Poultry Lighting: The Theory and Practice, p. 145–148, 2006.

LEWIS, P.; MORRIS, T. Lighting for broilers.In Poultry Lighting: The Theory and Practice, p. 145–148, 2006.

LEWIS, P.D. Lighting, ventilation and temperature. British Poultry Science, v. 51, p. 35-43, 2010.

LIBONI, B. S.; YOSHIDA, S. H.; PACHECO, A. M.; MONTANHA, F. P.; SOUZA, L. F. A.; ASTOLPHI, J. L.; ASTOLPHI, M. Z. Diferentes programas de luz na criação de frangos de corte. Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária, Ano XI – n. 20, 2013.

LIMA, J. P. R.; SICSÚ, A. B.; PADILHA, M. F. F. G. Economia de Pernambuco: transformações recentes e perspectivas no contexto regional globalizado. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 38, nº 4,2007.

LIMA, K. A. O.; MOURA, D. J.; NAAS, I. A.; PERISSINOTTO, M. Estudo da influência de ondas de calor Sobre a produção de leite no estado de São Paulo. Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas, Campinas, v. 1, p. 63-73, 2007.

LIMA, K. R. S.; ALVES, J. A. K.; AEAÚJO, C. V.; JESUS, M. L. C.; FERNANDES, D. L.; TAVARES, F. Avaliação do ambiente térmico interno em galpões de frango de corte com diferentes materiais de coberturas na mesorregião metropolitana de Belém. Revista de ciências agrária, Belém, n. 51, p. 37-50, 2009.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de

MAXWELL, M. H.; ROBERTSON, G. W. UK survey of broiler ascites and sudden death syndromes in 1993. British Poultry Science, 39:203-215, 1998.

MENCH, J. A. Applied ethology and poultry production. Poultry Science, v.71, p.631-633, 1992.

MENDES, A. A.; NÃÃS, I. A.; MACARI, M. Produção de frangos de corte. FACTA, p. 356, 2004.

MENDES, A. S.; PAIXÃO, S. J.; RESTELATTO, R.; MORELLO, G. M.; MOURA, D. J.; POSSENTI, J. C. Performance and preference of broiler chickens exposed to different lighting sources. The Journal of Applied Poultry Research, v. 22, p. 62-70, 2013.

MENDES, A. S.; REFFATI, R.; RESTELATTO, R.; PAIXÃO, S. J. Visão e iluminação na avicultura moderna. Revista Brasileira Agrociência, v. 16, n. 1-4, p. 05-13, 2010.

MICKELBERRY, W. C.; ROGLER, J. C.; STADELMAN, W. J. The influence of dietary fat and environmental temperature upon chick growth and carcass composition. Poultry Science, v.45, p.313-321, 1966.

MOBARKEY, N.; AVITAL, N.; HEIBLUM, R.; ROZENBOIM, I.The role of retinal and extra-retinal photostimulation in reproductive activity in broiler breeder hens.Domestic Animal Endocrinology.Auburn, v. 38, n. 4, p. 235–243, 2010.

MOLLENHORST, H. et al. On farm assessment of laying hen welfare: a comparison of one environment - based and two animal-based methods. Applied Animal Behaviour Science, Amsterdam, v. 90, n. 3/4, p. 277-291, 2005.

MORAES, D. T.; LARA, L. J. C.; BAIÃO, N. C.; CANÇADO, S. V.; GONZALEZ, M. L.; AGUILAR, C. A. L.; LANA, A. M. Q. Efeitos dos programas de luz sobre desempenho, rendimento de carcaça e resposta imunológica em frangos de corte. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.60, n.1, p.201-208, 2008.

MOREIRA, M. C. Utilização de conversores eletrônicos que alimentam LEDs de alto brilho na aplicação em tecido humano e sua interação terapêutica. 2009, 190 p. Tese (Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

MORRIL, W. B. B. Iluminação por diodo emissor de luz e sua influência na produção de frangos de corte. (Tese Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, julho de 2014.

MORRIL, W. B. B.; BARNABE, J. M. C.; SILVA, T. P. N.; PANDORFI, H.; GOUVEIA NETO, A. S.; SOUZA, W. S. The effect of RGB monochromatic and polychromatic LED lighting on growth performance, behavior, and development of broilers. In: Photonics West, 2014, San Francisco. Proceedings of SPIE, 2014.v. 8928. p. 001-007.

MOURA, D. J. Ambiência na avicultura de corte. In: SILVA, I. J. O. Ambiência na produção de aves em clima tropical. Anais, Jaboticabal: SBEA, páginas 75-149, 2001.

NÃÃS, I. A. Princípios de conforto térmico na produção animal. São Paulo: Ícone, p. 183, 1989.

NAZARENO, A. C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GIONGO, P. R.; PEDROSA, E. M. R.; GUISELINI, C. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.v. 13 n. 6, 2009.

NEAMBE, A Avicultura e a Ambiência na Região Nordeste do Brasil. Núcleo de Estudos em Ambiência Agrícola e Bem-estar Animal (NEAMBE) Universidade Federal do Ceará – UFC. Texto originalmente publicado pelo site Portal Dia de Campo (http://www.diadecampo.com.br) na Coluna “Construções Rurais e Ambiência” em março de 2012.

NOWICKI, R.; BUTZGE, E.; OTUTUMI, L. K.; PIAU-JÚNIOR, R.; ALBERTON, L. R.; ERLINI, L. S.; MENDES, T. C.; DALBERTO, J. L.; GERÔNIMO, E.; CAETANO, I. C. S. Desempenho de frangos de corte criados em aviários convencionais e escuros. Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR, v. 14, n. 1, p. 25-28, 2011.

NUNES, K. C.; GARCIA, R. G.; BORILLE, R.; NÃÃS, I. A.; SANTANA, M. R. Led como fonte de luz na avicultura de postura. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, v. 9, n. 17; p. 1765, 2013.

OHTANI, S.; LEESON, S.The effect of intermittent lighting on metabolizable energy intake and heat production of male broilers.Poult.Sci. v. 79, p. 167-171, 2000.

OLANREWAJU, H. A. J. P.; THAXTON, W. A.; DOZIER III. J.; PURSWELL, W. B.; ROUSH, S. L.; BRANTON.A review of lighting programs for broiler production. Int. J. Poult. Sci. 5: 301–308, 2006.

OLIVEIRA, P. A. V.; GUIDONE, A. L.; BARONI JÚNIOR, W.; DALMOURA, V. J.; CASTANHA, N. Efeito do tipo de telha sobre o acondicionamento ambiental e o desempenho de frangos de corte. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avicolas, 1995, Curitiba. Anais... Curitiba: FACTA, 1995. p. 297-298.

OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L. T.; FERREIRA, R. A.; VAZ, R. G. M. V.; CELLA, P. S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de

OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L. T.; FERREIRA, R. A.; VAZ,

OSRAM. Osram do Brasil, Website. Disponível em: <http://www.osram.com.br> Acesso em: 30 set. 2015. Apud: Jácome IMTD. Diferentes sistemas de iluminação artificial usados no alojamento de poedeiras leves [Tese de Doutorado] Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas. SP: [s.n], 2009.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R. Ambiência na produção de bovinos de corte a pasto. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 18, 2000, Florianópolis, Anais... Florianópolis, p. 26-42, 2000.

PAULA, M. O.; CAETANO, S. P.; MOREIRA , G. R.; AMORIM, M. M.; DURAN, M.C. Identificação da tipologia construtiva de galpões avícolas no Estado do Espírito Santo. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 8, n. 14, p. 64, 12012.

PEREIRA, C. M. M.;MELO, M. R.; SANTOS, M. H.; O agronegócio do frango de corte: um estudo de caso sob a ótica da economia dos custos de transação. Informações Econômicas, v. 37, n. 1, 2007.

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

PEREIRA, F. O. R.; SOUZA, M. B. Iluminação: APOSTILA DE CONFORTO AMBIENTAL. UFSC: Florianópolis, 2005.

PRAYITNO, D. S.; PHILLIPS, C. J. C.; STOKES, D. K. The effects of color and intensity of light on behavior and leg disorders in broiler chickens.Poultry Science, v. 76, p. 1674–1681, 1997.

PRESCOTT, N. B. H. H.; KRISTENSEN, C. M.; WATHES.Light.In Measuring and Auditing Broiler Welfare.C. Weeks and A. Butterworth, ed. CAB Int. Wallingford, UK. p. 101–116, 2004.

PRESCOTT, N. B.; WATHES, C. M. Light, poultry and vision.In: 6th International Symposium in Livestock Environment, Louisville, Proceedings. Anais… ASAE Publication Number 701P0201, 2001.

PRESCOTT, N. B.; WATHES, C. M. Spectral sensitivity of the domesticfowl (Gallus g.domesticus).British Poultry Science, v. 40, p. 332-339, 1999b.

QUEIROZ, M. L. V.; BARBOSA FILHO, J. A. D.; VIEIRA, F. M. C. Avaliação do Conforto Térmico de Frangos de Corte de Forma Direta e Prática. Núcleo de Estudos em Ambiência Agrícola e Bem-estar Animal (NEAMBE), 2012.

R. G. M. V.; CELLA, P. S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de

RENDEN, J. A.; MORAN JR, E. T.; KINCAID, S. A. Lighting programs for broilers that reduce leg problems without loss of performance or yield. Poultry Science, v. 75, p. 1345-1350, 1996.

RIBEIRO, C. S. Bem-animal como pré-requisito de qualidade na produção de frangos de corte. 2008. 47f. Monografia (Especialização em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal) - Universidade Castelo Branco, RJ. Disponivel em <http://qualittas.com.br/uploads/documentos/Bem%20Estar%20Animal%20-%20Sheila%20Cardoso%20Ribeiro.pdf>. Acessoem: 09 de Setembro de 2015.

RIERSON R.D. Broiler preference for light color and feed form, and the effect of light on growth and performance of broiler chicks. Master of Science Thesis, Kansas State University, 2011.

RIERSON, R. D. Broiler preference for light color and feed form, and the effect of light on growth and performance of broiler chicks.Manhattan Kansas, 71p. [Master of Science] Department of Animal Sciences and Industry College of Agriculture, Manhattan Kansas, 2008.

ROCHA, D. C. C. Características comportamentais de emas em cativeiro submetidas a diferentes fotoperíodos e diferentes relações macho: fêmea. 2008. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa – Viçosa MG. 2008.

ROCHA, J. S. R.; LARA, L. J. C.; BAIÃO, N. C.; Aspectos éticos e técnicos da produção intensiva de aves. Ciência VeterinariaTrópical, Recife-PE, v. 11, p.49-55, 2008.

RODRIGUES, V. C.; SILVA, I. J. O.; NASCIMENTO, S. T.; VIEIRA, F. M. C.; Instalações avícolas no Estado de São Paulo - Brasil: Os Principais pontos críticos quanto ao bem estar e conforto térmico. Revista THESIS, São Paulo, ano V, número 11, páginas 24-30, 2° semestre.

RODRIGUES, V. V.; SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C.; NASCIMENTO, S. T. A correct enthalpy relationship as termal comfort índex for livestock. International Journal of Biometeorology, Lisse, v. 1, n. 55, p. 455-459, 2011.

RODRIGUES, W. O. P.; GARCIA, R. G.; NÃÃS, I. A.; ROSA, C. O.; CALDARELLI, C. E. Evolução da avicultura de corte no Brasil. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 10, n. 18; p. 2014.

RUDKIN, C.; STEWART, G. D. Behaviour of hens in cages – a pilot study using video tapes. A Report for the Rural Industries Researsh and Development Corporation, Australian, v. 40, n. 477, p. 102, 2003.

RUI, B. R.; ANGRIMANI, D. S. R.; SILVA, M. A. A. Pontos críticos no manejo pré-abate de frango de corte: jejum, captura, carregamento, transporte e tempo de espera no abatedouro. Revista Ciência Rural online. Disponivel em <http://www.scielo.br/pdf/cr/2011nahead/a4911cr4424.pdf>. Acesso em 09 de Setembro de 2015.

RUTZ, F.; BERMUDEZ, V. L. Fundamentos de um programa de luz para frangos de corte. In: MENDES, A. A.; NAAS, I. A.; MACARI, M. Produção de frangos de corte, Campinas: FACTA, cap. 10, p.157-168, 2004.

SANTOS, M. B.; RABELLO, C. B.; PANDORFI, H.; TORRES, T. R.; SANTOS, P. A.; CAMELO, L. C. L. Fatores que Interferem no estresse térmico de frangos de corte. Revista Eletrônica Nutritime, v. 9, p. 1779-1786, 2012.

SANTOS, M. J. B.; PANDORFI H.; RABELLO C. B. V.; SILVA E. P.; TORRES T. R.; SANTOS P. A.; MORRIL W. B.; DUARTE N. M. Performance of free-range chickens reared in production modules enriched with shade net and perches. Rev. Bras. Cienc. Avic. vol. 16, n. 1, pag. 19-28, 2014.

SANTOS, M. J. B.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; MORRIL, W. B.; PEDROSA, E. M. R.; Guiselini, C. Comportamento bioclimático de frangos de corte caipira em piquetes enriquecidos. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.14, n.5, p.554–560, 2010.

SANTOS, P. A. Avaliação e predição do ambiente térmico em modelos reduzidos de galpões avícolas equipados com telhados natural e artificialmente ventilados. 2004. 76 f. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiência) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

SARTOR, V.; BAÊTA, F. C.; LUZ, M. L.; ORLANDO, R. C. Sistemas de resfriamento evaporativo e o desempenho de frangos de corte. ScientiaAgricola, v. 58, n. 1, p. 17-20, 2001.

SAS INSTITUTE, Statistical analysis system: realease 6.08, (software). Cary, 1997. 620p.

SAVASTANO J. R, H.; LUZ, P. H. C.;FARIA, D. E. Estudo do desempenho de alguns sistemas de cobertura, visando o conforto térmico em aviários, e sua interrelação com a produção animal. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA,1996, Curitiba Anais... Campinas: Facta, 1996. p. 65, 1996.

SCHIASSI, L. Desempenho e comportamento de frangos de corte em túneis de vento climatizados. 2013. 78 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras. Minas Gerais. 2013.

SEVEGNANI, K. B.; CARO, I. W.; PANDORFI, H.; SILVA, I. J. O.; MOU-RA, D. J. Zootecnia de precisão: análise de imagens no estudo do comportamento de frangos de corte em estresse térmico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, n.1, p.115-119, 2005.

SILVA, I. J. O. Sistemas naturais e artificiais do controle do ambiente – climatização. In: SILVA, I. J. O. Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos. Piracicaba: FEALQ, p.81-111, 1999.

SILVA, I. J. O.; SEVEGNANI, K. B. Ambiência na produção de aves de postura. In: Silva, I. J. O. Ambiência na produção de aves em clima tropical. Piracicaba: FUNEP, p. 150-214, 2001.

SILVA, R. G. Biofísica ambiental. Os animais e seu ambiente. Jaboticabal: FUNEP, 393 p, 2008.

SIQUEIRA, J. C.; SAKOMURA, N. K.; DORIGAM, J. C. P.; MENDONÇA, G. G.; COSTA, F. G. P.; KOCHENBORGER, J. B.; DOURADO, F. L. R. B.; NASCIMENTO, D.

C. N. Níveis de lisina em rações para frangos de corte determinados com base em uma abordagem econômica. R. Bras. Zootec., v. 40, n. 10, p. 2178-2185, 2011.

SOUTO A. Os principais tipos e métodos de observação. Etologia: princípios e reflexões. Recife: Universitária – UFPE, p.47-49, 2003.

SOUZA, P. Avicultura e Clima Quente: Como administrar o bem-estar às aves? Revista AviculturaIndústria, edição 1136, p. 1-6. 2005.

TAYLOR, P. E.; NANCY, C. A.; COERSE, M. H.The effects of operant control over food and light on the behaviour of domestic hens.Applied Animal Behaviour Science, Amsterdam, v. 71, p. 319-333, 2001.

TEETER R. G. Estresse calórico em frangos de corte In CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. SP, Campinas, pp 33–44, 1990.

TEETER, R. G.; SMITH, M. O.; OWENS, F. N. Chronic heat stress and respiratoryalkalosis: ccurrence and treatment in broiler chicks. Poultryscience. v. 64. p. 1060-1064, 1985.

TEIXEIRA, V. H. Resfriamento adiabático evaporativo na edificação de maternidade para suínos. (TeseDoutorado). Botucatu: UNESP, p. 93.1996.

THERY, M. Forest light and its influence on habitat selection.Plant Ecol. v.153, p. 251–261,2001.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura Industrial: Novos Conceitos de Materiais, Concepções e Técnicas Construtivas Disponíveis para Galpões Avícolas Brasileiros. Rev. Bras. Cienc. Avic. v. 3, n. 1, 2001.

UBABEF – União Brasileirade Avicultura – Disponível em:http://www.brazilianchicken.com.br/home/publicacoes. Asseçado em 01/06/2015.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. Protocolo de bem-estar para frangos e perus. São Paulo, jun. 2008. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/files/publicacoes/641b2593d2fd403c0b420a3525c0ad14.pdf>. Acesso em: 8 de Setembro de 2015.

VERCELLINO, R. A. Efeito de diferentes sistemas de vedação de aviários no comportamento e bem estar de frangos de corte. 2012. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP. 2012.

Viçosa: Aprenda Fácil. p. 371, 2005.

VIEIRA, N. M. & DIAS, R. S. Uma abordagem sistêmica da avicultura de corte na economia brasileira. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIEDADE RURAL, 43, 2005, Ribeirão Preto. Anais... Ribeirão Preto: SOBER, 2005.

VIOLA, E. S.; VIOLA, T. H.; LIMA, G. J. M. M.; AVILA, V. S. ÁGUA NA AVICULTURA: IMPORTÂNCIA, QUALIDADE E EXIGÊNCIAS. Disponivel em:

<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/920814/1/aguanaavicultura.pdf>. Acessoem: 12 de Setembro de 2015.

XIE, D.; CHEN, Y.; WANG, Z.; DONG, Y. Effects of monochromatic light on structure of small intestinal mucosa in broilers. Scientia Agriculture Sinica, v. 42, n. 3, p. 1084-1090, 2009.

ZHANG, L.; ZHANG, H. J.; QIAO, X.; YUE, H. Y.; WU, S. G.; YAO, J. H.; QI, G. H. Effect of monochromatic light stimuli during embryogenesis on muscular growth, chemical composition, and meat quality of breast muscle in male broilers. Poultry Science, v. 91, n. 4, p. 1026-1031, 2012.