UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

LUANDA RÊGO DE LIMA

PERDA DE CALOR E DESEMPENHO DE CODORNAS CRIADAS EM DIFERENTES DENSIDADES E SUBMETIDAS A DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE ÓLEO DE SOJA

FORTALEZA
2019

LUANDA RÊGO DE LIMA

PERDA DE CALOR E DESEMPENHO DE CODORNAS CRIADAS EM DIFERENTES DENSIDADES E SUBMETIDAS A DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE ÓLEO DE SOJA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de doutor em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Orientador: Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho.
Coorientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L698p Lima, Luanda Rêgo de.
Perda de calor e desempenho de codornas criadas em diferentes densidades e submetidas a dietas com diferentes níveis de óleo de soja / Luanda Rêgo de Lima. – 2019.
89 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho.
Coorientação: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.

1. Ambiência. 2. Coturnicultura. 3. Fonte Lipídica. 4. Incremento Calórico. I. Título.

CDD 630

LUANDA RÊGO DE LIMA

PERDA DE CALOR E DESEMPENHO DE CODORNAS CRIADAS EM DIFERENTES DENSIDADES E SUBMETIDAS A DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE ÓLEO DE SOJA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de doutor em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas

Aprovada em: 05/04/2019.

BANCA EXAMINADORA

_____
Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

_____
Prof. Dr. Luís de França Camboim Neto
Faculdade Norte e Nordeste (FATENE)

_____
Profª. Drª. Carla Renata Figueiredo Gadelha
Universidade Federal do Ceará (UFC)

_____
Prof. Dr. Héliton Pandorfi
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

_____
Prof. Dr. Carlos Eduardo Braga Cruz
Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

A Deus.

Aos meus pais, Fátima e Ernilson.

Aos meus irmãos, Ianca, Grace, Charton e Júnior.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente e acima de tudo a Deus, por me abençoar com Seus cuidados, por me colocar nos Seus braços de proteção e nunca deixar que eu desista de alcançar meus sonhos e objetivos. Obrigada por ser luz no meu caminho e não soltar minha mão em nenhuma circunstância. Consagro minha vida a Ti.

Aos meus Pais, Maria de Fátima Rêgo e José Ernilson de Lima, pela paciência, ensinamentos, conselhos, amor incondicional e dedicação infinita. Minha vida não teria sentido sem vocês por perto, aplaudindo minhas conquistas e me consolando nos dias difíceis. Obrigada por continuar sendo os melhores pais do mundo. Agradeço a Deus todos os dias por suas vidas. Amo muito vocês.

Aos meus irmãos, Ianca Rêgo, Grace Kelly Rêgo, Charton Rêgo e Júnior Rêgo, por me amar, torcer pelo meu sucesso e se orgulhar tanto de mim. Amo vocês.

Aos meus sobrinhos, Heitor Rêgo e Illan Rêgo, por compreender minha ausência e me fazer sentir um amor tão puro. Sou a tia mais abençoada desse mundo. Vocês são luz na nossa família. Amo meus nenéns.

Ao Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho, pela excelente orientação, disponibilidade, colaboração e paciência. Sua contribuição foi fundamental para a realização desse trabalho. Admiro muito sua competência e trabalho. Muito obrigada.

Ao Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas, por colocar o setor de avicultura a disposição, disponibilizando desde os animais, local do experimento, material e seu vasto conhecimento, para a realização e sucesso dessa pesquisa. Sou muito grata por sua generosidade. Admiração pelo seu comprometimento com a ciência e pelo seu trabalho árduo para manter a excelência no que faz.

Aos professores participantes da banca examinadora, Profª. Drª. Carla Gadelha, Prof. Dr. Carlos Braga, Prof. Dr. Héliton Pandorfi e Prof. Dr. Luís de França Camboim, obrigada pelas valiosas sugestões e contribuições para este trabalho. Minha profunda admiração e gratidão.

A todos os integrantes do Núcleo de Estudos em Ambiência e Bem-Estar Animal, o NEAMBE, grupo do qual me orgulho em fazer parte. Obrigada pelas experiências valiosas, troca de conhecimento e ajuda. Foram fundamentais para o meu avanço profissional.

À minha equipe, Lucas Batista, Vinícius Sena e José Neto, por toda disponibilidade, ética, compromisso e seriedade ao longo de toda pesquisa. Vocês foram partes indispensáveis para a realização desse experimento. O caminho foi árduo, nos exigiu

muita paciência e dedicação, mas conseguimos. Obrigada de coração.

Ao amigo e grande ser humano, Davyd Herik, o maior culpado de hoje eu estar falando sobre essa pesquisa. Às vezes, no meio acadêmico, é difícil que as pessoas ajudem umas às outras sem pedir nada em troca, e você não mediu esforços para me ajudar. Serei eternamente grata. Conte comigo sempre que precisar, você sabe. Obrigada por sua generosidade e toda ajuda com esse trabalho. Nunca vou conseguir lhe agradecer o suficiente.

As minhas amigas e companheiras de doutorado, Marília Vasconcelos e Simone Mendes, pelas batalhas diárias vencidas, pelo companheirismo, amizade, apoio, críticas e sugestões sempre oportunas. Vocês são muito especiais. Obrigada por compartilhar essa experiência comigo.

Agradeço a todos, que mesmo de maneira indireta, contribuíram para o encerramento de mais essa etapa na minha vida.

E finalmente, agradeço a FUNCAP, pela concessão da bolsa de estudos de fundamental importância ao longo do curso de Doutorado.

“Chegará um dia no qual os homens conhecerão o íntimo dos animais, e nesse dia, um crime contra um animal será considerado crime contra a humanidade.”

Leonardo Da Vinci

RESUMO

As codornas são animais homeotérmicos, ou seja, são capazes de manter a temperatura corporal constante mesmo quando ocorrem variações da temperatura do ambiente. Em países de clima tropical, como o Brasil, as aves enfrentam grandes dificuldades em controlar a temperatura corporal dentro dos galpões. Assim, com o intuito de minimizar os efeitos do estresse térmico, pode-se utilizar estratégias nutricionais, onde se realiza a substituição parcial de carboidratos por óleo baseando-se na redução do incremento calórico da ração por meio do uso dos lipídeos como fonte de energia. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito de diferentes densidades e níveis de inclusão de óleo de soja no desempenho e perda de calor em codornas de corte. Para a condução do experimento foram utilizadas 450 codornas, com 7 dias de idade, alojadas em galpão convencional dividido em 30 boxes. As aves foram distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 3x2, sendo seis tratamentos com cinco repetições de 14 (215,6 $cm^2.ave^{-1}$) e 16 (188,6 $cm^2.ave^{-1}$) codornas. Os níveis de inclusão do óleo de soja foram: 0, 2, 4%. Os dados ambientais, temperatura e umidade relativa do ar assim como os dados fisiológicos, temperatura retal e superficial, foram coletados durante seis semanas. Foi estimada a perda de calor por radiação com o auxílio da termografia de infravermelho. Foi avaliada a concentração de amônia, pH e umidade para caracterizar a qualidade da cama com 21 e 42 dias com o intuito de estimar sua influência no conforto e desempenho das aves. Nesse mesmo período, foi medida a temperatura da cama para observar a variação ao longo dos boxes. Com base nos resultados encontrados, foi constatado que os níveis de inclusão de óleo de soja não afetam o desempenho e rendimento das codornas, bem como não influenciam na perda de calor ao longo do ciclo de vida desses animais. A densidade de alojamento influenciou o consumo de ração, onde as aves criadas na densidade de 188,6 $cm^2.ave^{-1}$ obtiveram o menor consumo médio da dieta, sem impacto no ganho de peso e na conversão alimentar, possibilitando a criação com maior número de aves por boxe.

Palavras-chave: Ambiência. Coturnicultura. Fonte Lipídica. Incremento Calórico.

ABSTRACT

Quails are homeothermic animals, in other words, they are able to keep body temperature constant even when variations in ambient temperature occur. In countries with a tropical climate, such as Brazil, birds face difficulties in controlling body temperature inside sheds. Thus, in order to minimize the effects of heat stress, nutritional strategies can be used, where partial replacement of carbohydrates by oil, based on the reduction of the caloric increment of the diet through the use of lipids as a source of energy. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of different densities and inclusion levels of soybean oil on performance and heat loss in quail. To conduct the experiment, 450 quails, 7 days old, housed in a conventional shed divided in 30 boxes were used. The birds were distributed in a completely randomized design (CRD) in a 3x2 factorial scheme, six treatments with five replicates of 14 (215.6 cm².ave-1) and 16 (188.6 cm².ave-1) quails. Inclusion levels of soybean oil were: 0.2, 4%. Environmental data, temperature and relative air humidity as well as physiological data, rectal and surface temperature were collected for six weeks. The loss of heat by radiation was estimated with the aid of infrared thermography. The concentration of ammonia, pH and humidity were evaluated to characterize the quality of beds at 21 and 42 days in order to estimate its influence on the comfort and performance of the birds. During this same period, the temperature of the bed was measured to observe the variation along the boxes. Based on the results, it was found that soybean oil inclusion levels didn't affect the performance and yield of quails, as well as didn't influence the loss of heat during the life cycle of these animals. The housing density influenced the feed intake, where the birds raised at the density of 188.6 cm2.ave-1 obtained the lowest average of diet intake, with no impact on weight gain and feed conversion, allowing the creation with larger numbers of birds per box.

Keywords: Ambience. Coturniculture. Lipid Source. Calorie Increase.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem termográfica mostrando a seleção dos pontos para obtenção da temperatura superficial média individual (a) e em grupo (b) das aves 28

Figura 2 – Imagem termográfica de frangos de corte e distribuição dos pontos selecionados para obtenção da temperatura superficial média 28

Figura 3 – Imagem termográfica de poedeiras na gaiola e imagem termografica da distribuição dos pontos selecionados para obtenção da temperatura superficial média, respectivamente 29

Figura 4 – Imagem termográfica de pintainhos de um dia no incubatório (A) e na sala de vacinação (B) e respectivos pontos de avaliação da temperatura superficial 30

Figura 5 – Imagem ilustrativa referente ao galpão onde foi realizado o experimento, com divisão de parcelas e os locais onde foram instalados os *Data loggers* 36

Figura 6 – Imagem ilustrativa referente a distribuição dos tratamentos ao longo das parcelas 37

Figura 7 – Imagem da Câmera Termográfica de Infravermelho que foi utilizada no experimento 41

Figura 8 – Imagem termográfica individual de codornas de corte e distribuição aleatória dos pontos selecionados para avaliação da temperatura superficial 41

Figura 9 – Imagem termográfica em grupo de codornas de corte e distribuição aleatória dos pontos selecionados para avaliação da temperatura superficial 42

Figura 10 – Termômetro digital clínico utilizado no experimento 43

Figura 11 – Modelo do *Data Logger* utilizado no experimento 44

Figura 12 – Médias da temperatura do ar (˚C) da 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana de vida de codornas de corte 47

Figura 13 – Médias da umidade relativa do ar (%) da 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana de vida de codornas de corte 50

Figura 14 – Médias do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco) da 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana de vida de codornas de corte 52

Figura 15 – Imagem de luz visível de um dos animais utilizados no experimento tirada com câmera normal e imagem termográfica de codornas de corte, respectivamente 62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição percentual e calculada das rações experimentais utilizadas para codornas de corte de 7 a 42 dias de idade 43

Tabela 2 – Tabela com os limites do IEC (kJ/kg de ar seco) da 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana de vida de codornas de corte 54

Tabela 3 – Características da qualidade da cama de codornas de corte, aos 21 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis de óleo de soja na ração e densidades de criação 54

Tabela 4 – Características da qualidade da cama de codornas de corte, aos 42 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis de óleo de soja na ração e densidades de criação 57

Tabela 5 – Médias da Temperatura Cloacal (Tc / C) de codornas de corte na 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana de vida, alimentadas com diferentes níveis de óleo de soja na ração e densidades de criação 60

Tabela 6 – Médias da Temperatura Superficial (Ts / C) de codornas de corte na 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana de vida, alimentadas com diferentes níveis de óleo de soja na ração e densidades de criação 63

Tabela 7 – Médias da perda de calor por radiação (Qr / W) de codornas de corte na 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana de vida, alimentadas com diferentes níveis de óleo de soja na ração e densidades de criação 67

Tabela 8 – Desempenho de codornas de corte alimentadas com diferentes níveis de óleo de soja na ração e densidades de criação no período de 7 a 42 dias de idade 70

Tabela 9 – Características de carcaça de codornas de corte, aos 42 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis de óleo de soja na ração e densidades de criação 72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de variância
Atm	Atmosfera
Aw'	Classificação de Köppen para clima Tropical Chuvoso
C	Variância estrutural
CE	Ceará
Co	Efeito pepita
CV	Coeficiente de variação
DIC	Delineamento inteiramente casualizado
Fr	Frequência Respiratória
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE	Índice de dependência espacial
IEC	Índice Entalpia de Conforto
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
O	Oeste
Pb	Pressão Barométrica
Pr	Probabilidade
Qr	Perda de Calor por Radiação
S	Sul
Ta	Temperatura do ar
Tic	Temperatura interna da cama
TIV	Termografia de Infravermelho
Tr	Temperatura Retal
Ts	Temperatura Superficial
UFC	Universidade Federal do Ceará
UR	Umidade Relativa do ar
XX	Vinte em algarismo romano

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
ºC	Grau Celsius
m^2	Metro ao quadrado
$cm^2.ave^{-1}$	Centímetro ao quadrado por ave a menos um
Kg	Quilograma
Kj/kg	Quilojaule por quilograma
w	Razão de Mistura
A	Área da superfície corporal do animal
aves/m^2	Aves por metro ao quadrado
EM/kg	Energia metabolizável por quilo
Kcal	Quilocaloria
Kg^{-1}	Quilograma a menos um
®	Marca Registrada
h	Hora
h	Entalpia
°	Grau
©	Copyrught
$mov.min^{-1}$	Movimentos por minuto a menos um
±	Mais ou menos
<	Maior
>	Menor
mmHg	Milímetros de mercúrio

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO**	16
1.1	**Objetivo Geral**	17
1.2	**Objetivos Específicos**	17
2	**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**	18
2.1	**Coturnicultura do Brasil**	18
2.2	**Nutrição em codornas**	19
2.2.1	***Efeito dos lipídeos sobre o desempenho produtivo e densidades de criação para aves de corte***	20
2.3	**Ambiência em aves**	23
2.4	**Termorregulação em aves**	25
2.5	**Termografia de Infravermelho (TIV)**	27
2.6	**Índice Entalpia de Conforto (IEC)**	30
2.7	**Qualidade da cama das aves**	32
3	**MATERIAL E MÉTODOS**	35
3.1	**Local do experimento**	35
3.2	**Manejo e animais utilizados**	35
3.3	**Rações experimentais**	37
3.4	**Avaliação da cama**	38
3.4.1	***pH da cama***	39
3.4.2	***Umidade da cama***	39
3.4.3	***Amônia volatilizada***	39
3.5	**Variáveis Fisiológicas**	40
3.5.1	***Técnica de Termografia de Infravermelho (TIV) e avaliação da produção de calor por radiação***	43
3.5.2	***Temperatura retal***	43
3.6	**Variáveis Ambientais**	43
3.6.1	***Temperatura e Umidade Relativa do ar***	44
3.6.2	***Índice Entalpia de Conforto (IEC)***	45
3.7	**Análise estatística das variáveis fisiológicas e ambientais**	45
3.8	**Avaliação do desempenho e rendimento das aves**	46
4	**RESULTADOS E DISCUSSÃO**	47

4.1 **Caracterização climática das instalações** 47
4.1.1 ***Temperatura do ar*** 47
4.1.2 ***Umidade Relativa do ar*** 49
4.1.3 ***Índice Entalpia de Conforto (IEC)*** 51
4.2 **Características da qualidade da cama de codornas de corte** 54
4.3 **Temperatura retal (Tr)** 59
4.4 **Termografia de Infravermelho (TIV)** 62
4.4.1 ***Temperatura Superficial (Ts / ˚C)*** 62
4.4.2 ***Perda de Calor por Radiação (Qr / W)*** 66
4.5 **Desempenho** 69
4.6 **Rendimento** 71
5 **CONCLUSÃO** 74
REFERÊNCIAS 75
APÊNDICE A – TABELA DE ENTALPIA PARA CODORNAS NA 1ª SEMANA 84
APÊNDICE B – TABELA DE ENTALPIA PARA CODORNAS NA 2ª SEMANA 85
APÊNDICE C – TABELA DE ENTALPIA PARA CODORNAS NA 3ª SEMANA 86
APÊNDICE D – TABELA DE ENTALPIA PARA CODORNAS NA 4ª SEMANA 87
APÊNDICE E – TABELA DE ENTALPIA PARA CODORNAS NA 5ª SEMANA 88
APÊNDICE F – TABELA DE ENTALPIA PARA CODORNAS NA 6ª SEMANA 89

1 INTRODUÇÃO

A coturnicultura é uma atividade avícola em constante crescimento, que produz proteína de origem animal de alta qualidade e de custo relativamente baixo. Ao longo dos anos, as codornas vêm passando por um processo de melhoramento genético a fim de selecionar linhagens com alto potencial produtivo. O atendimento de suas exigências nutricionais, como a de energia metabolizável, é indispensável para que se alcance a produção esperada.

Alguns elementos como manejo, sanidade, genética, nutrição e ambiência, são apontados como a estrutura de sustentação da avicultura como atividade econômica e imprescindível na produção de alimentos de custo acessível e de alta qualidade nutricional. Contudo, para que se obtenha sucesso, é necessário adotar novas práticas de manejo, com o intuito de priorizar o bem-estar do animal. Esta é uma enorme preocupação, que vem ganhando ênfase na produção animal, pois quando relacionadas às respostas fisiológicas são considerados importantes indicadores de conforto térmico, fazendo com que o animal produza mais sem comprometer a qualidade do produto final.

O desconforto térmico acarreta vários problemas, alterando o desempenho zootécnico e prejudica o mecanismo de dissipação de calor. Os índices de conforto térmico conseguem quantificar o efeito do estresse térmico a qual os animais são submetidos a partir das condições meteorológicas predominantes no local. Dentre os índices existentes, a entalpia vem sendo muito utilizada atualmente para o cálculo do conforto térmico em aves.

Várias estratégias podem ser usadas para minimizar o desconforto térmico dos animais, uma delas é a utilização de alguns alimentos na dieta que oferecem energia com baixo custo metabólico e incremento calórico. Segundo Brandão (2008), a inclusão desses alimentos alternativos, proporciona um efeito extra calórico positivo no desempenho produtivo das aves e é na grande maioria das vezes refletido no aumento da taxa de crescimento, na melhor utilização dos nutrientes da ração e no seu conteúdo de energia metabolizável, além de propiciar menor custo de produção e ao mesmo tempo, manter a qualidade do produto final.

Diversas fontes lipídicas são utilizadas na alimentação das aves, destacando-se principalmente óleos de origem vegetal, que são fontes ricas em ácidos graxos essenciais. Dentre os óleos mais usados para este fim, destaca-se o óleo de soja que é rico em fosfolipídios que são um grupo especial de lipídios essenciais na utilização das gorduras pelo organismo animal visto que atuam formando a interface entre a água e os demais lipídios.

Dentre as tecnologias disponíveis para avaliar as condições térmicas tanto dos galpões quanto do próprio animal, permitindo quantificar e qualificar variações de calor por meio da temperatura superficial destaca-se a termografia de infravermelho (TIV). Essa ferramenta tem sido utilizada em diversas espécies, e pode ser descrita como uma técnica não invasiva que tem como função identificar a energia térmica emitida através da superfície de um corpo, transformando-a em uma imagem visível ao olho humano e mostrando ao usuário informações sobre as temperaturas através de cores visíveis.

1.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito de diferentes densidades e níveis de inclusão de óleo de soja no desempenho e estimar a perda de calor em codornas de corte.

1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a qualidade da cama das codornas com 21 e 42 dias e sua influência no conforto e desempenho das aves;
- Avaliar a temperatura superficial das codornas por meio da termografia de infravermelho para determinar uma possível perda de calor por radiação das aves;
- Determinar o melhor nível de inclusão de óleo de soja nas rações para codornas levando em consideração o melhor desempenho e rendimento das aves.
- Desenvolver o Índice Entalpia de Conforto (IEC) para codornas;
- Confeccionar Tabelas de Entalpia para avaliar o efeito do ambiente sobre o conforto térmico das aves.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Coturnicultura no Brasil

A codorna existe desde a antiguidade na Europa como ave migratória – de plumagem cinza-bege e pequenas listras brancas e pretas – foi levada primeiramente para a Ásia – China, Coréia e, depois, para o Japão. Pertence à ordem dos Galináceos; família dos Fasianídeos (Fhasianidae), onde se incluem também a galinha e a perdiz; subfamília dos Pernicídios (Perdicinidae) e Gênero Coturnix (PINTO *et al*. 2002). A codorna, hoje criada em cativeiro, é o resultado de vários cruzamentos efetuados, no Japão e na China, a partir da subespécie selvagem *Coturnix coturnix*, de origem europeia. Já no ano de 1300 d.C. a codorna foi domesticada pelos japoneses em função do canto melodioso dos machos.

No início do Século XX os japoneses conseguiram, depois de inúmeras tentativas, promover sua criação de forma racional, em pequenas gaiolas, com produção em série, com vistas à exploração comercial. Graças à sua alta fertilidade, abundante postura de ovos e exigência de pouco espaço para seu confinamento, mais a facilidade de transporte, a codorna tornou-se uma das principais fontes de alimentação para os vietnamitas durante a guerra contra os Estados Unidos.

No Brasil, pressupõe-se que as codornas foram trazidas por imigrantes italianos e japoneses na década de 50. A partir daí sua produção vem se consolidando, tornando-a uma importante alternativa alimentar no país. A atividade já foi considerada doméstica, mas com os avanços tecnológicos e modernização da produção de animais esta atividade tornou-se uma alternativa de diversificação agropecuária muito rentável, quando tratada de maneira profissional.

De acordo com Silva *et al.* (2011) a exploração comercial da codorna no Brasil teve início em 1989, quando uma grande empresa avícola resolveu implantar o primeiro criatório no Sul do Brasil e recentemente iniciou-se a exportação de carcaças de codornas congeladas. A partir daí a atividade passou a ter grande importância na economia agropecuária, em 2011 o Brasil já ocupava o lugar de quinto maior produtor mundial de carne de codornas e o segundo de ovos, coincidindo com o surgimento das grandes criações automatizadas e tecnificadas e novas formas de comercialização do ovo e da carne de codornas.

Nos últimos anos, a coturnicultura tem apresentado desenvolvimento bastante elevado, com a adequação as novas técnicas e tecnologias de produção, em que uma atividade

tida como de subsistência passa a ocupar um cenário de atividade altamente tecnificada (PASTORE *et al.*, 2012). Os principais fatores que cooperam para isso são: o rápido crescimento da ave, maturidade sexual precoce, alta produtividade, grande número de aves em um pequeno espaço, longevidade na produção, baixo investimento, rápido retorno financeiro, além do excepcional sabor exótico de sua carne, responsável por iguarias finas e sofisticadas, podendo se tornar uma fonte de renda complementar dos pequenos produtores rurais. Do lado técnico-econômico, torna-se ainda mais interessante, ao verificar-se o rápido crescimento e atingimento da idade de postura, a elevada prolificidade e o pequeno consumo de ração.

Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), o efetivo de codornas em 2014 teve um aumento de 11,9 % em relação ao encontrado em 2013, passando de 18,2 para 20,3 milhões de cabeças, atingindo uma produção de 392,73 milhões de dúzias de ovos no ano mencionado anteriormente. A partir desses dados, torna-se evidente o grande potencial de crescimento que a coturnicultura possui no país, podendo ser destacada como a atividade avícola com maior variação anual.

2.2 Nutrição em codornas

As estratégias nutricionais têm sido o principal objetivo de estudos para diminuir os efeitos da alta temperatura na produção de aves. Dentre estas estratégias tem-se o aumento da densidade energética das dietas por meio de ingredientes de baixo incremento calórico objetivando melhora no desempenho e redução da produção de calor.

De acordo com Sakomura et al. (2004) o incremento calórico pode ser definido como a perda de energia em forma de calor durante os processos de digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes. O incremento calórico da dieta altera de acordo com os nutrientes que a formam, pois as proteínas apresentam maior incremento calórico, seguido dos carboidratos e dos lipídios. Devido a isso, a utilização de dietas com composição química (nutrientes) de baixo incremento calórico, pode auxiliar a ave na redução da produção de calor, e consequentemente na redução da exigência de energia para mantença, melhorando assim, a disponibilidade de energia líquida para a produção.

Dentre os alimentos energéticos, o mais utilizado é o óleo de soja, por ter em sua composição lipídeos de baixo incremento calórico, ser fonte de ácidos graxos essenciais (oleico, linoleico, linolênico) e possuir alta densidade energética (PINTO et al., 2014). Esse tipo de alimento alternativo é usado com o intuito de diminuir os custos da dieta e melhorar a produção de aves (COSTA, 2013).

Segundo o MAPA (2006) o óleo de soja refinado é obtido pela prensagem por meio de processos tecnológicos adequados, mecânica ou extração por solvente, dos grãos da espécie *Glycine max (L) Merrill*, isento de misturas e de outros óleos, gorduras ou outras matérias estranhas ao produto.

O óleo de soja é um ingrediente muito importante na alimentação de aves e suínos, pois estas espécies, nas últimas décadas, passaram por considerável melhoramento genético, o que resultou em animais de rápido crescimento e consequentemente muito exigentes em energia (BELLAVER, 2001).

Trabalhando com três fontes de gordura, óleo refinado de soja, óleo de soja ácido e sebo bovino e a mistura entre eles, para frangos de corte, Gaiotto et al. (2000) observaram que a gordura abdominal da carcaça não foi afetada pelos tratamentos e enfatizaram que o óleo de soja refinado proporcionou melhor desempenho das aves e, o óleo ácido de soja, o sebo e a mistura destes resultaram na diminuição do desempenho dos frangos.

Utilizando óleo de soja bruto e degomado com três níveis de energia (alto, médio e baixo) para frangos de corte, Brandão (2008), observou que independente do tipo de processamento que o óleo de soja foi submetido não resultou em prejuízos no desempenho zootécnico das aves, ou mesmo no rendimento de carcaça e os menores valores de consumo obtidos estavam diretamente relacionados com as rações com alto nível energético.

2.2.1 Efeito dos lipídeos sobre o desempenho produtivo e densidades de criação para aves de corte

Os lipídios representam uma classe de nutrientes que tem sido utilizada na dieta com o objetivo de melhorar o desempenho das aves (FRIZZAS, 1996). Segundo Fuller (1980), a utilização de fontes lipídicas nas dietas pode favorecer o desenvolvimento rápido das aves, obtendo um maior peso em menor espaço de tempo, com um menor consumo de ração, o que proporciona uma melhor taxa de conversão alimentar quando se compara com aves alimentadas com rações sem acréscimo de óleos e gorduras.

A maior parte dos benefícios proporcionados pela inclusão de lipídios em dietas para frangos de corte se dão devido ao efeito extra metabólico dos mesmos, os quais são oriundos da redução da taxa de passagem dos alimentos pelo trato gastrointestinal (SUMMERS, 1984). Silva et al. (2012) afirmam que as codornas possuem aproveitamento e exigências diferentes daquelas utilizadas para frangos de corte e poedeiras, apresentando um tempo de passagem do alimento pelo trato digestivo mais acelerado, variando de 60 a 90

minutos. Conforme relatado por Sakamoto et al. (2006), devido a velocidade de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal das codornas ser mais acelerado, isto pode afetar a digestibilidade dos nutrientes da dieta, reduzindo assim o desempenho produtivos dos animais. Contudo, de acordo com Swenson e Reece (1996), a gordura na dieta estimula a liberação da Colicistoquinina, este hormônio tem a função de diminuir a velocidade de esvaziamento do sistema digestório, permitindo um maior tempo de permanência do alimento no trato digestivo, o que pode levar a uma melhor utilização e aproveitamento dos nutrientes. Segundo Fuller (1980) e Braga e Baião (2001), esses benefícios são maiores e mais evidentes se as aves forem criadas em condições de estresse térmico, devido à redução do incremento calórico da dieta quando se utiliza fontes lipídicas.

Em detrimento da inclusão de fontes lipídicas na ração de aves a fim de se obter melhores resultados de desempenho produtivo, outro fator que vem sendo alvo de constantes estudos por ser uma técnica que otimiza o espaço das instalações, a mão-de-obra e os equipamentos com o intuito de reduzir os custos de produção e, sobretudo, não prejudicar o bem-estar das aves de corte, é a densidade de criação. De acordo com Pavan et al. (2005) devido a intensificação do processo de produção em escala, com redução dos ganhos econômicos por ave alojada e das margens de lucro, a densidade de criação tem se tornado fator de grande importância econômica. Por isso, várias pesquisas são desenvolvidas com o propósito de aumentar a quantidade de aves por m^2, visando não interferir negativamente nas características de desempenho desses animais e aumentar a margem de lucro do sistema de criação.

Freitas et al. (2006) forneceram rações com níveis crescentes de energia metabolizável (2.565, 2.715, 2.865 e 3.015 kcal de EM/kg) para codornas de corte e verificaram que o aumento da EM diminuiu linearmente o consumo de ração.

Scaife et al. (1994) avaliaram rações com adição de óleo de soja, óleo de linhaça, óleo de peixe, sebo bovino e misturas (dois a dois), e puderam observar maior peso vivo para aves alimentadas com óleo de soja e pior conversão alimentar para aves alimentadas com sebo bovino.

Murakami *et al.* (1993) avaliaram níveis de proteína e energia em rações para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em crescimento e observaram que codornas japonesas de ambos os sexos obtiveram melhor conversão alimentar com o aumento do teor de energia de 2.800 para 3.000 kcal EM/kg de dieta.

Dell' Isola (2000) avaliou dietas para frangos de corte incluindo dois níveis de óleo de soja (0 e 4%) e observou que a adição do óleo proporcionou melhores índices de

produtividade para as variáveis de peso vivo, consumo de ração e conversão alimentar.

Mortari *et al.* (2002) avaliando o desempenho de frangos de corte criados em diferentes densidades populacionais durante a época de inverno, constataram que o consumo de ração foi maior para as aves criadas na menor densidade (10 aves/m²) aos 21 dias. O menor peso corporal foi influenciado pela maior densidade de criação a partir dos 35 dias. Observaram também que a conversão alimentar não sofreu muita variação, pois à medida que a conversão alimentar diminuía havia redução do consumo alimentar. Analisaram a viabilidade econômica da criação, onde constataram que houve benefício econômico com o aumento da densidade de 10 para 16 aves/m².

Moreira *et al.* (2004), estudando o efeito da densidade populacional sobre desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne em frangos de corte de diferentes linhagens comerciais, observaram que as densidades influenciaram o ganho de peso ($p \leq 0,05$); em que as aves criadas na densidade de 10 aves/m^2 apresentaram melhor ganho que aquelas criadas nas densidades de 13 e 16 aves/m^2, que não diferiram entre si.

Goldflus *et al.* (1997), estudando os efeitos da densidade populacional e da energia da dieta sobre o desempenho de frangos de corte, observaram que para todo o período de criação, o aumento da energia na dieta resultou em redução do consumo de ração, melhora na conversão alimentar, aumento da porcentagem de gordura abdominal, e ganho de peso corporal. Observaram que exceto o aumento na porcentagem da gordura abdominal, o aumento do teor energético das rações, obteve melhorias no desempenho dos frangos, independente da densidade. Com isso, concluíram que tanto para a densidade de 10 quanto para a de 22 aves/m^2, a resposta ao aumento da inclusão de energia na dieta foi semelhante.

Rosa *et al.* (2000) estudaram frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de óleo de soja (0, 3, 6 e 9%), e concluíram que o acréscimo de óleo nas rações, independentemente do nível, proporciona melhor desempenho produtivo (peso e conversão alimentar).

Englert (1974) estudando a produção de aves de corte, não recomenda submeter os animais a densidades maiores que 10 aves/m², contudo, atualmente existem trabalhos demonstrando que podem ser alojadas até 22 aves/m², o que resultaria num aumento significativo de produção de carne/m².

Lara (2004) estudou o efeito de diferentes fontes de lipídios (óleo de soja degomado, óleo de vísceras de aves, óleo ácido de soja e misturas de óleo de soja / óleo de vísceras e óleo de soja / óleo ácido de soja) adicionados às rações de frangos de corte sobre o

desempenho, e observou maior peso vivo para as aves que receberam as rações contendo óleo de soja em relação as aves que receberam rações com óleo ácido de soja. O consumo de ração das aves alimentadas com óleo de soja foi estatisticamente superior em relação ao das aves alimentadas com rações contendo óleo ácido de soja e a mistura entre óleo de soja / óleo ácido de soja.

Proudfoot *et al.* (1979) avaliaram o efeito de quatro densidades (10, 13, 18 e 26 aves/m^2) sobre o desempenho produtivo e a carcaça de frangos de corte e concluíram que o aumento da densidade resultou em uma redução linear significativa de peso corporal em aves dos dois sexos e afetou a carcaça.

Vieira *et al.* (2002), avaliaram frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão (0, 4 e 8%) de óleo de soja, óleo ácido de soja e suas misturas, e observaram maior peso para as aves que receberam lipídio na ração em comparação com as aves sem suplementação lipídica e observaram também melhor conversão alimentar quando o nível de inclusão foi de 8%, ambos os resultados independentes da fonte de lipídios utilizada.

Berenski (1987) criando frangos de corte em diferentes densidades observou que o desempenho e características de carcaça eram semelhantes entre os tratamentos com densidades de 16, 18, 20 e 22 aves/m^2 até a oitava semana.

Ferreira *et al.* (2005) avaliaram o efeito da inclusão do óleo de soja, sebo bovino e de suas misturas (0:100; 25:75; 50:50; 75:25 e 100:0) em dietas para frangos de corte sobre o desempenho, e não observaram diferenças estatísticas para peso vivo, consumo de ração e conversão alimentar.

Mouchrek *et al.* (1991) avaliaram o crescimento de frangos de corte criados em alta densidade populacional no inverno e observaram que é possível criar até 14 aves/m^2 sem prejuízo fisiológico, principalmente em função da massa de carne produzida por área.

Cravener *et al.* (1992) trabalharam avaliando a produção de aves submetidas a diferentes densidades e concluíram que é possível criar frangos de corte numa densidade que varia de 15 a 20 aves/m^2, obtendo resultados satisfatórios.

2.3 Ambiência em aves

A ambiência é um conjunto de fatores que podem favorecer o conforto dos animais. O estudo da ambiência abrange o conforto ambiental dos animais (temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, dentre outros), conforto sonoro (ruídos), conforto visual (iluminação, reflexos, sombras), conforto social (etologia) e conforto aéreo (poluição

do ar e gases). De acordo com Silva e Vieira (2010) a ambiência exerce grande influência na adaptação do animal ao ambiente no qual se encontra inserido.

Sabe-se que os animais costumam atingir alta produtividade quando são mantidos em ambiente termoneutro, ou seja, quando não há redirecionamento da energia do alimento para compensar desvios térmicos em relação ao intervalo de termoneutralidade com o intuito de reestabelecer a sua temperatura corporal. Dessa forma, o ambiente gerado pelo sistema de climatização em instalações desempenha papel fundamental na avicultura, a qual objetiva alcançar alta produtividade, em espaço físico e tempo cada vez menor.

Os fatores ambientais exercem grande impacto sobre a produção de carne e ovos das aves, sendo que a temperatura ambiente se constitui como fator determinante na quantidade de alimento consumido por esses animais, influenciando de forma direta os ganhos com produtividade. Segundo Koh e Macleod (1999) em ambientes frios o consumo de alimento é estimulado para se obter maior produção de calor, enquanto que em ambientes quentes ocorre redução na ingestão de ração, na tentativa de diminuir o calor gerado pelo metabolismo dos nutrientes. Dessa forma, o consumo de alimentos é inversamente relacionado à temperatura ambiente e tais modificações no consumo de ração constituem-se em mecanismos de defesa do animal contra possíveis variações na temperatura corporal.

Tendo em vista que o consumo de alimentos diminui em condições de alta temperatura ambiente, rações formuladas para atenderem às exigências das aves em temperatura amena tornam-se ineficazes em ambientes com temperaturas elevadas. Dessa forma, para que os índices produtivos da avicultura sejam potencializados, é necessário que o sistema de produção se desenvolva dentro de uma faixa de temperatura com poucas variações.

Em países de clima tropical e subtropical como o Brasil, a radiação solar intensa e altos valores de temperatura e umidade relativa do ar, principalmente no verão, acarretam condições de desconforto térmico quase permanente às aves em geral, prejudicando seu desempenho produtivo e tornando-se um dos principais problemas que afetam a exploração avícola (TINÔCO, 2001; FERREIRA, 2005).

De acordo com Leeson e Summers (2001) o estresse térmico é, geralmente, definido como sendo uma resposta das aves à exposição à temperatura ambiente bem acima da zona de conforto térmico, ocorrendo assim, desencadeamento de respostas fisiológicas para manutenção da homeostase. Além disso, altas temperaturas podem acarretar alterações comportamentais, bioquímicas e fisiológicas, provocando prejuízos no desempenho do animal. Portanto, quando a temperatura ambiente ultrapassa a zona de conforto térmico, sobretudo associado à alta umidade relativa do ar, essas aves apresentam grande dificuldade

em dissipar calor e manter sua temperatura corporal estável.

2.4 Termorregulação em aves

O monitoramento da temperatura ambiente é de grade importância para que as aves tenham um bom desenvolvimento em todas as etapas da vida. Isso acontece porque, na fase inicial, a temperatura interna das aves oscila de acordo com a do ambiente, e podem ser consideradas pecilotérmicas, poiquilotérmicas, ectotérmicas ou heterotérmicas. Segundo Abreu (2009), nas primeiras semanas de vidas, as aves precisam de uma fonte de aquecimento para alcançar o conforto térmico e desenvolverem suas atividades normais, à medida que elas crescem a necessidade de aquecimento vai diminuindo, uma vez que vai se formando uma camada de penas que isolam a superfície externa da codorna.

As aves, na fase adulta, já conseguem manter e controlar a temperatura corporal dentro dos limites considerados adequados, com isso passam a ser conhecidas como animais homeotérmicos ou endotérmicos. Quando não há gasto de energia para equilibrar o calor ou o frio ocorrido no ambiente de produção, diz-se que as aves estão em condição de conforto térmico, onde elas conseguem alcançar o seu máximo desenvolvimento produtivo.

De acordo com Abreu e Abreu (2011), o gasto de energia para permanecer em equilíbrio térmico em um ambiente com condições térmicas desfavoráveis, pode chegar a atingir 80 % do total da energia consumida, restando apenas 20 % da energia para ser utilizada para produção. Furlan (2006) define zona de conforto térmico como a faixa de temperatura ambiente onde o gasto metabólico é mínimo e a homeotermia é mantida com menor custo energético. Segundo Sousa (2014) a zona de conforto térmico para codornas de corte estão entre 36 - 39 ˚C para a primeira semana; 27 - 30 ˚C para a segunda semana; 24 ˚C para a terceira semana; 26 ˚C para a quarta semana e 25 ˚C na quinta semana de vida, sendo que a temperatura ambiente acima destes valores já acarretará perdas produtivas devido ao estresse térmico.

As aves dispõem de mecanismos de dissipação de calor sensível e latente na tentativa de manter a homeotermia. Existem três formas de dissipação sensível de calor, que são a radiação, convecção e condução, todas dependem da diferença de temperatura entre o animal e o ambiente para a sua ocorrência, dessa forma as aves afastam as asas do corpo, cavam a cama mantendo-se agachadas, e aumentam o fluxo sanguíneo para as regiões do corpo que não são cobertas por penas, favorecendo assim a troca de calor com o meio. A transferência por condução se dá quando a troca de calor é dada molécula a molécula; por

convecção, quando a dissipação se dá por meio da movimentação da massa de ar; e transferência por radiação quando a troca se dá por emissão de ondas eletromagnéticas (BROSSI, et al. 2008).

Devido ao aumento sucessivo da temperatura ambiente, as trocas de calor sensíveis possuem menor eficiência, com isso as aves ativam o mecanismo de dissipação de calor latente, onde a ofegação ou evaporação respiratória é a maneira mais eficaz. Para evaporar 1g de água é necessário utilizar aproximadamente 550 calorias, assim quando as aves aumentam a frequência respiratória aumenta também a quantidade de calor dissipada para o meio, entretanto esse mecanismo termorregulatório gera maior gasto de energia, devido ao aumento das contrações musculares, e ainda aumenta a produção de calor, podendo agravar o quadro de hipertermia e causar a morte das aves (RESTELATTO, et al. 2008).

A ausência de glândulas sudoríparas no organismo das aves faz com que esses animais inviabilizem a capacidade de transpirar, dessa forma o mecanismo de dissipação de calor por meio da elevação da frequência respiratória é considerado o mais eficiente em situações de altas temperaturas (VIOLA, et al. 2011). Com o aumento da frequência respiratória, há o aumento da perda de água por evaporação e com isso elas são induzidas a aumentar a ingestão de água, com isso a consistência das fezes se torna mais líquida e o teor de umidade do ambiente sobe, elevando a dificuldade de dissipação de calor por evaporação (LANA, 2000).

Com o intuito de manter a homeotermia corporal e permanecer vivo em ambientes de elevada temperatura, o desempenho produtivo das aves sofre uma diminuição, pois o funcionamento normal do seu metabolismo é alterado e a maior parte da sua energia é desviada para preservar o equilíbrio do seu bem-estar por meio do conforto térmico (SILVA, *et al.* 2007). Nascimento e Silva (2010) alertam que com o objetivo de reduzir a incidência de doenças metabólicas como a síndrome da morte súbita e ascite, que são ocasionadas principalmente quando os mecanismos de termorregulação das aves não são capazes de suprir as exigências cardiorrespiratórias do organismo, é necessário se atentar às medidas de manejo, controle de temperatura do ambiente, quantidade de aves por área, densidade nutricional da dieta e características construtivas dos galpões, pois tais fatores podem influenciar na elevação do estresse térmico nas aves e ocasionar redução do desempenho produtivo das mesmas.

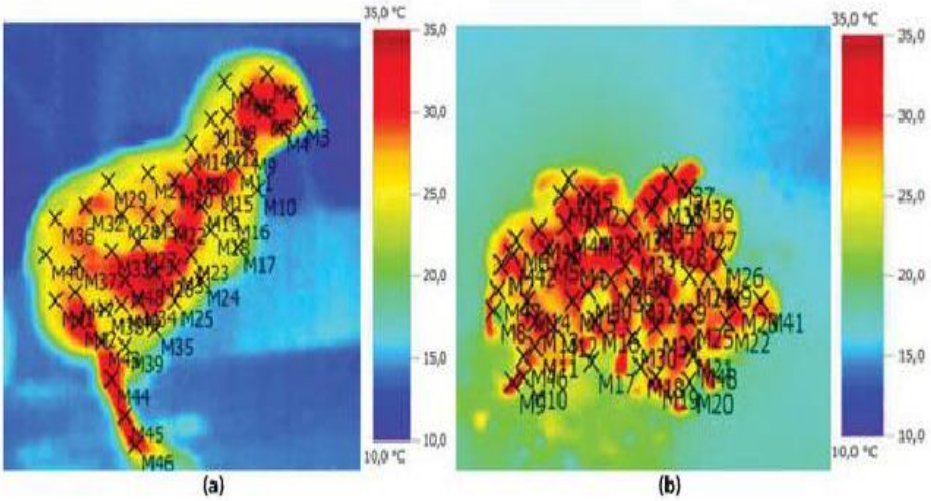
2.5 Termografia de Infravermelho (TIV)

Pode ser definida como uma técnica não invasiva de sensoriamento remoto que possibilita a medição de temperatura de um corpo e a formação de imagens termográficas a partir da radiação de infravermelho. A termografia de infravermelho (TIV) pode ser usada para avaliar a temperatura da pele, devido ao calor irradiado no espectro infravermelho, sem interferir nas reações comportamentais do animal (LUDWIG, 2007). Estas imagens permitem a observação direta da distribuição de temperatura em uma superfície (KNÍZKOVÁ, 2007; ZOTTI, 2010), além de auxiliar na compreensão da termorregulação em razão das mudanças na temperatura superficial e o impacto das condições ambientais sobre o bem-estar animal (KNÍZKOVÁ *et al*., 2002; KOTRBA *et al*., 2007).

A TIV atualmente é uma ferramenta utilizada para avaliar as condições térmicas dos galpões e sua influência no bem-estar dos animais. Esta técnica foi eficientemente utilizada para monitorar a atividade metabólica de animais domésticos e selvagens, registrando a temperatura da superfície e avaliando quantitativa e qualitativamente o fluxo de calor (MCCAFFERTY *et al*., 1998; PHILLIPS E HEATH, 2001).

Ferreira *et al*. (2011), utilizando imagens da TIV para estimar a eficiência da câmera termográfica na detecção da variação de produção de calor metabólico de pintinhos alimentados, com diferentes densidades energéticas, observaram que o aumento da densidade energética da dieta, proporcionou diferença de temperatura média superficial das aves, comprovando a eficiência da termografia infravermelho. A temperatura superficial média tanto individual quanto em grupo foi calculada usando a temperatura de 100 pontos selecionados aleatoriamente no termograma. (Figura 1). A perda total de calor por radiação foi calculada com base nos dados médios da temperatura superficial obtida com a termografia, e os resultados mostraram que as aves alimentadas com a dieta de alta energia apresentaram maior metabolismo e perda de energia do que as aves submetidas à dieta controle.

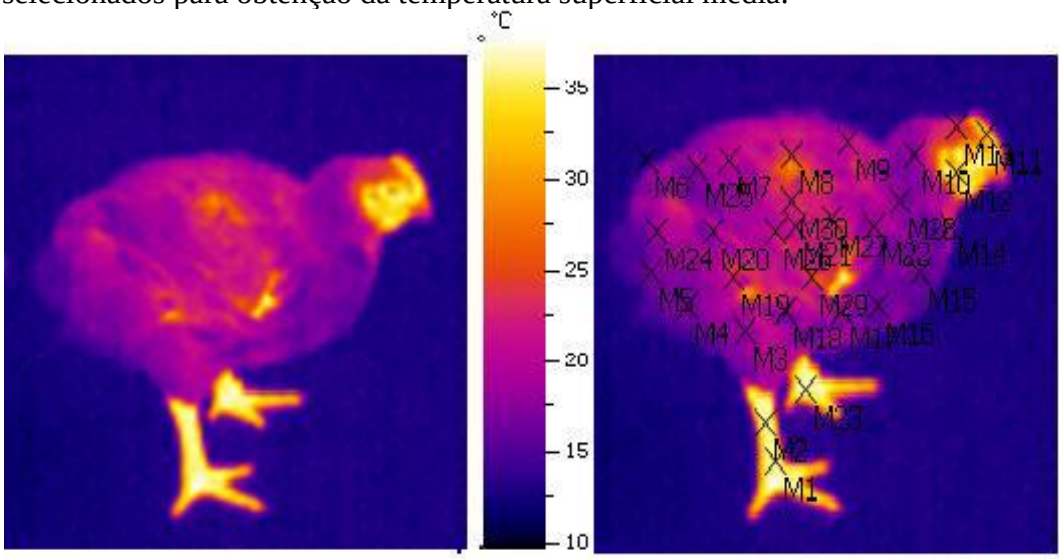
Figura 1 – Imagem termográfica mostrando a seleção dos pontos para obtenção da temperatura superficial média individual (a) e em grupo (b) das aves.



Fonte: Ferreira *et al*. (2011, com adaptações).

Alves (2012) utilizou a termografia de infravermelho com o objetivo de avaliar a temperatura superficial e a perda de calor de frangos de corte com 35 dias, submetidos a dietas com diferentes fontes lipídicas (óleo de soja e óleo de dendê), duas linhagens (Cobb e Ross) e dois sexos (Figura 2). E observou que independente da fonte lipídica testada não houve problemas na produção de calor metabólico, dessa maneira elegeu o óleo de dendê como uma alternativa para produção de frangos de corte.

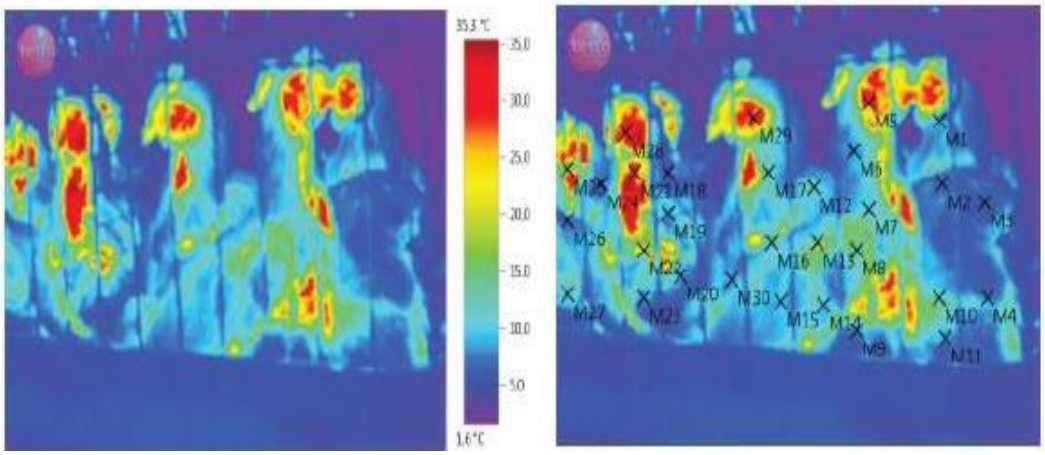
Figura 2 – Imagem termográfica de frangos de corte e distribuição dos pontos selecionados para obtenção da temperatura superficial média.



Fonte: Alves (2012, com adaptações).

Usando imagens termográficas para avaliar os efeitos da exposição de poedeiras comerciais pelo frio, Alves *et al*. (2012) descobriram que aves sob condições de estresse pelo frio passaram aproxidamente quatro vezes mais energia tentando manter a temperatura corporal. Devido a sua capacidade limitada para consumir alimentos, as poedeiras não conseguiram gerar calor metabólico suficiente para equilibrar essas perdas e manter a temperatura corporal, causando uma redução na produção de ovos (Figura 3).

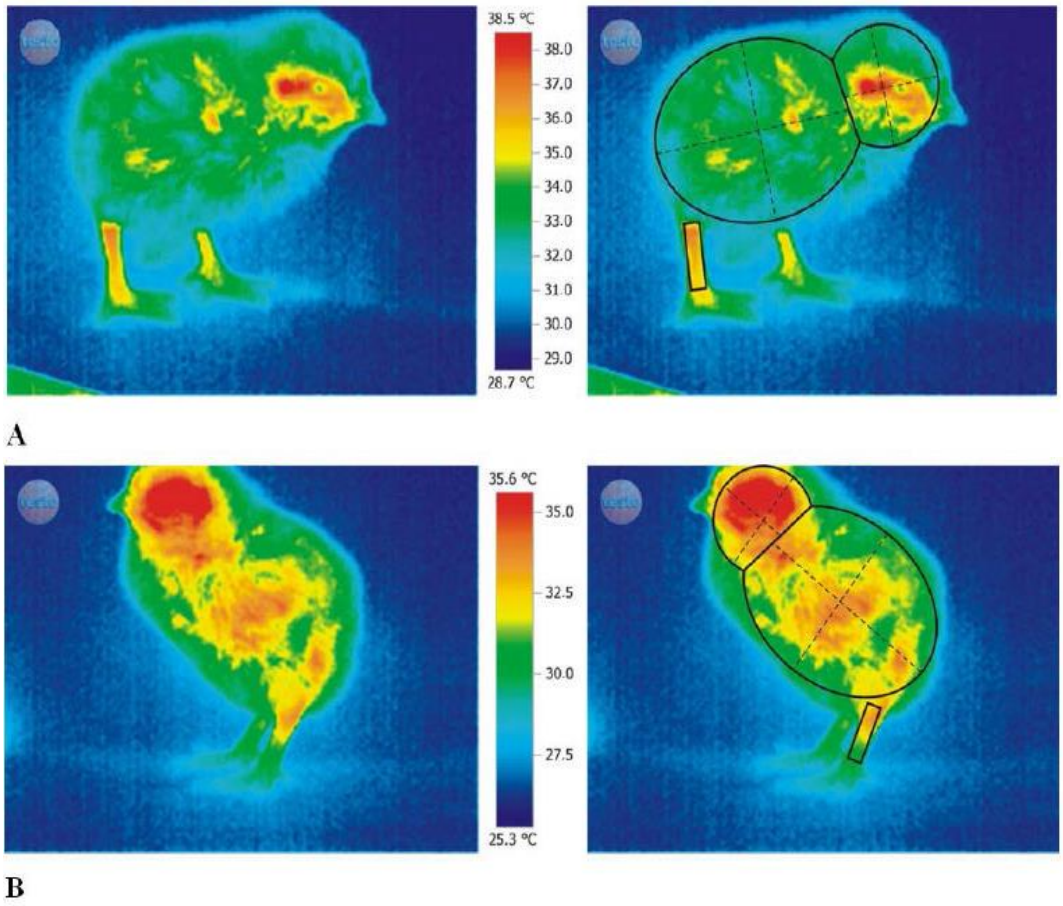
Figura 3 – Imagem termográfica de frangos de corte e distribuição dos pontos selecionados para obtenção da temperatura superficial média.



Fonte: Alves *et al*. (2012, com adaptações).

Nääs *et al.* (2014) avaliaram a perda de calor em pintainhos de um dia em incubatório por meio da técnica de termografia de infravermelho. Para isso calcularam a perda de calor sensível de dez pintainhos selecionados ao acaso na área de nascimento (incubatório comercial) e na sala de vacinação. Após avaliações concluíram que o uso da imagem térmica permitiu estimar a perda de calor sensível para as aves de um dia, e que houve diferença na quantidade de perda de calor nas diferentes partes do corpo analisadas (Figura 4).

Figura 4 – Imagem termográfica de frangos de corte e distribuição dos pontos selecionados para obtenção da temperatura superficial média.



Fonte: Nääs *et al.* (2014, com adaptações).

2.6 Índice Entalpia de Conforto (IEC)

A Entalpia é a quantidade de energia interna em relação a um ponto de referência. A equação da entalpia (*H*) foi proposta por Albright (1990) e calculada pela Equação 1:

$$H = 1{,}006.tbs + w.(2501 + 1{,}805.tbs) \quad (1)$$

Onde:

tbs é a temperatura de bulbo seco do ar, em ºC;

w é a razão de mistura, em kg vapor de água.kg ar seco^{-1}.

Esse índice foi muito importante para o estabelecimento de dias críticos, onde há elevado desconforto térmico. Esta primeira equação proposta da entalpia não leva diretamente em sua estrutura a variável umidade relativa do ar (UR).

A fórmula da entalpia (*h*) foi reformulada por Barbosa Filho *et al.* (2007b) e passou a considerar em sua fórmula as variáveis Tbs (°C) e UR (%), como pode ser visto na

Equação 2:

$$h = 6{,}7 + 0{,}243.tbs + \left\{ \frac{UR}{100}.10^{\frac{7{,}5.tbs}{237{,}3+tbs}} \right\} \qquad (2)$$

Onde:

tbs é a temperatura de bulbo seco do ar, em ^{o}C;

UR é a umidade relativa do ar, em %.

A entalpia que diz respeito à quantidade de energia presente no ambiente e leva em conta a temperatura e a umidade relativa do ar (MOURA *et al.*, 1997). Essa fórmula da entalpia utiliza índices simples e fáceis de serem conseguidos, o que tornou o uso desse índice viável.

Com base no cálculo do índice indicador de conforto térmico Entalpia, Barbosa Filho (2008) criou as tabelas de avaliação prática da entalpia. As Tabelas de Entalpia foram desenvolvidas para consolidar a utilização do índice de conforto térmico Entalpia (H) para se proceder à avaliação de ambientes internos de criação de frangos de corte, visando principalmente a sua facilidade de uso e levando em consideração a funcionalidade e aplicabilidade. De acordo com Barbosa Filho *et al*. (2007b) as Tabelas de Entalpia fornecem, de um modo rápido, uma ideia de como está o ambiente interno em um determinado galpão de criação de frangos de corte, em um determinado momento. Conhecer mais sobre o ambiente interno dos galpões é de extrema importância para os produtores, pois sua compreensão ajuda a evitar perdas, relacionadas ao estresse térmico, durante o período de criação das aves.

As tabelas são divididas em 4 faixas: a de conforto (faixa verde), a intermediaria (faixa amarela), a crítica (faixa laranja) e a letal (faixa vermelha). Os valores inclusos nestas faixas são dependentes dos limites inferior e superior de conforto do índice em questão. Limites estes que são determinados com base no desenvolvimento das aves, ou seja, baseados em cada semana do seu ciclo de criação. Como dito anteriormente, a zona de conforto das aves se modifica a cada semana. Assim, a entalpia deve ser calculada para cada semana de vida de frangos de corte. E para cada semana existe uma tabela diferente.

Ao longo dos anos a fórmula da entalpia continuou a ser estudada e aperfeiçoada. Rodrigues *et al*. (2010) reformularam a equação da entalpia. A nova fórmula pode ser vista na Equação 3:

$$h = 1{,}006.t + \frac{UR}{PB}.10^{\left(\frac{7{,}5.t}{237{,}3+t}\right)}.(71{,}28 + 0{,}052.t) \qquad (3)$$

Onde:

h é a entalpia, em kJ/kg ar seco;

t é a temperatura, em ºC;

UR é a umidade relativa do ar, em %;
PB é a pressão barométrica local, em mmHg.

A fórmula de Rodrigues *et al*. (2010) tem vantagem em relação a variável de entrada, temperatura e umidade relativa do ar, que são de fácil aquisição. A nova fórmula teve a variável pressão barométrica acrescentada em sua equação. Segundo Chu (2008) e Chu *et al*. (2005), citado por Rodrigues *et al*. (2010), estas propriedades são fundamentais para o cálculo correto do Índice de Conforto Térmico e para o conhecimento das condições termorregulatórias dos animais e são uma variável direta para se projetar sistemas de condicionamento térmicos.

2.7 Qualidade da cama das aves

A cama das aves é um objeto de grande importância para as criações de aves em galpões, pois os animais a utilizam durante todo o seu ciclo produtivo e a sua qualidade pode interferir de forma direta na ambiência do local, no bem-estar dos animais e consequentemente na produtividade dos mesmos. Ela pode ser feita de diferentes tipos de materiais como a casca de arroz, maravalha, casca de café, serragem, sabugo de milho triturado, sendo a maravalha o tipo mais utilizado (ÁVILA, et al. 1992). Possui a função de absorver excreta, reduzir a umidade do ambiente e oferecer conforto às aves impedindo a formação de calos e ferimentos nos membros e peito devido ao contato direto com a cama compactada ou piso do galpão (HERNANDES, 2002a).

A cama é o lugar onde as aves vão passar toda a sua vida, portanto deve fornecer o conforto necessário a elas. A cama para aviários apresenta grande impacto na qualidade e na produtividade do frango de corte, sendo um item de importância fundamental para o manejo de galpões em sistemas de produção avícola (CARVALHO *et al*., 2011). Baracho *et al*. (2013) falam que as condições do ambiente interno de aviários podem ser afetadas pela

qualidade da cama, que consiste em uma cobertura que varia de 5 a 10 cm de espessura, disposta sobre o piso do galpão. O ambiente térmico dos galpões pode ser modificado pela cama das aves, pois como observaram Furtado *et al*. (2010) a qualidade do ar e a temperatura interna dos galpões podem ser afetadas, pois a emissão de amônia é muito influenciada pela temperatura, pH da cama e velocidade do ar. Caso a cama esteja a uma temperatura muito elevada irá liberar muito calor para o ambiente e contribuir com o estresse térmico das aves.

A cama das aves deve ter algumas características fundamentais como a maciez, para evitar que o pé das aves crie calos e no peito das aves, que estão sempre em contato com a cama, deve estar seca para ajudar na absorção correta da umidade, para evitar a proliferação de fungos nas instalações e para absorver de forma eficiente as excretas das aves, evitando o excesso de amônia no ar. Outra característica que a cama deve ter é ser um bom isolante térmico para evitar que as aves sofram com o calor quando estão em contato com o substrato, já que as aves costumam deitar na cama para trocar o calor do seu corpo. O excesso de luminosidade pode causar um aquecimento maior no interior dos galpões, esquentar a cama das aves e gerar desconforto aos animais, pois estes tendem a ficar em contato com a cama, para promover a troca do excesso calor dos seus corpos através da condução.

Existem muitos materiais que podem ser usados nas camas, como raspas de madeira, casca de arroz, bagaço de cana, sabugo e palha de milho triturado, etc. Baracho *et al*. (2013) acrescentam que os materiais utilizados como cama costumam variar de acordo com a disponibilidade de material de cada região. A cama das aves, por necessitar de grandes quantidades de material, tem um grande custo e para evitar que esse custo elevado seja contabilizado a cada lote de animais a cama é reaproveitada.

Segundo Carvalho *et al*. (2011) a reutilização da cama na produção de aves é uma prática adotada para reduzir custos e aumentar a quantidade de nutrientes presentes na cama, para posterior utilização como biofertilizante na agricultura, também é uma forma de estabilizar ou diminuir o impacto ambiental, ao reduzir a quantidade de cama por ave produzida. Contudo, para que a cama possa ser reaproveitada, ela deve ser bem manejada durante o ciclo de criação das aves, para que tenha suas características preservadas e não cause problemas para os lotes seguintes. Baracho *et al*. (2013), observaram em experimento, que galpões com cama reutilizada tiveram aumento da temperatura da cama, o que pode levar a condições mais estressantes para as aves.

Alguns locais da cama podem vir a acumular mais umidade que outros e nestes locais o substrato da cama deve ser adicionado de substrato seco e revolvido. Em uma observação plena de perspicácia, Baracho *et al*. (2013) ressaltam que a cama de frango, por

ser um ambiente com alta concentração de material orgânico, pode ser considerada como substrato para o desenvolvimento de fungos, como o gênero Aspergillus, que pode produzir micotoxinas e induzir a perdas na produção. A redução da umidade nesse local vai fazer com que a proliferação de fungos seja menor. Os fungos e bactérias quando estão acumulados em determinados locais e quando tem ambiente propício, com alta umidade e elevada temperatura, podem se reproduzir de forma intensa e causar prejuízos a produção.

Uma forma de desinfetar a cama das aves para reaproveitar é fazer a fermentação da cama. Entretanto, essa prática tem sido cada vez menos usada, pois é necessário que os galpões fiquem o mínimo de tempo parados para que recebam os lotes seguintes. De acordo com Martins *et al.* (2013) para que a fermentação seja eficiente e consiga matar os patógenos é necessário um tempo de no mínimo 8 dias de fermentação, e nem sempre as granjas têm esse tempo disponível para deixar o galpão sem funcionamento. Outro fator que contribui para que a fermentação não seja feita é a necessidade de muitos funcionários disponíveis para revolver e amontoar a cama das aves, além da necessidade de maquinário apropriado. Lucca *et al*. (2012) assinalam bem que a dificuldade de conseguir cama aviária de qualidade a baixo custo, tornou-se um problema enfrentado pelos produtores que sentem a necessidade de alojar vários lotes de aves.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Ceará (CEUA-UFC) e protocolado sob o CEUA nº 3243310818.

3.1 Local do experimento

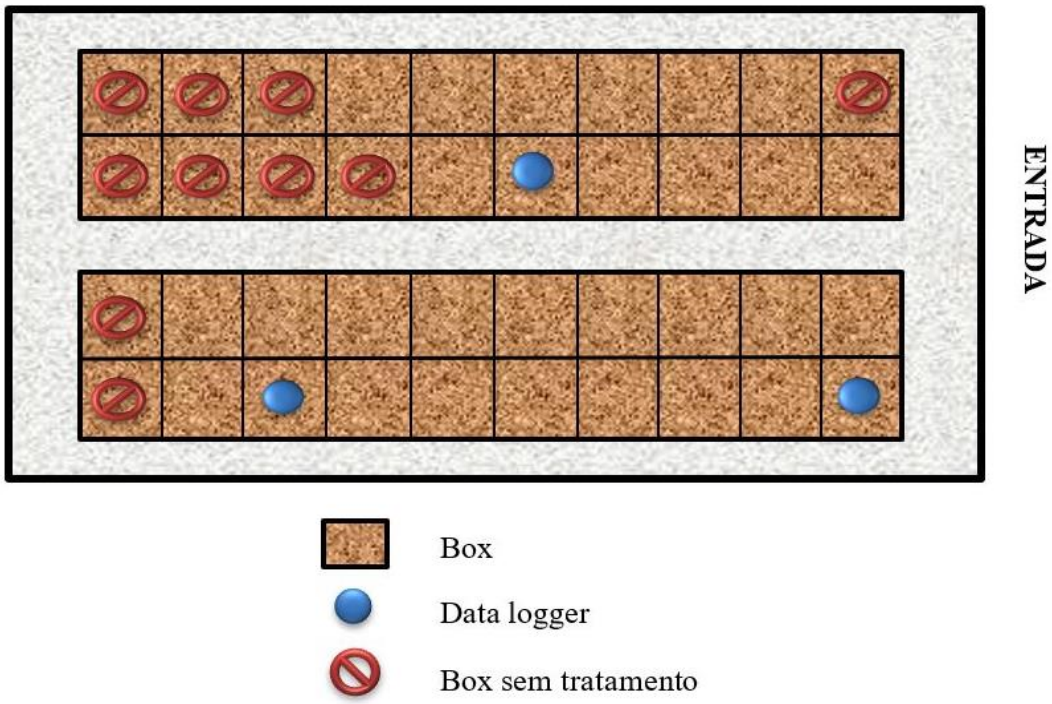
O experimento foi realizado nas dependências do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará – UFC, Campus do Pici, localizado no município de Fortaleza – CE, latitude (3º44'S), longitude (38º34'O) e altitude (19,6m), com classificação climática, segundo Köppen (1936) de Aw', definida como tropical com chuvas de verão. O estudo foi executado entre o período de 19 de novembro de 2016 a 30 de dezembro de 2016, com duração de 42 dias.

3.2 Manejo e Animais utilizados

Na primeira semana, 550 codornas de corte da linhagem Europeia (*Coturnix coturnix coturnix)* não sexadas, com um dia de idade, foram alojadas em um círculo de proteção, montado em galpão convencional para criação de aves, sendo o piso coberto com cama de maravalha. Nessa fase, foram disponibilizados comedouros tipo bandeja para alimentação e bebedouros pendulares. O aquecimento foi realizado com campânulas elétricas. Durante a primeira semana todas as aves foram alimentadas com ração comercial à vontade e, aos sete dias de idade, foram selecionadas com base no peso vivo para serem distribuídas nas unidades experimentais conforme descrito por Sakomura e Rostagno (2007).

Para a condução do experimento foram utilizadas 450 codornas, com 7 dias de idade, alojadas em galpão convencional com 5,50 m de largura x 8,45 m de comprimento e 3,5 m de pé direito, dividido em 30 boxes de 0,6 x 0,6 x 0,6 m (comprimento x largura x altura), cobertos por telas de náilon, com piso coberto por cama de maravalha (Figura 5), sendo cada box equipado com comedouro tipo tubular e um bebedouro copo pressão.

Figura 5 – Imagem ilustrativa referente ao galpão onde foi realizado o experimento, com divisão de parcelas e os locais onde foram instalados os *Data loggers*.



Fonte: Próprio autor.

As aves foram distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 3x2, sendo seis tratamentos com cinco repetições de 14 e 16 codornas. Os níveis de inclusão do óleo de soja foram: 0, 2, 4%.

Os tratamentos consistiram em duas densidades diferentes, sendo uma de 14 aves (215,6 $cm^2.ave^{-1}$) e outra de 16 aves (188,6 $cm^2.ave^{-1}$), uma ração de referência e duas rações-testes contendo os alimentos que foram avaliados. Na composição das rações-testes os alimentos em avaliação substituíram com base na matéria natural, parte da ração referência, sendo os níveis de inclusão de 2 e 4% de óleo de soja. Dessa forma, os tratamentos foram divididos da seguinte forma:

T1 = Ração-referência + densidade 215,6 $cm^2.ave^{-1}$

T2 = Ração-referência + densidade 188,6 $cm^2.ave^{-1}$

T3 = Inclusão de 2% de óleo de soja + densidade 215,6 $cm^2.ave^{-1}$

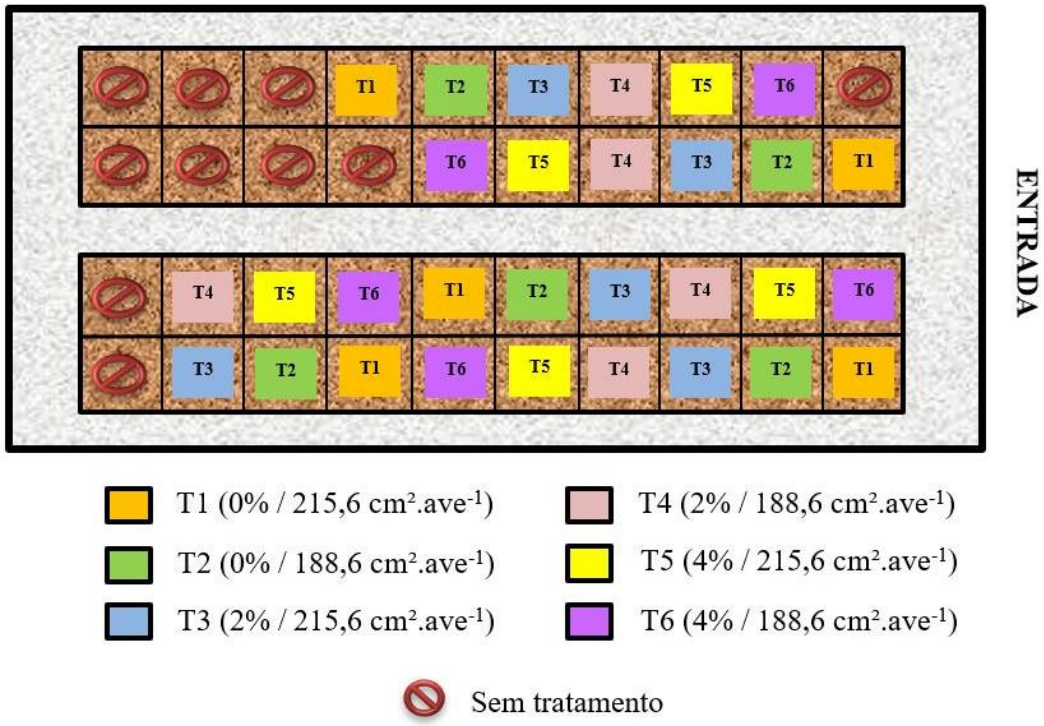
T4 = Inclusão de 2% de óleo de soja + densidade 188,6 $cm^2.ave^{-1}$

T5 = Inclusão de 4% de óleo de soja + densidade 215,6 $cm^2.ave^{-1}$

T6 = Inclusão de 4% de óleo de soja + densidade 188,6 $cm^2.ave^{-1}$

O número total de aves de cada parcela foi dividido de acordo com a densidade estabelecida pelo tratamento, foram 30 parcelas (15 parcelas com 215,6 cm².ave^{-1} e 15 parcelas com 188,6 cm².ave^{-1}) (Figura 6).

Figura 6 - Imagem ilustrativa referente a distribuição dos tratamentos ao longo das parcelas.



Fonte: Próprio autor.

A vacinação das aves foi realizada com base em um programa de vacinação elaborado de acordo com o desafio sanitário da região. Dessa forma as aves foram vacinadas contra Newcastle HB1, por via ocular aos 7 dias de idade.

3.3 Rações Experimentais

As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas, segundo a composição dos ingredientes apresentados por Rostagno et al. (2011) e considerando exigências nutricionais para codornas segundo recomendações de Silva e Costa (2009), de forma que as rações fossem isoenergéticas e isoprotéicas. Durante o período experimental as dietas e a água foram fornecidas à vontade.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais utilizadas para codornas de corte de 7 a 42 dias de idade

Ingredientes (Kg)	**Níveis de óleo de soja (%)**		
	0	**2**	**4**
Milho	55,89	49,93	43,93
Farelo de soja	40,03	41,80	43,93
Óleo de soja	0	2	4
Farelo de glúten de milho 60%	0,55	0	0
Calcário	1,10	1,09	1,09
Fosfato Bicálcico	0,91	0,91	0,92
Sal comum	0,35	0,36	0,36
DL-Metionina	0,27	0,28	0,28
Suplemento min+vit[1]	0,20	0,20	0,20
Salinomicina	0,05	0,05	0,05
Inerte	0,65	3,39	6,33
Total	**100**	**100**	**100**
Nível nutricional calculado			
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	2,950	2,950	2,950
Proteína Bruta%	23,00	23,00	23,00
Gordura%	2,73	4,52	6,31
Cálcio%	0,75	0,75	0,75
Fosforo disponível%	0,29	0,29	0,29
Lisina digestível%	1,14	1,17	1,18
Metionina+Cistina digestível%	0,89	0,89	0,89
Metionina digestível%	0,57	0,58	0,58
Sódio%	0,16	0,16	0,16
Cloro%	0,27	0,26	0,26
Potássio%	0,90	0,91	0,91
Treonina%	0,79	0,79	0,79

[1]Níveis de garantia por kg do produto: Vitamina A 5.500.000 UI, Vitamina B1 500mg, Vitamina B12 7.500mcg, Vitamina B2 2,502mg, Vitamina B6 750mg, Vitamina D3 1.000.000 UI, Vitamina E 6.500 UI, Vitamina K3 1.250mg, Biotina 25mg, Niacina 17,5g, Ácido fólico 251 mg, Ácido pantotênico 6.030mg, Cobalto 50mg, Cobre 3.000mg, Ferro 25g, Iodo 500mg, Manganês 32,5g, Selênio 100.05mg, Zinco 22,49g. [2]Inerte: Areia lavada.
Fonte: elaborada pelo autor.

3.4 Avaliação da Cama

A avaliação da qualidade da cama foi realizada por meio do monitoramento do pH, umidade, temperatura da cama e concentração de amônia na altura das aves. Essas mensurações foram realizadas ao final da fase inicial (21 dias de idade) e ao final do experimento (42 dias de idade).

Para a avaliação do pH e da umidade da cama foi preparada uma amostra da cama de cada box, obtida a partir da coleta de sub-amostras colhidas em três pontos diferentes dentro de cada box, evitando-se as áreas próximas e embaixo do comedouro e do bebedouro. Posteriormente, estas foram homogeneizadas e embaladas de forma hermética.

3.4.1 pH da cama

Para determinação do pH, foram utilizados 30 g de amostra macerada em um béquer, sendo em seguida adicionados 250 mL de água deionizada, fazendo-se a agitação desta amostra por cinco minutos. Após essa operação a amostra foi deixada em repouso por 30 minutos para sedimentação do material antes de se proceder a leitura no pHâmetro. Logo depois o sensor do pHâmetro foi introduzido na amostra e os dados foram anotados para posterior análise. Esse processo foi realizado para todos os tratamentos em duplicata.

3.4.2 Umidade da cama

Na determinação do teor de umidade, foi utilizada 120 g da cama em bandejas de alumínio descartáveis, em seguida foram acondicionadas em estufa de circulação forçada de ar a 65ºC por 72 horas, onde eram revolvidas a cada 24h para homogeneizar a amostra. Ao final desse período foram retiradas da estufa e logo após pesadas. A umidade foi determinada segundo metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002). Esse procedimento ocorreu para todos os tratamentos.

3.4.3 Amônia Volatilizada

Para determinar a amônia volatilizada foi utilizado um recipiente plástico com tampa, onde foi colocado 100 g de cama de codorna. Sobre a amostra foi colocado um copo coletor universal, com capacidade para 50 mL, contendo 10 mL de ácido bórico (2%), cuja função foi captar a amônia volatilizada dentro do recipiente. Após colocar a amostra e o copo coletor universal, o recipiente plástico foi tampado e vedado com fita adesiva e envoltas com papel filme (OLIVEIRA *et al.,* 2004). As amostras de cama foram mantidas dentro do recipiente por 24 horas. Posteriormente, o ácido bórico foi titulado com ácido sulfúrico 0,05N. Os resultados foram expressos em miligramas de amônia liberada, e a quantidade de amônia volatilizada foi determinada pela fórmula citada abaixo:

$$A = Vx0,05x17$$

Onde:

A = amônia volatilizada (mg/100g de amostra)

V = volume de ácido sulfúrico utilizado na titulação (mL)

0,05 = normalidade do ácido sulfúrico

17 = peso molecular da amônia.

3.5 Variáveis Fisiológicas

Durante o experimento as variáveis fisiológicas foram coletadas para possibilitar uma correlação com as variáveis ambientais e assim saber como o ambiente influenciava na condição física das aves.

3.5.1 Técnica de Termografia de Infravermelho (TIV) e Avaliação de Produção de Calor por Radiação

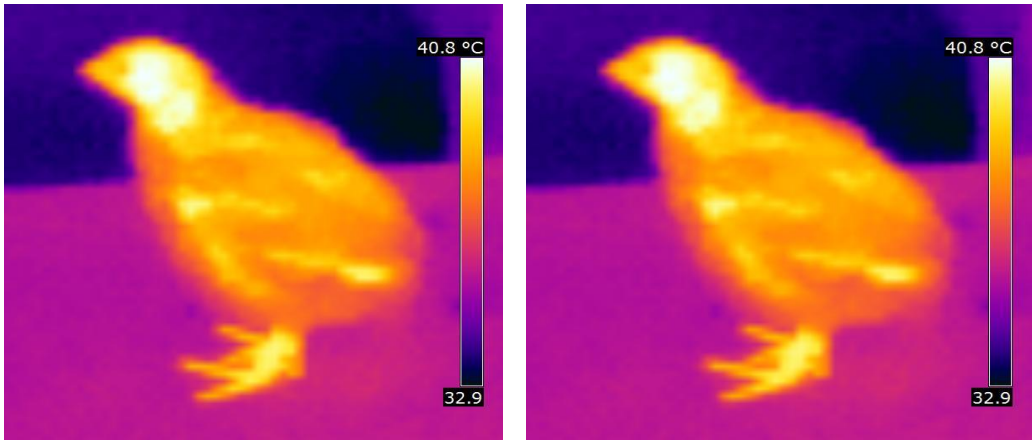
Para obtenção da temperatura da superfície corporal (Ts, °C) das codornas foi utilizada uma câmera termográfica de infravermelho (marca Flir Systems, modelo Flir i3, resolução 60x60 pixels, precisão +/-2% ou 2º C) conforme ilustra a Figura 7. Foram capturados quatro termogramas por parcela (1 do grupo e 3 individuais) aos 7, 21, 28, 35 e 42 dias de vida das codornas, a um metro de distância dos animais, conforme recomendação do fabricante. As imagens termográficas geradas possuíam resolução de 160 x 120 pixels, onde cada pixel representa um ponto de temperatura. A câmera possui um calibrador interno automático da temperatura. Foi considerada uma *emissividade* de *0,98, a qual é* indicada pelo fabricante para tecidos biológicos. Posteriormente, essas imagens termográficas foram analisadas pelo software Flir QuickReport© 1.2, para obtenção da temperatura superficial média de toda a superfície corporal das aves a serem estudadas.

Figura 7 – Câmera Termográfica de Infravermelho utilizada no experimento.

Fonte: Próprio autor.

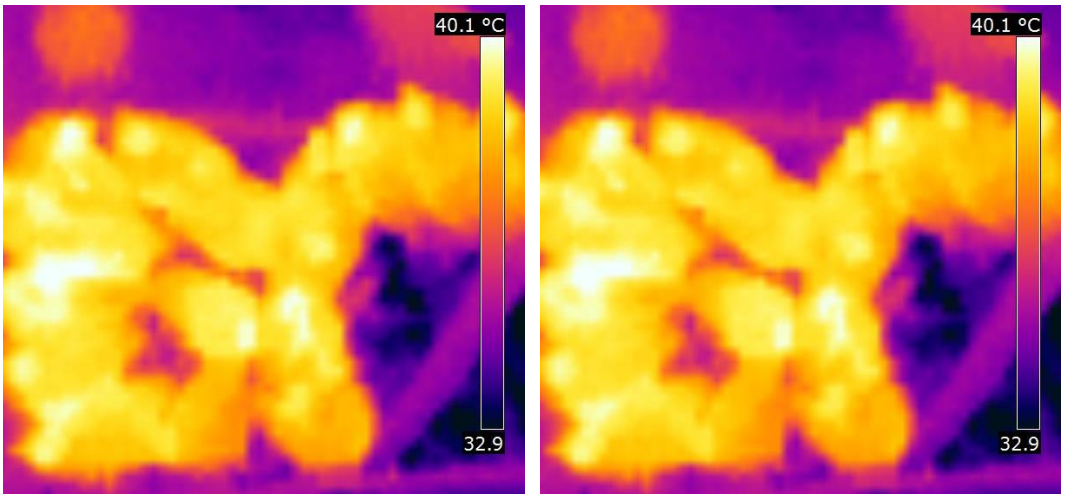
Para o cálculo da temperatura superficial média (Ts) individual dos animais, foram marcados 30 pontos aleatórios ao longo de toda a superfície corporal das aves nas imagens termográficas, conforme mostra a Figura 8. Isso foi realizado para os termogramas dos animais em grupo, como está exemplificado na Figura 9.

Figura 8 – Imagem termografica individual de codornas de corte e distribuição aleatória dos pontos selecionados para avaliação da temperatura superficial.



Fonte: Próprio autor.

Figura 9 – Imagem termografica em grupo de codornas de corte e distribuição aleatória dos pontos selecionados para avaliação da temperatura superficial.



Fonte: Próprio autor.

A perda de calor sensível foi considerada como a perda de calor por radiação. O cálculo da área superficial foi realizado utilizando-se a Equação 4 (CURTIS, 1983; SILVA, 2000).

$$A = m.wb \qquad \textbf{Eq.4}$$

Sendo:

A = área da superfície corporal do animal (m²),

m = constante de Mech (0,100);

w = peso corporal do animal (g),

b = constante (0,607).

A partir deste dado foi realizada a estimativa da perda de calor por radiação (*Qs*=*Qr*) para mensurar a quantidade de perda de calor das aves para o ambiente. O *Qr* foi calculado usando-se a Equação 5 (MEIJERHOF e VAN BEEK, 1993; YAHAV et al., 2004).

$$Qr = \varepsilon\sigma A\,(Ts^4 - Ta^4) \qquad \textbf{Eq.5}$$

Sendo:

Qr = perda de calor por radiação (W),

ε = emissividade de tecido biológico,

σ = constante de Stefan Boltzmann (5,67 10^{-8} W m^{-2} K^{-4}),

A = área superficial da ave (m^2),

Ts = temperatura superficial da ave (ºC) e

Ta = temperatura do ar (ºC).

Obs.: as temperaturas foram transformadas em Kelvin (K) para o cálculo de perda de calor.

3.5.2 Temperatura Retal

Para obtenção da temperatura retal (Tr), foram utilizadas 3 codornas por parcela, selecionadas aleatoriamente aos 7, 21, 28, 35 e 42 dias de vida. Foi introduzido um termômetro clínico digital (marca Techline® / modelo TS-101 / variação até 42,9ºC) (Figura 10) no reto dos animais por um período de 1min ou até a estabilização da temperatura, posteriormente os resultados foram conferidos e anotados.

Figura 10 – Termômetro digital clínico utilizado no experimento.

Fonte: Adaptado do Google.

3.6 Variáveis Ambientais

As variáveis ambientais foram coletadas para uma análise do ambiente e esses resultados foram confrontados com os das variáveis fisiológicas dos animais. Estes valores foram correlacionados, para saber como o ambiente influenciou na condição física das codornas.

3.6.1 Temperatura e Umidade Relativa do Ar

Foram instaladas Miniestações meteorológicas e *Data logger* (Marca onset®, modelo U23-001 HOBO® Pro v2) conforme mostra a Figura 11, posicionados na altura das codornas, dentro dos boxes durante toda a fase experimental.

Para isso, estes equipamentos foram previamente programados para registrar os valores de temperatura do ar (Ta, °C) e umidade relativa do ar (UR, %) em intervalos de 10 minutos, do 1º ao 42º dia de vida das codornas. Foram instalados três *Data loggers* nos boxes ao longo do galpão, um no início, no meio e outro no final do galpão.

Figura 11 – *Data Logger* utilizado no experimento.

Fonte: Adaptado do Google.

3.6.2 Índice Entalpia de Conforto (IEC)

Vale salientar que esse foi o primeiro trabalho a confeccionar Tabelas de Entalpia para codornas, mas é de conhecimento que essas tabelas existem para outras espécies, como suínos e bovinos. É importante ressaltar ainda, que esse estudo teve como base a metodologia adotada por Queiroz, Barbosa Filho e Vieira (2012), que fizeram as tabelas adaptadas de frangos de corte para o clima da região nordeste.

A partir dos dados de Temperatura e Umidade Relativa do Ar, foi calculado o Índice Entalpia de Conforto (IEC) para todo o ciclo de vida das codornas (1 a 42 dias).

O IEC, dentre os índices de avaliação de conforto térmico estudados, tem sido proposto atualmente como o índice mais adequado para a avaliação do ambiente interno de galpões de aves, isso porque é um índice que depende basicamente da temperatura, da

umidade relativa do ar e da pressão barométrica do local. A entalpia expressa a quantidade de energia térmica em kJ, contido em 1 kg de ar seco.

A equação da entalpia utilizada neste trabalho foi a de Rodrigues *et al.* (2010) que considera a temperatura, umidade relativa do ar e a pressão atmosférica local (Equação 3). A pressão barométrica utilizada na fórmula foi de 760 mmHg, que é igual a 1 atm, que corresponde a pressão barométrica em locais mais baixos, situados ao nível do mar.

$$h = 1{,}006.t + \frac{UR}{PB}.10^{\left(\frac{7{,}5.t}{237{,}3+t}\right)}.(71{,}28 + 0{,}052.t) \qquad \textbf{Eq.3}$$

Onde:

h é a entalpia, em kJ/kg ar seco;

t é a temperatura, em ºC;

UR é a umidade relativa do ar, em %;

PB é a pressão barométrica local, em mmHg.

As tabelas foram divididas em duas faixas: a de conforto (faixa verde) e a intermediária (faixa amarela). Os valores inclusos nestas faixas foram dependentes dos limites inferior e superior de conforto do índice em questão. Limites estes que são determinados com base no desenvolvimento das aves, ou seja, baseados em cada semana do seu ciclo de criação. A zona de conforto das aves se modifica a cada semana. Assim, a entalpia foi calculada para cada semana de vida das codornas.

3.7 Análise estatística das variáveis fisiológicas e ambientais

Os dados coletados das variáveis fisiológicas (temperatura retal e temperatura superficial) e ambientais (temperatura e umidade relativa do ar) foram submetidos a uma estatística descritiva básica, através do *software* estatístico SAS®, para verificar se havia normalidade na distribuição. Foram avaliados o número de observações, a média dos valores, valor mínimo, máximo, desvio padrão, variância, coeficiente de variação, a amplitude, a assimetria e a curtose. A distribuição dos valores foi considerada normal estatisticamente, quando os valores do coeficiente de assimetria e curtose se apresentaram dentro do intervalo -3 e 3, ou seja, se adequando a uma curva de distribuição normal, segundo Oliveira (2010).

Em seguida, confirmada a normalidade, foi feito o teste F, através da análise de variância (ANOVA), para verificar se havia diferença significativa entre as médias. Caso houvesse diferença significativa entre as médias, como complemento a análise de variância foi feito um teste de comparação de médias, pelo teste de SNK a 5 % de significância.

3.8 Avaliação do desempenho e rendimento das aves

Foram avaliadas as seguintes variáveis de desempenho:

- Consumo de ração (g/ave): a ração fornecida no início das fases de criação e as sobras no final das fases foram pesadas e, por diferença, foi calculado o consumo de ração para cada repetição.

- Ganho de peso: as aves de cada repetição foram pesadas no dia de chegada e aos 42 dias para que o ganho médio de peso de cada parcela seja calculado.

- Conversão alimentar: a conversão alimentar foi calculada dividindo-se o consumo de ração pelo ganho de peso das aves.

Para mensuração das variáveis de desempenho foram pesados aos 42 dias as rações fornecidas e as sobras, assim como as aves, para determinar o consumo médio de ração, ganho de peso médio e a conversão alimentar. Durante todo o período experimental a mortalidade foi anotada para correção do consumo de ração e, consequentemente, da conversão alimentar (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

Para a determinação do rendimento, aos 42 dias de idade duas aves de cada unidade experimental, sendo um macho e uma fêmea, foram selecionadas com base no peso médio da parcela e submetidas a jejum alimentar de 6 horas. Após esse período, as aves foram pesadas, insensibilizadas por deslocamento cervical e abatidas mediante sangria, escaldadas, depenadas, evisceradas e feita a retirada da cabeça, pescoço e pés para a determinação do rendimento de carcaça em relação ao peso corporal da ave em jejum. Posteriormente, as carcaças foram cortadas e as partes pesadas para determinar o rendimento de peito, coxa + sobrecoxa e porcentagem de gordura abdominal, que foram calculados em relação ao peso da carcaça quente, e fígado que foi calculado em relação ao peso da ave em jejum.

Para análise estatística, os dados de desempenho e rendimento de carcaça e partes foram submetidos à análise de variância utilizando o programa “Statistical Analyses System” (SAS, 2000) e as médias comparadas pelo teste de SNK a 5% de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

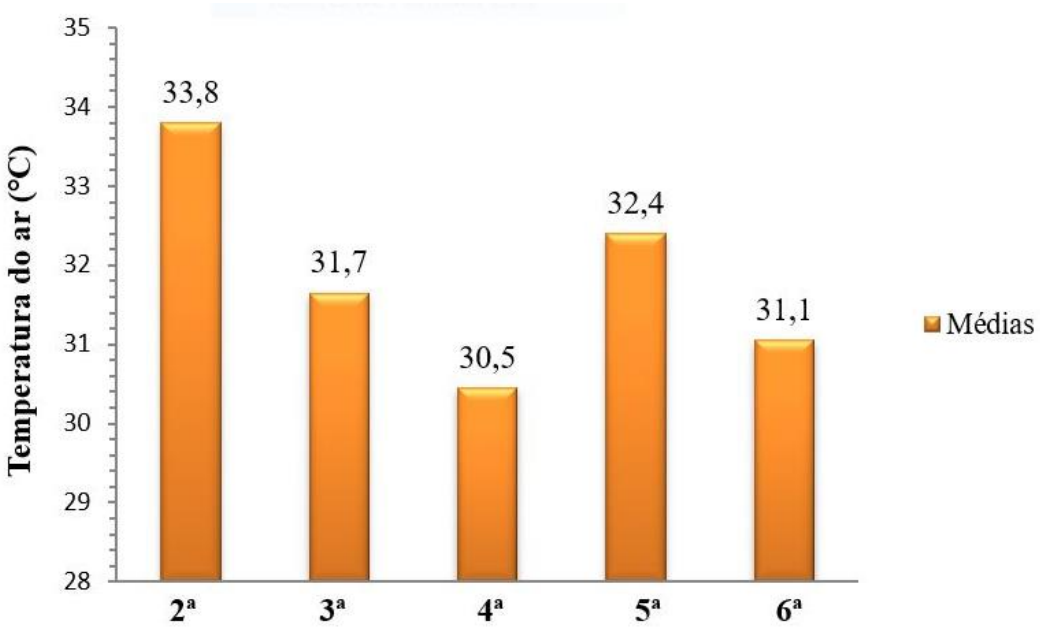
4.1 Caracterização Climática das Instalações

Durante o período experimental as variáveis ambientais, temperatura do ar (Ta) e umidade relativa do ar (UR), foram monitoradas constantemente ao longo das semanas.

4.1.1 Temperatura do ar

A variação da temperatura do ar, durante a 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana de avaliação, podem ser visualizadas por meio da Figura 12.

Figura 12 – Média da temperatura do ar (˚C) da 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana de vida de codornas de corte.



Na 2ª semana a média da temperatura do ar dentro do galpão foi de 33,8˚C, valor considerado acima dos limites de conforto térmico segundo classificação de Sousa *et al.* (2014), que para esta semana recomendam estar situados entre 27˚C e 30˚C. É importante salientar que quando as aves se mantem dentro dos limites da zona de conforto térmico, conseguem obter um melhor desempenho, já que não vão precisar desviar energia para manter

a termoneutralidade. De acordo com Furtado *et al.* (2011) aves criadas fora da faixa de temperatura ideal podem ter seu desempenho produtivo comprometido.

Na 3ª semana apesar de ter acontecido uma diminuição na temperatura do ar dentro do galpão, o valor médio obtido (31,7˚C) ainda se encontra fora dos limites considerados ideais para esta semana. De acordo Almino e Neme (1998), a faixa de conforto térmico satisfatória para codornas aos 21 dias fica em torno de 26˚C. Essa diminuição da temperatura no interior das instalações, provavelmente se deu pelo fato de nessa semana as cortinas que promoviam um isolamento térmico ao galpão terem sido baixadas até a metade da instalação, isso fez com que houvesse uma maior circulação de ar e, portanto, consequentemente uma diminuição na temperatura do galpão.

Na 4ª semana pode-se observar que houve uma diminuição da temperatura no interior do galpão, quando comparado a 2ª e 3ª semanas. Contudo não foi o suficiente para manter as aves dentro dos limites de conforto térmico, segundo Albino e Neme (1998), que estabelece uma temperatura em torno de 25˚C para codornas durante a semana em questão. Nesse estudo foi possível observar que a Ta atingiu 30,5˚C durante a 4ª semana de vida das codornas, acima da temperatura citada como adequada. Com isso, pode-se predizer que as aves começaram a sofrer de estresse térmico por calor, pois nesse momento de suas vidas demandam temperaturas ambientais mais amenas. Isso pode ter ocorrido, devido ao fato da orientação do galpão, para a região do estudo, estar de maneira incorreta, no sentido norte-sul, o que facilitava a incidência solar direta dentro do ambiente em que as codornas estavam. Embora se fizesse uso de cortinas para evitar a entrada de raios solares, essa alternativa não era eficiente para evitar os danos causados com o aumento da temperatura, já que no interior do galpão não havia sistema de ventilação.

De acordo com Silva *et al.* (2012) a manutenção da homeotermia só é possível quando a temperatura ambiental estiver dentro dos limites da termoneutralidade, pois as aves não se ajustam perfeitamente em situações extremas de temperatura, podendo ocasionar a morte desses animais. Por isso, é de grande importância que as aves sejam mantidas em ambientes onde seja possível se obter um equilíbrio térmico.

Na 5ª semana a temperatura no interior do galpão voltou a subir, quando comparada a 3ª e 4ª semanas. Apesar de nesse momento de vida das codornas, as cortinas da instalação já terem sido totalmente removidas, o manejo para manter a temperatura dentro das condições térmicas ideais não foi eficiente, já que a média da Ta, para esta semana foi de 32,4˚C, ficando acima do limite considerado ideal para codornas aos 35 dias, que é de 24˚C

segundo Albino e Neme (1998). Talvez esse aumento na temperatura no interior do galpão tenha se dado devido ao crescimento dos animais, que possibilitou menor espaço no boxe, levando a ave a desencadear mecanismos de termorregulação para dissipar o calor interno, esses processos de troca de calor com o ambiente acabam ocasionando um aumento na temperatura do ar.

Na 6ª semana a média da Ta foi de 31,1˚C, que também se encontra acima do valor considerado adequado para codornas nessa semana, que é de 24˚C de acordo com Sousa *et al.* (2014).

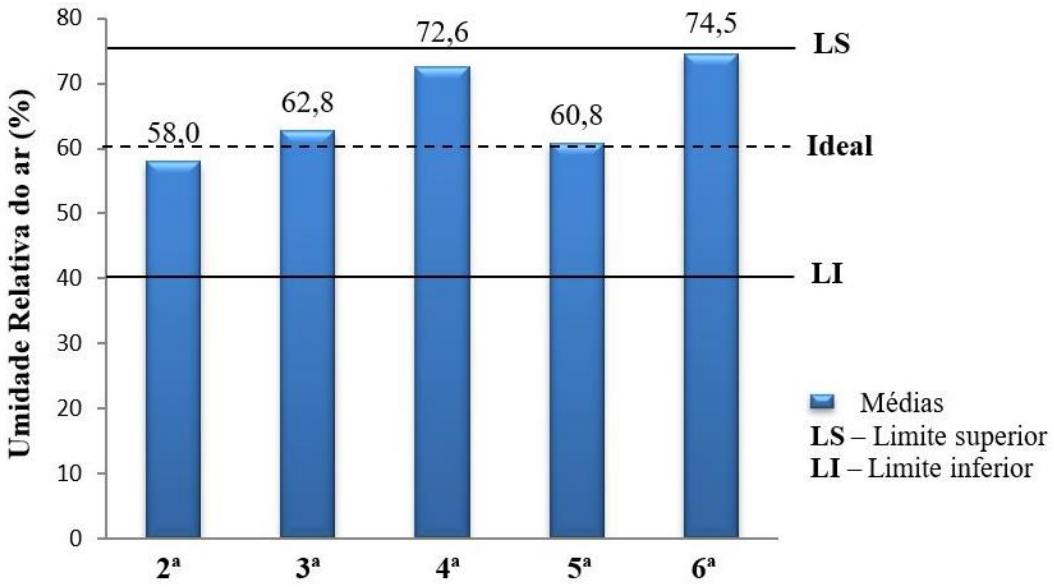
Apesar de nenhuma semana ter ficado dentro dos limites de temperatura considerados ideais, não foi constatado durante a pesquisa nenhum quadro de estresse térmico que tenha levado as aves à morte. Castro (2014), avaliando diferentes temperaturas sobre o desempenho de codornas japonesas, destaca que esses animais são capazes, dentro de certos limites, de se adaptarem a condições de estresse contínuo. No entanto, os sinais mais perceptíveis do estrese térmico por calor, são: diminuição do consumo de ração, aumento no consumo de água e redução na qualidade dos ovos produzidos.

A temperatura do ar é um dado climatológico muito importante, contudo deve ser analisada associada à umidade relativa do ar, pois seus efeitos podem ser reduzidos ou intensificados em conjunto com esta outra variável.

4.1.2 Umidade Relativa

A variação da umidade relativa do ar, durante a 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana de avaliação, podem ser visualizadas por meio da Figura 13.

Figura 13 – Médias da Umidade relativa do ar (%) da 2ª, 3ª, 4ª. 5ª e 6ª semana de vida de codornas de corte.



Medeiros *et al.* (2005) relatam que a umidade relativa do ar considerada adequada à produção avícola deve ficar em torno de 60%. Segundo Macari e Furlan (2001) valores inferiores a 40 % e superiores a 80 % são críticos para aves. Desta forma, o valor de umidade relativa do ar de 75 % foi considerado como o Limite Superior de Umidade Relativa do ar (LS) e o valor de 40 % como Limite Inferior de Umidade Relativa do ar (LI).

Por meio do gráfico da evolução da umidade relativa do ar durante a 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana experimental, é possível observar que a umidade relativa do ar ficou acima do limite considerado ideal dentro do ambiente do galpão. A quarta e sexta semanas foram as que obtiveram os maiores valores, chegando a 72,6 e 74,5 % de umidade relativa do ar, respectivamente, se aproximando do limite superior crítico. Nessas semanas, no dia da coleta dos dados, houve a ocorrência de chuva, o que pode ter provocado estes aumentos na umidade relativa interna do galpão.

De acordo com a Funceme (2017), o calendário de chuvas de Fortaleza para o dia 16/12/2016 e 29/12/2016 (dias correspondentes às coletas da 4ª e 6ª semanas, respectivamente), marcou uma média de 1,3 mm, chegando a uma máxima de 3,7 mm de incidência de chuva na quarta semana. E uma média de 8,4 mm, atingindo uma máxima de 18,2 mm de chuva na sexta semana, isso provavelmente explica o aumento da umidade no interior do galpão. Lamberts *et al.* (2005) relataram que a umidade do ar é regulada pelo regime de chuvas do local.

Para as demais semanas de vida das codornas (2ª, 3ª e 5ª semanas), não houve incidência de chuvas nos dias correspondentes às coletas.

A umidade relativa do ar mantida dentro dos limites ideais traz enormes benefícios para as aves. De acordo com Oliveira *et al.* (2006) entre os fatores ambientais, as variáveis térmicas, representadas principalmente, pela temperatura do ar e pela umidade relativa do ar, são as que mais afetam diretamente as aves, devido ao fato de comprometer a manutenção da homeotermia, que é uma função vital obtida por meio de processos sensíveis e latentes de perda de calor.

Segundo Baêta e Souza (2010) em locais com temperatura e umidade relativa do ar elevadas, as aves têm dificuldade para dissipar o calor corporal para o ambiente, levando a um aumento da temperatura interna, e consequente queda na produção, pois apenas uma parte da energia ingerida pelos alimentos será convertida para produção, o restante será utilizado nos mecanismos de termorregulação ou perdido para o ambiente por meio dos processos físicos de convecção, condução e radiação.

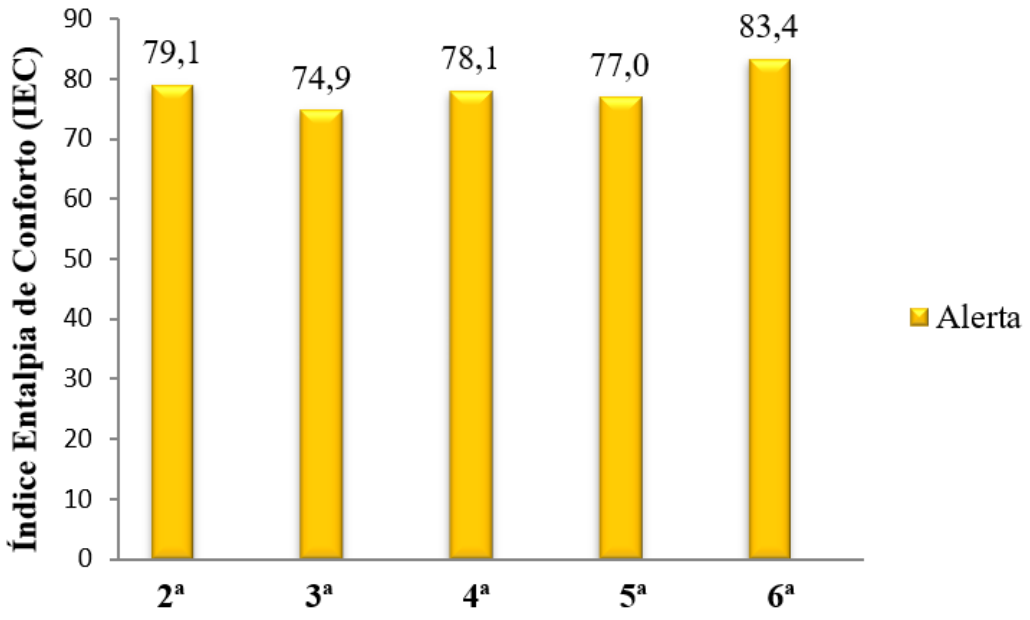
4.1.3 Índice Entalpia de Conforto (IEC)

Uma vez que os resultados de temperatura e umidade relativa do ar foram registrados durante todo o período experimental, foi possível fazer o cálculo da entalpia para a 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana de vida das codornas. Para facilitar o entendimento desta variável, foi adotada neste trabalho a classificação da condição térmica, feita por meio do Índice Entalpia de Conforto (IEC).

O IEC possui quatro faixas relativas ao conforto e estresse térmico das aves, onde a zona de conforto está representada pela cor verde, a de alerta pela cor amarela, a crítica pela cor laranja e a letal pela cor vermelha. As barras que representam o IEC no interior do galpão (IECgalpão) estão coloridas de acordo com a classificação das Tabelas Práticas de Entalpia, que mudam a cada semana avaliada de vida das codornas (Tabela 2).

A variação do Índice Entalpia de Conforto, durante a 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana de avaliação, pode ser visualizada por meio da Figura 14.

Figura 14 – Médias do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco) da 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana de vida de codornas de corte.



De acordo com a Figura 14 é possível observar que as codornas, na 2ª semana de vida, permaneceram em condição de alerta (faixa amarela). De acordo com o IEC, a temperatura está acima do tolerado por codornas nas primeiras semanas de vida. Esse ocorrido pode estar relacionado ao termohigrômetro localizado ao centro do galpão, para aferir Ta e UR instantaneamente, não ter sido eficiente em predizer a condição térmica do ambiente, impossibilitando um manejo adequado dos recursos trabalhados durante essa fase para impedir a ineficiência do equilíbrio térmico do galpão, já que os *loggers* instalados não predizem em tempo real a condição térmica do local. Nesse momento, os galpões ainda promoviam o isolamento térmico com o uso de cortinas, principal recurso utilizado durante a 2ª semana de vida das codornas, já que o sistema de termorregulação nessa fase de vida não é bem desenvolvido, contudo, ao que parece, esse recurso acabou elevando a temperatura do galpão acima do que as aves necessitavam, ocasionando um possível estresse por calor.

Para Abreu e Abreu (2011) as aves ao nascimento não têm o sistema termorregulador desenvolvido, dificultando a manutenção da temperatura corporal. Assim, qualquer perda de calor evaporativa e sensível, nos primeiros dias de vida das aves, pode afetar o equilíbrio ácido-base do sangue e corporal, o equilíbrio de água do corpo e, consequentemente, a habilidade da ave em manter a temperatura do corpo. Ainda de acordo com estes autores, qualquer perda de calor evaporativa ou sensível, nessa fase de vida, pode reduzir a energia de mantença, comprometendo o crescimento das aves.

Na 3ª e 4ª semana, o ambiente das aves continuou na faixa de alerta por calor (amarela), isso pode ser explicado pelo fato de nesse momento ter ocorrido alta taxa de umidade associada a altas temperaturas. Esse tipo de condição dificulta a remoção da umidade por meio das vias aéreas, tornando a respiração das aves cada vez mais ofegante, dessa forma a codorna não consegue manter a frequência respiratória alta o bastante para remover o excesso de calor interno, levando a um quadro de hipertermia, seguida de prostração e em alguns casos, a morte (SOUZA *et al.*, 2012).

Na 5ª e 6ª semana, o ambiente do galpão também se encontrou na faixa amarela, isso significa que a condição de estresse foi intensificada e o IEC continuou indicando uma condição de alerta às aves. E pode ter ocorrido devido ao fato de que a temperatura neste dia estava muito acima do considerado ótimo para os animais, tendo necessidade de maior controle das variáveis ambientais. De acordo com Medeiros *et al.*, (2005) em condições extremas de calor, o animal eleva consideravelmente, o consumo de água, as fezes ficam líquidas e ocorre aumento da umidade na cama, com consequente redução de seu poder de absorção, elevando as concentrações de amônia no ar, que podem atingir níveis perigosos. Ainda segundo este autor com a permanência dessas condições, o animal pode apresentar polipneia, e em detrimento disso levar a uma possível morte.

Esses valores indicam uma condição ruim no interior da instalação, e demonstram que é de grande importância que o ambiente do galpão seja constantemente monitorado e climatizado, pois a combinação de elevados valores de temperatura e umidade relativa do ar pode levar as aves à morte.

Moura (2001) afirma que a umidade relativa do ar tem maior importância, no que se refere ao conforto térmico das aves, quando a temperatura ambiental atinge 25°C.

Na Tabela 2 estão os valores do Índice Entalpia de Conforto (IEC) e suas faixas de conforto para a 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana de vida de codornas de corte.

Tabela 2 – Tabela com os limites do IEC (kJ/kg ar seco) da 1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana de vida de codornas de corte

		Limites do IEC (kJ/kg ar seco)				
Classificação	**Limite**	**IEC**				
		1ª sem	**2ª sem**	**3ª sem**	**4ª sem**	**5ª e 6ª sem**
Alerta por Frio		≤ 92,3	≤ 60,6	≤ 49,4	≤ 44,3	≤ 44,3
Conforto	INFERIOR	92,4	60,7	49,5	44,4	44,4
	SUPERIOR	105,5	70,1	57,7	54,9	52,1
Alerta por Calor		≥105,6	≥ 70,2	≥ 57,8	≥ 55,0	≥ 52,2

Fonte: Próprio autor.

4.2 Características da qualidade da cama de codornas de corte

Na Tabela 3 estão as médias para as variáveis da qualidade da cama de codornas (Amônia, Umidade da Cama e pH) aos 21 dias de idade (3ª semana).

Tabela 3 - Características da qualidade da cama de codornas de corte, aos 21 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis de óleo de soja na ração e densidades de criação.

Item	Densidade	Nível de óleo (%)			Média	CV (%)	Valor de P		
	($cm^2.ave^{-1}$)	0	2	4			N	D	O x D
NH_3 (mg/100g)	215,6	0,44	1,13	1,34	0,97				
	188,6	1,03	1,70	1,28	1,34	29,5	<0,01	0,007	0,076
	Média [I]	0,74 b	1,42 a	1,31 a					
UC (%)	215,6	76,03	75,59	75,50	75,71				
	188,6	75,87	75,51	75,88	75,75	1,03	0,529	0,866	0,709
	Média [I]	75,95	75,55	75,69					
pH	215,6	7,12	7,35	7,56	7,34				
	188,6	7,15	7,43	7,60	7,39	1,48	<0,01	0,199	0,860
	Média [I]	7,14 c	7,39 b	7,58 a					

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste SNK a 5 % de significância. Legenda: N= nível de inclusão de óleo de soja na dieta; D= densidade de criação; O x D= interação entre o nível de inclusão de óleo de soja na dieta e a densidade de criação; CV= coeficiente de variação.

A volatilização da amônia (mg/100g) aos 21 dias apresentou diferença a 5% de significância entre os níveis de inclusão de óleo, onde os níveis de 2 e 4% de inclusão obtiveram 1,42 e 1,31 mg/100g, respectivamente, não diferindo entre si, e o nível controle, ou seja, sem inclusão de óleo de soja ou 0%, obteve 0,74 mg/100g, diferindo dos demais. Zavarize (2012) trabalhando com inclusão de 0 a 5% de glicerina na dieta de frangos e utilizando a mesma metodologia para a obtenção dos valores de amônia volatilizada na cama aos 21 dias, encontrou valores maiores dos que os obtidos para este trabalho, variando entre 1,07 a 1,43 mg/100g.

Freitas *et al.* (2011) avaliando a volatilização de amônia em diferentes tipos de cama para aves, utilizaram a cama de maravalha aos 21 dias de vida das aves e obtiveram valores em torno de 1,03 mg/100g de amônia volatilizada, valor semelhante aos observados nessa pesquisa.

Segundo Gonzáles e Saldanha (2001), a amônia é um gás incolor e que causa irritação às mucosas, sendo formado a partir da decomposição microbiana do ácido úrico eliminado pelas aves. Quando as concentrações de amônia no ar estão acima de 60 ppm, as aves se tornam mais predispostas a doenças respiratórias, aumentam os riscos de infecções secundárias às vacinas e prejudicam os processos fisiológicos de trocas gasosas, geralmente esses níveis altos de amônia (60 a 100 ppm) podem ser encontrados no início da criação em galpões que tenham feito a reutilização da cama (OLIVEIRA *et al.*, 2003).

De acordo com Globalgap (2007), a recomendação para a concentração de amônia encontrada na cama das aves deve ser inferior a 20 ppm. Nesse experimento, nenhum nível de amônia avaliado aos 21 dias (0,97; 1,34; 0,74; 1,42; 1,31mg/100g), ultrapassou os limites considerados ideais, ficando todos abaixo de 2 mg/100g.

A partir da 3ª semana de vida das codornas (aos 21 dias), as cortinas utilizadas durante o experimento foram diminuídas até a altura dos boxes, o que pode ter ocasionado uma maior circulação do ar devido a ventilação natural que passou a ocorrer dentro do galpão. Segundo Curi *et al.* (2014), dentre as funções da ventilação, está à remoção de umidade produzida pela respiração das aves e presente na cama, a renovação do oxigênio, a eliminação de poeira e o controle de amônia.

O tipo de material utilizado para cobertura da cama durante todo o ciclo de vida das codornas desse trabalho foi a maravalha, isso pode ter contribuído para os baixos valores de amônia volatilizada observados nessa pesquisa. Lien *et al.* (1998), comparando casca de amendoim e maravalha, observaram que as cascas apresentaram pH e teor de amônia

volatilizada superiores aos da maravalha, isso pode ser devido à menor capacidade das bactérias produtoras de amônia em usar a maravalha como substrato para crescimento por causa do seu alto teor de lignina.

Para a variável umidade da cama (UC) não houve diferença a 5% de significância para os níveis de inclusão de óleo de soja e nem para as diferentes densidades animal. Qiu e Guo (2010), afirmam que o nível de umidade da cama é um fator crítico no manejo dos galpões, pois possui grande influência na incidência e na severidade das lesões na carcaça das aves.

O aumento da umidade promove uma maior liberação de amônia nos galpões de produção e controla seu nível de volatilização (WEAVER JUNIOR e MEIJERHOF, 1991; HERNANDES *et al.*, 2002). Apesar dos valores da UC desse experimento estar acima do recomendado, entre 75,50 % e 76,03 %, a umidade da cama não teve influência nos níveis de amônia, tendo em vista que esses valores ficaram dentro dos limites considerados ideias. Garcia *et al.* (2011), afirma que é recomendado que o valor de umidade da cama das aves permaneça entre 20 e 25 %, acima disso a cama se torna úmida e empastada, podendo acarretar situações de desconforto às aves.

De acordo com Santos (2005) o aumento da umidade ocasiona uma piora na qualidade da cama comprometendo a perda de calor das aves por meio da evaporação por via respiratória e favorece a decomposição de ácido úrico, ambos nocivos à produção avícola.

O aumento da densidade populacional pode causar aumento da umidade da cama e da deposição de sólidos fecais, diminuindo a qualidade da cama das aves, a qual de acordo com Smith (1956) é mais influente sobre o desempenho das aves do que o tipo de material usado. Nesse experimento, houve um aumento da umidade da cama com o aumento da densidade de animais nos boxes (215,6 $cm^2.ave^{-1}$ = 75,71 % e 188,6 $cm^2.ave^{-1}$ = 75,75 %), contudo foi uma variação mínima que não apresentou diferença estatística a 5% de significância. Oliveira *et al.* (2000) explicam que aves criadas em maior densidade tem tendência a sofrer estresse térmico e, como consequência disso, ingerem maior volume de água, eliminando assim mais água nas suas excretas, esse processo faz com que haja um aumento no teor de umidade da cama.

Para a variável pH, houve diferença estatística a 5% de significância no que se refere a inclusão dos diferentes níveis de óleo de soja, por meio dos resultados foi possível observar que à medida que se aumentava o nível de óleo de soja na dieta das aves, os valores médios de pH ficavam mais altos, atingindo 7,14, 7,39 e 7,58, para os níveis de 0, 2 e 4 %, respectivamente, de óleo de soja.

O pH da cama tem um papel importante na multiplicação bacteriana, isso inclui bactérias dos gêneros *Salmonella* e *Escherichia coli*. Nesse sentido, o aumento do pH auxilia de forma prática nos programas de biossegurança dos aviários.

Apesar de as alterações dos valores de pH e amônia volatilizada não terem coincidido, é possível inferir que o aumento do pH na cama tenha influenciado os níveis de amônia, pois ao observar a Tabela 3, pode-se perceber que à medida que o pH se torna mais alcalino, há uma tendência da volatilização da amônia em alcançar valores maiores. Segundo Rehbeger (2002) o pH da cama desempenha um papel importante na volatilização da amônia que é minimizada em condição de pH abaixo de 7,0. Contudo, o acúmulo de amônia e material fecal aumenta o pH da cama, que varia tipicamente de 7,0 a 8,5.

Na Tabela 4 estão descritas as médias para as variáveis da qualidade da cama de codornas (Amônia, Umidade de da Cama, pH e Temperatura da Cama) aos 42 dias de idade (6ª semana).

Tabela 4 - Características da cama de codornas de corte, aos 42 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis de óleo de soja na ração e densidades de criação.

Item	Densidade ($cm^2.ave^{-1}$)	Nível de óleo (%)			Média	CV (%)	Valor de P		
		0	2	4			N	D	O x D
NH_3	215,6	1,70	2,00	2,02	1,91 B	28,09	0,544	<0,01	0,675
	188,6	1,99	1,87	2,21	2,02 A				
	Média II	1,85	1,94	2,12					
UC	215,6	76,33	76,08	77,22	76,54	1,27	0,345	0,212	0,301
	188,6	75,76	76,37	76,14	76,09				
	Média II	76,05	76,23	76,68					
pH	215,6	7,19	7,37	7,93	7,50 B	1,56	<0.01	<0.01	0,001
	188,6	7,30	7,83	7,97	7,70 A				
	Média II	7,25 c	7,60 b	7,95 a					

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste SNK a 5 % de significância. Legenda: N= nível de inclusão de óleo de soja na dieta; D= densidade de criação; O x D= interação entre o nível de inclusão de óleo de soja na dieta e a densidade de criação; CV= coeficiente de variação.

A volatilização da amônia (mg/100g) aos 42 dias apresentou diferença significativa a 5% para as diferentes densidades de alojamento utilizadas nesse experimento,

em que para a densidade de 215,6 $cm^2.ave^{-1}$ a média geral foi de 1,91 mg/100g e para a densidade de 188,6 $cm^2.ave^{-1}$ foi de 2,02 mg/100g, ou seja, a amônia volatilizada aumentou à medida que a densidade de criação foi maior, esses resultados são semelhantes aos encontrados por Hernandes *et al.* (2002), em que trabalhando com diferentes densidades e períodos de criação de aves, observaram em sua pesquisa que o aumento da densidade de animais (10, 14, 18 e 22 aves/m^{-2}), assim como o avanço da época de criação (24, 38 e 42 dias de idade), induziram aumentos da quantidade de amônia liberada. Os autores afirmam ainda que densidades elevadas associadas ao período final de criação resultam em maior liberação do gás NH_3.

De acordo com Freitas *et al.* (2011), a densidade de criação é um fator de grande importância na produção de amônia, pois essa prática resulta em aumento de produção, entretanto tem como principal problema as condições ambientais das instalações utilizadas na criação dos animais. Näss *et al.* (2007) retratam que como consequência do aumento da densidade, têm-se a maior produção dos subprodutos das atividades metabólicas das aves, como por exemplo, o calor, as excretas, a umidade da cama e amônia volatilizada.

Mendes (2012) também relatou que os dejetos provenientes do sistema de criação em alta densidade de alojamento apresentam um potencial maior de geração e emissão de NH_3 quando comparado aos de baixa densidade. Estes resultados podem estar relacionados com uma maior quantidade de calor, por área ocupada, em que esse calor é gerado devido ao maior número de animais por espaço.

Observando os níveis de NH_3 aos 21 dias de vida das aves (Tabela 4), pode-se perceber que houve um aumento quando comparado às médias dos níveis de amônia aos 42 dias. Segundo Mendes (2012) este resultado é esperado, tendo em vista que o consumo de ração, naturalmente cresce à medida que há um aumento da massa corporal dos animais, gerando assim uma maior produção de dejetos que são a principal fonte de emissões de amônia.

Para a variável umidade da cama, pode-se observar por meio da Tabela 5, que não houve diferença significativa para nenhum item avaliado.

Para a variável pH da cama, foi possível observar que houve diferença significativa a 5% tanto para a inclusão dos níveis de óleo de soja na dieta das aves quanto para as diferentes densidades de criação animal estabelecidas nesse experimento.

Segundo Traldi *et al.* (2007), valores de pH superiores a 7,0 normalmente estimulam a proliferação de bactérias na cama e também aumentam a produção de amônia.

4.3 Temperatura Retal (Tr)

A temperatura retal é uma das medidas utilizadas para indicar condições de conforto ou estresse das aves, é considerada ainda como representação da temperatura do núcleo corporal, isso porque os animais têm como objetivo inicial controlar sua temperatura interna, e depois, controlar a sua temperatura superficial. Além disso, pode servir na avaliação do grau de adaptabilidade de animais mantidos em um determinado ambiente ou condição (Brown-Brandtl *et al.*, 2003).

A temperatura retal das aves foi avaliada paralelo às coletas de temperatura superficial na 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana de vida de codornas de corte.

Esta avaliação foi feita para verificar se houve alteração da temperatura retal de codornas de corte com as mudanças climáticas do ambiente.

A Tabela 5 contém os valores do teste de médias da temperatura retal (˚C) de codornas de corte na 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana.

Tabela 5 - Médias da Temperatura Retal (Tr / °C) de codornas de corte na 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana de vida, alimentadas com diferentes níveis de óleo de soja na ração e densidades de criação.

Semanas	Densidade ($cm^2.ave^{-1}$)	Nível de óleo (%)			Média	CV (%)	Valor de P		
		0	2	4			N	D	O x D
2ª	215,6	41,34	40,80	40,36	41,08	0,87	0,149	0,161	0,985
	188,6	41,34	41,14	40,36	40,72				
	Média	41,18	40,97	40,57					
3ª	215,6	40,52	40,50	40,52	40,51	0,74	0,310	0,904	0,316
	188,6	40,30	40,48	40,72	40,50				
	Média	40,41	40,49	40,62					
4ª	215,6	41,62	41,32	41,54	41,49	0,86	0,880	0,293	0,193
	188,6	41,18	41,48	41,40	41,35				
	Média	41,40	41,40	41,47					
5ª	215,6	41,96	42,04	41,82	41,94	0,48	0,106	0,253	0,968
	188,6	41,86	41,94	41,76	41,85				
	Média	41,91	41,99	41,79					
6ª	215,6	41,95	42,03	41,95	41,98	0,89	0,885	0,632	0,990
	188,6	41,91	41,95	41,87	41,91				
	Média	41,93	41,99	41,91					
Média Total	215,6	41,51	41,47	41,37	41,45	0,44	0,404	0,965	0,813
	188,6	41,45	41,50	41,39	41,45				
	Média I	41,48	41,48	41,38					

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste SNK a 5 % de significância. Legenda: CV= coeficiente de variação.

De acordo com a Tabela acima, a temperatura retal de codornas de corte para todas as semanas, não diferiu a 5% de significância.

Segundo Brown-Brandt (2003), a temperatura retal normal das aves, de um modo geral, se situa em torno de 40 a 42˚C. Considerando esse dado, os valores encontrados nesse experimento, para todas as semanas se encontram dentro dessa faixa, com a Tr variando entre 40,50 a 41,98˚C ao longo das semanas.

Filho (2011) ao medir a temperatura retal de codornas japonesas submetidas a diferentes ambientes, não encontrou diferenças significativas, permanecendo valores próximos de 40,5˚C ±0,05˚C. Nesse sentido, foi considerado por ele como valor associado à condição de conforto térmico.

Cunha *et al.* (2017) avaliando a temperatura retal, superficial e corporal média de codornas machos e fêmeas das 8 às 12h na região de Santarém no Pará, encontraram resultados médios de 40,6˚C para fêmeas e 40,1˚C para machos. Esses valores foram

inferiores aos encontrados nas codornas desse estudo durante as semanas avaliadas, somente na 3ª semana foram encontrados resultados dentro desses limites, que variaram entre 40,41 a 40,62˚C para a inclusão de diferentes níveis de óleo de soja e entre 40,50 a 40,51˚C para as densidades de alojamento. Vale salientar que as codornas utilizadas nesse experimento eram compostas por machos e fêmeas, contudo a avaliação foi realizada aleatoriamente.

Marchini *et al.* (2007) encontraram na 6ª semana de vida de frangos de corte, média de Tr de 41,2˚C (± 0,2), valor inferior ao encontrado nesta pesquisa para a mesma semana de vida com codornas de corte, que se encontrou em torno de 41,9˚C.

Nazareno *et al*. (2009) encontraram valores mais elevados de temperatura retal para frangos de corte criados em confinamento, em que a média da Tr foi igual a 42,97˚C (± 0,3), esse valor foi superior ao encontrado nesse estudo em todas as semanas avaliadas.

Segundo Silva (2003), o aumento da temperatura retal é uma resposta fisiológica às condições de temperatura e umidade elevadas que resulta no armazenamento do calor metabólico.

Para Marchini *et al*. (2007) o aumento da temperatura retal atua como sendo uma insuficiência dos mecanismos de dissipação de calor das aves em atingir uma temperatura corporal normal.

Macari e Furlan (2001) propuseram como limite inferior da condição de estresse térmico para Tr de frangos de corte o valor de 41,1˚C, ou seja, quando este limite é ultrapassado, são desencadeados mecanismos fisiológicos para manutenção da temperatura corporal, o que caracteriza a condição de estresse térmico. Na 4ª, 5ª e 6ª semana desse experimento, as médias encontradas durante esse período foram superiores ao proposto pelos autores, contudo codornas podem ter taxas metabólicas diferentes das encontradas para frangos e, portanto, produzir mais calor, com isso não se pode afirmar que essas aves estavam submetidas a estresse térmico.

Silva *et al.* (2007) encontraram em experimento que a temperatura de 46,3˚C foi considerada como limite superior da condição de estresse térmico em frangos de corte, pois quando as aves apresentavam essa temperatura retal ocorria o óbito. Baseado nesses autores, a Tr observada nesse experimento obteve resultados abaixo do citado como limite superior crítico, assim as aves não estavam susceptíveis a ocorrência de morte.

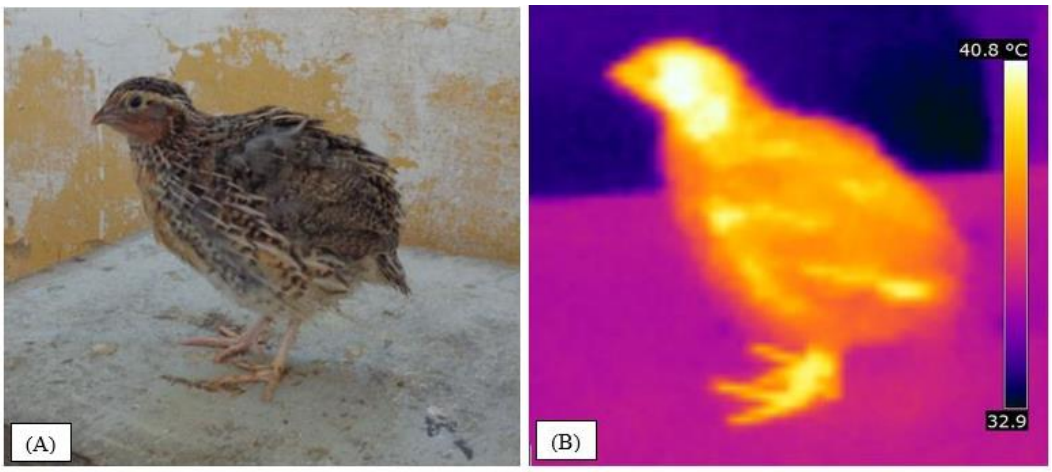
4.4 Termografia de Infravermelho (TIV)

4.4.1 Temperatura Superficial (Ts / ˚C)

Segundo Näas *et al.* (2010) as imagens termográficas podem ser utilizadas na análise de temperaturas superficiais das aves, caracterizando o melhor perfil térmico do animal, podendo ser usada no estudo da variação da temperatura superficial nas aves, tanto em locais que apresentam penas como naqueles sem penas.

Na Figura 15 podem-se observar imagens de codornas utilizadas durante o experimento, do lado esquerdo têm-se o animal à luz visível, e do lado direito o animal através das lentes termográficas, onde é possível identificar como a variação de temperatura superficial se comportou ao longo do corpo do animal.

Figura 15 – Imagem de luz visível de um dos animais utilizados no experimento tirada com câmera normal (A) e imagem termográfica de codornas de corte (B), respectivamente.



Fonte: Próprio autor.

Embora a aplicação da termografia em aves de corte seja considerada difícil, devido ao fato de apresentarem penas, que possuem uma boa propriedade isolante, bloqueando parte das emissões da pele, a técnica tem sido empregada no estudo de conforto térmico animal com sucesso, predizendo a resposta da temperatura superficial das aves ao ambiente em que está inserida (NÄÄS *et al*., 2010). Alguns estudos (NÄÄS *et al*., 2010;

CASE *et al*., 2012; SOUZA JÚNIOR *et al*., 2013) apontam que esta técnica tem sido utilizada em aves domésticas para avaliação da variação regional da temperatura superficial nas áreas com e sem penas.

Na Tabela 6 estão demonstradas as médias para temperatura superficial (Ts) de codornas de corte durante a 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana de vida.

Tabela 6 - Médias da Temperatura Superficial (Ts / °C) de codornas de corte na 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana de vida, alimentadas com diferentes níveis de óleo de soja na ração e densidades de criação.

Semanas	Densidade	Nível de óleo (%)			Média TS	CV	Valor de P		
	($cm^2.ave^{-1}$)	0	2	4		(%)	N	D	O x D
2ª	215,6	39,5	40,0	39,8	39,8	2,33	0,680	0,691	0,948
	188,6	39,7	39,9	40,0	39,9				
	Média	39,6	40,0	39,9					
3ª	215,6	36,3	36,6	36,5	36,5	1,49	0,369	0,794	0,892
	188,6	36,4	36,8	36,4	36,5				
	Média	36,4	36,7	36,5					
4ª	215,6	34,6	34,5	34,6	34,6	1,18	0,844	0,999	0,946
	188,6	34,6	34,5	34,6	34,6				
	Média	34,6	34,5	34,6					
5ª	215,6	36,0	35,8	35,6	35,8	1,68	0,719	0,940	0,753
	188,6	35,9	35,8	35,8	35,8				
	Média	35,9	35,8	35,7					
6ª	215,6	34,1	34,4	34,2	34,2	1,35	0,358	0,907	0,735
	188,6	34,3	34,4	34,0	34,3				
	Média	34,2	34,4	34,1					
Média Total	215,6	36,1	36,3	36,1	36,2	0,95	0,655	0,827	0,955
	188,6	36,2	36,3	36,2	36,2				
	Média [I]	36,1	36,3	36,2					

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste SNK a 5 % de significância. Legenda: CV= coeficiente de variação.

Durante o experimento as médias da Ta durante a 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana foram 33,8˚C, 31,7˚C, 30,5˚C, 32,4˚C e 31,1˚C, respectivamente. E as médias da UR foram de 58 %, 62,8 %, 72,6 %, 60,8 % e 74,5 %.

De acordo com a Tabela acima, não houve diferença significativa a 5% da temperatura superficial para os níveis de inclusão de óleo de soja e para as diferentes densidades de alojamento utilizadas durante a pesquisa ao longo das semanas. Isso pode ter

ocorrido devido ao fato da temperatura do ar não ter variado muito ao longo das semanas, se encontrando entre 30,5˚C e 33,8˚C. Segundo Silva (2008) a temperatura superficial está diretamente relacionada ao ambiente ao qual o animal está inserido, ou seja, mudanças severas no ambiente térmico da instalação alteram a temperatura da superfície do animal. De acordo com Giloh *et al.* (2012), o aumento da temperatura ambiente resulta no acréscimo da temperatura superficial nas aves, devido a vasodilatação periférica, sendo considerado uma resposta fisiológica para aumentar a dissipação térmica.

A explicação de não ter sido observado diferença (P>0,05) na temperatura superficial das aves em relação às diferentes quantidades energéticas na ração, pode estar relacionada ao fato das aves pertencerem a mesma categoria (linhagem, idade), pois segundo Rodrigues (2010), o calor proveniente do metabolismo produzido pelos animais varia de acordo com sexo, linhagem, idade e tipo de alimentação, sendo que apenas uma parte da energia é absorvida para manutenção, trabalho e produção, o restante é transformado em calor liberado para o ambiente como calor sensível e latente.

Ainda não se tem na literatura um valor de temperatura superficial definido como ideal para cada semana de vida das codornas, há apenas estimativas em condições distintas que não se aplicam como parâmetro definitivo de comparação.

Os valores de Ts se comportaram de maneira decrescente ao longo das semanas. Registraram-se na 2ª semana Ts em torno de 39˚C, na 3ª semana por volta de 36˚C, na 4ª semana observaram-se valores por volta de 34˚C, na 5ª semana têm-se valores de 35˚C e na 6ª semana obteve-se valor semelhante a 4ª semana, atingindo 34˚C. Os valores observados nesse trabalho diferem aos encontrados por Moura *et al.* (2016) que avaliaram a temperatura superficial e emissão de calor sensível de codornas aos 41 dias, mantidas em câmara climática, sob diferentes temperaturas, por meio de imagens termográficas, e encontraram valores para Ts de 33,4˚C à Ta igual a 30˚C e Ts de 34,8˚C à Ta igual a 33˚C.

Esses valores podem ser explicados pelo fato de que nas primeiras semanas de vida, as aves são muito sensíveis ao frio e ainda não possuem capacidade definida para termorregular sua temperatura corporal, fazendo com que fosse necessário aumentar a temperatura ambiente com estratégias como cortinas e programa de luz, para que se mantivessem aquecidas e obtivessem um equilíbrio térmico adequado à suas exigências. Ao longo das demais semanas, já com a capacidade termorregulatória estabelecida, a exigência por ambiente mais ameno prevalece e a temperatura corporal vai atingindo valores mais baixos.

De acordo com Valério *et al.* (2003), para manter a temperatura superficial constante, mesmo ocorrendo variações na temperatura do ambiente, as aves realizam um balanço energético por meio de ajustes nas taxas de produção e de dissipação de calor corporal, conforme variações ocorridas no ambiente térmico. Macari *et al.* (2004) relatam que neste balanço, as aves reagem às condições térmicas ambientais por meio de ajustes fisiológicos e comportamentais, e quando submetidas a altas temperaturas, precisam reduzir a produção e aumentar a dissipação de calor metabólico, evitando, assim, a elevação da temperatura superficial.

Analisando a Tabela 6, é possível identificar ainda que a diferença de gradiente térmico entre a temperatura superficial das codornas e a temperatura do ar durante as semanas foi diminuindo, havendo variação da Ts de acordo com a Ta. Esses resultados concordam com Sá Filho *et al.* (2011), que verificaram que codornas apresentam variação na temperatura superficial conforme a flutuação da temperatura do ambiente.

Apesar da 2ª semana ter obtido os maiores valores de Ta (33,8˚C) e Ts (39,9˚C), foi a semana que conseguiu estabelecer maior valor de gradiente térmico e, portanto as aves tinham melhores condições para dissipar o calor. Moura *et al.* (2016), afirmam que quanto maior é o gradiente térmico entre a temperatura superficial e a temperatura do ar, melhores são as condições de liberação do calor do animal para o meio, assim quando há uma diminuição, dificulta esta liberação, e isso pode propiciar acúmulo de calor no corpo dos animais, havendo a necessidade de utilização de outros mecanismos de perda de calor, como a elevação da frequência respiratória e cardíaca, que necessitam de gasto energético para serem acionadas.

Nascimento (2010) relata que o aumento do fluxo sanguíneo na superfície corporal indica o aumento da temperatura superficial, já a diminuição da temperatura superficial está ligada a uma vasoconstrição periférica. De acordo com Albino *et al.* (2014), uma das maiores preocupações com as elevações da temperatura na avicultura está relacionado com a dificuldade da troca de calor das aves com o ambiente, uma vez que esses animais não dispõem de glândulas sudoríparas, e apresentam o corpo recoberto por penas. Santos (2016), estudando a associação de diferentes temperaturas do ar sobre a temperatura de superfície corporal de codornas japonesas, observaram uma variação na Ts à medida que ocorria uma variação da temperatura do ar. Isto pode ser explicado pela dificuldade que as aves possuem de dissipar o calor interno para o ambiente em altas temperaturas, fazendo com que a sua temperatura superficial se eleve.

Moura *et al.* (2016), relatam ainda que as perdas de calor por condução e convecção, junto com a radiação, dependem basicamente da variação da temperatura entre a superfície corporal das aves e a temperatura ambiente, consequentemente, quanto maior for essa diferença, mais eficientes vão ser as trocas térmicas.

4.4.2 Perda de calor por radiação (Qr / W)

O calor proveniente do metabolismo produzido pelos animais varia de acordo com o sexo, linhagem, idade e tipo de alimentação, sendo que apenas uma parte da energia é absorvida para manutenção, desenvolvimento e produção, o restante é transformado em calor liberado para o ambiente como calor sensível e latente (RODRIGUES, 2010).

A termografia é um instrumento de medição que tem sido usado para medir a temperatura superficial de aves em estudos de perda de calor sensível (CANGAR *et al.*, 2008).

Na Tabela 7 estão demonstrados os valores de Qr, perda de calor sensível por radiação, entre os tratamentos e durante a 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana de vida das codornas.

Tabela 7 - Médias da perda de calor por radiação (Qr / W) de codornas de corte na 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana de vida, alimentadas com diferentes níveis de óleo de soja na ração e densidades de criação.

Semanas	Densidade	Nível de óleo (%)			Média	CV	Valor de P		
	($cm^2.ave^{-1}$)	0	2	4	Qr	(%)	N	D	O x D
2ª	215,6	5,65	6,14	5,90	5,90	16,01	0,706	0,613	0,951
	188,6	5,93	6,16	6,13	6,07				
	Média	5,79	6,15	6,02					
3ª	215,6	4,58	4,99	4,56	4,71	11,88	0,344	0,831	0,891
	188,6	4,59	4,81	4,60	4,66				
	Média	4,59	4,90	4,58					
4ª	215,6	3,98	3,84	3,72	3,85	10,30	0,752	0,539	0,787
	188,6	3,94	3,96	3,93	3,94				
	Média	3,96	3,90	3,83					
5ª	215,6	3,50	3,28	2,96	3,25	18,30	0,502	0,708	0,704
	188,6	3,37	3,36	3,28	3,34				
	Média	3,44	3,32	3,12					
6ª	215,6	2,97	3,25	3,00	3,07	15,28	0,387	0,942	0,783
	188,6	3,13	3,21	2,87	3,07				
	Média	3,05	3,23	2,94					
Média Total	215,6	4,14	4,30	4,03	4,16	8,67	0,447	0,657	0,923
	188,6	4,19	4,30	4,16	4,22				
	Média	4,17	4,30	4,10					

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste SNK a 5 % de significância.

Conforme mostrado na Tabela 7 pode-se observar que não houve diferença significativa para a variável Qr em nenhuma semana avaliada. Contudo, é possível notar que a perda de calor por radiação foi decrescendo ao longo das semanas, no que se refere às diferentes densidades de alojamento, onde atingiu valores em torno de 6,07 W na 2ª semana, 4,71 W na 3ª semana, 3,94 W na 4ª semana, 3,34 W na 5ª semana e 3,07 W na 6ª semana. Essa situação foi inversamente proporcional à temperatura retal, que aumentou ao longo das semanas. Isso quer dizer que à medida que a temperatura interna sofreu uma elevação, as aves dissiparam menor quantidade de calor, pelo meio sensível (radiação), para o ambiente.

É possível perceber ainda que a perda de calor por radiação diminuiu ao longo das semanas assim como ocorreu com a temperatura superficial média (39,9 ˚C, 36,5˚C, 34,6˚C, 35,8˚C e 34,3˚C para a 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª semana, respectivamente), esta última obteve valores superiores aos da temperatura do ar (33,8˚C, 31,7˚C, 30,5˚C, 32,4˚C e 31,1˚C para 2ª, 3ª, 4ª, 5ª

e 6ª semana, respectivamente) ao longo das semanas, havendo um diferencial de temperatura entre essas duas variáveis, esse tipo de situação pode favorecer a troca de calor sensível da ave com o meio a qual está inserida.

A troca sensível, que pode ser por condução, convecção e radiação, possui grande destaque no equilíbrio térmico, contudo, esse mecanismo de troca de calor depende diretamente de um diferencial de temperatura (gradiente térmico) entre a temperatura superficial média e a temperatura ambiente. De acordo com Brown-Brandt *et al.* (1997), quanto maior for o diferencial de temperatura, mais eficientes serão as trocas de calor pelo meio sensível.

Então, como se pode constatar, os valores de Qr vão diminuindo ao longo das semanas de acordo com a diminuição da diferença de temperatura entre a Ts e Ta. Em situações onde a Ts aumenta, existe um indicativo de que a ave está com dificuldade para perder calor e provavelmente pode apresentar estresse. Apesar de a Ta diminuir ao longo das semanas, elas representam valores acima da faixa de conforto térmico, para cada semana analisada separadamente de acordo com as exigências das aves, e, portanto, como se pode notar a perda de calor diminuiu ao longo das semanas, provocando um aumento da temperatura interna e consequentemente ocasionando estresse térmico.

Como não houve diferença significativa para Qr entre os tratamentos, sugere-se então, que os níveis de inclusão de óleo e as diferentes densidades não influenciaram para aumentar ou diminuir a perda de calor por radiação nas aves. De acordo com Lehninger (2002), de modo geral, óleos e gorduras que apresentam maior número de ligações insaturadas em sua estrutura, como é o caso do óleo de soja, tende a apresentar maior produção de calor metabólico proveniente de sua quebra, contudo, esse fato não foi observado nesse estudo, já que não houve diferença em relação às diferentes concentrações de óleo de soja na dieta dos animais.

Outro fator a ser observado é que à medida que se aumentou o nível de inclusão de óleo de soja de 2 % para 4 % houve uma redução de Qr para todas as semanas. Dale e Fuller (1980) ao trabalhar com inclusão de gordura nas dietas de frangos de corte em crescimento observaram que houve redução no incremento calórico das aves que consumiram a ração com maior conteúdo energético, isso pode ter ocorrido pelo fato de que quando há maior inclusão de óleo na dieta ocorre uma diminuição na produção de calor dos alimentos pelos processos de digestão e absorção.

Um fato a ser mencionado com relação a explicação de não se obter diferença significativa para perda de calor a partir da adição dos diferentes níveis de óleo de soja, pode

ser atribuído a presença das penas nas aves, elas possuem um papel importante no balanço térmico entre o organismo e o meio, acarretando peculiaridades na regulação do equilíbrio térmico. De acordo com Malheiros *et al.* (2000), as penas interferem diretamente na perda de calor por radiação, condução e radiação como mecanismo de eliminação de calor, e considerando locais de clima tropicais o diferencial de temperaturas entre o ambiente e a superfície do corpo dos animais é pequena. Segundo Nascimento (2010) quando a temperatura do ar se encontra em níveis próximos a 21°C, a ave pode perder até 75% de calor por meio de calor sensível: radiação, condução e convecção. Porém, quando a temperatura ambiente se aproxima da temperatura superficial das aves, seu meio principal de perda de calor passa ser a liberação de calor latente, por meio da respiração ofegante.

Souza Júnior *et al.* (2013) mencionaram que as penas das aves possuem boa propriedade isolante, bloqueando a maior parte das emissões de radiação infravermelho provenientes da pele e o uso da termografia constitui uma boa ferramenta para realizar o mapeamento térmico. Esses mesmos autores realizaram o mapeamento da temperatura de codornas japonesas por meio da utilização da termografia infravermelha e concluíram que essas aves apresentam diferenças na temperatura superficial de acordo com a região corporal, sendo as áreas desprovidas de penas consideradas importantes sítios de termólise, ou seja, área propícia a perda de calor, sob condições de estresse térmico por calor.

4.5 Desempenho

Os dados de desempenho para codornas de corte, do 7˚ ao 42˚ dia de vida, submetidas a dietas com inclusão de diferentes níveis de óleo de soja e densidades de criação estão descritos na Tabela 8.

Na análise de variância, constatou-se que não houve interação significativa entre os fatores, níveis de óleo de soja e densidades de criação, sobre o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) durante o período de avaliação do desempenho das aves. Também foi possível observar que as dietas não influenciaram significativamente essas variáveis durante o estudo. No entanto, houve diferença entre as densidades de criação sobre o consumo de ração, porém o mesmo não foi observado para as outras variáveis (GP e CA).

Considerando que a inclusão do nível de energia tem sido estudada como o principal fator que influencia o consumo voluntário de ração pelas aves (FREITAS *et al.*, 2011), pode-se deduzir que a falta de efeito significativo da inclusão de níveis de óleo de soja

sobre o consumo de ração pode estar associada a boa avaliação do valor de energia metabolizável do alimento, tendo em vista que as rações foram calculadas para serem isoenergéticas considerando os valores de energia metabolizável do óleo de soja determinados para as codornas de corte durante o período estudado.

Sabendo que o ganho de peso se dá de acordo com a ingestão e aproveitamento dos nutrientes da ração pelas aves, os valores observados para o ganho de peso retratam os encontrados para o consumo de ração, que não diferiu entre os fatores (níveis de óleo de soja x densidades de criação). Com isso, a conversão alimentar é obtida como consequência da relação entre o consumo de ração e o ganho de peso, dessa forma, os valores observados para essa variável são reflexo dos resultados encontrados para o consumo de ração e para o ganho de peso das aves para os diferentes tratamentos.

Tabela 8 - Desempenho de codornas de corte alimentadas com diferentes níveis de óleo de soja na ração e densidades de criação no período de 7 a 42 dias de idade.

Densidade de criação (D)	**Nível de óleo (N)**			Média	CV[1](%)	**Efeito**		
	0,0%	2,0%	4,0%			N	D	N x D
Consumo de ração (g/ave)								
215,6 cm^2 ave^{-1}	809,51	817,60	798,97	808,69 A				
188,6 cm^2 ave^{-1}	779,55	782,60	789,18	783,78 B	3,91	0,8910	0,0384	0,6378
Média	794,53	800,10	794,08					
Ganho de peso (g/ave)								
215,6 cm^2 ave^{-1}	221,89	222,17	225,04	223,03				
188,6 cm^2 ave^{-1}	218,20	223,60	222,08	221,29	2,97	0,4601	0,4767	0,6483
Média	220,05	222,89	223,56					
Conversão alimentar								
215,6 cm^2 ave^{-1}	3,65	3,60	3,56	3,60				
188,6 cm^2 ave^{-1}	3,57	3,57	3,58	3,57	3,41	0,7302	0,5270	0,6950
Média	3,61	3,58	3,57					

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste SNK a 5 % de significância. [1]CV= coeficiente de variação

Para a variável consumo de ração, foi possível observar que houve diferença significativa a 5 % de significância para as diferentes densidades de criação utilizadas nesse experimento. Os dados mostram que ocorreu um menor consumo (783,78 g/ave) na maior densidade de animais (188,6 cm^2 ave^{-1}). De acordo com Goldflus *et al.* (1997), o aumento gradativo nas taxas de adensamento durante o período de criação reduz a ingestão alimentar dos animais. Lima *et al.* (2012) relatam que elevadas densidades de alojamento podem provocar competição entre as aves pelo alimento, isso pode afetar o consumo e diminuir a ingestão de alimento pelos animais, contudo, na presente pesquisa essa diminuição no consumo não causou queda no desempenho, já que numericamente a conversão alimentar (3,57) foi melhor para a densidade que continha o maior número de aves.

Quanto a variável ganho de peso, os resultados obtidos nessa pesquisa para codornas de corte, assemelham-se aos encontrados por Vieira *et al.* (2002) que também não observaram diferença significativa ($P>0,05$) no ganho de peso de frangos de corte criados de 8 a 42 dias de idade, em que consumiram rações contendo óleo de soja de 2 e 4%.

Lana *et al.* (2001) estudaram o efeito da densidade e de programas de alimentação sobre o desempenho de frangos de corte, em que foi possível verificar piora na conversão alimentar dessas aves com o aumento da densidade. Mateos e Sell (1980) relatam que as aves ao consumirem rações contendo maior quantidade de óleo, consequentemente desenvolvem um efeito conhecido como “extra calórico”, que diminui o incremento calórico da dieta, modificando a taxa de passagem e digestibilidade do alimento, além de propiciar uma melhor utilização da energia. Esses fatos divergem dos resultados encontrados nesse estudo, já que não houve diferença significativa para essa variável.

Os resultados para o efeito da densidade sobre o ganho de peso obtidos nessa pesquisa, não estão de acordo aos descritos por Moreira *et al.* (2004), já que estudando o efeito da densidade populacional sobre desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne em frangos de corte de diferentes linhagens comerciais, esses autores observaram que as densidades influenciaram o ganho de peso ($p\leq0,05$); em que as aves criadas na densidade de 10 aves/m^2 apresentaram melhor ganho que aquelas criadas nas densidades de 13 e 16 aves/m^2.

4.6 Rendimento

Os dados do percentual das características de carcaça e dos principais cortes de codornas de corte, abatidos aos 42 dias de idade, em função dos níveis de óleo de soja e

diferentes densidades de criação, encontram-se apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Características de carcaça de codornas de corte, aos 42 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis de óleo de soja na ração e densidades de criação.

Densidade de criação (D)	**Nível de óleo (N)**			Média	CV (%)	**Efeito**		
	0,0%	2,0%	4,0%			N	D	N x D
Rendimento de Carcaça (%)								
215,6 cm^2 ave^{-1}	75,10	75,21	74,23	74,85	3,56	0,8231	0,9378	0,7518
188,6 cm^2 ave^{-1}	75,11	74,65	74,94	74,90				
Média	75,10	74,93	74,58					
Rendimento de Peito (%)								
215,6 cm^2 ave^{-1}	43,23	43,62	43,41	43,42	3,07	0,5496	0,3423	0,2106
188,6 cm^2 ave^{-1}	43,77	42,82	42,68	43,09				
Média	43,50	43,22	43,05					
Rendimento de Coxa + sobrecoxa (%)								
215,6 cm^2 ave^{-1}	24,94	24,08	24,39	24,47	4,31	0,0747	0,5964	0,8193
188,6 cm^2 ave^{-1}	24,60	23,91	24,47	24,33				
Média	24,77	24,00	24,43					
Gordura Abdominal (%)								
215,6 cm^2 ave^{-1}	1,49	1,33	1,57	1,46	22,40	0,3794	0,5289	0,4224
188,6 cm^2 ave^{-1}	1,43	1,54	1,60	1,52				
Média	1,46	1,44	1,58					
Fígado (%)								
215,6 cm^2 ave^{-1}	2,55	2,29	2,45	2,43	25,19	0,5383	0,6336	0,5127
188,6 cm^2 ave^{-1}	2,48	2,45	2,16	2,36				
Média	2,51	2,37	2,30					

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste SNK a 5 % de significância. [1]CV= coeficiente de variação

Para as características de carcaça, observou-se que não houve interação significativa entre os fatores, níveis de óleo de soja e densidades de criação, sobre nenhuma das variáveis avaliadas. Também se observou que os tratamentos não influenciaram significativamente as características de carcaça avaliadas.

De acordo com Freitas *et al.* (2006), quando o valor nutricional do alimento é bem

avaliado, a probabilidade de que as características de carcaça sejam influenciadas pela inclusão desse alimento nas dietas isonutrientes se tornam muito improváveis. Contudo, se o valor de energia metabolizável do alimento for desconsiderado, a sua inclusão na dieta pode ocasionar alterações da relação energia:proteína da ração, e com isso, propiciar alterações no rendimento de carcaça e até mesmo nos cortes das carcaças. Portanto, pode-se deduzir que o aumento dos níveis de óleo de soja na ração, não foram suficientes para alterar a correlação energia:proteína da dieta ao ponto de provocar variação significativas sobre as características de carcaça e partes de codornas de corte observadas nessa pesquisa.

De acordo com a literatura o rendimento de carcaça de codornas pode variar entre 57 a 74% (MÓRI *et al.*, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2005; SANTOS *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2007; CORRÊA *et al.*, 2008), os valores encontrados nesse estudo foram semelhantes ao valor máximo descrito acima pelos autores.

Os resultados obtidos por Lara *et al.* (2006) estão de acordo com os encontrados nesta pesquisa, pois segundo estes autores, as fontes lipídicas de origem vegetal não influenciam no rendimento de carcaça, vísceras e cortes (peito e coxa) e nem na porcentagem de gordura abdominal.

Já segundo Oliveira Neto *et al*. (2000), que avaliaram o efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia metabolizável, observaram redução no rendimento de carcaça, peito e fígado de frangos de corte à medida que o nível de óleo da ração aumentou. Esses resultados diferiram dos encontrados na presente pesquisa.

Quanto ao percentual de gordura abdominal, os resultados obtidos para codornas de corte nessa pesquisa discordam dos encontrados por Meza *et al.* (2015). Segundo esses autores, que estudaram os níveis de energia metabolizável e lisina digestível sobre a composição e rendimento de carcaça de frangos de corte, observaram que os valores de gordura abdominal aumentam proporcional ao aumento do nível de energia na dieta. Essa diferença de resultados pode ser explicada por Café (2001), onde elucida que a retirada manual da gordura abdominal da carcaça faz com que haja bastante variação nos valores, ocasionando altos coeficientes de variação e diminuindo a sensibilidade do teste estatístico em detectar diferenças significativas.

Com relação ao fator densidade de criação sobre as variáveis analisadas, os dados obtidos na presente pesquisa assemelham aos relatados para frangos de corte por Moreira *et al* (2004), onde avaliando o efeito da densidade populacional, 10 a 16 aves/m^2, sobre rendimento de diferentes linhagens comerciais, não observaram diferença significativa ($p>0,05$) para

nenhuma variável com a elevação da densidade de criação. Assim como os resultados encontrados por Goldflus *et al.* (1997), em que estudando os efeitos da densidade populacional e da energia da dieta sobre o desempenho de frangos de corte também perceberam que ao variar as densidades de 10 a 22 aves/m^2, não observaram diferenças para rendimento de carcaça.

5 CONCLUSÃO

Os níveis de inclusão de óleo de soja não afetam o desempenho e rendimento das codornas, bem como não influenciam na perda de calor ao longo do ciclo de vida desses animais.

A densidade de alojamento influenciou o consumo de ração, em que aves criadas na densidade de 188,6 $cm^2.ave^{-1}$ obtiveram o menor consumo médio da dieta, sem impacto no ganho de peso e na conversão alimentar, possibilitando a criação com maior número de aves por boxe.

Serão necessários mais estudos utilizando a termografia de infravermelho na avaliação da perda de calor de codornas.

As Tabelas de Entalpia funcionaram como um importante auxílio para predizer a condição térmica ao qual as codornas estavam submetidas.

REFERÊNCIAS

ABREU, V. M. N. Manejo inicial e seus reflexos no desempenho do frango. **Avicultura Industrial**, p. 25-38, 2009.

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

ALBIERO, D. **Desenvolvimento e avaliação de máquina multifuncional conservacionista para a agricultura familiar.** 244 f. Tese (Dourado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2010.

ALBINO, L.F.T.; NEME, R. **Codornas: manual prático de criação**. Viçosa, MG: Editora Aprenda Fácil, p.56, 1998.

ALBRIGHT, L. D. Environment control for animals and plants. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers Michigan. **ASAE Texbook**, 4, 453p., 1990.

ALVES F. M. S., FELIX G. A., ALMEIDA PAZ I. C. L ET AL Impact of exposure to cold on layer production. Brazilian Journal of Poultry Science 14:223-226, 2012.

ANDRADE, A. R. S.; GUERRINI, I. A.; GARCIA, C. J. B.; KATEZ, I.; GUERRA, H. O. C. Variabilidade espacial da densidade do solo sob manejo da irrigação. **Ciênc. agrotec.**, v.29, n.2, 2005.

AVILA, V.S. de; MAZZUCO, H.; FIGUEIREDO, E.A.P. de. Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante. Concórdia: Embrapa-CNPSA, 1992. 38p. (Embrapa-CNPSA. Circular técnica, 16).

BAÊTA, F. C. E.; SOUZA. C. F. Ambiência em edificações rurais: conforto animal. 2ªed. **Editora UFV**, p.269, 2010.

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, 2007a.

BARBOSA FILHO, J. A. D. **Caracterização quantiqualitativa das condições bioclimáticas e produtivas nas operações pré-abate de frangos de corte.** (2008) Tese, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

BARACHO, M. S.; CASSIANO, J. A.; NÄÄS, I. A.; TONON, G. S.; GARCIA, R. G.; ROYER, A. F. B.; MOURA, D. J.; SANTANA, M. R. Ambiente interno em galpões de frango de corte com cama nova e reutilizada. **Revista Agrarian**, [*s.l.*], v.6, n.22, p.473-478, 2013.

BELLAVER, C. **Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves.** In: Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal, Campinas 2001. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_x5k97 v3r.pdf. Acesso em: 15 jun. 2017.

BRANDÃO, T.M. **Diferentes tipos de óleos de soja e níveis de energia em dietas de** frango**: desempenho e características de carcaça**. 2008. 62p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Teresina.

BROWN-BRANDT, T. M., YANAGI JR, T., XIN, H., GATES, R. S., BUCKLIN, R. A., ROSS, G. S. Telemetry System for Measuring Core Body Temperature in Livestock and Poultry. **Applied Engineering in Agriculture**, St Joseph, v. 19, n. 5, p. 583-589, 2003.

BROWN-BRANDT, T. M., YANAGI JR, T., XIN, H., GATES, R. S., BUCKLIN, R. A., ROSS, G. S. Physiological responses of tom turkeys to temperature and humidity change with age. **Journal of Thermal Biology**, v.22, n.1, p.43-52, 1997.

BROSSI, C.; CASTILLO, C. J. C.; AMAZONAS, E. A.; MENTEN, J. F. M. Estresse térmico durante o pré-abate em frangos de corte. **Ciência Rural**. v. 39, n. 4, p. 1296-1305, 2008.

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

CANGAR Ö, AERTS J-M, BUYSE J ET AL Quantification of the spatial distribution of surface temperatures of broilers. **Poultry Science** 87: 2493-2499, 2008.

CASE LA, WOOD BJ, MILLER S.P Investigation of body surface temperature measured with infrared imaging and its correlation with feed efficiency in the turkey (Meleagris gallopavo). **Journal of Thermal Biology** 37:397-401, 2012.

CHU C. M., JONG T. L. Enthalpy estimation for thermal comfort and energy saving in air conditioning system. Energy Convers Manage 49:1620–1628, 2008.

CHU, C. M.; JONG, T. L.; HUANG, Y. W. A study of thermal comfort control using least enthalpy estimator on HVAC system. In: 24TH AMERICAN CONTROL CONFERENCE. 2005. p.3665–3670.

CRESSIE, N.; HARTFIELD, M. N. Conditionally specified gaussian model for spatial statistical analysis of field traits. **Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics,** v.1, n.1, p.60-77, 1996.

CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: State University Press, p.409. 1983.

COCHRAN, W. G.; COX, G. M. **Experimental designs**. New York: John Wiley and Sons, 1957.

COSTA, E.M.S. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo grão integral e coprodutos da soja em ambiente com calor cíclico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal,** v.14. n.4, p.710-720,2013.

DALE, N. M.; FULLER, H. L. Effect of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress. II. Constant vs. cycling temperatures. **Poultry Science**, *59*(7), 1434-1441, 1980.

FERREIRA R. A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. Viçosa: **Editora Aprenda Fácil**, 371p, 2005.

FERREIRA, V.M.O.S., FRANCISCO, N.S., BELLONI, M., AGUIRRE, G.M.Z., CALDARA, F.R., NÄÄS, I.A., GARCIA, R.G., ALMEIDA PAZ, I.C.L., POLYCARPO, G.V. Infrared thermography applied to the evaluation of metabolic heat loss of chicks fed with different energy densities. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, 13(2), 113-118, 2011.

FILHO, G. F. S. Temperatura corporal de codornas (coturnix coturnix japonica) submetidas a diferentes temperaturas do ar. In: X Congresso de Ecologia do Brasil, 2011, São Lourenço. **Anais...** São Lourenço- Minas Gerais: UFLA, p.1-2, 2011.

FREITAS, L. W.; GARCIA, R. G.; NÄÄS, I. A.; CALDARA, F. R.; LIMA, N. D. S. Volatilização de amônia em diferentes tipos de cama para frangos de corte. **BioEng,** Tupã, v.5 n.3, p. 142-151, Set/Dez., 2011.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, FUNCEME. Calendário das chuvas no Estado do Ceará. 2017. Disponível em: http://www.funceme.br/app/calendario/produto/municipios/maxima/diario?data=hoje Acesso em: 08 dez. 2018.

FURLAN, R. L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. **Simpósio brasil sul de avicultura**, v. 7, n. 04, 2006.

FURTADO, D. A.; ROCHA, H. P.; NASCIMENTO, J. W. B.; SILVA, J. H. V. Índices de conforto térmico e concentração de gases em galpões avícolas no semiárido paraibano. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.6, p.993-1002, 2010.

FURTADO, D. A., MOTA, JEANE, K. M., NASCIMENTO, JOSÉ W. B. DO, SILVA, VALNEIDE R. DA, & TOTA, LAURA DA C. A. Produção de ovos de matrizes pesadas criadas sob estresse térmico. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v.15, n.7, p.748-753, July 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662011000700014& lng=en&nrm=iso. Acesso em: 10 de dezembro de 2018.

GAIOTTO, J.B.; MENTEN, J.F.M.; RACANICCI, A.M.C.; IAFIGLIOLA, M.C. Óleo de soja, óleo ácido de soja e sebo bovino como fontes de gorduras em rações em frangos de corte. **Rev. Bras. Cienc. Avic.** v.2, n.3., 2000.

GARCIA, E.R.M.; MURAKAMI, A.E.; GALLI, J.R. Efeito do nível energético e da densidade populacional sobre o desempenho de codornas (Coturnix coturnix japonica) em postura. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 2, n.2, p. 47, 2011.

GLOBALGAP. **Pontos de controle e critérios de cumprimento**: garantia integrada da fazenda - aves. Cologne: GLOBALGAP, 22p. 2007.

GONZÁLES, E.; SALDANHA, E.S.P.B. Os primeiros dias de vida do frango e a produtividade futura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 11.; CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 3., 2001, Goiânia. **Anais**. Goiânia:

Universidade Católica de Goiás, p.310-327, 2001.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção da Pecuária Municipal.** Rio de Janeiro, v. 42, p. 1-39, 2014. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2014_v42_br.pdf. Acesso em: 26 de maio de 2017.

KNÍZKOVÁ, I.; KUNC, P.; GÜRDIL, G.A.K. et al. Applications of infrared thermography in animal production. **Journal of the Faculty of Agriculture**, v.22, n.3, p.329-336, 2007

KNIZKOVA, I., KUNC, P., KOUBKOVA, M., FLUSSER, J., DOLEZAL, O., 2002. Evaluation of naturally ventilated dairy barn management by a thermographic method. **Livest.Prod.Sci**., v.77, p.349-353.

KOH, K.; MACLEOD, M.G. Effects of ambient temperature on heat increment of feeding and energy retention in growing broilers maintained at different food intakes. **British Poultry Science**, Abingdon, v.40, p.511-516, 1999.

KOTRBA, R.; KNÍZKOVÁ, I.; KUNC, P.; BARTOS, L. Comparison between the coat temperature of the eland and dairy cattle by infrared thermography. **Journal of Thermal Biology**, v.32, p.355-359, 2007.

LAMBERTS, R.; GHISI, E.; ABREU, A. L. P.; CARLO, J. C. **Desempenho térmico de edificações.** 82 f. Florianópolis, 2005. Disponível em: http://www. labcon.ufsc.br/anexosg/147.pdf. Acesso em: 12 jun. 2017.

LANA, G. R. Q. Ambiência, Instalações e Equipamentos Avícolas. In: Valério S. R. **Avicultura:** Criação e manejo de Frango de Corte. São Paulo: Livraria e Editora Rural Ltda. 268 f. cap. 8 p.41-61; p.126-158, 2000.

LEHNINGER, A.L. **Lehninger princípios da bioquímica**. 3 ed. São Paulo, 2002.

LESSON, S.; SUMMERS, J.D. **Scott's Nutrition of the Chickens**. 4. ed. Ontario: University books, 2001. 591p.

LIEN, R. J., HESS, J. B., CONNER, D. E., WOOD, C. W., SHELBY, R. A. Peanut hulls as a litter source for broiler breeder replacement pullets. **Poultry Science**, v.74, n.1, p.41-46, 1998.

LUCCA, W.; CECCHIN, R.; TIMBOLA, E.; GRADIN, J.; LUCCA, M. S. Efeito de diferentes tratamentos químicos em cama para aves de corte. **Revista Agroambiental**, v.4, n.1, p.25-31, 2012.

LUDWIG, N. et al. Applicability of infrared thermography as A non-invasive measurement of stress in rabbit. **World Rabbit Science**, v.15, p. 199-206, 2007.

MACARI, M.; FURLAN, R.L. Ambiência na produção de aves de corte. In: SILVA, I.J.O.

(Ed.). **Ambiência na produção de aves em clima tropical.** Piracicaba: FUNEP, v.1, p.31-87, 2001.

MALHEIROS, R.D.; MORAES, V.M.B.; BRUNO. L.D.G.; MALHEIROS, E.B.; FURLAN, R.L.; MACARI, M. Environmental temperature and cloacal and surface temperatures of broiler chicks in first week post-hatch. **Journal of Applied Poultry Science**, v.9, p.111-117, 2000.

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

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

MCCAFFERTY D. J, MONCRIEFF J. B, TAYLOR R. ET AL (1998) The use of IR thermography to measure the radiative temperature and heat loss of a barn owl (Tyto alba). **Journal of Thermal Biology** 23: 311-318.

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

MEIJERHOF, R.; VAN BEEK, G. 1993. Mathematical modeling of temperature and moisture of hatching eggs. **Journal of Theoretical Biology**. v. 165, p. 27-41, 1993.

MENDES, L. B.; XIN, H.; LI, H. O ciclo do nitrogênio na criação de frangos de corte e suas perdas na forma de amônia volátil: uma revisão. **PUBVET**, Londrina V. 6, N. 20, Ed. 207, 2012.

MOURA, P. S., FURTADO, D. A., DE SOUZA, J. F. Temperatura superficial e emissão de calor sensível de codornas japonesas mantidas em diferentes temperaturas. **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia** – CONTECC, 2016.

MOURA, D. J., NÄÄS, I. A., SILVA, I. J. O., SEVEGNANI, K. B., CORREA, M. E. The use of enthalpy as a thermal confort index. In: Livestick environment. **Proceedings**… v.5, St. Joseph., v.1. ASAE, St. Joseph, p.242–248, 1997.

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

MURAKAMI, A.E.; MORAES, V.M.B.; ARIKI, J. et al. Níveis de proteína e energia em rações para codornas japonesas (*Coturnix coturnix* japonica) em crescimento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.22, p. 541-551, 1993.

NAZARENO, A. C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GIONGO, P. R.; PEDROSA, E. M. R.; GUISELINI, C. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.6, p.802-808, 2009.

NÄÄS, I. A.; MIRAGLIOTA, M. Y.; BARACHO, M. S.; MOURA, D. J.; SALGADO, D. D. Qualidade da cama de frango em aviário convencional e em tipo túnel. **BioEng**. 1(2): 103-115, mai/ago., 2007.

NÄÄS, I. D. A., GRACIANO, D. E., GARCIA, R. G., SANTANA, M. R. D., NEVES, D. P. Heat loss in one day old pullets inside a hatchery. **Engenharia Agrícola**, 34(4), 610-616, 2014.

NÄÄS, IA; ROMANINI, CEB; NEVE, DP; NASCIMENTO, G. R; VERCELLINO, RA Distribuição da temperatura da superfície do frango de galinhas de 42 dias. **Scientia Agricola,** Piracicaba, v.67, n.5, p. 497-502, 2010.

NASCIMENTO, S. T.; SILVA, I. J. O. **As perdas de calor das aves: entendendo as trocas de calor com o meio.** 2010. Disponível em: http://www.avisite.com.br/cet/ img/20100 916_trocasdecalor.pdf. Acesso em: 10 de abril de 2017, v. 21, n. 03, 2011.

OLIVEIRA, J. U. C. **Estatística: uma nova abordagem.** Rio de Janeiro: Ciência, 2010.

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 idade. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.3, 2006.

OLIVEIRA, M. C.; FERREIRA, H. A.; CANCHERINI, L. C. Efeito de condicionadores químicos na cama de frango sobre o desempnho de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,** Belo Horizonte, v. 56, n.4, p. 536-541, 2004.

OLIVEIRA, J.E. de; SAKOMURA, N.K.; FIGUEIREDO, A.N.; LUCAS JÚNIOR, J. de; SANTOS, T.M.B. dos. Efeito do isolamento térmico de telhado sobre o desempenho de frangos de corte alojados em diferentes densidades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1427-1434, 2000.

OLIVEIRA, M. C., CARVALHO, I. D. Rendimento e lesões em carcaça de frangos de corte criados em diferentes camas e densidades populacionais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.5, p.1076-1081, 2002.

OLIVEIRA, M.C.; ALMEIDA, C.V.; ANDRADE, D.O.; RODRIGUES, S.M.M. Teor de matéria seca, pH e amônia volatilizada da cama de frango tratada ou não com diferentes aditivos. **Rev. Bras. Zootec** , v.32, p.951-954, 2003.

PASTORE, S.M.; OLIVEIRA, W.P. DE; MUNIZ, J.C.L. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista eletrônica nutritime**. vol.9, n.6, p.2041–2049, 2012.

PAVAN, A.C.; MORI, C.; GARCIA, E.A. et al. Níveis de proteína bruta e de aminoácidos sulfurados totais sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e a 133 excreção de nitrogênio de poedeiras de ovos marrons. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 568-574, 2005.

PHILLIPS, P.K.; HEATH, J.E. An infrared thermographic study of surface temperature in the euthermic woodchuckž (*Marmota monax*). **Comparative Biochemistry and Pyshiology** Part A.129, p. 557-562, 2001.

PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; VARGAS JÚNIOR, J.G. Níveis de Proteína e Energia para Codornas Japonesas em Postura. **R. Bras. Zootec**., vol.31, n.4, p.1761-1770, 2002.

PILECCO, M.; PAZ, I. C. L. A.; TABALDI, L. A.; NÄÄS, I. A.; GARCIA, R. G.; CALDARA, F. R.; ALVES, M. C. F.; CAVICHIOLO, F. Manejos para redução de arranhões dorsais em frangos de corte. **Revista Agrarian**, v.4, n.14, p.359-366, 2011.

QUEIROZ, M. L. V.; BARBOSA FILHO, J. A. D.; VIEIRA, F. M. C. **Avaliação do desempenho térmico de frangos de corte de forma direta e prática.** In: Resvista Avisite, Campinas: Mundo Agro Editora Ltda Avisite, 2012.

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

REHBEGER, T. C. Controlling litter microorganisms. **eDigest**, v.2, n.6, p.1-6, 2002.

RESTELATTO, R.; MENDES, A. S.; POSSENTI, M. A.; PAIXÃO, S. J. Aplicação dos conceitos de calorimetria na produção de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia e Biossistemas**, Campinas, v.2, n.2, p. 99-108, 2008.

RODRIGUES, V. C.; SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C.; NASCIMENTO, S. T. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. **Int J Biometeorol**, p.455-459, 2010.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007 283p.

SANTOS, T. M. B.; JUNIOR, J. L.; SAKOMURA, N. K. Efeitos de densidade populacional e da reutilização da cama sobre o desempenho de frangos de corte e produção de cama. **Revista Portuguesa de Ciência Veterinária**, v. 100, n. 553-554, p. 45-52, 2005.

SAS INSTITUTE (2001) **User's guide: Statistics,** Version 8.0 edition. SAS Institute Inc, Cary, NC.

SMITH, R. C. Kind of litter and breast blisters on broilers. **Poultry Science**, v.35, n.4, p.593-595, 1956.

SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal.** Funep, Jaboticabal, 2000.

SILVA, J.H.V; COSTA, F.G.P. Tabelas para codornas japonesas e européias. 2.ed. Jaboticabal, SP: Funep, 2009. 107p.

SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C. Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: o caso da avicultura de corte brasileira. **Arch. Zootec.**, v.59, p.113-131, 2010.

SILVA, M. A. N.; HELLMEISTER FILHO, P.; ROSÁRIO, M. F.; COELHO, A. A. D.; SAVINO, V. J. M.; GARCIA, A. A. F.; SILVA, I. J. O.; MENTEN, J. F. M. Influência do sistema de criação sobre o desempenho, condição fisiológica e o comportamento de linhagens de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.208-213, 2003.

SILVA, M. A. N.; FILHO, J. A. D. B.; ROSÁRIO, M. F.; SILVA, C. J. M.; SILVA, I. J. O.; SAVINO, V. J. M.; COELHO, A. A. D. Fatores de estresse associados à criação de linhagens de avós de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.652-659, 2007.

SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J.; COSTA, F.G.P.; LACERDA, P.B. DE; VARGAS, D.G.V. **Exigências nutricionais de codornas**. In: XXI Congresso Brasileiro de Zootecnia-ZOOTEC, 21, 2011, Maceió. Anais... Maceió: UFAL, 2011.

SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J.; COSTA, F.G.P.; LACERDA, P.B.; VARGAS, D.G.V.; LIMA, M.R. Exigências nutricionais de codornas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.13, n.3, p.775- 790, 2012.

SILVA, D. J. QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 235p, 2002.

SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C.; CAMARGO, J. R.; MEDEIROS, S. R. R. Caracterização do microclima dos diferentes layouts de caixas no transporte de ovos férteis. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.17, n.3, p.327–332, 2013.

SILVA, M. D., BARBOSA FILHO, J. A. D., SILVA, C. D., ROSÁRIO, M. F. D., SILVA, I. D., COELHO, A. A. D., & SAVINO, V. J. M. Avaliação do estresse térmico em condição simulada de transporte de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, *36*(4), 1126-1130, 2007.

SOUZA, M. S. **Determinação das faixas de conforto térmico para codornas de corte de diferentes idades.** 2013. 87p. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

SOUSA, M. S.; TINÔCO, I. F. F.; BARRETO, S. L. T.; AMARAL, A. G.; PIRES, L. C.; FERREIRA, A. S. Determinação de limites superiores da zona de conforto térmico para codornas de corte aclimatizadas no Brasil de 22 a 35 dias de idade. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v. 15, n. 2, p. 350-360, 2014.

SOUZA JÚNIOR, J. B. F.; QUEIROZ, J. P. A. F.; DOMINGOS, H. G. T.; TORQUATO, J. L.; SÁ FILHO, G. F.; COSTA, L. L. M. Avaliação termográfica de codornas japonesas (Coturnix coturnix japonica). Journal of Animal Behaviour and Biometeorology, v. 1, p. 61-64, 2013.

TINÔCO, I.F.F. Avicultura Industrial – Novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiras. **Rev. Bras. Cien. Avic**. v.31, n1. 2001.

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

VIOLA E. S.; VIOLA T. H.; LIMA G. J. M. M.; AVILA V. S. Água na avicultura: importância, qualidade e exigências. In: **Manejo Ambiental na Avicultura**. EMBRAPA, Série documentos. v.149, cap. 2, p. 36-123, 2011. Disponível em: cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_s3v74t2l.pdf. Acesso em 10 de abril de 2017.

YAHAV, S., STRASCHNOW, A., LUGER, D., SHINDER, D., TANNY, J., & COHEN, S Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental conditions. **Poultry Science** 83:253-258, 2004.

WEAVER JUNIOR, W.D.; MEIJERHOF, R. The effect of different levels of relative humidity and air movement on litter conditions, ammonia levels, growth, and carcass quality for broiler chickens. **Poultry Science**, v.70, p.746-755, 1991.

ZAVARIZE, K. C. Utilização de glicerina proveniente da produção de biodiesel na dieta de frangos de corte. 2012. 83f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

APÊNDICE A – TABELA DE ENTALPIA PARA CODORNAS NA 1ª SEMANA

NEAMBE - UFC														
TABELA PRÁTICA PARA AVALIAÇÃO DO AMBIENTE DE GALPÕES DE CODORNAS														
Faixa de Conforto para Codornas (1ª semana) - IEC de 60,7 a 70,1 KJ/Kg ar seco														
Temperatura (°C)														
UR (%)	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
40	42,8	45,0	47,2	49,5	51,9	54,3	56,8	59,4	62,1	64,8	67,7	70,6	73,7	76,8
41	43,3	45,5	47,7	50,0	52,4	54,9	57,5	60,1	62,8	65,6	68,5	71,5	74,6	77,8
42	43,7	46,0	48,2	50,6	53,0	55,6	58,1	60,8	63,6	66,4	69,4	72,4	75,5	78,8
43	44,2	46,4	48,8	51,2	53,6	56,2	58,8	61,5	64,3	67,2	70,2	73,3	76,5	79,8
44	44,7	46,9	49,3	51,7	54,2	56,8	59,5	62,2	65,1	68,0	71,0	74,2	77,4	80,8
45	45,1	47,4	49,8	52,3	54,8	57,4	60,1	62,9	65,8	68,8	71,9	75,1	78,3	81,7
46	45,6	47,9	50,3	52,8	55,4	58,1	60,8	63,6	66,6	69,6	72,7	75,9	79,3	82,7
47	46,1	48,4	50,9	53,4	56,0	58,7	61,5	64,3	67,3	70,4	73,5	76,8	80,2	83,7
48	46,5	48,9	51,4	54,0	56,6	59,3	62,1	65,0	68,1	71,2	74,4	77,7	81,2	84,7
49	47,0	49,4	51,9	54,5	57,2	59,9	62,8	65,8	68,8	72,0	75,2	78,6	82,1	85,7
50	47,5	49,9	52,5	55,1	57,8	60,6	63,5	66,5	69,5	72,7	76,1	79,5	83,0	86,7
51	47,9	50,4	53,0	55,6	58,4	61,2	64,1	67,2	70,3	73,5	76,9	80,4	84,0	87,7
52	48,4	50,9	53,5	56,2	59,0	61,8	64,8	67,9	71,0	74,3	77,7	81,2	84,9	88,7
53	48,9	51,4	54,0	56,7	59,6	62,5	65,5	68,6	71,8	75,1	78,6	82,1	85,8	89,7
54	49,3	51,9	54,6	57,3	60,1	63,1	66,1	69,3	72,5	75,9	79,4	83,0	86,8	90,7
55	49,8	52,4	55,1	57,9	60,7	63,7	66,8	70,0	73,3	76,7	80,2	83,9	87,7	91,6
56	50,3	52,9	55,6	58,4	61,3	64,3	67,5	70,7	74,0	77,5	81,1	84,8	88,6	92,6
57	50,7	53,4	56,1	59,0	61,9	65,0	68,1	71,4	74,8	78,3	81,9	85,7	89,6	93,6
58	51,2	53,9	56,7	59,5	62,5	65,6	68,8	72,1	75,5	79,1	82,7	86,6	90,5	94,6
59	51,6	54,4	57,2	60,1	63,1	66,2	69,5	72,8	76,3	79,9	83,6	87,4	91,4	95,6
60	52,1	54,9	57,7	60,7	63,7	66,9	70,1	73,5	77,0	80,7	84,4	88,3	92,4	96,6
61	52,6	55,4	58,2	61,2	64,3	67,5	70,8	74,2	77,8	81,4	85,3	89,2	93,3	97,6
62	53,0	55,9	58,8	61,8	64,9	68,1	71,5	74,9	78,5	82,2	86,1	90,1	94,3	98,6
63	53,5	56,4	59,3	62,3	65,5	68,7	72,1	75,6	79,3	83,0	86,9	91,0	95,2	99,6
64	54,0	56,8	59,8	62,9	66,1	69,4	72,8	76,3	80,0	83,8	87,8	91,9	96,1	100,5
65	54,4	57,3	60,3	63,4	66,7	70,0	73,5	77,0	80,8	84,6	88,6	92,8	97,1	101,5
66	54,9	57,8	60,9	64,0	67,3	70,6	74,1	77,7	81,5	85,4	89,4	93,6	98,0	102,5
67	55,4	58,3	61,4	64,6	67,8	71,3	74,8	78,4	82,2	86,2	90,3	94,5	98,9	103,5
68	55,8	58,8	61,9	65,1	68,4	71,9	75,5	79,2	83,0	87,0	91,1	95,4	99,9	104,5
69	56,3	59,3	62,4	65,7	69,0	72,5	76,1	79,9	83,7	87,8	92,0	96,3	100,8	105,5
70	56,8	59,8	63,0	66,2	69,6	73,1	76,8	80,6	84,5	88,6	92,8	97,2	101,7	106,5
71	57,2	60,3	63,5	66,8	70,2	73,8	77,4	81,3	85,2	89,4	93,6	98,1	102,7	107,5
72	57,7	60,8	64,0	67,4	70,8	74,4	78,1	82,0	86,0	90,1	94,5	99,0	103,6	108,5
73	58,2	61,3	64,5	67,9	71,4	75,0	78,8	82,7	86,7	90,9	95,3	99,8	104,6	109,5
74	58,6	61,8	65,1	68,5	72,0	75,6	79,4	83,4	87,5	91,7	96,1	100,7	105,5	110,4
75	59,1	62,3	65,6	69,0	72,6	76,3	80,1	84,1	88,2	92,5	97,0	101,6	106,4	111,4
76	59,6	62,8	66,1	69,6	73,2	76,9	80,8	84,8	89,0	93,3	97,8	102,5	107,4	112,4
77	60,0	63,3	66,7	70,1	73,8	77,5	81,4	85,5	89,7	94,1	98,7	103,4	108,3	113,4
78	60,5	63,8	67,2	70,7	74,4	78,2	82,1	86,2	90,5	94,9	99,5	104,3	109,2	114,4
79	61,0	64,3	67,7	71,3	75,0	78,8	82,8	86,9	91,2	95,7	100,3	105,2	110,2	115,4
80	61,4	64,8	68,2	71,8	75,5	79,4	83,4	87,6	92,0	96,5	101,2	106,0	111,1	116,4
81	61,9	65,3	68,8	72,4	76,1	80,0	84,1	88,3	92,7	97,3	102,0	106,9	112,0	117,4
82	62,4	65,8	69,3	72,9	76,7	80,7	84,8	89,0	93,5	98,1	102,8	107,8	113,0	118,4
83	62,8	66,3	69,8	73,5	77,3	81,3	85,4	89,7	94,2	98,8	103,7	108,7	113,9	119,3
84	63,3	66,8	70,3	74,1	77,9	81,9	86,1	90,4	94,9	99,6	104,5	109,6	114,9	120,3
85	63,8	67,2	70,9	74,6	78,5	82,6	86,8	91,1	95,7	100,4	105,3	110,5	115,8	121,3

LIMITES	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP
1ª SEMANA	≤92,5		92,4	105,5	≥105,6	

APÊNDICE B – TABELA DE ENTALPIA PARA CODORNAS NA 2ª SEMANA

NEAMBE – UFC														
TABELA PRÁTICA PARA AVALIAÇÃO DO AMBIENTE DE GALPÕES DE CODORNAS														
Faixa de Conforto para Codornas (2ª semana) - IEC de 60,7 a 70,1 KJ/Kg ar seco														
Temperatura (°C)														
UR (%)	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
40	42,8	45,0	47,2	49,5	51,9	54,3	56,8	59,4	62,1	64,8	67,7	70,6	73,7	76,8
41	43,3	45,5	47,7	50,0	52,4	54,9	57,5	60,1	62,8	65,6	68,5	71,5	74,6	77,8
42	43,7	46,0	48,2	50,6	53,0	55,6	58,1	60,8	63,6	66,4	69,4	72,4	75,5	78,8
43	44,2	46,4	48,8	51,2	53,6	56,2	58,8	61,5	64,3	67,2	70,2	73,3	76,5	79,8
44	44,7	46,9	49,3	51,7	54,2	56,8	59,5	62,2	65,1	68,0	71,0	74,2	77,4	80,8
45	45,1	47,4	49,8	52,3	54,8	57,4	60,1	62,9	65,8	68,8	71,9	75,1	78,3	81,7
46	45,6	47,9	50,3	52,8	55,4	58,1	60,8	63,6	66,6	69,6	72,7	75,9	79,3	82,7
47	46,1	48,4	50,9	53,4	56,0	58,7	61,5	64,3	67,3	70,4	73,5	76,8	80,2	83,7
48	46,5	48,9	51,4	54,0	56,6	59,3	62,1	65,0	68,1	71,2	74,4	77,7	81,2	84,7
49	47,0	49,4	51,9	54,5	57,2	59,9	62,8	65,8	68,8	72,0	75,2	78,6	82,1	85,7
50	47,5	49,9	52,5	55,1	57,8	60,6	63,5	66,5	69,5	72,7	76,1	79,5	83,0	86,7
51	47,9	50,4	53,0	55,6	58,4	61,2	64,1	67,2	70,3	73,5	76,9	80,4	84,0	87,7
52	48,4	50,9	53,5	56,2	59,0	61,8	64,8	67,9	71,0	74,3	77,7	81,2	84,9	88,7
53	48,9	51,4	54,0	56,7	59,6	62,5	65,5	68,6	71,8	75,1	78,6	82,1	85,8	89,7
54	49,3	51,9	54,6	57,3	60,1	63,1	66,1	69,3	72,5	75,9	79,4	83,0	86,8	90,7
55	49,8	52,4	55,1	57,9	60,7	63,7	66,8	70,0	73,3	76,7	80,2	83,9	87,7	91,6
56	50,3	52,9	55,6	58,4	61,3	64,3	67,5	70,7	74,0	77,5	81,1	84,8	88,6	92,6
57	50,7	53,4	56,1	59,0	61,9	65,0	68,1	71,4	74,8	78,3	81,9	85,7	89,6	93,6
58	51,2	53,9	56,7	59,5	62,5	65,6	68,8	72,1	75,5	79,1	82,7	86,6	90,5	94,6
59	51,6	54,4	57,2	60,1	63,1	66,2	69,5	72,8	76,3	79,9	83,6	87,4	91,4	95,6
60	52,1	54,9	57,7	60,7	63,7	66,9	70,1	73,5	77,0	80,7	84,4	88,3	92,4	96,6
61	52,6	55,4	58,2	61,2	64,3	67,5	70,8	74,2	77,8	81,4	85,3	89,2	93,3	97,6
62	53,0	55,9	58,8	61,8	64,9	68,1	71,5	74,9	78,5	82,2	86,1	90,1	94,3	98,6
63	53,5	56,4	59,3	62,3	65,5	68,7	72,1	75,6	79,3	83,0	86,9	91,0	95,2	99,6
64	54,0	56,8	59,8	62,9	66,1	69,4	72,8	76,3	80,0	83,8	87,8	91,9	96,1	100,5
65	54,4	57,3	60,3	63,4	66,7	70,0	73,5	77,0	80,8	84,6	88,6	92,8	97,1	101,5
66	54,9	57,8	60,9	64,0	67,3	70,6	74,1	77,7	81,5	85,4	89,4	93,6	98,0	102,5
67	55,4	58,3	61,4	64,6	67,8	71,3	74,8	78,4	82,2	86,2	90,3	94,5	98,9	103,5
68	55,8	58,8	61,9	65,1	68,4	71,9	75,5	79,2	83,0	87,0	91,1	95,4	99,9	104,5
69	56,3	59,3	62,4	65,7	69,0	72,5	76,1	79,9	83,7	87,8	92,0	96,3	100,8	105,5
70	56,8	59,8	63,0	66,2	69,6	73,1	76,8	80,6	84,5	88,6	92,8	97,2	101,7	106,5
71	57,2	60,3	63,5	66,8	70,2	73,8	77,4	81,3	85,2	89,4	93,6	98,1	102,7	107,5
72	57,7	60,8	64,0	67,4	70,8	74,4	78,1	82,0	86,0	90,1	94,5	99,0	103,6	108,5
73	58,2	61,3	64,5	67,9	71,4	75,0	78,8	82,7	86,7	90,9	95,3	99,8	104,6	109,5
74	58,6	61,8	65,1	68,5	72,0	75,6	79,4	83,4	87,5	91,7	96,1	100,7	105,5	110,4
75	59,1	62,3	65,6	69,0	72,6	76,3	80,1	84,1	88,2	92,5	97,0	101,6	106,4	111,4
76	59,6	62,8	66,1	69,6	73,2	76,9	80,8	84,8	89,0	93,3	97,8	102,5	107,4	112,4
77	60,0	63,3	66,7	70,1	73,8	77,5	81,4	85,5	89,7	94,1	98,7	103,4	108,3	113,4
78	60,5	63,8	67,2	70,7	74,4	78,2	82,1	86,2	90,5	94,9	99,5	104,3	109,2	114,4
79	61,0	64,3	67,7	71,3	75,0	78,8	82,8	86,9	91,2	95,7	100,3	105,2	110,2	115,4
80	61,4	64,8	68,2	71,8	75,5	79,4	83,4	87,6	92,0	96,5	101,2	106,0	111,1	116,4
81	61,9	65,3	68,8	72,4	76,1	80,0	84,1	88,3	92,7	97,3	102,0	106,9	112,0	117,4
82	62,4	65,8	69,3	72,9	76,7	80,7	84,8	89,0	93,5	98,1	102,8	107,8	113,0	118,4
83	62,8	66,3	69,8	73,5	77,3	81,3	85,4	89,7	94,2	98,8	103,7	108,7	113,9	119,3
84	63,3	66,8	70,3	74,1	77,9	81,9	86,1	90,4	94,9	99,6	104,5	109,6	114,9	120,3
85	63,8	67,2	70,9	74,6	78,5	82,6	86,8	91,1	95,7	100,4	105,3	110,5	115,8	121,3

LIMITES	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP
2ª SEMANA	≤60,6		60,7	70,1	≥70,2	

APÊNDICE C – TABELA DE ENTALPIA PARA CODORNAS NA 3ª SEMANA

NEAMBE – UFC														
TABELA PRÁTICA PARA AVALIAÇÃO DO AMBIENTE DE GALPÕES DE CODORNAS														
Faixa de Conforto para Codornas (3ª semana) - IEC de 49,5 a 57,7 KJ/Kg ar seco														
Temperatura (°C)														
UR (%)	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
40	40,7	42,8	45,0	47,2	49,5	51,9	54,3	56,8	59,4	62,1	64,8	67,7	70,6	73,7
41	41,1	43,3	45,5	47,7	50,0	52,4	54,9	57,5	60,1	62,8	65,6	68,5	71,5	74,6
42	41,6	43,7	46,0	48,2	50,6	53,0	55,6	58,1	60,8	63,6	66,4	69,4	72,4	75,5
43	42,0	44,2	46,4	48,8	51,2	53,6	56,2	58,8	61,5	64,3	67,2	70,2	73,3	76,5
44	42,4	44,7	46,9	49,3	51,7	54,2	56,8	59,5	62,2	65,1	68,0	71,0	74,2	77,4
45	42,9	45,1	47,4	49,8	52,3	54,8	57,4	60,1	62,9	65,8	68,8	71,9	75,1	78,3
46	43,3	45,6	47,9	50,3	52,8	55,4	58,1	60,8	63,6	66,6	69,6	72,7	75,9	79,3
47	43,8	46,1	48,4	50,9	53,4	56,0	58,7	61,5	64,3	67,3	70,4	73,5	76,8	80,2
48	44,2	46,5	48,9	51,4	54,0	56,6	59,3	62,1	65,0	68,1	71,2	74,4	77,7	81,2
49	44,6	47,0	49,4	51,9	54,5	57,2	59,9	62,8	65,8	68,8	72,0	75,2	78,6	82,1
50	45,1	47,5	49,9	52,5	55,1	57,8	60,6	63,5	66,5	69,5	72,7	76,1	79,5	83,0
51	45,5	47,9	50,4	53,0	55,6	58,4	61,2	64,1	67,2	70,3	73,5	76,9	80,4	84,0
52	45,9	48,4	50,9	53,5	56,2	59,0	61,8	64,8	67,9	71,0	74,3	77,7	81,2	84,9
53	46,4	48,9	51,4	54,0	56,7	59,6	62,5	65,5	68,6	71,8	75,1	78,6	82,1	85,8
54	46,8	49,3	51,9	54,6	57,3	60,1	63,1	66,1	69,3	72,5	75,9	79,4	83,0	86,8
55	47,3	49,8	52,4	55,1	57,9	60,7	63,7	66,8	70,0	73,3	76,7	80,2	83,9	87,7
56	47,7	50,3	52,9	55,6	58,4	61,3	64,3	67,5	70,7	74,0	77,5	81,1	84,8	88,6
57	48,1	50,7	53,4	56,1	59,0	61,9	65,0	68,1	71,4	74,8	78,3	81,9	85,7	89,6
58	48,6	51,2	53,9	56,7	59,5	62,5	65,6	68,8	72,1	75,5	79,1	82,7	86,6	90,5
59	49,0	51,6	54,4	57,2	60,1	63,1	66,2	69,5	72,8	76,3	79,9	83,6	87,4	91,4
60	49,5	52,1	54,9	57,7	60,7	63,7	66,9	70,1	73,5	77,0	80,7	84,4	88,3	92,4
61	49,9	52,6	55,4	58,2	61,2	64,3	67,5	70,8	74,2	77,8	81,4	85,3	89,2	93,3
62	50,3	53,0	55,9	58,8	61,8	64,9	68,1	71,5	74,9	78,5	82,2	86,1	90,1	94,3
63	50,8	53,5	56,4	59,3	62,3	65,5	68,7	72,1	75,6	79,3	83,0	86,9	91,0	95,2
64	51,2	54,0	56,8	59,8	62,9	66,1	69,4	72,8	76,3	80,0	83,8	87,8	91,9	96,1
65	51,6	54,4	57,3	60,3	63,4	66,7	70,0	73,5	77,0	80,8	84,6	88,6	92,8	97,1
66	52,1	54,9	57,8	60,9	64,0	67,3	70,6	74,1	77,7	81,5	85,4	89,4	93,6	98,0
67	52,5	55,4	58,3	61,4	64,6	67,8	71,3	74,8	78,4	82,2	86,2	90,3	94,5	98,9
68	53,0	55,8	58,8	61,9	65,1	68,4	71,9	75,5	79,2	83,0	87,0	91,1	95,4	99,9
69	53,4	56,3	59,3	62,4	65,7	69,0	72,5	76,1	79,9	83,7	87,8	92,0	96,3	100,8
70	53,8	56,8	59,8	63,0	66,2	69,6	73,1	76,8	80,6	84,5	88,6	92,8	97,2	101,7
71	54,3	57,2	60,3	63,5	66,8	70,2	73,8	77,4	81,3	85,2	89,4	93,6	98,1	102,7
72	54,7	57,7	60,8	64,0	67,4	70,8	74,4	78,1	82,0	86,0	90,1	94,5	99,0	103,6
73	55,2	58,2	61,3	64,5	67,9	71,4	75,0	78,8	82,7	86,7	90,9	95,3	99,8	104,6
74	55,6	58,6	61,8	65,1	68,5	72,0	75,6	79,4	83,4	87,5	91,7	96,1	100,7	105,5
75	56,0	59,1	62,3	65,6	69,0	72,6	76,3	80,1	84,1	88,2	92,5	97,0	101,6	106,4
76	56,5	59,6	62,8	66,1	69,6	73,2	76,9	80,8	84,8	89,0	93,3	97,8	102,5	107,4
77	56,9	60,0	63,3	66,7	70,1	73,8	77,5	81,4	85,5	89,7	94,1	98,7	103,4	108,3
78	57,3	60,5	63,8	67,2	70,7	74,4	78,2	82,1	86,2	90,5	94,9	99,5	104,3	109,2
79	57,8	61,0	64,3	67,7	71,3	75,0	78,8	82,8	86,9	91,2	95,7	100,3	105,2	110,2
80	58,2	61,4	64,8	68,2	71,8	75,5	79,4	83,4	87,6	92,0	96,5	101,2	106,0	111,1
81	58,7	61,9	65,3	68,8	72,4	76,1	80,0	84,1	88,3	92,7	97,3	102,0	106,9	112,0
82	59,1	62,4	65,8	69,3	72,9	76,7	80,7	84,8	89,0	93,5	98,1	102,8	107,8	113,0
83	59,5	62,8	66,3	69,8	73,5	77,3	81,3	85,4	89,7	94,2	98,8	103,7	108,7	113,9
84	60,0	63,3	66,8	70,3	74,1	77,9	81,9	86,1	90,4	94,9	99,6	104,5	109,6	114,9
85	60,4	63,8	67,2	70,9	74,6	78,5	82,6	86,8	91,1	95,7	100,4	105,3	110,5	115,8

LIMITES	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP
3ª SEMANA	≤49,4		49,5	57,7	≥57,8	

APÊNDICE D – TABELA DE ENTALPIA PARA CODORNAS NA 4ª SEMANA

NEAMBE – UFC														
TABELA PRÁTICA PARA AVALIAÇÃO DO AMBIENTE DE GALPÕES DE CODORNAS														
Faixa de Conforto para Codornas (4ª semana) - IEC de 44,4 a 59,9 KJ/Kg ar seco														
Temperatura (°C)														
UR (%)	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
40	38,6	40,7	42,8	45,0	47,2	49,5	51,9	54,3	56,8	59,4	62,1	64,8	67,7	70,6
41	39,0	41,1	43,3	45,5	47,7	50,0	52,4	54,9	57,5	60,1	62,8	65,6	68,5	71,5
42	39,5	41,6	43,7	46,0	48,2	50,6	53,0	55,6	58,1	60,8	63,6	66,4	69,4	72,4
43	39,9	42,0	44,2	46,4	48,8	51,2	53,6	56,2	58,8	61,5	64,3	67,2	70,2	73,3
44	40,3	42,4	44,7	46,9	49,3	51,7	54,2	56,8	59,5	62,2	65,1	68,0	71,0	74,2
45	40,7	42,9	45,1	47,4	49,8	52,3	54,8	57,4	60,1	62,9	65,8	68,8	71,9	75,1
46	41,1	43,3	45,6	47,9	50,3	52,8	55,4	58,1	60,8	63,6	66,6	69,6	72,7	75,9
47	41,5	43,8	46,1	48,4	50,9	53,4	56,0	58,7	61,5	64,3	67,3	70,4	73,5	76,8
48	41,9	44,2	46,5	48,9	51,4	54,0	56,6	59,3	62,1	65,0	68,1	71,2	74,4	77,7
49	42,3	44,6	47,0	49,4	51,9	54,5	57,2	59,9	62,8	65,8	68,8	72,0	75,2	78,6
50	42,8	45,1	47,5	49,9	52,5	55,1	57,8	60,6	63,5	66,5	69,5	72,7	76,1	79,5
51	43,2	45,5	47,9	50,4	53,0	55,6	58,4	61,2	64,1	67,2	70,3	73,5	76,9	80,4
52	43,6	45,9	48,4	50,9	53,5	56,2	59,0	61,8	64,8	67,9	71,0	74,3	77,7	81,2
53	44,0	46,4	48,9	51,4	54,0	56,7	59,6	62,5	65,5	68,6	71,8	75,1	78,6	82,1
54	44,4	46,8	49,3	51,9	54,6	57,3	60,1	63,1	66,1	69,3	72,5	75,9	79,4	83,0
55	44,8	47,3	49,8	52,4	55,1	57,9	60,7	63,7	66,8	70,0	73,3	76,7	80,2	83,9
56	45,2	47,7	50,3	52,9	55,6	58,4	61,3	64,3	67,5	70,7	74,0	77,5	81,1	84,8
57	45,6	48,1	50,7	53,4	56,1	59,0	61,9	65,0	68,1	71,4	74,8	78,3	81,9	85,7
58	46,1	48,6	51,2	53,9	56,7	59,5	62,5	65,6	68,8	72,1	75,5	79,1	82,7	86,6
59	46,5	49,0	51,6	54,4	57,2	60,1	63,1	66,2	69,5	72,8	76,3	79,9	83,6	87,4
60	46,9	49,5	52,1	54,9	57,7	60,7	63,7	66,9	70,1	73,5	77,0	80,7	84,4	88,3
61	47,3	49,9	52,6	55,4	58,2	61,2	64,3	67,5	70,8	74,2	77,8	81,4	85,3	89,2
62	47,7	50,3	53,0	55,9	58,8	61,8	64,9	68,1	71,5	74,9	78,5	82,2	86,1	90,1
63	48,1	50,8	53,5	56,4	59,3	62,3	65,5	68,7	72,1	75,6	79,3	83,0	86,9	91,0
64	48,5	51,2	54,0	56,8	59,8	62,9	66,1	69,4	72,8	76,3	80,0	83,8	87,8	91,9
65	48,9	51,6	54,4	57,3	60,3	63,4	66,7	70,0	73,5	77,0	80,8	84,6	88,6	92,8
66	49,4	52,1	54,9	57,8	60,9	64,0	67,3	70,6	74,1	77,7	81,5	85,4	89,4	93,6
67	49,8	52,5	55,4	58,3	61,4	64,6	67,8	71,3	74,8	78,4	82,2	86,2	90,3	94,5
68	50,2	53,0	55,8	58,8	61,9	65,1	68,4	71,9	75,5	79,2	83,0	87,0	91,1	95,4
69	50,6	53,4	56,3	59,3	62,4	65,7	69,0	72,5	76,1	79,9	83,7	87,8	92,0	96,3
70	51,0	53,8	56,8	59,8	63,0	66,2	69,6	73,1	76,8	80,6	84,5	88,6	92,8	97,2
71	51,4	54,3	57,2	60,3	63,5	66,8	70,2	73,8	77,4	81,3	85,2	89,4	93,6	98,1
72	51,8	54,7	57,7	60,8	64,0	67,4	70,8	74,4	78,1	82,0	86,0	90,1	94,5	99,0
73	52,2	55,2	58,2	61,3	64,5	67,9	71,4	75,0	78,8	82,7	86,7	90,9	95,3	99,8
74	52,7	55,6	58,6	61,8	65,1	68,5	72,0	75,6	79,4	83,4	87,5	91,7	96,1	100,7
75	53,1	56,0	59,1	62,3	65,6	69,0	72,6	76,3	80,1	84,1	88,2	92,5	97,0	101,6
76	53,5	56,5	59,6	62,8	66,1	69,6	73,2	76,9	80,8	84,8	89,0	93,3	97,8	102,5
77	53,9	56,9	60,0	63,3	66,7	70,1	73,8	77,5	81,4	85,5	89,7	94,1	98,7	103,4
78	54,3	57,3	60,5	63,8	67,2	70,7	74,4	78,2	82,1	86,2	90,5	94,9	99,5	104,3
79	54,7	57,8	61,0	64,3	67,7	71,3	75,0	78,8	82,8	86,9	91,2	95,7	100,3	105,2
80	55,1	58,2	61,4	64,8	68,2	71,8	75,5	79,4	83,4	87,6	92,0	96,5	101,2	106,0
81	55,5	58,7	61,9	65,3	68,8	72,4	76,1	80,0	84,1	88,3	92,7	97,3	102,0	106,9
82	56,0	59,1	62,4	65,8	69,3	72,9	76,7	80,7	84,8	89,0	93,5	98,1	102,8	107,8
83	56,4	59,5	62,8	66,3	69,8	73,5	77,3	81,3	85,4	89,7	94,2	98,8	103,7	108,7
84	56,8	60,0	63,3	66,8	70,3	74,1	77,9	81,9	86,1	90,4	94,9	99,6	104,5	109,6
85	57,2	60,4	63,8	67,2	70,9	74,6	78,5	82,6	86,8	91,1	95,7	100,4	105,3	110,5

LIMITES	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP
4ª SEMANA	≤44,3		44,4	59,9	≥60,0	

APÊNDICE E – TABELA DE ENTALPIA PARA CODORNAS NA 5ª SEMANA

NEAMBE – UFC														
TABELA PRÁTICA PARA AVALIAÇÃO DO AMBIENTE DE GALPÕES DE CODORNAS														
Faixa de Conforto para Codornas (5ª semana) - IEC de 44,4 a 52,1 KJ/Kg ar seco														
Temperatura (°C)														
UR (%)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
40	36,6	38,6	40,7	42,8	45,0	47,2	49,5	51,9	54,3	56,8	59,4	62,1	64,8	67,7
41	37,0	39,0	41,1	43,3	45,5	47,7	50,0	52,4	54,9	57,5	60,1	62,8	65,6	68,5
42	37,4	39,5	41,6	43,7	46,0	48,2	50,6	53,0	55,6	58,1	60,8	63,6	66,4	69,4
43	37,8	39,9	42,0	44,2	46,4	48,8	51,2	53,6	56,2	58,8	61,5	64,3	67,2	70,2
44	38,2	40,3	42,4	44,7	46,9	49,3	51,7	54,2	56,8	59,5	62,2	65,1	68,0	71,0
45	38,6	40,7	42,9	45,1	47,4	49,8	52,3	54,8	57,4	60,1	62,9	65,8	68,8	71,9
46	39,0	41,1	43,3	45,6	47,9	50,3	52,8	55,4	58,1	60,8	63,6	66,6	69,6	72,7
47	39,3	41,5	43,8	46,1	48,4	50,9	53,4	56,0	58,7	61,5	64,3	67,3	70,4	73,5
48	39,7	41,9	44,2	46,5	48,9	51,4	54,0	56,6	59,3	62,1	65,0	68,1	71,2	74,4
49	40,1	42,3	44,6	47,0	49,4	51,9	54,5	57,2	59,9	62,8	65,8	68,8	72,0	75,2
50	40,5	42,8	45,1	47,5	49,9	52,5	55,1	57,8	60,6	63,5	66,5	69,5	72,7	76,1
51	40,9	43,2	45,5	47,9	50,4	53,0	55,6	58,4	61,2	64,1	67,2	70,3	73,5	76,9
52	41,3	43,6	45,9	48,4	50,9	53,5	56,2	59,0	61,8	64,8	67,9	71,0	74,3	77,7
53	41,7	44,0	46,4	48,9	51,4	54,0	56,7	59,6	62,5	65,5	68,6	71,8	75,1	78,6
54	42,1	44,4	46,8	49,3	51,9	54,6	57,3	60,1	63,1	66,1	69,3	72,5	75,9	79,4
55	42,5	44,8	47,3	49,8	52,4	55,1	57,9	60,7	63,7	66,8	70,0	73,3	76,7	80,2
56	42,8	45,2	47,7	50,3	52,9	55,6	58,4	61,3	64,3	67,5	70,7	74,0	77,5	81,1
57	43,2	45,6	48,1	50,7	53,4	56,1	59,0	61,9	65,0	68,1	71,4	74,8	78,3	81,9
58	43,6	46,1	48,6	51,2	53,9	56,7	59,5	62,5	65,6	68,8	72,1	75,5	79,1	82,7
59	44,0	46,5	49,0	51,6	54,4	57,2	60,1	63,1	66,2	69,5	72,8	76,3	79,9	83,6
60	44,4	46,9	49,5	52,1	54,9	57,7	60,7	63,7	66,9	70,1	73,5	77,0	80,7	84,4
61	44,8	47,3	49,9	52,6	55,4	58,2	61,2	64,3	67,5	70,8	74,2	77,8	81,4	85,3
62	45,2	47,7	50,3	53,0	55,9	58,8	61,8	64,9	68,1	71,5	74,9	78,5	82,2	86,1
63	45,6	48,1	50,8	53,5	56,4	59,3	62,3	65,5	68,7	72,1	75,6	79,3	83,0	86,9
64	45,9	48,5	51,2	54,0	56,8	59,8	62,9	66,1	69,4	72,8	76,3	80,0	83,8	87,8
65	46,3	48,9	51,6	54,4	57,3	60,3	63,4	66,7	70,0	73,5	77,0	80,8	84,6	88,6
66	46,7	49,4	52,1	54,9	57,8	60,9	64,0	67,3	70,6	74,1	77,7	81,5	85,4	89,4
67	47,1	49,8	52,5	55,4	58,3	61,4	64,6	67,8	71,3	74,8	78,4	82,2	86,2	90,3
68	47,5	50,2	53,0	55,8	58,8	61,9	65,1	68,4	71,9	75,5	79,2	83,0	87,0	91,1
69	47,9	50,6	53,4	56,3	59,3	62,4	65,7	69,0	72,5	76,1	79,9	83,7	87,8	92,0
70	48,3	51,0	53,8	56,8	59,8	63,0	66,2	69,6	73,1	76,8	80,6	84,5	88,6	92,8
71	48,7	51,4	54,3	57,2	60,3	63,5	66,8	70,2	73,8	77,4	81,3	85,2	89,4	93,6
72	49,0	51,8	54,7	57,7	60,8	64,0	67,4	70,8	74,4	78,1	82,0	86,0	90,1	94,5
73	49,4	52,2	55,2	58,2	61,3	64,5	67,9	71,4	75,0	78,8	82,7	86,7	90,9	95,3
74	49,8	52,7	55,6	58,6	61,8	65,1	68,5	72,0	75,6	79,4	83,4	87,5	91,7	96,1
75	50,2	53,1	56,0	59,1	62,3	65,6	69,0	72,6	76,3	80,1	84,1	88,2	92,5	97,0
76	50,6	53,5	56,5	59,6	62,8	66,1	69,6	73,2	76,9	80,8	84,8	89,0	93,3	97,8
77	51,0	53,9	56,9	60,0	63,3	66,7	70,1	73,8	77,5	81,4	85,5	89,7	94,1	98,7
78	51,4	54,3	57,3	60,5	63,8	67,2	70,7	74,4	78,2	82,1	86,2	90,5	94,9	99,5
79	51,8	54,7	57,8	61,0	64,3	67,7	71,3	75,0	78,8	82,8	86,9	91,2	95,7	100,3
80	52,1	55,1	58,2	61,4	64,8	68,2	71,8	75,5	79,4	83,4	87,6	92,0	96,5	101,2
81	52,5	55,5	58,7	61,9	65,3	68,8	72,4	76,1	80,0	84,1	88,3	92,7	97,3	102,0
82	52,9	56,0	59,1	62,4	65,8	69,3	72,9	76,7	80,7	84,8	89,0	93,5	98,1	102,8
83	53,3	56,4	59,5	62,8	66,3	69,8	73,5	77,3	81,3	85,4	89,7	94,2	98,8	103,7
84	53,7	56,8	60,0	63,3	66,8	70,3	74,1	77,9	81,9	86,1	90,4	94,9	99,6	104,5
85	54,1	57,2	60,4	63,8	67,2	70,9	74,6	78,5	82,6	86,8	91,1	95,7	100,4	105,3

LIMITES	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP
5ª SEMANA	≤44,3		44,4	52,1	≥52,2	

APÊNDICE F – TABELA DE ENTALPIA PARA CODORNAS NA 6ª SEMANA

NEAMBE - UFC														
TABELA PRÁTICA PARA AVALIAÇÃO DO AMBIENTE DE GALPÕES DE CODORNAS														
Faixa de Conforto para Codornas (6ª semana) - IEC de 44,4 a 52,1 KJ/Kg ar seco														
Temperatura (°C)														
UR (%)	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
40	34,7	36,6	38,6	40,7	42,8	45,0	47,2	49,5	51,9	54,3	56,8	59,4	62,1	64,8
41	35,1	37,0	39,0	41,1	43,3	45,5	47,7	50,0	52,4	54,9	57,5	60,1	62,8	65,6
42	35,4	37,4	39,5	41,6	43,7	46,0	48,2	50,6	53,0	55,6	58,1	60,8	63,6	66,4
43	35,8	37,8	39,9	42,0	44,2	46,4	48,8	51,2	53,6	56,2	58,8	61,5	64,3	67,2
44	36,1	38,2	40,3	42,4	44,7	46,9	49,3	51,7	54,2	56,8	59,5	62,2	65,1	68,0
45	36,5	38,6	40,7	42,9	45,1	47,4	49,8	52,3	54,8	57,4	60,1	62,9	65,8	68,8
46	36,9	39,0	41,1	43,3	45,6	47,9	50,3	52,8	55,4	58,1	60,8	63,6	66,6	69,6
47	37,2	39,3	41,5	43,8	46,1	48,4	50,9	53,4	56,0	58,7	61,5	64,3	67,3	70,4
48	37,6	39,7	41,9	44,2	46,5	48,9	51,4	54,0	56,6	59,3	62,1	65,0	68,1	71,2
49	38,0	40,1	42,3	44,6	47,0	49,4	51,9	54,5	57,2	59,9	62,8	65,8	68,8	72,0
50	38,3	40,5	42,8	45,1	47,5	49,9	52,5	55,1	57,8	60,6	63,5	66,5	69,5	72,7
51	38,7	40,9	43,2	45,5	47,9	50,4	53,0	55,6	58,4	61,2	64,1	67,2	70,3	73,5
52	39,1	41,3	43,6	45,9	48,4	50,9	53,5	56,2	59,0	61,8	64,8	67,9	71,0	74,3
53	39,4	41,7	44,0	46,4	48,9	51,4	54,0	56,7	59,6	62,5	65,5	68,6	71,8	75,1
54	39,8	42,1	44,4	46,8	49,3	51,9	54,6	57,3	60,1	63,1	66,1	69,3	72,5	75,9
55	40,2	42,5	44,8	47,3	49,8	52,4	55,1	57,9	60,7	63,7	66,8	70,0	73,3	76,7
56	40,5	42,8	45,2	47,7	50,3	52,9	55,6	58,4	61,3	64,3	67,5	70,7	74,0	77,5
57	40,9	43,2	45,6	48,1	50,7	53,4	56,1	59,0	61,9	65,0	68,1	71,4	74,8	78,3
58	41,2	43,6	46,1	48,6	51,2	53,9	56,7	59,5	62,5	65,6	68,8	72,1	75,5	79,1
59	41,6	44,0	46,5	49,0	51,6	54,4	57,2	60,1	63,1	66,2	69,5	72,8	76,3	79,9
60	42,0	44,4	46,9	49,5	52,1	54,9	57,7	60,7	63,7	66,9	70,1	73,5	77,0	80,7
61	42,3	44,8	47,3	49,9	52,6	55,4	58,2	61,2	64,3	67,5	70,8	74,2	77,8	81,4
62	42,7	45,2	47,7	50,3	53,0	55,9	58,8	61,8	64,9	68,1	71,5	74,9	78,5	82,2
63	43,1	45,6	48,1	50,8	53,5	56,4	59,3	62,3	65,5	68,7	72,1	75,6	79,3	83,0
64	43,4	45,9	48,5	51,2	54,0	56,8	59,8	62,9	66,1	69,4	72,8	76,3	80,0	83,8
65	43,8	46,3	48,9	51,6	54,4	57,3	60,3	63,4	66,7	70,0	73,5	77,0	80,8	84,6
66	44,2	46,7	49,4	52,1	54,9	57,8	60,9	64,0	67,3	70,6	74,1	77,7	81,5	85,4
67	44,5	47,1	49,8	52,5	55,4	58,3	61,4	64,6	67,8	71,3	74,8	78,4	82,2	86,2
68	44,9	47,5	50,2	53,0	55,8	58,8	61,9	65,1	68,4	71,9	75,5	79,2	83,0	87,0
69	45,3	47,9	50,6	53,4	56,3	59,3	62,4	65,7	69,0	72,5	76,1	79,9	83,7	87,8
70	45,6	48,3	51,0	53,8	56,8	59,8	63,0	66,2	69,6	73,1	76,8	80,6	84,5	88,6
71	46,0	48,7	51,4	54,3	57,2	60,3	63,5	66,8	70,2	73,8	77,4	81,3	85,2	89,4
72	46,3	49,0	51,8	54,7	57,7	60,8	64,0	67,4	70,8	74,4	78,1	82,0	86,0	90,1
73	46,7	49,4	52,2	55,2	58,2	61,3	64,5	67,9	71,4	75,0	78,8	82,7	86,7	90,9
74	47,1	49,8	52,7	55,6	58,6	61,8	65,1	68,5	72,0	75,6	79,4	83,4	87,5	91,7
75	47,4	50,2	53,1	56,0	59,1	62,3	65,6	69,0	72,6	76,3	80,1	84,1	88,2	92,5
76	47,8	50,6	53,5	56,5	59,6	62,8	66,1	69,6	73,2	76,9	80,8	84,8	89,0	93,3
77	48,2	51,0	53,9	56,9	60,0	63,3	66,7	70,1	73,8	77,5	81,4	85,5	89,7	94,1
78	48,5	51,4	54,3	57,3	60,5	63,8	67,2	70,7	74,4	78,2	82,1	86,2	90,5	94,9
79	48,9	51,8	54,7	57,8	61,0	64,3	67,7	71,3	75,0	78,8	82,8	86,9	91,2	95,7
80	49,3	52,1	55,1	58,2	61,4	64,8	68,2	71,8	75,5	79,4	83,4	87,6	92,0	96,5
81	49,6	52,5	55,5	58,7	61,9	65,3	68,8	72,4	76,1	80,0	84,1	88,3	92,7	97,3
82	50,0	52,9	56,0	59,1	62,4	65,8	69,3	72,9	76,7	80,7	84,8	89,0	93,5	98,1
83	50,4	53,3	56,4	59,5	62,8	66,3	69,8	73,5	77,3	81,3	85,4	89,7	94,2	98,8
84	50,7	53,7	56,8	60,0	63,3	66,8	70,3	74,1	77,9	81,9	86,1	90,4	94,9	99,6
85	51,1	54,1	57,2	60,4	63,8	67,2	70,9	74,6	78,5	82,6	86,8	91,1	95,7	100,4

LIMITES	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP
6ª SEMANA	≤44,3		44,4	52,1	≥52,2	