



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
AGRÍCOLA**



# **Influências da salinidade da água e temperatura do ar na produção de ovos de codornas japonesas**

**LADYANNE RAIA RODRIGUES**

**CAMPINA GRANDE - PB  
AGOSTO - 2017**

**LADYANNE RAIA RODRIGUES**

**Influências da salinidade da água e temperatura do  
ar na produção de ovos de codornas japonesas**

**Área de Concentração: Construções Rurais e Ambiente**

**Orientador: Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado (UAEA/UFCG)**

**CAMPINA GRANDE – PB**

**AGOSTO - 2017**

**LADYANNE RAIA RODRIGUES**

**Influências da salinidade da água e temperatura do ar na produção de ovos  
de codornas japonesas**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG para obtenção do título de Doutora em Engenharia Agrícola.

**CAMPINA GRANDE – PB**

**AGOSTO - 2017**

## FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCA

R696i      Rodrigues, Ladyanne Raia.

Influências da salinidade da água e temperatura do ar na produção de ovos de codornas japonesas / Ladyanne Raia Rodrigues. – Campina Grande, 2017.

110 f. : il. color.

Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais 2017.

"Orientação: Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado".

Referências.

1. Biometria de Órgãos. 2. Câmara Climática. 3. Coturnicultura. 4. Níveis de Salinidade. 5. Parâmetros Fisiológicos. I. Furtado, Dermeval Araújo. II. Título.

CDU 631(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE

LADYANNE RAIA RODRIGUES

“INFLUÊNCIAS DA SALINIDADE DA ÁGUA E TEMPERATURA DO AR NA  
PRODUÇÃO DE OVOS DE CODORNAS JAPONESAS”

APROVADA: 25 de agosto de 2017

BANCA EXAMINADORA

**Dr. Dermeval Araújo Furtado**  
Orientador – UAEA/CTRN/UFCG

**Dra. Soahd Arruda Rached Farias**  
Examinadora – UAEA/CTRN/UFCG

**Dra. Cláudia Goulart de Abreu**  
Examinadora – CCAB/UVA

**Dr. José Humberto Vilar da Silva**  
Examinador – CFT/UFPB

**Dr. Rafael Costa Silva**  
Examinador – UAST/UFRPE

**Não foi sorte, foi Deus!**

---

**Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito.  
“Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes.”**

## **Martin Luther King**

### **DEDICATÓRIA**

Primeiramente ao Deus do impossível, criador do céu e da terra;  
A minha pessoa (Ladyanne Raia) que com fé em Deus e coragem, encarei mais esse desafio  
em busca de um futuro melhor;

Ao meu orientador Dermeval Araújo Furtado;

Aos meus pais, João Pereira (*in memorian*) e Socorro Raia;

Ao meu esposo Falcany Barbosa e a minha filha Alícia Fernanda;

Aos meus irmãos Jossânio e Bam,

Enfim, a todos os meus familiares.

Ofereço e dedico.

## AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar força, determinação e coragem para enfrentar os obstáculos que a vida me traz diariamente.

Agradeço infinitamente do fundo do meu coração ao meu orientador Dermeval Araújo Furtado, uma pessoa ímpar na minha vida não só no âmbito acadêmico, mas também na minha vida profissional e pessoal, fazendo com que esse elo de respeito e compromisso entre orientador e orientanda passasse a ser também um elo de amizade. Agradeço também, pela oportunidade que me foi dada, pela confiança em meu trabalho, pela paciência, atenção e acima de tudo sua orientação que em momento algum foi escassa durante todo o meu doutoramento. MINHA ETERNA GRATIDÃO!

A Universidade Federal de Campina Grande pela oportunidade do estudo. Todos os agradecimentos possíveis ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Ciências e Tecnologia de Engenharia Agrícola, por ter me dado oportunidade de crescimento em minha formação pessoal.

A Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola em especial a Área de Construções Rurais e Ambiente. À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

Meu imenso agradecimento à professora e amiga Cláudia Goulart de Abreu, pela disponibilidade de sair de suas atividades para contribuir com a melhoria deste trabalho, sem falar que para mim é uma grande referência de profissional e ser humano que não mede esforços para agregar valor àqueles que têm o privilégio de conviver com ela. Minha gratidão e admiração.

Agradeço à professora Soahd Arruda Rached Farias, pela presença, amizade, paciência e toda atenção que me foi dada nos momentos que lhe procurei.

Ao professor José Humberto Vilar da Silva pela presença e sugestões para melhoria do trabalho, suas considerações serão de grande valia.

Ao professor e amigo Rafael Costa Silva pela consideração, pelo incentivo e apoio sempre que almejei algum concurso público. Infelizmente ainda não consegui..., porém agora estará mais perto!

Enfim, a todos os professores da banca examinadora pelo aceite do convite, pelas sugestões e contribuições para melhoria deste trabalho.

Agradeço aos professores do programa da Pós-Graduação em Engenharia Agrícola: Dermeval, Wallace, Neto, Pedro Dantas, Mozaniel e Vera pelos conhecimentos transmitidos, no qual foram essenciais na minha formação acadêmica.

A todos os funcionários que de alguma forma compartilharam momentos e às vezes até minutos comigo, porém deixaram marcada sua passagem nesta etapa da minha vida: Dona Cida, Gilson, Roberto, Isaías, Aldaniza, dona Marlene, seu Geraldo, seu Edil, Lito e Azulão.

Ao funcionário técnico Paulinho que me deu suporte durante toda a execução desta pesquisa e que sempre quando precisei de algo esteve ao meu dispor. Pela paciência e toda atenção nos momentos que precisei.

A grande eterna amiga e companheira Valéria Pereira, por ter compartilhado de tantos dias de trabalho, amizade e dedicação, faltam palavras para expressar o meu carinho. Enfim, agradeço de coração. **MUITO OBRIGADA!**

Agradeço em especial à equipe de trabalho: Valéria Pereira, Tiago Galvão, Patrício, Paulinho, Rafael Costa e Evaldo Cardoso. Vocês foram “peças chave” na execução desta pesquisa. **MUITO OBRIGADA!**

Agradeço imensamente ao meu amigo de coração Cléber Franklin, que mesmo estando distante se fez presente e me ajudou no que esteve ao seu alcance.

Aos meus familiares sem exceção. **MUITO OBRIGADA!**

E os amigos... :

Danielle Lopes, Thiago Araújo, José Roberto, Elias, Evaldo, Clotchi, Rafa, Patrício, Jaene, Joab, Maurizete, Marivone, Delka, Ana Cristina, Paulyran, Jordânio, Igor, Lígia, Luana, Serjão, Gisele Caldas, Jalba, Érica, Ariadne, Jaciara, Cássia, Noely. Enfim, meu muito

obrigado a todos, com certeza deixei de citar alguém, no entanto, podem todos ter certeza que vocês estão eternizados na minha memória, meu agradecimento a todos de coração e sem exceção.

Aos meus queridos amigos, jamais caberá um adeus, mas sempre um sincero até breve...

Nem todos os momentos foram bons, mas tenho certeza que foram inesquecíveis; No momento em que escrevo esta dedicatória ainda tenho vínculos com a UFCG, porém sabia eu que neste momento a separação me faria sorrir e chorar ao mesmo tempo, impossível recordar dos amigos e não sentir saudades.

Impossível não sentir saudades!

**LISTA DE FIGURAS**

	<b>Pág.</b>
<b>FIGURA 1.</b> Layout interno das câmaras climáticas e da sala de monitoramento....	<b>49</b>
<b>FIGURA 2.</b> Comedouros e bebedouros utilizados.....	<b>50</b>
<b>FIGURA 3.</b> Mensuração da frequência respiratória.....	<b>55</b>
<b>FIGURA 4.</b> Mensuração da temperatura cloacal.....	<b>56</b>
<b>FIGURA 5.</b> Mensurações da temperatura superficial média.....	<b>56</b>
<b>FIGURA 6.</b> Separação e pesagem individual dos órgãos.....	<b>57</b>
<b>FIGURA 7.</b> Moela limpa e seca.....	<b>57</b>
<b>FIGURA 8.</b> Espessura da casca conforme os níveis de salinidade.....	<b>76</b>
<b>FIGURA 9.</b> Peso da moela conforme os níveis de salinidade no ambiente de estresse.....	<b>86</b>
<b>FIGURA 10.</b> Peso da moela conforme os níveis de salinidade no ambiente de conforto.....	<b>87</b>

**LISTA DE TABELAS**

	<b>Pág.</b>
<b>TABELA 1.</b> Composição percentual e calculada do perfil nutricional da dieta.....	<b>54</b>
<b>TABELA 2.</b> Desvios padrões das variáveis climáticas: temperatura do ar (TA) e umidade relativa do ar (UR) nas diferentes condições propostas.....	<b>60</b>
<b>TABELA 3.</b> Efeito dos níveis de salinidade e da temperatura sobre o desempenho de codornas japonesas em fase de produção.....	<b>63</b>
<b>TABELA 4.</b> Efeito dos níveis de salinidade e da temperatura sobre a qualidade de ovos de codornas japonesas em fase de produção.....	<b>63</b>
<b>TABELA 5.</b> Efeito dos níveis de salinidade e da temperatura sobre a fisiologia de codornas japonesas em fase de produção.....	<b>79</b>
<b>TABELA 6.</b> Efeito dos níveis de salinidade e da temperatura sobre o peso dos órgãos de codornas japonesas em fase de produção.....	<b>85</b>

**LISTA DE QUADROS**

	<b>Pág.</b>
<b>QUADRO 1.</b> Salinidade e qualidade da água para o consumo animal.....	<b>26</b>
<b>QUADRO 2.</b> Água já acrescida de cloreto de sódio (NaCl).....	<b>53</b>

## SUMÁRIO

	<b>Pág.</b>
Lista de Figuras.....	xi
Lista de Tabelas.....	xii
Lista de Quadros.....	xiii
<b>RESUMO</b> .....	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvi</b>
<b>1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	<b>17</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>19</b>
2.1. Panorama da coturnicultura brasileira.....	19
2.2. Consumo de água e sua importância na produção avícola.....	21
2.2.1. Características físico-químicas e qualidade da água.....	23
2.2.2. Salinidade e condutividade elétrica da água.....	25
2.3. Funções do sódio no organismo do animal.....	28
2.4. Ambiente e bem-estar na avicultura de postura.....	30
2.5. Variáveis ambientais.....	33
2.5.1. Temperatura do ar.....	34
2.5.2. Umidade relativa do ar.....	36
2.5.3. Velocidade do vento.....	37
2.6. Variáveis fisiológicas.....	38
2.6.1. Frequência respiratória.....	38
2.6.2. Temperatura superficial corporal.....	40
2.6.3. Temperatura cloacal.....	42
2.7. Desempenho e qualidade de ovos de codorna.....	44
2.8. Peso dos órgãos.....	48
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>51</b>
<b>4. ANÁLISE ESTATÍSTICA</b> .....	<b>60</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>61</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>91</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>92</b>

## **Influências da salinidade da água e temperatura do ar na produção de ovos de codornas japonesas**

**Resumo:** A qualidade da água é um fator crítico de sucesso para o bom desempenho animal, sendo que as aves consomem duas a três vezes mais água do que ração, e na região semiárida a demanda por água para o consumo é elevada, o que favorece a prática das atividades de pequeno porte, devido o consumo de água ser menor. Objetivou-se avaliar as influências da salinidade da água e da temperatura do ar sobre o desempenho, qualidade de ovos, parâmetros fisiológicos e morfometria de órgãos de codornas japonesas na fase de produção. A pesquisa foi desenvolvida em duas câmaras climáticas com controle automático de temperatura e umidade relativa do ar, localizadas na área experimental do Laboratório de Construções Rurais e Ambiente, da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. Foram utilizadas 394 codornas japonesas, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em um arranjo fatorial 2x4, sendo duas temperaturas (24 e 32°C) e quatro níveis de salinidade (1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS/m), totalizando oito tratamentos com seis repetições e oito aves por unidade experimental. O período experimental foi de 84 dias divididos em quatro períodos de 21 dias. No final de cada período experimental foram avaliados o desempenho produtivo das aves: consumo de ração (g/ave/dia), consumo de água (ml/ave/dia), produção de ovos (%), peso dos ovos (g), massa de ovo (g/ave/dia) e conversão alimentar (kg/kg e kg/dúzia), a qualidade dos ovos: peso e porcentagem de gema, albúmen e casca, gravidade específica (g/mL) e espessura da casca (mm) e os parâmetros fisiológicos: frequência respiratória (FR), temperatura cloacal (TC) e temperatura superficial corpórea (TSC). No final do período experimental foi realizado o abate de duas aves por parcela, totalizando 96 aves as quais foram submetidas a jejum de sólidos por doze horas, em seguida sacrificadas, depenadas, evisceradas e submetidas à separação e pesagem individual dos órgãos: coração, fígado e moela. Os dados foram submetidos a análise de variância, havendo diferença significativa as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Os níveis de salinidade não afetaram o desempenho produtivo, a qualidade dos ovos, as variáveis fisiológicas e o peso dos órgãos, exceto para espessura da casca e peso da moela, que apresentaram efeito linear à medida que se aumentou os níveis de salinidade. A temperatura ambiente afetou as variáveis de desempenho e qualidade de ovos, com valores superiores para os animais mantidos na temperatura de 32°C. A frequência respiratória, temperatura cloacal e temperatura superficial corporal foram mais elevadas na temperatura mais alta, porém, se mantiveram dentro da média considerada normal para a espécie. O peso da moela foi afetado pela temperatura de estresse e pelo nível de salinidade mais elevado, onde foi verificado maior peso da moela. Codornas japonesas na fase de produção podem consumir águas com níveis de salinidade até 6,0dS/m sem ter o desempenho produtivo, a qualidade dos ovos, os parâmetros fisiológicos e a morfometria dos seus órgãos afetados e ser criadas em ambiente com temperaturas de até 32°C por um período diário de 12 horas pois, mesmo a temperatura tendo afetado alguns dos parâmetros estudados, as codornas mantiveram a homeotermia.

**Palavras-chave:** Biometria de órgãos, câmara climática, coturnicultura, níveis de salinidade, parâmetros fisiológicos.

## **Influences of water salinity and air temperature on egg production of Japanese quails**

**Abstract:** Water quality is a critical success factor for good animal performance, and birds consuming two to three times more water than feed, and in the semiarid region the demand for water for consumption is high, which favors practice of small activities, due to the lower water consumption. The objective of this study was to evaluate the influence of water salinity and air temperature on performance, egg quality, physiological parameters and organ morphometry of Japanese quails in the production phase. The research was developed in two climatic chambers with automatic temperature and relative humidity control, located in the experimental area of the Laboratory of Rural Constructions and Ambience of the Academic Unit of Agricultural Engineering, Federal University of Campina Grande. A total of 394 Japanese quails were distributed in a completely randomized design in a 2x4 factorial arrangement, with two temperatures (24 and 32°C) and four salinity levels (1.5, 3.0, 4.5 and 6.0 dS/m), totaling eight treatments with six replicates and eight birds per experimental unit. The experimental period was 84 days divided into four periods of 21 days. At the end of each experimental period, the productive performance of the birds was evaluated: feed intake (g/bird/day), water consumption (ml/bird/day), egg production (%), egg weight (g), egg mass (g), and feed conversion (kg/kg and kg/dozen), egg quality: weight and percentage of yolk, albumen and bark, specific gravity (g/ml) and the physiological parameters: respiratory rate (FR), cloacal temperature (TC) and body surface temperature (TSC). At the end of the experimental period, two birds per plot were slaughtered, totaling 96 birds, which were submitted to fasting of solids for twelve hours, then sacrificed, plucked, eviscerated and subjected to individual weighing and weighing of organs: heart, liver and gizzard. The data were submitted to analysis of variance, having significant difference the averages were compared by the test of Tukey to 5%. Salinity levels did not affect productive performance, egg quality, physiological variables and body weight, except for bark thickness and gizzard weight, which presented a linear effect as salinity levels increased. The ambient temperature affected the performance and egg quality variables, with higher values for the animals kept at 32 °C. The respiratory rate, cloacal temperature and body surface temperature were higher at the higher temperature, but remained within the average considered normal for the species. The weight of the gizzard was affected by the stress temperature and by the higher salinity level, where the weight of the gizzard was higher. Japanese quails in the production phase can consume water with salinity levels up to 6.0 dS/m without having the productive performance, egg quality, physiological parameters and morphometry of their affected organs and be created in an environment with temperatures of up to 32°C for a daily period of 12 hours, since even the temperature affected some of the studied parameters, the quail kept the homeothermy.

**Keywords:** Biometry of organs, climatic chamber, physiological parameters, quail production, salinity levels.

## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nas últimas décadas o setor avícola brasileiro têm se destacado nas áreas da genética, sanidade, manejo e nutrição, com extraordinários avanços na introdução de técnicas modernas com o objetivo de aumentar a produção, o desempenho animal e a qualidade dos produtos. Dentre as práticas avícolas, a coturnicultura ocupa lugar de destaque no cenário brasileiro, como um dos setores que melhor representa uma tendência de crescimento com aumento do potencial produtivo das aves, deixando de ser uma produção alternativa para pequenos produtores destinada à produção familiar e se tornando uma atividade com produção em escala industrial, que aliados à alta eficiência produtiva, tornam o setor altamente competitivo e lucrativo dentro do agronegócio brasileiro.

Duas linhagens de codorna se destacam, a codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*), que apresenta como características principais o pequeno porte, alta rusticidade, precocidade na criação, tendo em vista que iniciam a postura em torno de 40 dias de idade e chegam a produzir em média 300 ovos no seu primeiro ano de vida; e a codorna europeia (*Coturnix coturnix coturnix*) que apresenta como característica maior porte em comparação à codorna japonesa e é destinada para produção de carne. Outra particularidade desses animais é a facilidade do manejo, por exigir simples instalações com baixo investimento e pouca mão de obra quando comparado a outras criações.

Por serem animais desprovidos de glândulas sudoríparas e sensíveis a elevadas temperaturas, as aves podem apresentar perdas na fase produtiva quando submetidas a estresse calórico, não afetando apenas o desempenho produtivo como, também, a qualidade dos seus subprodutos. Uma das consequências que se observa quando esses animais sofrem algum tipo de estresse por calor é a redução no consumo de ração e o aumento da ingestão de água, para manter a homeotermia.

No cenário atual, um assunto que se destaca entre produtores e pesquisadores é a questão do bem estar animal, uma vez que os consumidores estão cada vez mais exigentes, sendo este fator um dos responsáveis por interferir nos índices de produtividade. O desconforto térmico em aves de postura pode provocar uma série de consequências que, por sua vez, estão intimamente ligadas à queda no consumo de

ração, menor taxa de crescimento, maior consumo de água, aceleração do ritmo cardíaco, alteração na conversão alimentar, queda na produção de ovos e alterações no seu estado fisiológico.

Na produção avícola a água é considerada um nutriente de grande importância, não só para manutenção dos animais, como também, para melhora do desempenho e bem estar. A qualidade da água é um fator crítico de sucesso para o bom desempenho, uma vez que as aves consomem duas a três vezes mais água do que ração, e na região semiárida a demanda por água para o consumo é elevada, o que favorece a prática das atividades de pequeno porte, devido o consumo de água ser menor. Por não ter água disponível suficiente no semiárido brasileiro, devido os baixos índices pluviométricos e altas temperaturas praticamente o ano todo, os produtores fazem uso da água de poços que são perfurados para aproveitamento das águas subterrâneas, porém, os elevados teores de sais encontrados em sua composição podem provocar limitação no uso desta água para o consumo animal.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as influências da salinidade da água e da temperatura do ar sobre o desempenho, qualidade de ovos, parâmetros fisiológicos e morfometria de órgãos de codornas japonesas na fase de produção.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. Panorama da coturnicultura brasileira

Entre os sistemas de exploração dos animais a avicultura é um dos setores que melhor representa a tendência de crescimento (Pereira et al., 2016), podendo-se destacar a coturnicultura, que no Brasil vem crescendo de maneira considerável e se tornando uma atividade atrativa e rentável (Teixeira et al., 2012). Lanna et al. (2013) relatam que esta atividade tem apresentado crescimento acentuado nas últimas décadas e conquistado adeptos, sendo a codorna japonesa (*Coturnix coturnix japônica*) a mais difundida entre os criadores no Brasil e no mundo. Relatos de Teixeira et al. (2012) descrevem que a razão desse sucesso é a possibilidade de rápido retorno do capital investido, aliado à qualidade de sua carne e ao alto valor nutritivo do ovo.

No cenário da produção avícola brasileira, a coturnicultura foi considerada uma atividade alternativa para pequenos produtores (Sousa et al., 2012). Contudo, Oliveira et al. (2016) relatam que esta atividade vem crescendo em grande escala no mercado brasileiro, gerando um número de empregos significativo à sociedade. Além disso, tem como seu principal produto o ovo, uma fonte de proteína de alto valor biológico, e esta produção vem crescendo intensamente (Pastore et al., 2012), com a adequação às novas técnicas e tecnologias de produção, onde uma atividade tida como de subsistência passa a ocupar um cenário de atividade altamente tecnificada.

A exploração comercial de codornas japonesas teve início em 1989, quando uma empresa avícola implantou o primeiro criatório no Sul do Brasil (Silva et al., 2011). Desde então, a atividade passou a ter importância na economia agropecuária e em 2011 o Brasil já constava como o 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 (Silva et al., 2012), contribuindo totalmente ou parcialmente com a renda dos produtores e gerando empregos diretos e indiretos.

A maximização da exploração do setor coturnicultor no Brasil se deu principalmente nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul do país (Moura et al., 2010). Entre os fatores motivantes que tornam a criação comercial de codornas tão atrativa, destacam-se o baixo investimento para implantação; rápido crescimento; a capacidade

de abrigar grande número de aves em pequeno espaço físico; a maturidade sexual (35 a 42 dias); a alta produtividade (média 300 ovos/ano); a simplicidade de mão de obra; o rápido retorno do capital investido; o baixo consumo de ração (25 a 30g/ave/dia), resistência às enfermidades (Pastore et al., 2012, Jacome et al., 2012, Guimarães et al., 2014; Sousa et al., 2014 e Pereira et al., 2016).

De acordo com o IBGE (2015), a coturnicultura brasileira alcançou a marca de 22,0 milhões de cabeças considerando animais de corte e postura, o que resultou em um crescimento de 8,1% frente ao ano de 2014 no efetivo. Em termos regionais, 75,7% da produção está localizado na região Sudeste; 10,5% na região Nordeste; 10,1% na região Sul; 2,9% na região Centro-Oeste; e 0,8% na região Norte. O estado de São Paulo, isoladamente, foi responsável por 54,7% do efetivo nacional, seguido pelos estados do Espírito Santo 12,2% e Minas Gerais 7,2%. Assim, no ano de 2015, 918 municípios brasileiros apresentaram criação de codornas. Bastos (SP), Lacerdópolis (SP) e Santa Maria de Jetibá (ES) foram os responsáveis pelos maiores efetivos e responderam, respectivamente, por 19,3%, 14,8% e 11,4% do total nacional da espécie.

Quando se estabelece o comparativo entre 2014 e 2015, pode-se citar que apenas a Região Centro-Oeste reduziu o alojamento de codornas (-11,3%), com queda verificada no estado de Goiás. A Região Nordeste, por sua vez, se destacou com aumento no seu efetivo (39,8%), com destaque para o estado do Ceará, que apresentou um incremento de 659,25 mil cabeças. A região Sul, apresentou acréscimo (18,1%) do efetivo, devido ao incremento de 40,3% do efetivo em Santa Catarina (IBGE, 2015).

A produção de ovos de codorna foi de 447,47 milhões de dúzias em 2015, aumento de 13,9% em relação ao produzido em 2014. Assim como o efetivo de codornas, a produção de ovos localizou-se principalmente na região Sudeste, com 79,8% do total nacional. O estado de São Paulo foi responsável por 56,0% do total da produção de ovos; Espírito Santo ocupou o segundo lugar com 14,4% do total produzido e Minas Gerais ocupou o terceiro lugar com 7,9% do total de ovos (IBGE, 2015). A produção de ovos de codorna ocorreu em 880 municípios em 2015, sendo os municípios de Bastos (SP) com 91,35 milhões de dúzias, Lacerdópolis (SP) com 69,8 milhões de dúzias, e Santa Maria de Jetibá (ES) com 60,83 milhões de dúzias, detentores dos maiores efetivos, também foram os que apresentaram as maiores produções de ovos de codorna no ano de 2015 (IBGE, 2015).

De acordo com Guimarães et al. (2014), a coturnicultura apresenta boas condições de crescimento econômico em regiões como o semiárido brasileiro, contudo, essa atividade tem encontrado barreiras que dificultam a exploração e a maximização da produção (Teixeira et al., 2013), sendo uma delas o ambiente de criação, que exerce efeitos diretos e indiretos sobre a produção e o bem-estar animal (Rocha et al., 2010), tornando o monitoramento e o controle eficiente desse ambiente fatores importantes para o sucesso da produção (Silva et al., 2013). Outra barreira que dificulta a maximização da produção é a qualidade da água fornecida. O conhecimento sobre a qualidade da água ofertada às aves é de suma importância diante do cenário de produção agropecuária, sendo necessárias pesquisas que possibilitem o fornecimento de subsídios para essa atividade de forma a proporcionar bem-estar aos animais e obter um melhor desempenho produtivo (Guimarães, 2012).

## **2.2. Consumo de água e sua importância na produção avícola**

A água é uma das mais importantes riquezas do mundo, sendo o nutriente imprescindível para a sobrevivência de todos os tipos de seres vivos (Silva et al., 2014), é um recurso natural fundamental para produção animal, devendo estar disponível em quantidade e qualidade (Nóbrega Neto et al., 2016), sendo utilizada tanto na dessedentação dos animais como na higienização das instalações.

Compreendendo uma área total de 982.563 km<sup>2</sup> constituída de 1133 municípios e abrangendo grande parte de oito estados brasileiros (Brasil, 2004), a região semiárida do Brasil possui características naturais heterogêneas ainda que, de forma geral, apresente temperaturas médias anuais elevadas (27° a 29°C), solos rasos, vegetação de caatinga e precipitações irregulares e torrenciais, cujas médias anuais variam entre 400 e 800 mm (Ab'saber, 1980), com isso, essa região, pode apresentar condições ambientais adversas para a produção animal, principalmente, devido os altos níveis de radiação solar e elevadas temperaturas (Silva et al., 2013).

Nesse tipo de ambiente, animais de interesse zootécnico, principalmente aves, não conseguem manter-se em equilíbrio térmico com o ambiente, fazendo com que alterações fisiológicas e comportamentais resultem em desempenho reduzido de animais com alto potencial genético (Souza Júnior, 2014). A escassez de água potável desperta

uma grande preocupação na sociedade, principalmente, pela certeza que sem esta a vida se inviabiliza.

Como toda criação pecuária, a avicultura é muito dependente da água, portanto, no planejamento da atividade avícola, deve-se ter ciência da importância do recurso para a atividade e para os cuidados quanto ao seu gerenciamento, para que este não se torne limitante quantitativo e qualitativo, bem como motivo de conflitos com a comunidade (Palhares, 2011).

Considerada como um dos nutrientes mais importante e consumido pelas aves (Viola et al., 2011) a água, do ponto de vista econômico, representa o nutriente de mais baixo custo (Melo, 2014), desempenhando inúmeras funções, como transporte de nutrientes, manutenção da pressão intracelular, facilita os processos digestivos, regula a temperatura térmica dos animais, garantindo a sobrevivência e o equilíbrio da natureza (Tomasoni et al., 2009). Lima & Pioczcovski (2010) citam que a água está intimamente ligada com as seguintes funções: digestão dos alimentos, absorção dos nutrientes no trato digestório, translocação dos compostos químicos no organismo, excreção dos resíduos do metabolismo orgânico, secreção de hormônios, enzimas e outras substâncias bioquímicas, termorregulação corporal, manutenção da pressão osmótica dentro e fora da célula, equilíbrio ácido-base, fluido cerebrospinal, sinovial, auricular, intraocular e amniótico.

Na avicultura deve-se dar à água a mesma importância a que se dá a outros fatores, como instalações, alimentação e manejo (Soares, 2010). As necessidades hídricas dos animais são dependentes de fatores como a espécie, idade, estado fisiológico, alimentação, temperatura ambiental, dentre outros (Araújo et al., 2011).

De acordo com Greif (2006), deve-se considerar a água utilizada para dessedentação animal na questão qualidade e quantidade de água consumida em mL/dia. As aves consomem pequenas quantidades de água, porém com muita frequência, devendo ser garantido a elas um fornecimento constante e a vontade (Soares & Mesa, 2009) de água potável com as mesmas características daquela consumida pelos seres humanos.

O consumo de água pelas codornas é bastante variável, sendo que Philippsen et al. (2014) cita que o consumo de água por uma codorna é de aproximadamente 55 mL/ave/dia, e Rodrigues et al. (2016) encontraram valores médios de consumo de 64,38 mL/ave/dia, citando que as aves sofreram estresse calórico, no entanto não tiveram seu

desempenho produtivo afetado. De acordo com Ferreira (2016), o aumento da temperatura ambiente pode levar a um incremento no consumo de água, visto que as perdas evaporativas de calor corporal pelas aves é um processo dificultoso, já que estas não possuem glândulas sudoríparas e são recobertas por penas. Com o aumento da temperatura do ar, estes animais podem dobrar o consumo de água (Santos & Sant'anna, 2010) e assim manter a homeotermia, visto que a água é necessária para a redução na temperatura corporal pelos processos evaporativos (Ferreira, 2016).

### **2.2.1. Características físico-químicas e qualidade da água**

Os parâmetros físico-químicos são importantes para caracterização da qualidade da água, permitindo sua classificação pelo conteúdo mineral, determinação de seu grau de contaminação e evidenciação dos picos de concentração de poluentes tóxicos (Gama et al., 2008), sendo os principais parâmetros de qualidade da água a cor, turbidez, temperatura, sabor, pH, alcalinidade, dureza, cloretos, ferro, manganês, nitrogênio, fósforo, fluoretos, oxigênio dissolvido, matéria orgânica e micro poluentes orgânicos e inorgânicos (Alves, 2010; Libânio, 2010), que caracterizam águas de abastecimento para consumo humano e dessedentação animal.

Em se tratando de qualidade da água para uso animal, no período seco em regiões de clima semiárido, a salinidade é um dos parâmetros de maior importância. A origem da água, as condições na qual ela circula, tais como a natureza dos terrenos, canalizações e reservatórios, bem como os locais onde ela é consumida, tem muita influência na qualidade da água (Barros et al., 2010), sendo recomendada a avaliação da qualidade microbiológica da água pelo menos duas vezes ao ano, com colheita de amostras no poço, no reservatório e nos vários setores da granja (Gama et al., 2008).

A água é um fator crítico de sucesso para o bom desempenho da criação animal, interferindo em vários processos de produção como na nutrição, sanidade e na qualidade dos subprodutos (Pinto et al., 2010). Por conter em sua composição íons como sódio, cloro e potássio Albino et al. (2014) apontam que a qualidade da água têm influência na produção de ovos, uma vez que esses íons tem relação com a homeostase ácido-base do organismo das galinhas e, caso ocorra variações dos níveis desses minerais na água, deve-se considerá-los não apenas na ração. A pureza da água é de fundamental importância para que o animal possa produzir o máximo que sua capacidade genética

permita (Abioja et al., 2010), pois é o nutriente essencial mais importante para as aves de produção mantidas em confinamento nas unidades de produção comercial, e pode interferir na nutrição, sanidade e na qualidade dos subprodutos, devendo sempre apresentar boa qualidade físico-química e microbiológica (Cardozo, 2012).

Segundo Alvarez-Vasquez et al. (2011), a água de má qualidade pode afetar a vida e saúde dos animais, causando redução no seu consumo, diarreia, redução de ganho de peso e até morte. Em trabalhos sobre a importância, qualidade e exigência de água na avicultura, Viola et al. (2011) constataram que as aves necessitam de acesso à água de forma suficiente para amolecer os alimentos consumidos e evitar problemas de consumo, e que sob condições de termo neutralidade, o principal determinante da quantidade de água a ser ingerida pelas aves é o consumo de ração.

Apesar de sua importância, frequentemente, o aspecto referente à qualidade da água consumida pelos animais ainda é subestimada pelos empresários e produtores (Pinto et al., 2008; Cardozo, 2012), o que pode oferecer riscos à saúde animal e, adicionalmente, prejuízos econômicos, causados por mortalidade, queda na produção, gastos com medicamentos e assistência veterinária, devido ao consumo de água com padrões de potabilidade inadequados.

Silva et al. (2013) discorrem sobre a importância de analisar as fontes hídricas para os diferentes tipos de uso que requerem padrões de qualidade da água adequados para cada atividade. Entretanto, a qualidade da água tem que ser entendida como um padrão relativo, ou seja, de acordo com cada utilização da água os requisitos físico-químicas são diferentes. Dessa forma, há legislações específicas que estabelecem os limites dos parâmetros permitidos e adequados para os diversos usos da água.

Para estabelecer um padrão de potabilidade das águas, criaram-se legislações de qualidade e potabilidade da água, responsáveis por apresentar parâmetros e seus valores de referências, no que diz respeito às características físicas, químicas e biológicas da água (Sperling, 2005). Para dessedentação de animais, a legislação brasileira através da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005, refere-se à categoria de águas doces da classe 3 (Brasil, 2005), porém Bellaver & Oliveira (2009), afirmam que a referida Resolução não se aplica totalmente à produção de aves e suínos, porque esses exigem melhor qualidade da água a ser utilizada nas granjas. Outros autores, ainda sugerem que a água destinada ao consumo

animal deve ter as mesmas características da água potável consumida pelos seres humanos (Gama et al., 2004; Cardozo, 2012).

Segundo Branco (2010), a água destinada à dessedentação animal deve estar isenta de substâncias químicas e de organismos patogênicos prejudiciais à saúde dos mesmos. A qualidade da água pode ser avaliada por critérios físicos, químicos e bacteriológicos. Uma característica química denominada de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) oferece uma boa referência da qualidade química da água.

### **2.2.2. Salinidade e condutividade elétrica da água**

A avaliação global do estado dos recursos do planeta revela que 25% dos solos estão degradados e que a salinização e a poluição das águas subterrâneas aumentaram e segundo a Organização das Nações Unidas - ONU (2011), cerca de 1,6 bilhão de hectares dos melhores e mais produtivos solos do mundo são utilizados para o cultivo. Partes destas áreas estão sendo degradadas devido às práticas agrícolas que causam, dentre outros processos, a salinização e poluição dos solos e das águas (ONU, 2011).

O processo de salinização é caracterizado pelo acúmulo de sais tanto no solo quanto na água, ocorrendo especialmente em áreas áridas e semiáridas, onde os sais solúveis se precipitam à superfície devido à evaporação ou no interior do solo devido à lixiviação (Lanetta & Collona, 2008). De acordo com a Direção Geral de Alimentação e Veterinária DGAV (2014), a salinidade traduz a quantidade de sais existentes dissolvidos nas águas naturais, é tradicionalmente medida em partes por milhão (ppm ou ‰) ou como Sólidos Dissolvidos Totais (SDT). O mais usual é a salinidade ser calculada a partir da condutividade elétrica da solução (Lanetta & Collona, 2008) onde SDT, em miligramas por litro (mg/L), é igual a CE, em deciSiemens por metro (dS/m), multiplicada pela constante 640. Como regra geral, quanto maior a concentração de sais numa solução, maior é a sua capacidade de conduzir eletricidade.

O efeito da salinidade da água destinada a dessedentação dos animais na saúde e produção variam com a espécie/categoria do animal de destino; teores em umidade e elementos constantes nos alimentos fornecidos; temperatura (climatérica e da própria água) e natureza dos minerais presentes na água de dessedentação (DGAV, 2014). Os minerais que normalmente mais contribuem para os valores de SDT são cálcio, magnésio, sódio, cloro, bicarbonato e enxofre (Ristow, 2008), à medida que os SDT

aumentam a qualidade da água piora, causando restrição do consumo e conseqüentemente prejuízos no desempenho e sanidade do lote (Alves, 2010). Normalmente, a água é deixada em segundo plano quando se diz respeito à nutriente, mas quando se analisa a fisiologia animal, pode-se perceber que a água é um constituinte de grande importância para o funcionamento de órgãos, podendo afetar a produção em diversas fases da vida do animal (Cavalcante, 2012).

A condutividade elétrica é atualmente expressa na unidade dS/m. O Siemens é a unidade oficial para condutividade usada no Sistema Métrico, podendo apresentar variações como o microSiemens ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) (Lannetta & Collona, 2008; Markwick, 2007), representa a capacidade de transmissão da corrente elétrica através da presença de íons dissolvidos na água. Quanto maior a quantidade de íons, maior a sua condutividade elétrica (Holanda & Amorim, 1997; Ferreira, 1997; Alves, 2010; Libânio, 2010).

Quando a salinidade da água aumenta, as aves aumentam seu consumo (Viola et al., 2011), até o momento em que pode ocorrer diminuição ou recusa de consumo por excesso de salinidade, e em casos extremos, quando conhecidos os minerais que estão em excesso na água, eles podem ser retirados total ou parcialmente da formulação das dietas. Segundo Watkins et al. (2005), quando o sódio é adicionado à água, pode ser utilizado de forma mais eficiente, pois o mineral é ingerido separadamente dos demais alimentos, passível de ser absorvido mais rapidamente, uma vez que a influência do sódio na ingestão de água se deve pela quantidade total de sódio (Villanueva et al., 2015) e não em função da via de fornecimento.

Segundo Villanueva et al. (2015) o consumo excessivo de sódio é um dos fatores que aumentam a concentração osmótica do sangue e atua no controle do consumo de água. Relatos de Carvalho Junior et al. (2012) descrevem que níveis mais elevados de sódio na água pode não apresentar toxidez ou risco de morte, podendo inibir ou diminuir o seu consumo, afetando as atividades vitais e o ganho de peso dos animais.

Estudos de Ayers & Westcot (1994) relatam que os níveis de tolerância da salinidade da água de beber para aves está entre 1,5 a 5,0 dS/m (Quadro 1), valores estes, considerados satisfatórios. Em contrapartida, águas com teores de sais superiores a 5,0 dS/m (CE) devem ter seu fornecimento limitado às aves.

**Quadro 1.** Salinidade e qualidade da água para o consumo animal

Salinidade dS/m	Classificação	Observações
<1,5	Excelente	Pode ser utilizada para todos os animais
1,5 a 5,0	Muito boa	Pode ser utilizada para todos os animais. Ocasionalmente pode causar diarreia temporária em animais que não estão acostumados com esse tipo de água.
5,0 a 8,0	Muito boa para ruminantes e suínos	Pode causar diarreia temporária, ser inicialmente refugada por animais não acostumados com este tipo de água.
8,0 a 11,0	Inadequada para avicultura Limitado para ruminantes, equinos e suínos.	Causa diarreia aquosa, aumenta a mortalidade e reduz o desempenho, principalmente de perus. Razoável para gado de leite e de corte, ovinos, caprinos, suínos e equinos. Devendo ser evitada para animais em gestação e lactação.
11,0 a 16,0	Inadequada para avicultura Utilização muito limitada	Não aceitável na avicultura. Não aceitável para a avicultura e suinocultura. Risco considerável para vacas em gestação e lactação, equinos, ovinos e animais jovens. Em condições extremas pode manter vivos ruminantes, equinos, aves e suínos adultos.
>16,0	Não recomendada	Risco de utilização alto, Sem condições de uso para todas as espécies.

**Fonte:** Ayers & Westcot (1994).

No período sem chuvas, a salinidade é a variável de maior importância (Ayers & Westcot, 1994), e águas com altos teores de sais, assim como aquelas que contêm elementos contaminantes e argila em suspensão, representam perigo para os animais, podendo afetar a qualidade dos produtos produzidos, a ponto de torná-los inadequados ao consumo, como também, provocar distúrbios fisiológicos e morte, com consequentes perdas econômicas.

Carvalho Júnior et al. (2012), em trabalhos com suínos no Cariri paraibano, constataram que valores de salinidade na água entre 1,5 a 5,0 dS/m, podem ser utilizadas na dessedentação animal. Em trabalhos sobre a qualidade da água do riacho das piabas utilizada para diversos fins na cidade de Campina Grande, Silva et al. (2014) encontraram valores de condutividade elétrica entre 0,29 a 4,41 dS/m, concluindo que as águas analisadas podem ser utilizadas para dessedentação de gado e aves confinadas. Ayers & Westcot (1994) afirmam que níveis de salinidade abaixo de 1,5 dS/m são

excelentes para todas as classes de gado e aves confinadas, níveis entre 1,5 a 5 dS/m são consideradas satisfatórias, porém podem provocar diarreia aquosa nas aves, tendo em vista que a suplementação de sais como o sódio tem sido usada para aumentar o consumo de água bem como para aumentar a ingestão de íons específicos, prevenindo mudanças no equilíbrio ácido básico, não interferindo no ganho de peso e na sobrevivência das aves (Macari & Soares, 2012). Por isso, os autores indicam à compra de animais da própria região, em função de já está adaptado à qualidade da água.

### **2.3. Funções do sódio no organismo animal e no desempenho das aves**

Os minerais desempenham papel fundamental na homeostase do organismo animal, uma vez que atuam como componentes estruturais de órgãos e tecidos do corpo, constituintes de fluidos na forma de eletrólitos e catalisadores de processos enzimáticos e hormonais (Lima et al., 2011). Cabe salientar que os minerais sódio e cloro se destacam pela participação no balanço acidobásico e na integridade dos mecanismos que regulam o transporte através das membranas celulares, influenciando em respostas fisiológicas e de desempenho (Rosa et al., 2010).

Por ser um macro mineral de extrema importância na nutrição das aves, que interfere diretamente no desempenho (Freitas et al., 2013), o sódio é o principal cátion presente nos fluidos extracelulares e está ligado a diversas funções fisiológicas vitais (Villanueva et al., 2015) como a manutenção da pressão osmótica, do balanço eletrolítico e do equilíbrio ácido-base (Araújo et al., 2011) e ainda na transmissão de impulsos nervosos, na absorção de monossacarídeos, aminoácidos, minerais e vitaminas e no consumo de água (Pinheiro et al., 2011).

Segundo Brossi et al. (2009), o sódio, o cloro e o potássio são responsáveis pela manutenção da água corporal e do balanço iônico, uma vez que no estresse calórico os níveis desses eletrólitos no plasma são afetados, ocorrendo redução na concentração de sódio e potássio, enquanto que a concentração de cloro aumenta. Em virtude disso, ocorrem a depressão da excreção e a reabsorção de bicarbonato pelos rins, contribuindo para acidificação do sangue, ou seja, resposta apropriada à alcalose.

Segundo Viola et al. (2011), dietas com alta concentração de sódio ou potássio estão associadas com aumento de consumo de água; dietas com concentração de sódio de 0,25% estimulam aumento do consumo de água em 10% em comparação com dietas

contendo 0,14% de sódio. Assim, a manipulação do conteúdo mineral da dieta é uma forma prática de controle do consumo de água.

A deficiência de sódio em galinhas e codornas de postura pode causar apatia, redução no consumo de ração, produção de ovos, peso dos ovos e peso corporal nas aves (Vieites et al., 2005). Por outro lado, níveis elevados de sódio na dieta de aves estimulam o consumo de água, assim, aumentando a umidade das excretas e facilitando a produção de gases tóxicos (amônia e sulfídrico), o que pode comprometer o manejo e gerar perdas econômicas (Ribeiro, 2007; Lima et al., 2015) e conseqüentemente ação direta sobre o processo de excreção de metabólitos (Naseem et al., 2005). Para Assunção et al. (2017), tanto o excesso quanto a deficiência de sódio na ração tornam-se prejudiciais para o organismo animal e, principalmente, para o desempenho.

Estudos de Ribeiro et al. (2008) acerca da exigência de sódio para poedeiras, citam que não houve efeito dos níveis de sódio sobre o consumo de ração, peso médio dos ovos, conversão alimentar por dúzia de ovos e gravidade específica. Lima et al. (2011), em trabalhos no Ceará com diferentes níveis de sódio variando de 0,07 a 0,32% na dieta para codornas japonesas na fase de crescimento, observaram aumento linear sobre o consumo de ração e sobre o consumo de água, e efeito quadrático para a conversão alimentar por massa de ovos. Raquel et al. (2011) ao avaliarem os mesmos níveis de sódio estudados por Lima et al. (2011) para codornas italianas destinadas à produção de carne, observaram efeito quadrático sobre o consumo de ração, aumento linear para conversão alimentar por massa de ovos e na ingestão de água.

Avaliando cinco níveis de sódio (0,10; 0,15; 0,20; 0,25 e 0,30%) para codornas japonesas em postura, Lima et al. (2015) não verificaram efeito para nenhum dos parâmetros estudados: consumo de ração, produção de ovos por ave ao dia, por ave alojada, de ovos comercializáveis, de ovos viáveis por ave ao dia, peso do ovo, massa de ovos, conversão alimentar por massa de ovos e por dúzia de ovos, demonstrando que o menor nível de sódio utilizado foi suficiente para proporcionar desempenho produtivo satisfatório e qualidade dos ovos de codornas japonesas e o maior nível estudado não representou excesso prejudicial as aves.

Villanueva et al. (2015) compilaram dados acerca da influência da via de fornecimento de cloreto de sódio na água ou ração em frangos de corte de um a sete dias de idades, verificaram que o fornecimento do NaCl via água proporcionou a melhor conversão alimentar e que a forma de suprimento não afetou o consumo de ração, visto

que o nível de sódio na dieta independentemente da via de fornecimento, foi mantido o mesmo.

Calculando a quantidade de sódio consumido ave/dia, Villanueva et al. (2015) chegaram a valores de 0,72; 0,63 e 0,90 g/dia para os seguintes tratamentos: 100% ração; 50% ração/50% água e 100% água, respectivamente, observando que os frangos que consumiram mais sódio por dia apresentaram uma maior relação água:ração, resultados estes que corroboram com os obtidos por Castro et al. (2009), que trabalhando com níveis de sódio na água potável sobre o desempenho de frangos corte durante a primeira semana de vida, observaram que aqueles que receberam o maior nível de sódio (0, 150, 300 e 450 ppm) no período pré-inicial, mostraram maior relação água:ração (2,41) do que os que receberam o menor nível (2,18). A maior relação água:ração encontrada nos trabalhos foi atribuída ao aumento do consumo de sódio, que faz com que as aves ingiram maior quantidade de água na tentativa de saciar a sensação de sede causada pelo aumento da ingestão deste mineral (Borges, 2002).

Pesquisas demonstraram que o nível de sódio influencia o consumo de água e o consumo de ração (Maiorka et al., 2004; Vieites et al., 2005), no entanto, sua exigência para aves, não desperta o mesmo interesse comparado aos demais macro minerais como cálcio e fósforo (Mencalha et al., 2013), tendo em vista que a sua deficiência ou excesso acarretam uma série de mudanças de sua concentração em tecidos e fluidos corporais, causando alterações bioquímicas, fisiológicas, levando ao surgimento de desordens metabólicas.

#### **2.4. Ambiência e bem-estar na avicultura de postura**

A ambiência vem sendo apontada como um dos pilares da zootecnia moderna (Ferreira, 2016), responsável juntamente com a nutrição, sanidade e genética pelos ganhos proporcionados à produção animal. Assim, um ambiente termicamente confortável é essencial para que as aves possam dissipar o calor excedente (Ferreira, 2016) e, expressar seu real potencial produtivo. Por desempenhar um papel fundamental na avicultura, deve-se mensurar os fatores externos que envolvem os animais nos ambientes de criação (Barbosa, 2016).

O bem-estar animal é um aspecto importante para a produção avícola, sendo uma das exigências para a comercialização em vários mercados internacionais (Pereira

et al., 2015). Além disso, o bem-estar dos animais vem se tornando um dos temas mais discutidos na cadeia produtiva animal, por associar altos índices de produção com a qualidade de vida em que o animal é submetido. Conforme descrito por Pereira et al. (2011), os fatores que fazem parte do ambiente de criação são complexos, visto que abrange o ambiente térmico do animal, incluindo a temperatura, umidade relativa do ar, movimentação do ar e radiação, sendo estes os mais relevantes, por exercerem ação direta e imediata sobre as respostas comportamentais, produtivas e reprodutivas dos animais (Baêta & Souza, 2010).

Por serem animais homeotermos mais sensíveis a elevadas temperaturas, as aves sofrem inúmeras perdas não só produtivas, mas também econômicas, principalmente na fase de produção, em consequência do estresse térmico afetando na redução dos índices zootécnicos e no aumento da mortalidade (Silva et al., 2015). Segundo Ferreira (2016), animais adaptados ao estresse crônico moderado ao serem transferidos para um galpão com temperatura dentro da faixa de conforto, certamente, apresentará ganho adicional em seu desempenho.

A codorna pode ser criada sob condições de calor (Umigi et al., 2012) no entanto, a temperatura ambiente ideal, ou seja, a zona de conforto térmico (ZCT) para codornas na fase de postura está entre 18 e 24°C e a umidade relativa do ar entre 65 e 70% (Oliveira, 2007), e a temperatura crítica superior para esses animais é considerada em torno de 28°C, visto que a influência do ambiente térmico nas aves varia de acordo com a espécie, idade, peso corporal, sexo e consumo alimentar. Ferreira (2016) preconiza que para frangos de corte, poedeiras e matrizes após a segunda semana de idade a temperatura ambiente deverá estar em torno de 26°C, podendo oscilar não apresentando grandes prejuízos para os animais.

Ribeiro et al. (2016) reportam que o estresse térmico é um dos principais fatores limitantes da produção animal, de forma que para se obter o melhor desempenho de um determinado sistema de produção, é necessário que as atividades desse sistema sejam desenvolvidas dentro de uma zona de conforto térmico para os animais.

Em trabalhos com codornas japonesas na fase de postura no brejo paraibano, Rodrigues et al. (2016) encontraram valores de temperatura entre 22 e 25°C, concluindo que as aves não tiveram seu desempenho produtivo afetado. Sousa et al. (2014), trabalhando com codornas de corte de 22 a 35 dias de vida, afirmam que a temperatura considerada de conforto é de 26°C, uma vez que observaram melhores resultados no

desempenho zootécnico, no entanto, quando submetidas à temperatura de 33 °C (calor severo), obtiveram maior índice de mortalidade, o que significa que aves na fase final de criação, toleram menos o calor do que o frio, ao contrário das primeiras semanas de vida.

A zona de termoneutralidade está relacionada com o ambiente térmico ideal, no qual a amplitude deve ser bem restrita e o animal alcança seu potencial máximo e a temperatura corporal é mantida com mínima utilização de mecanismos termorreguladores (Baêta & Souza, 2010), as aves encontram condições perfeitas para expressar suas melhores características produtivas (Nazareno et al., 2009), e o gasto de energia para manter a homeotermia é mínimo (Baêta & Souza, 2010).

Nesse sentido Macari & Soares (2012), discorrem que os animais sentem-se mais confortáveis termicamente em faixas de temperatura ambiente e umidade relativa própria para cada espécie e idade fisiológica, as ditas zonas termoneutras. Segundo Silva et al. (2012), o processo da manutenção da homeotermia somente é eficiente quando a temperatura ambiental estiver dentro dos limites da termoneutralidade, sendo que as aves não se ajustam, perfeitamente, em extremos de temperatura, podendo, inclusive, ter a vida ameaçada. Temperatura superior às de conforto das aves também pode ocasionar em modificações fisiológicas adaptativas, como modificação no tamanho dos órgãos (Ogbe et al., 2008; Brito et al., 2010).

Quando aves são colocadas em ambientes onde a temperatura está abaixo da zona de conforto, acionam mecanismos fisiológicos com o objetivo de gerar mais calor a fim de manter o corpo aquecido (Cassuce, 2011), as aves apresentam melhor desempenho produtivo quando criadas na zona conforto térmico, onde conseguem manter a homeotermia e se tem menos gasto energético.

Para codornas, segundo Berto (2012) aves submetidas a condições de termoneutralidade não apresentam alterações graves em seu desempenho, entretanto, podem ter seus índices de produção afetados por problemas sanitários, de qualidade genética inferior, manejo inadequado e nutrição.

Em situações de estresse por calor as aves abrem o bico e aceleram a taxa de respiração; abrem as asas com o objetivo de aumentar a superfície de dissipação de calor por convecção; ficam agitadas em estresse moderado e acabam por ficar prostradas (quietas, sem movimento), podendo chegar à morte caso o estresse por calor perdure por mais tempo ou a temperatura se eleve, aumentando o consumo de água para

dissipar calor por condução e repor a água evaporada pelo trato respiratório (Ferreira, 2016). Para Baêta & Souza (2010), o animal reage consumindo menos ração, bebendo mais água, aumentando a frequência respiratória e experimentando diferentes posturas corporais e comportamentais.

O conforto dos animais, que até algum tempo atrás era visto como um problema secundário passou a ser tratado com grande preocupação, visto que quando expostos a estresse calórico, a resposta fisiológica dos animais para retornar a zona de conforto causa perdas na produção, seja em aves de corte ou de postura (Gomes et al., 2011).

De acordo com Schiassi et al. (2015), um dos primeiros indicativos de estresse térmico das aves consiste na alteração dos seus padrões comportamentais e fisiológicos, buscando equilibrar suas taxas de troca de calor com o ambiente. Quando submetidas à situação de estresse térmico (Carvalho et al., 2013) as aves tendem a apresentar comportamento atípico, buscando minimizar os efeitos do ambiente sobre o seu conforto reduzindo a ingestão de alimento. Nessas condições, as aves passam grande parte do tempo prostradas, com o propósito de dissipar calor corporal para o meio (Santos et al., 2012).

O ambiente de criação das aves é de fundamental importância no desenvolvimento do setor. Técnicas têm sido aplicadas levando em consideração os aspectos climáticos e as necessidades dos animais, e conciliando conforto térmico e o bem-estar animal com a diminuição do tempo de criação, gerando aumento de produtividade (Abreu & Abreu, 2011; Amaral et al., 2011).

Como no Brasil imperam durante a maior parte do ano condições ambientais que ultrapassam a zona de conforto para os animais, a dissipação de calor corporal é fortemente afetada e algumas vezes, a produção animal pode se tornar inviável (Ferreira, 2016).

## **2.5. Variáveis ambientais**

As variáveis ambientais podem ser expressas por meio de índices, facilitando assim a comparação de diferentes ambientes (Abreu & Abreu, 2011). Um dos fatores de grande importância na criação avícola é o estudo do ambiente em que os animais estão acondicionados, o estudo da ambiência das construções rurais (Rodrigues et al., 2016) e

do bem estar dos animais para obtenção de uma melhor eficiência no desempenho e produção.

As aves de postura são susceptíveis aos efeitos da variação da temperatura ao longo de sua vida produtiva (Moraes, 2010). Quando expostas a condições térmicas desfavoráveis, a ave necessita ajustar seus padrões comportamentais e fisiológicos, a fim de realizar o balanço de calor (Amaral, 2012). Elementos climáticos como temperatura, umidade relativa e vento são fatores preponderantes por afetarem diretamente a capacidade produtiva, reprodutiva e de sobrevivência das codornas (Amaral, 2012), uma vez que as aves têm exigências diferentes conforme a idade (Biaggioni et al., 2008).

Na avicultura moderna, o ambiente climático é um dos principais causadores de perdas na produção animal, sendo que os extremos climáticos podem gerar severas perdas na produção, devido ao estresse por calor (Nardone et al., 2006; Nääs et al., 2010).

O estresse térmico é prejudicial às aves poedeiras, não somente pela mortalidade, mas também pela perda de condição corporal e quantidade de ovos que seriam produzidos, sendo importante que os geneticistas possam prever o impacto de fatores ambientais sobre a adaptação ao clima (Pereira et al., 2010). Diante disso, o animal porta-se como um sistema termodinâmico, que continuamente troca energia com o ambiente. Nesse processo, os fatores externos do ambiente tendem a produzir variações internas no animal, influenciando na quantidade de energia trocada entre ambos (Baêta & Souza, 2010).

### **2.5.1. Temperatura do ar**

A temperatura do ar é um elemento climático de efeito direto sobre os animais (Ferreira, 2016), ou seja, qualquer alteração nos seus valores promove, em curto prazo, alterações no comportamento e na fisiologia destes, quando correlacionada com a umidade relativa (UR) tem influência direta no conforto térmico animal, visto que quando a TA está muito elevada, acima de 35°C, o principal meio de dissipação de calor das aves é a evaporação, que depende da umidade relativa do ar (Baêta & Souza, 2010).

A faixa de temperatura na qual as aves apresentam máximo desempenho é conhecida como zona de conforto térmico (Ferreira, 2016), assim chamada porque a taxa metabólica é mínima e os animais apresentam menor gasto de energia para

manutenção da homeotermia, restando, conseqüentemente, mais energia para produção de ovos ou ganho de peso. Lima (2012) descreve que a alta temperatura ambiental é o principal causador do estresse por calor (interações com radiação, umidade relativa, velocidade do ar) pode ter efeito adverso em criações de aves em regiões tropicais.

Um dos primeiros sinais de desconforto térmico dos animais consiste na alteração das respostas comportamentais (Vilela, 2016). Sob altas temperaturas, as aves tendem a apresentar comportamento atípico, buscando minimizar os efeitos do ambiente (Carvalho et al., 2013) no qual, reduzem a ingestão de alimento passando grande parte do tempo prostradas, com as asas abertas com o propósito de dissipar calor corporal para o meio, aumentam a frequência respiratória e também ocorre elevação na faixa de temperatura cloacal (Santos et al., 2012; Cassuce et al., 2013).

Em baixas temperaturas o efeito é inverso, as aves tendem se agrupar, aumentam o consumo de alimento com objetivo de aumentar a produção de calor metabólico, vasoconstrição, redução da frequência respiratória, redução no consumo de água e permanecem mais agrupadas em relação aos outros animais (Schiassi, 2013). Khalil et al. (2012) observaram que aves mantidas em ambientes quentes tendem a ficar mais tempo paradas e menos tempo em movimento, quando comparadas a aves alojadas em condições de conforto térmico.

Relatos de Ferreira (2016) e Castro (2014) descrevem sobre os efeitos das oscilações de temperatura no desempenho das aves de postura: entre 24 a 26°C ocorre à máxima produção de ovos. Até 26°C não ocorre grandes interferências na produção, no entanto, acima de 26°C ocorre diminuição do número e tamanho dos ovos e a qualidade da casca poderá ser influenciada. A partir de 27°C queda no número e no tamanho dos ovos, ao mesmo tempo em que o consumo de ração por quantidade de ovos produzidos aumenta, conseqüentemente reduzindo a eficiência reprodutiva. Acima de 30°C observa-se redução no consumo de ração, tamanho do ovo e no ganho de peso e a qualidade da casca dos ovos se deteriora. Aos 32°C o consumo de água poderá ser superior ao dobro observado em ambiente de conforto, nesse momento, a termo regulação fica comprometida.

De acordo com Vercese et al. (2012), a partir de 27°C sob temperaturas contínuas as codornas japonesas apresentam evidências de estresse térmico, o que influenciou negativamente nos parâmetros de desempenho, com redução no consumo de ração, peso e massa dos ovos e conversão alimentar por dúzia de ovos, com a elevação

da temperatura para 36°C, afetou negativamente o percentual de ovos viáveis e o percentual de postura, comprovando o consequente efeito do estresse térmico no metabolismo e no equilíbrio térmico corporal das aves. Ainda, Castro (2014) constatou um acréscimo de 13,7% no consumo de água de codornas quando a temperatura do ar ultrapassou os 28°C comparando com a zona de conforto térmico.

Em trabalhos com diferentes níveis de proteína e energia para codornas europeias no semiárido brasileiro, Ribeiro et al. (2016) encontraram valores de temperatura de 30,8°C para o turno da manhã e 29,6°C para o turno da tarde, indicando que as codornas estavam submetidas a estresse por calor em ambos os turnos. Supõe-se que, mesmo em condições de TA elevada em ambos os turnos, a capacidade das codornas em eliminar calor provavelmente foi compensada pela UR que se apresentou dentro do nível considerável para a produção sem comprometer o desempenho.

Por outro lado, Umigi et al. (2012) trabalhando com codornas japonesas na fase de produção, reportam que a codorna pode ser criada sob condições de temperatura mais elevadas, ou seja, sob estresse térmico. Para Furtado et al. (2011), aves criadas fora da faixa de temperatura ideal podem ter seu desempenho produtivo prejudicado, como também a qualidade dos ovos.

### **2.5.2.Umididade relativa do ar**

A umidade relativa do ar diz respeito à quantidade de água presente em um volume de ar (Ferreira, 2016) presente na atmosfera saturada, que tem grande influência sobre os animais. A mesma afeta o seu bem-estar e, conseqüentemente, a sua produtividade, uma vez que em temperaturas muito elevadas (acima de 35°C), o principal meio de dissipação de calor das aves é a evaporação, que depende da umidade relativa do ar para sua sobrevivência (Baêta & Souza, 2010).

Segundo Ferreira (2016) a umidade relativa do ar deve estar na faixa de 40% a 70% para a maioria das espécies domésticas. Na fase adulta as codornas toleram umidade relativa do ar entre 65 e 70% (Oliveira, 2007). Albino & Barreto (2012) pontuam que a umidade relativa do ar não deve ser superior a 70%, pois níveis acima deste percentual facilita a proliferação de verminoses, o aparecimento de micoses, diarreias, moscas, dificulta o empenamento, além de retardar o crescimento, favorecendo queda no desempenho das aves.

A umidade relativa do ar tem maior importância no conforto térmico das aves quando a temperatura ambiental atinge 25°C, pois altas temperaturas associadas a altas taxas de umidade relativa dificultam a remoção da umidade através das vias aéreas, tornando a respiração cada vez mais ofegante (Guimarães, 2012). Como a evaporação é dependente da pressão de vapor d'água, à medida que aumenta a umidade do ar, a perda por evaporação diminui. É importante o controle da umidade do ar dentro das instalações, uma vez que em ambiente de temperatura e umidade do ar elevadas, as perdas de calor latente são prejudicadas e a condição de estresse é acentuada (Vercese et al., 2012).

Em trabalhos no Brejo Paraibano, Rodrigues et al. (2016) compilaram dados acerca do conforto térmico das instalações para codornas japonesas na fase de produção, encontrando valores de umidade relativa entre 78 e 85,6%, concluindo que o ambiente de criação favoreceu ao estresse dos animais, visto que a produção oscilou entre 75 a 85%. Lima et al. (2011), em trabalhos desenvolvidos no Ceará com diferentes níveis de sódio para codornas japonesas na fase de crescimento, encontraram valores de umidade relativa de 81,7%, que associados com elevada temperatura, propiciaram um ambiente considerado estressante para os animais.

### **2.5.3. Velocidade do vento**

O vento é um dos agentes responsáveis pela dissipação de calor do animal para o ambiente, denominada convecção (Ferreira, 2016). A ventilação do ambiente, mesmo não reduzindo a temperatura do ar, promove aumento do processo convectivo de troca e, se estiver dentro das recomendações, melhora a sensação térmica do animal, possibilitando, dentro de certos limites, controlar a temperatura e a umidade do ambiente (Ferreira, 2016).

Segundo Carvalho et al. (2010) a ventilação mínima, que é a quantidade de ar necessária por hora para atender à demanda de oxigênio das aves e manter a qualidade do ar, é de suma importância para o sucesso da criação. Segundo Baêta & Souza (2010) a ventilação adequada possibilita uma menor temperatura no interior da instalação em épocas quentes do ano, quando o desconforto térmico é acentuado. Nas instalações onde a ventilação é deficiente poderá ocorrer aumento na concentração de amônia, ácido sulfúrico e gás carbônico (Bridi, 2011).

Ferreira (2005) preconiza que a velocidade do vento considerada como de conforto para as aves é de 0,2 a 3,0 m/s. Ruzal et al. (2011) afirmam que altas taxas de ventilação 3,0 m/s afetam positivamente a produção de ovos. Trindade et al. (2007) avaliando os índices ambientais e zootécnicos de aves de postura, no verão e inverno no semiárido paraibano, não encontraram diferença significativa na velocidade do vento, média de 0,30 m/s, sendo considerado como de conforto para as aves.

Para Vilela (2016) estudar a velocidade do ar é de grande valia, uma vez que no Brasil, as instalações utilizadas para a criação de codornas são predominantemente abertas, sujeitas à ação da ventilação natural, da temperatura e umidade relativa do ar exterior. Sem o controle ambiental desejado, as condições climáticas do meio externo são facilmente transferidas aos interiores, expondo as aves a situações de desconforto tanto por frio quanto por calor, podendo comprometer essencialmente o seu desempenho.

## **2.6. Variáveis fisiológicas**

Vários índices são utilizados para predizer o desconforto e conforto dos animais, a frequência respiratória, temperatura superficial corpórea e a temperatura cloacal são consideradas como parâmetros fisiológicos importantes na caracterização da condição de conforto ou estresse dos animais (Guimarães et al., 2014), visto que um dos maiores problemas na avicultura brasileira é o estresse por calor, por as aves não possuírem glândulas sudoríparas e apresentarem o corpo recoberto por penas (Furlan et al., 2008).

### **2.6.1. Frequência respiratória (FR)**

A frequência respiratória é um dos primeiros artifícios fisiológicos que as aves utilizam no intuito de manter e controlar sua homeotermia, liberando calor interno na forma evaporativa para o ambiente, sendo este considerado como um mecanismo eficiente (Saraiva et al., 2011; Ferreira, 2016). As aves possuem reduzida capacidade de transpirar, por isso as perdas por evaporação pela pele são pouco significativas, porém muito importantes (Viola et al., 2011).

O aumento da frequência respiratória é um mecanismo de proteção dos animais facilmente detectado pela observação do comportamento dos mesmos através da contagem do número de movimentos respiratórios por minuto, com o objetivo de expelir maior quantidade de ar quente para o ambiente (Ferreira, 2016). Em situação de

estresse, os animais apresentam aumento na frequência respiratória, como mecanismo para manter a termo regulação corporal, porém, quanto maior for à exposição a diferentes temperaturas, maior será o gasto de energia para manutenção do animal, com pior desempenho zootécnico (Damasceno et al., 2009; Barbosa, 2016). A troca de calor com o ambiente ocorre através do aumento da frequência respiratória (Furlan et al., 2008) o que resulta em perdas de  $\text{CO}_2$  afetando na disponibilidade de bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ) utilizados na formação da casca do ovo, comprometendo a formação da mesma.

Relatado por Ferreira (2016) a frequência respiratória de frangos de corte varia de 25 mov/min em um ambiente confortável, a mais de 250 mov/min, quando a ave se defronta com estresse agudo por calor, sendo de muita importância esse aumento para garantir sua sobrevivência. Corroborando com Souza et al. (2005), que reportam sobre aves submetidas a ambientes confortáveis e devem apresentar frequência respiratória entre 20 a 30 mov/min, sendo considerada normal à média de 25 mov/min.

Em trabalhos abordando o efeito do ambiente sobre indicadores fisiológicos na produção de frangos de corte, Costa et al. (2012) encontraram valores de FR de 58,96 mov/min, concluindo que o ambiente causou desconforto as aves. Já Furtado et al. (2013), em trabalhos com codornas japonesas na fase de produção encontraram médias de frequência respiratória entre 22,8 e 27,9 mov/min, não sendo considerado um ambiente desconfortável para as aves, haja vista que a temperatura ficou entre 24 e 25°C e a umidade em média entre 75%.

Saraiva et al. (2011) trabalhando com codornas europeias criadas em ambiente termoneutro e alimentadas com redução de proteína e aminoácidos, encontraram valores de frequência respiratória entre 64,33 e 70,11 mov/min e afirmaram que as dietas não tiveram influência sobre esse parâmetro. Nazareno et al. (2009) reportam que codornas de postura criadas dentro da ZCT podem expressar suas melhores características produtivas, uma vez que a manutenção da FR dentro dos níveis fisiológicos é fundamental, principalmente para manter o pH sanguíneo dentro da normalidade e evitar problemas, como a alcalose sanguínea.

Resultados encontrados por Rodrigues et al. (2016), trabalhando com codornas com diferentes níveis de proteínas em suas dietas e numa faixa de temperatura de 22 a 25°C, observaram valores de 26,4 mov/min no período da manhã e 29,1 mov/min período da tarde. Esses resultados demonstraram que em condições de temperaturas mais elevadas é possível ocorrer elevação da frequência respiratória para estimular a

perda evaporativa de calor (ofegação), na busca pela manutenção do equilíbrio térmico corporal (Silva, 2017).

O aumento da frequência respiratória é uma forma de aumentar as taxas de evaporação no ar expirado e desta forma perder calor para o ambiente. Dependendo da temperatura e da umidade do ar, as aves podem aumentar sua frequência respiratória em até 10 vezes (Castilho et al., 2015), caso essa elevação ocorra por um longo período no dia, sem que se tomem providências para reduzir o estresse por calor dos animais, poderá se tornar uma fonte de calor que em poedeiras afeta diretamente na formação do ovo e conseqüentemente resultar em ovos com casca fina (Ferreira, 2016).

### **2.6.2. Temperatura superficial corporal (Tsc)**

O mapeamento da temperatura superficial corporal surge como um método não invasivo ou inovador, pela correlação com outras variáveis fisiológicas das aves, como frequência respiratória e temperatura cloacal (Nascimento, 2010). A temperatura superficial é uma importante variável no bem estar, servindo como resposta fisiológica da ave a condições inadequadas das instalações (Nascimento et al., 2011), podendo ser obtida sem o contato com o animal, com a utilização de termômetros a *laser* com infravermelho (Ferreira, 2016).

As aves são animais homeotermos, ou seja, mantêm sua temperatura corporal constante com uma estreita faixa de variação, no qual controla sua temperatura independente da variação do ambiente (Ferreira, 2016), elas dispõem de um centro termorregulador, localizado no hipotálamo, capaz de controlar a temperatura corporal através de mecanismos fisiológicos e respostas comportamentais, mediante a produção e liberação de calor, determinando assim a manutenção da temperatura corporal normal (Macari & Soares, 2012).

A temperatura superficial deve ser utilizada para medir o estado de estresse ou conforto dos animais (Cangar et al., 2008), visto que a mesma tem correlação com parâmetros ambientais e sensibilidade sob diferentes condições. Ferreira (2016) discorre que as aves podem realizar suas atividades normais sob ampla variação da temperatura externa. De acordo com Nascimento et al. (2011) o aumento na temperatura superficial pode servir como resposta fisiológica da ave a condições inadequadas de alojamento, como também o empenamento, que é uma resposta adaptativa ao ambiente e que influencia na perda de calor. Giloh et al. (2012) citam que o aumento da temperatura do

ar resulta no acréscimo da temperatura superficial nas aves, devido a vasodilatadores periféricos, sendo considerado uma resposta fisiológica para aumentar a dissipação térmica.

Ribeiro et al. (2016) reporta que durante o estresse calórico evidencia-se um aumento do fluxo sanguíneo para a superfície do corpo da ave no intuito de dissipar calor, refletindo assim, em um aumento da temperatura da pele, visto que as aves não resistem por longos períodos a temperaturas superiores a 5°C acima da sua temperatura corporal (Ferreira, 2016), no entanto, resistem mais ao frio, sobrevivendo em ambiente com temperatura 20°C abaixo de sua temperatura corporal, evidenciando sua capacidade de isolamento.

Segundo Schütz (2011) para aumentar a dissipação de calor, a ave procura maximizar a área da superfície corporal, mantendo as asas afastadas do corpo, induzindo o aumento do fluxo sanguíneo para os tecidos periféricos não cobertos de penas (pés, crista e barbela), as áreas desprovidas de penas, tais como as pernas e área facial (Castilho et al., 2015), são fundamentais no processo termorregulatório, assim como as regiões corporais altamente vascularizadas como crista e barbela. Concordando com o autor citado, Ferreira (2016) discorre que as partes superficiais como pés, barbela e crista apresentam temperaturas mais baixas, uma vez que a temperatura periférica pode ser 10°C menor do que a temperatura central ou interna. Quando as aves são criadas em ambiente com temperatura elevada, ocorre aumento do fluxo de sangue para a crista (vasodilatação periférica) com o objetivo de dissipar calor.

Nääs et al. (2010) analisando a distribuição da temperatura em 14 regiões corpóreas de frangos de corte com 42 dias de idade, confirmaram que nas seis regiões desprovidas de penas as temperaturas foram maiores que nas oito regiões com penas e ainda verificaram que a temperatura da pata foi a maior das regiões desprovidas de penas, com valores de 39°C para temperatura de 27,5°C e 39,7°C para ambiente de 31,2°C, corroborando com Souza Júnior et al. (2013) que em trabalhos com avaliação termográfica de codornas japonesas verificaram que a região das patas foi a que sofreu maior variação na temperatura superficial, por ser uma região corporal com ausência de penas e altamente vascularizada, atuando diretamente nas trocas térmicas.

Resultados de Mutaf et al. (2008), ao estudarem a Tsc de poedeiras sob diferentes condições térmicas, também observaram que as temperaturas das regiões cobertas com penas se aproximaram da temperatura do ar. Ribeiro et al. (2016)

encontraram valores médios de TS de 35,33°C, semelhantemente aos resultados encontrados por Souza Júnior et al. (2015) em trabalho com galinhas poedeiras, observaram médias parecidas para TS de 35,61°C à temperatura entre 29 e 31°C, constatando que a TS apresentou uma relação positiva com as temperaturas. Cassuce (2011) avaliando a temperatura de superfície corporal observou que as aves submetidas à temperatura elevada apresentaram alteração da temperatura de superfície corporal quando comparadas às aves criadas em condição de conforto térmico.

Trabalhando com codornas europeias criadas em ambiente termo neutro, Saraiva et al. (2011) estudaram a distribuição da temperatura em 3 regiões corpóreas: temperatura de cabeça (Tcabeça), temperatura de coxa (Tcoxa) e temperatura de peito (Tpeito), simulando a temperatura periférica do animal, verificaram temperaturas médias de aproximadamente 35°C, uma vez que as aves permaneceram em sala climática a uma temperatura constante de 25°C, salientando, também, que a temperatura superficial é importante para manutenção da homeotermia, mediante trocas térmicas com o ambiente, onde normalmente a temperatura de superfície acompanha as alterações na temperatura do ar.

Em trabalhos com codornas japonesas Rodrigues et al. (2016), estudaram a distribuição da temperatura em 3 regiões corpóreas: temperatura da cabeça (Tca), temperatura da asa (Ta), temperatura da pata (Tpa) e encontraram temperaturas médias de aproximadamente 33°C. Nunes et al. (2014) e Vilela (2016) ao analisarem a temperatura superficial em codornas, concluíram que aves criadas em temperaturas elevadas apresentam maiores temperaturas superficiais do que aves criadas em temperaturas mais amenas.

### **2.6.3. Temperatura cloacal (TC)**

A temperatura cloacal é considerada um parâmetro fisiológico que representa a temperatura interna ou do núcleo central dos animais (Saraiva et al., 2011), normalmente, esta sofre alterações em situações de estresse severo, provindos de situações adversas no ambiente. Segundo Ferreira (2016) o estudo do reflexo do ambiente sobre os animais tem como melhor indicador de temperatura corporal profunda a temperatura cloacal, sendo a temperatura cloacal considerada de 41°C para aves. Para Macari & Soares (2012) a temperatura cloacal é 41,1°C. Dagher (2008), afirma que para frangos e poedeiras saudáveis e bem alimentados em condições de

equilíbrio térmico a temperatura cloacal está entre 40,5 e 41,5°C. Em condições naturais de temperatura e umidade, a temperatura cloacal de frangos de corte machos aos 42 dias é de aproximadamente 41°C (Bueno et al., 2014).

Relatos de Vercese et al. (2012), discorrem que a temperatura interna das aves é mais alta e mais variável que a dos mamíferos, e quando adultas pode variar de 41 a 42°C, dependendo da idade, peso corporal, sexo, atividade física, consumo de ração e ambiente térmico do galpão.

Em trabalho realizado por Castilho et al. (2015), avaliando o bem-estar de galinhas poedeiras em diferentes densidades de alojamento, encontraram média de temperatura cloacal de 41,29°C. Corroborando com Nazareno et al. (2009) e Costa et al. (2012) que trabalhando com frangos de corte também encontraram valores de temperatura cloacal em torno de 41 e 42°C. Por outro lado, Furtado et al. (2013) trabalhando com parâmetros fisiológicos de codornas japonesas em produção citam valores de 41°C.

Comparando as diferentes densidades de alojamento, Castilho et al. (2015) verificaram que as aves alojadas em densidade de 8 aves/gaiola apresentaram menor temperatura cloacal (41,2°C) em relação aquelas alojadas em 12 aves/gaiola (41,4°C), e a densidade 10 aves/gaiola mantendo-se intermediário com 41,3°C. Todavia, o fato de ter-se mantido intermediário, indica que mesmo em temperaturas acima do recomendado, as aves conseguem manter a homeotermia.

Ao aferir a temperatura cloacal de codornas japonesas submetidas a diferentes ambientes, Sá Filho et al. (2011) não encontraram diferenças significativas, permanecendo valores próximos de 40,5°C  $\pm$  0,05°C. Nesse sentido, foi considerado por ele como valor associado à condição de conforto térmico. Seguindo a mesma linha de pesquisa, Rodrigues et al. (2016) em trabalhos com codornas japonesas submetidas a ambiente com temperatura média de 25°C, encontraram valores de temperatura cloacal entre 41 e 42°C, concluindo que os animais não sofreram desconforto. Furtado et al. (2013), estudando sobre o efeito do balanço eletrolítico nos parâmetros fisiológicos de codornas, encontraram valores temperatura cloacal dentro da média considerada normal para aves entre 41 a 42,5°C, concluindo que as aves estavam em conforto e mantiveram a homeotermia.

## **2.7. Desempenho e qualidade de ovos de codorna**

O desempenho produtivo das aves pode ser influenciado por vários fatores como genético, nutricional, manejo, densidade de alojamento e do ambiente, entre outros (Guimarães, 2012). De acordo com Alves et al. (2007), análises de parâmetro produtivos e da qualidade dos ovos são exemplos de algumas medidas adotadas para determinação dos efeitos do ambiente de criação sobre o desempenho e o bem-estar das aves. Nas codornas, como em outras espécies de aves, o consumo é regulado pela densidade energética da dieta e pela exigência nutricional (Moura et al., 2010), bem como pela temperatura ambiente (Silva et al., 2012).

Segundo Rostagno et al. (2011) as codornas atuais estão mais pesadas, mais produtivas e com ovos maiores, quando comparadas as de anos anteriores, mas não havendo uma padronização de linhagens comerciais, o que tem contribuído para a variação nos resultados de desempenho. Silva & Costa (2009) comentam que o consumo diário das codornas aumenta com a idade, o frio e a menor densidade energética da ração e diminui com o aumento da temperatura ambiente, com a densidade e o tipo de alojamento das aves. Rodrigues et al. (2016) reportam que um dos fatores que pode interferir no consumo de ração é a temperatura, ou seja, com o aumento da temperatura ambiente as aves deixam de consumir alimento e passam a utilizar mecanismos para dissipar calor do corpo para o meio.

Pesquisa realizada por Silva et al. (2009) com frangos de corte, verificaram aumento na ingestão da ração quando as aves foram submetidas à temperatura ambiente de 22°C, em comparação com a temperatura de 32°C. Todavia, a temperatura controle de 27°C repercutiu em melhor ganho de peso. Jordão Filho et al. (2011) observaram redução da exigência de energia de manutenção com o aumento da temperatura ambiente, o que explica a menor necessidade de gasto de energia pelas aves para produção de calor e, assim, manter a homeotermia corporal.

Seguindo a mesma linha de pesquisa, Sousa et al. (2014) submeteram codornas com 4 e 5 semanas de criação a diferentes ambientes térmicos e verificaram que para temperatura de 26°C houve um maior consumo de ração por ave durante a quarta semana de vida. Costa et al. (2012) e Vercese et al. (2012) constataram que poedeiras mantidas sob estresse por calor apresentaram como uma das primeiras respostas à condição térmica a que ficaram expostas, um decréscimo no consumo de ração e o

aumento da ingestão de água, diminuindo a disponibilidade de nutrientes essenciais para a produção, com consequentes perdas no potencial produtivo e na qualidade dos ovos.

Estudando a influência de diferentes níveis de estresse térmico do ambiente, incluindo conforto (25°C), estresse por calor leve (28°C), calor moderado (31°C), calor acentuado (34°C) e calor severo (37°C) sobre o desempenho de frangos de corte na fase final de crescimento (22 a 42 dias), Arcila et al. (2014) verificaram menor consumo de ração e ganho de peso nas aves submetidas ao estresse por calor. A temperatura ambiental superior a 31°C por 12 horas ao dia é suficiente para comprometer a conversão alimentar das aves, em relação àquelas mantidas a uma temperatura de 25 e 28°C.

Relatos de Tarabany (2016) ressalta que a temperatura exerce forte influência para o parâmetro peso do ovo, tendo em vista que codornas estressadas pelo calor tendem a gerar ovos mais leves, e aves mantidas no calor apresentam redução na taxa de produção de ovos e na massa de ovos (Bozkurt et al., 2012). O stress térmico reduz a ingestão de alimentos pelas aves, assim como a digestibilidade dos diferentes componentes da dieta os quais são necessários para a formação do ovo afetando negativamente o desempenho e a rentabilidade (Araujo et al., 2014).

O peso do ovo de codorna varia de 9 a 13g, sendo de grande importância para avaliação da qualidade externa do mesmo (Marinho, 2011; Tarabany, 2016) estando positivamente correlacionado com o peso da casca, peso de albúmen e peso da gema. Zita et al. (2013) enfatizam que a idade da codorna também exerce efeito sobre o peso do ovo, os mesmos observaram um aumento no peso do ovo até a 25ª semana de idade, seguida de uma posterior diminuição gradual até o final do período de postura.

Resultados encontrados por Rodrigues et al. (2016) em trabalhos com codornas japonesas criadas no brejo paraibano e alimentadas com redução de proteína na dieta, encontraram valores de peso de ovo 11,38 g, semelhante aos dados relatados por Umigi et al. (2012) em trabalhos com codornas japonesas alimentadas com dietas suplementadas com diferentes níveis de treonina, citam valores de peso de ovo de 11,3 g e Gravena et al. (2011) em estudo com codornas japonesas suplementadas com minerais orgânicos, relatam que o peso dos ovos variaram de 10,95 a 11,19 g, sendo que a temperatura ambiente registrada foi de 21,3°C e umidade relativa de 76,4%.

Camerini et al. (2013) observaram que com a elevação da temperatura ambiental de 20 à 32°C em experimento com poedeiras Dekalb White, em câmara climática, a

massa dos ovos apresentou menores valores com elevadas temperaturas. Guimarães et al. (2014) avaliando o efeito das estações chuvosa e seca no desempenho produtivo e na qualidade dos ovos de codornas no semiárido paraibano, obtiveram valores de massa dos ovos de 11, 40 e 10,90g/ave/dia na estação chuvosa e seca respectivamente. Rodrigues et al. (2016) encontraram média de massa de ovos produzido de 9,63 g/ave/dia, sendo este valor semelhante ao encontrado por Costa et al. (2008) que trabalhando com codornas de corte, obtiveram peso médio de ovos de 9,82 g/ave/dia.

Avaliando o desempenho e a qualidade de ovos de poedeiras criadas sob temperaturas de 20, 26 e 32°C e UR de 60%, Oliveira et al. (2014) observaram que quando expostas a temperaturas de 20 e 26°C as aves apresentaram efeitos positivos na qualidade dos ovos por estarem dentro da zona de conforto térmico. No entanto, na temperatura de 32°C as aves apresentaram evidências de estresse térmico, propiciando aumento da ingestão de água, redução no consumo de ração, redução nos valores de percentual de produção e nos parâmetros de qualidade dos ovos. Segundo os autores, a queda na produção, porcentagem e peso dos ovos pode estar associada à redução no consumo de alimento e ao aumento no consumo de água, com diminuição da disponibilidade de nutrientes para a produção.

De acordo com Rezende & Rocha (2013), a qualidade da casca do ovo pode ser alterada em plantéis submetidos à alta temperatura ambiente, tendo em vista que em condições de alta temperatura ambiente e redução no consumo de ração, a energia se torna o primeiro fator limitante para a matriz (Souza & Lima, 2007). Com o aumento da temperatura ambiente associado à umidade elevada, observa-se queda gradativa na qualidade da casca, sendo seu efeito observado a partir de 26°C. Nesta situação de desconforto, entra em funcionamento o sistema de perda de calor, chamado calor sensível, caracterizado pela hiperventilação e evaporação de água dos pulmões. Esta situação pode levar a alteração no equilíbrio ácido-básico das aves, e conseqüentemente, prejudicar a formação e qualidade dos ovos (Rezende & Rocha, 2013).

Segundo Borges et al., (2003) e Franco & Sakamoto (2012), a diminuição do CO<sup>2</sup>, provocada pela ofegação, leva a alcalose respiratória que interfere no equilíbrio eletrolítico e mineral, podendo resultar em ovos pequenos e de casca fina. Esta alcalose pode ser compensada pela eliminação de íons carbonatos pelos rins, explicando assim a redução na qualidade externa dos ovos, pois o organismo fica em déficit dos elementos que irão compor o carbonato de cálcio na casca. Souza & Lima (2007) afirmam que em

condições de estresse calórico extremo, a matriz transfere suas prioridades fisiológicas da produção de ovos e calcificação da casca do ovo para a sobrevivência do organismo.

Para Rodrigues et al. (2015), a conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos não foi afetada pelos diferentes níveis de balanço eletrolítico, ficando dentro da média considerada normal para codornas de postura e semelhantes aos valores citados por Costa et al. (2011). Achados de Oliveira et al. (2014), demonstram que menores valores de gravidade específica do ovo podem estar associados à queda no peso dos mesmos e diminuição da espessura da casca já que existe relação entre esses parâmetros, tendo sido ambos afetados pelo aumento da temperatura.

Autores como Castro (2014) e Figueiredo (2013), avaliando o desempenho e a qualidade de ovos de codornas japonesas sob efeito de diferentes temperaturas, observaram, para ambientes à 20 e 32°C, valores médios de gravidade específica de 1,069 e 1,066 g.cm<sup>-3</sup>. Considera-se que maior gravidade específica resulta em melhor qualidade de casca do ovo, o que resulta em menores trocas fluidas entre o interior deste e o meio externo (Carvalho, 2013).

Segundo Araújo & Albino (2011), quanto maior a gravidade específica melhor será a qualidade da casca. Com o passar do tempo de armazenamento ou após a postura o ovo vai perdendo água e dióxido de carbono pela casca. Sendo assim, a densidade total do ovo fresco é maior do que a do ovo armazenado por mais tempo, pois estes últimos contêm maior volume ocupado por gás que reduz consideravelmente a densidade total. De acordo com Leeson & Summer (2009) em geral, gravidade específica abaixo de 1.080 está negativamente correlacionada com a eclodibilidade, embora não haja nenhuma relação clara entre os valores de gravidade específica superiores a 1.080 g.cm<sup>-3</sup>.

Achados de Guimarães et al. (2014) não verificaram diferença significativa para espessura da casca de ovos de codornas, na qual se manteve constante com valores de 0,24 mm tanto no período quente quanto no período chuvoso. Oliveira et al. (2014), trabalhando com ovos de galinhas, verificaram diferenças significativas quando submeteram as aves à estresse térmico, com valores médios de 0,48 mm em condições de termoneutralidade, enquanto que quando submetidas a temperatura de 32°C, a espessura média da casca diminuiu para 0,41 mm, no entanto, segundo Araújo & Albino (2011) quanto maior for o percentual de casca em relação ao peso do ovo melhor será a

sua qualidade. Segundo Jácome et al. (2012), dentre os fatores ambientais que levam a produção de ovos com casca fina, a temperatura ambiente é o mais importante.

## **2.8. Peso dos órgãos**

O desenvolvimento da ave como um todo pode ser interpretado como a soma dos pesos dos órgãos e das partes (Marcato et al., 2010), uma vez que os pesos do fígado, coração e moela são características economicamente importantes na avicultura comercial (Gaya et al., 2006b), sendo que diversos fatores podem interferir nesse desenvolvimento, como genética, sexo, nutrição, manejo e o ambiente de criação.

O fígado é considerado o principal órgão metabólico do corpo (Marcato et al., 2010), responsável pela síntese lipídica nas aves (Ferreira et al., 2014), através da secreção da bile que contém sais biliares necessários para a emulsificação e digestão das gorduras (Marcato et al., 2010) no entanto, alguns fatores nutricionais podem interferir em seu funcionamento, uma vez que a redução e o aumento da atividade metabólica influenciam o tamanho desse órgão.

Segundo Marcato et al. (2010), em aves submetidas à restrição alimentar o tamanho do fígado é reduzido, como também, aves sob condições de estresse térmico por calor têm o peso do fígado reduzido (Silva et al., 2014), esta redução, além de denotar o estado de estresse térmico sofrido pela ave representa prejuízo a nível de produtividade, já que se trata de uma víscera comestível.

Salabi et al. (2011) em trabalhos com diferentes níveis de zinco nas características de frangos de corte criados em condição de estresse por calor, não observaram diferenças para o peso do fígado entre frangos expostos ao estresse cíclico (37°C) durante seis horas, no entanto, os mesmos consideram que o tempo de estresse por um período curto de aproximadamente uma hora, não é suficiente para desencadear alterações que prejudiquem o ganho de peso e o desenvolvimento do fígado.

Em trabalhos com frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada por uma hora, Silva et al. (2014) encontraram valores médios de peso do fígado do 16º ao 42º dia de idade de 2,25g. Este resultado pode ser explicado pela duração diária do estresse de calor, ou seja, uma hora diária com temperatura acima de 36°C não foi suficiente para alterar o peso relativo do fígado, mostrando que as aves tinham tempo para retomar as condições fisiológicas.

Em trabalho realizado com codornas de corte de ambos os sexos em função da idade e nível nutricional Corrêa (2010), verificou maiores pesos de fígado e moela nas fêmeas. O mesmo autor observou pesos do fígado aos 42 dias de idade para machos de 5,04g e para fêmeas de 7,96g, para as codornas alimentadas com ração contendo 25% de proteína bruta. Em consonância, Grieser (2012) encontrou valores inferiores para peso do fígado para machos de 4,85g e para fêmeas de 5,49g, corroborando com Camelo et al. (2015), que encontraram valores de 4,09g de peso de fígado trabalhando com farelo de goiaba na dieta de codornas europeias.

Ressalvas de Vasconcelos et al. (2014) em trabalhos com codornas de corte, observaram que as codornas fêmeas apresentaram maior peso do fígado, o que pode ser explicado pela possível maturação do aparelho reprodutor e aumento da atividade em órgãos correlacionados, onde há grande depósito de gordura para o início da atividade reprodutiva (Lima et al., 2011).

O tamanho da moela está relacionado à massa muscular, que é desenvolvida por meio do trabalho mecânico da moela para macerar os alimentos. Com o aumento da atividade mecânica, esses músculos sofrem hipertrofia e aumento da massa muscular pela maior atividade da moela (Ribeiro et al., 2002).

Os pesos da moela de codornas de corte obtidos por Corrêa (2010), aos 42 dias de idade foram de 4,18g para os machos e de 5,12g para as fêmeas. De acordo com Lilja et al. (1985) o maior tamanho da moela melhora a capacidade de digerir e ingerir os alimentos. Camelo et al. (2015) trabalhando com farelo de goiaba na dieta de codornas europeias encontraram valores médio da moela de 3,21g e de coração 1,64g.

Nesse sentido, Vasconcelos et al. (2014) avaliando as características de carcaça de codornas de corte alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia, encontraram efeito em relação ao sexo sobre o peso da moela, uma vez que as codornas fêmeas apresentaram maior peso 5,74g em comparação aos machos 5,21g. Bastos-Leite et al. (2016), trabalhando com ácidos orgânicos e óleos essenciais para frangas de reposição, não observaram efeito significativo dos tratamentos sobre o peso relativo do fígado e da moela.

Achados de Marinho et al. (2010), narram sobre a inclusão do resíduo de goiaba sobre os pesos absolutos de coração, fígado e moela de codornas japonesas machos e codornas fêmeas, observando que os maiores pesos absolutos de coração, fígado e moela foram verificados nas fêmeas, possivelmente devido ao elevado metabolismo

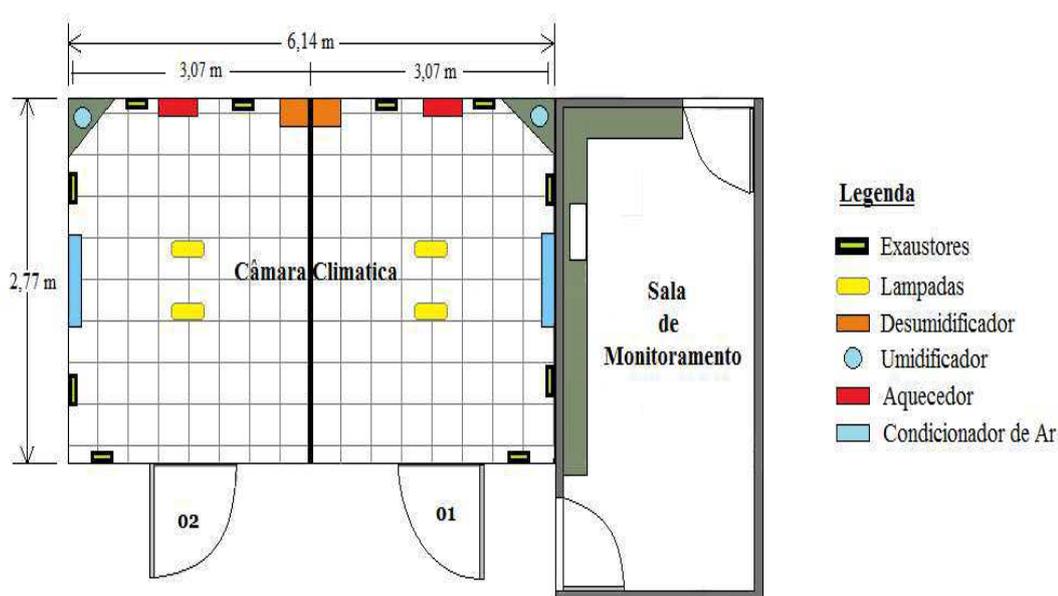
para a formação dos ovos, haja vista que as mesmas se encontravam em início de postura.

Alterações no peso do coração foram descritos em estudo com poedeiras leves alimentadas com diferentes níveis do aminoácido triptofano (Costa et al., 2012). Em trabalhos sobre as características de carcaça de codornas europeias alimentadas com diferentes níveis proteicos Cavalcante et al. (2010), observaram que nem o coração nem o fígado sofreram influencia da dieta. No entanto, a dieta influenciou de forma quadrática o rendimento de moela, obtendo maior peso ao nível de 26,6% de PB.

Trabalhando com codornas de corte de diferentes idades, Sousa (2013) verificou que o peso do coração em codornas de corte aos 21 dias de idade variou de acordo com os diferentes ambientes de criação (24 a 36°C), onde, para temperatura de 24°C foram encontrados valores de 1,11g e 4,18g para o coração e o fígado respectivamente, e para temperatura de 33°C foram encontrados valores de 0,79g e 3,66g para o coração e o fígado respectivamente. Este mesmo autor, ainda estudou o efeito dos ambientes de criação (24 e 33°C) sobre o peso do coração e do fígado em codornas de corte aos 35 dias de idade, em relação àquelas mantidas a 25°C (termoneutro), verificando que houve variação no peso do fígado e coração de acordo com o ambiente de criação.

### 3. METODOLOGIA

Todos os procedimentos utilizados foram aprovados pelo Comitê de Ética de Uso de Animais da Universidade Federal de Campina Grande (Protocolo nº 089.2017). A fim de se obter as temperaturas estudadas, o experimento foi realizado em duas câmaras climáticas, com as dimensões de 3,07 m x 2,77 m x 2,6 m (Figura 1), localizadas na área experimental do Laboratório de Construções Rurais e Ambiente (LaCRA), da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEAg) da Universidade Federal de Campina Grande, PB. A coleta dos dados foi realizada no período de setembro a dezembro de 2016, totalizando 84 dias, divididos em quatro períodos de 21 dias cada.



**Figura 1.** Layout interno das câmaras climáticas e da sala de monitoramento

Para o controle da temperatura ambiental no interior das câmaras climáticas, foram utilizados condicionadores de ar e aquecedores, sendo a umidade relativa do ar controlada através de umidificadores e desumidificadores de ar, e para iluminação no interior das câmaras climáticas foram utilizadas lâmpadas do tipo fluorescente de 20W e 220V.

Cada câmara climática foi equipada com um aquecedor de ar de resistência elétrica, um condicionador de ar do tipo “split” quente/frio com potência de 18.000 btus e um umidificador de ar, com capacidade de 4,5 L e débito de névoa (valor médio) de 300 mL por hora. A umidade relativa do ar foi controlada através de umidificadores de

ar e medidas através de sensores, enquanto que a velocidade do vento foi obtida através de ventiladores laterais e exaustores. As câmaras climáticas têm em seu interior vários sensores de temperatura e umidade que através de *data loggers* armazenam dados em sua própria memória através de programa de computador (SITRAD).

A umidade relativa do ar no interior das câmaras climáticas, durante todo o período experimental foi de 65% ( $\pm$  5%) (Oliveira, 2007, Medeiros, 2005) e a velocidade do vento foi constante (2,0 m/s), conforme preconizado por Ferreira (2005).

Foram utilizadas 384 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japônica*) fêmeas com idade média de 14 semanas, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 4, sendo considerado duas temperaturas (24 e 32°C) e quatro níveis de salinidade na água de beber das codornas (1,5 - 3,0 - 4,5 e 6,0 dS/m), totalizando oito tratamentos com seis repetições, sendo alojadas oito aves por unidade experimental submetidas a uma taxa de lotação de 206 cm<sup>2</sup>/ave.

Inicialmente com nove semanas de idade, as aves foram alojadas em uma câmara climática sob temperatura considerada de conforto 24°C por um período de adaptação correspondente a 40 dias, onde foi acompanhada a produção de ovos, a taxa de postura e a mortalidade das aves para dar início ao período experimental. As aves foram submetidas a idêntico manejo alimentar e de forma *ad libitum*, criadas em baterias de gaiola considerando o bem estar animal. Cada bateria foi equipada com comedouros tipo calha, fabricados de chapa de zinco e bebedouros individuais por gaiola do tipo “nipple” (Figura 2).



**Figura 2.** Comedouros e bebedouros utilizados

Após o período de quarentena, foi realizado o cálculo para distribuição das aves, considerando a mortalidade e a produção do período, de forma que o experimento foi montado seguindo a homogeneidade do lote. No momento da distribuição, foi realizada a pesagem das aves por lote, para cálculo do peso inicial e estas foram separadas por categoria de postura e a distribuição feita ao acaso, iniciando-se a partir de então o período experimental.

Desta forma, um grupo de 192 aves permaneceu em ambiente considerado como CP – conforto preconizado (24°C) e outro grupo com mais 192 aves foram alojadas em ambiente considerado como CS - calor severo (32°C). Em cada câmara foram colocadas duas baterias de gaiola de arame galvanizado com dimensões de 50 x 33 x 20 cm (largura, profundidade e altura), com quatro andares cada, sendo três gaiolas por andar totalizando doze compartimentos por bateria.

Os valores de temperatura no interior das câmaras climáticas foram mantidos constantes por um período de 12 horas diária, sempre das 07 às 19h durante todo o período experimental, de forma que a partir das 19h as portas eram abertas e permaneciam até às 07h do dia seguinte. Os dados ambientais foram coletados e registrados a cada 15 min por sensores acoplados a um sistema de aquisição de dados, através de um controlador do tipo MT-530 PLUS da *Full Gauge Controls*®, controlado via computador através do SITRAD® (software para aquisição, controle, monitoramento e visualização dos dados no interior das câmaras climáticas).

Os níveis crescentes de salinidade na água foram obtidos pela dissolução de cloreto de sódio (NaCl) em água proveniente do sistema de abastecimento local (1,3 dS/m), cuja quantidade foi determinada pela condutividade elétrica da água (CEa), de acordo com a equação eq. (1) proposta por Richards (1954), de forma a alcançar os níveis (1,5 - 3,0 - 4,5 e 6,0 dS/m).

$$Q(\text{mg/L}) = 640 \times \text{CEa (dS/m)} \dots\dots\dots (\text{Eq. 1})$$

Inicialmente, quatro baldes de 200L cada, foram abastecidos com água da torneira que é distribuída via rede pública. Em seguida, com o auxílio de um condutímetro digital portátil, modelo ITCD – 1000 da marca Instrutemp, foi realizada a leitura da condutividade da água a ser acrescida de NaCl. Diante do resultado

encontrado, o NaCl foi dissolvido e misturado na água até que a solução atingisse a condutividade elétrica desejada, conforme análise (Quadro 2) realizada no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

**Quadro 2.** Água já acrescida de cloreto de sódio (NaCl).

<b>ANÁLISE DA ÁGUA</b>				
<b>TRATAMENTOS</b>	<b>1,5</b>	<b>3,0</b>	<b>4,5</b>	<b>6,0</b>
pH	7,3	7,3	6,9	7,2
Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}/\text{Cm}^{-1}$ )	1,7	2,9	4,2	5,8
Cálcio ( $\text{mg L}^{-1}$ )	31,8	33,2	31,9	25,9
Magnésio ( $\text{mg L}^{-1}$ )	73,3	70,3	70,9	75,3
Sódio ( $\text{mg L}^{-1}$ )	288,7	443,9	771,9	1.103,9
Potássio ( $\text{mg L}^{-1}$ )	10,5	10,3	10,7	10,5
Cloretos ( $\text{mg L}^{-1}$ )	502,9	814,8	1.283,3	1.795,2
Bicarbonatos ( $\text{mg L}^{-1}$ )	115,6	115,3	114,1	104,9
Carbonatos ( $\text{mg L}^{-1}$ )	-	-	-	-
Ferro ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0,4	0,4	0,5	0,5
Oxigênio Consumido ( $\text{mg L}^{-1}$ )	6,2	5,7	7,1	7,2
Alcalinidade em Carbonato – $\text{CO}^3$ ( $\text{mg L}^{-1}$ )	-	-	-	-
Alcalinidade em Bicarbonato – $\text{HCO}^3$ ( $\text{mg L}^{-1}$ )	94,8	94,5	93,5	86,0
Alcalinidade Total – $\text{CaCO}^3$	94,8	94,5	93,5	86,0
Dureza Total – $\text{CaCO}^3$ ( $\text{mg L}^{-1}$ )	385,3	375,9	375,0	378,4
Resíduo Seco ( $\text{mg L}^{-1}$ )	1.130,5	1.855,6	2.709,6	4.999,9

Durante todo o período experimental, as aves foram submetidas a idêntico manejo alimentar e, a ração fornecida foi específica para codornas de postura balanceada à base de milho e farelo de soja (Tabela 1), conforme preconizado por Silva & Costa (2009). As quantidades de sódio na ração, não foram corrigidos de acordo com os níveis de NaCl adicionado na água. A composição e os valores nutricionais dos ingredientes utilizados na formulação das rações foi definido segundo Rostagno et al. (2011), sendo o fornecimento de água e ração realizado diariamente, duas vezes ao dia as 08 e 16 h, distribuída de forma manual e *ad libitum*, de forma que os comedouros e bebedouros estivessem sempre abastecidos. O programa de luz adotado foi de 17 horas diárias de luz e 7 horas de escuro.

**Tabela 1.** Composição percentual e calculada do perfil nutricional da dieta

Ingredientes (%)	Níveis de Sódio (dS/m)			
	1,5	3	4,5	6
Milho moído	57,4	57,4	57,4	57,4
Farelo de soja	28,5	28,5	28,5	28,5
Óleo de soja	4,542	4,542	4,542	4,542
Calcário calcítico	7,202	7,202	7,202	7,202
Fosfato bicálcico	1,19	1,19	1,19	1,19
Sal comum (ração)	0,327	0,327	0,327	0,327
DL - Metionina	0,411	0,411	0,411	0,411
L - Treonina	0,65	0,65	0,65	0,65
L - Lisina	0,319	0,319	0,319	0,319
Cloreto de Colina	0,07	0,07	0,07	0,07
Premix Mineral	0,05	0,05	0,05	0,05
Premix Vitamínico Postura	0,025	0,025	0,025	0,025

## Composição Calculada

Energia metabolizável (Kcal/Kg)	2800	2800	2800	2800
Proteína bruta (%)	18	18	18	18
Lisina digestível (%)	1,08	1,08	1,08	1,08
Metionina + Cistina digestível (%)	0,88	0,88	0,88	0,88
Triptofano digestível (%)	0,65	0,65	0,65	0,65
Cálcio (%)	3,09	3,09	3,09	3,09
Fósforo disponível (%)	0,291	0,291	0,291	0,291
Sódio (mg)	53,27	61,52	86,08	111,71
Cloreto de sódio (mg)	86,15	103,16	139,16	178,91
Fibra bruta (%)	2,45	2,45	2,45	2,45

<sup>1</sup> Premix mineral por kg de ração: Mn, 60 g; Fe, 80 g; Zn, 50 g; Cu, 10 g; Co, 2 g; I, 1 g; e veículo q.s.p., 500 g.<sup>2</sup> Premix vitamínico (Concentração/kg): Vit. A - 15.000.000 UI, Vit. D<sub>3</sub> - 1.500.000 UI, Vit. E - 15.000 UI, Vit. B<sub>1</sub> - 2,0 g, it. B<sub>2</sub> - 4,0 g, Vit B<sub>6</sub> - 3,0 g, Vit. B<sub>12</sub> - 0,015 g, Ácido nicotínico - 25 g, Ácido pantotênico - 10 g, Vit. K<sub>3</sub> - 3,0 g, Ácido fólico - 1,0 g, Selênio - 250 mg, e veículo. q.s.p. - 1.000 g.<sup>3</sup> Etoxiqum - 10g, e veículo q.s.p. - 1.000g.<sup>4</sup> Areia lavada

Foi avaliado o consumo de ração (g/ave/dia), consumo de água (mL/ave/dia), produção de ovos (%), peso dos ovos (g), massa de ovo (g/ave/dia), conversão alimentar (kg/kg e kg/dúzia), percentagem de gema, de albúmen e de casca, gravidade específica (g/mL) e espessura da casca (mm).

O peso médio das aves no início do experimento foi de aproximadamente 170 ( $\pm$  5) gramas (14 semanas de idade) e no término 228 ( $\pm$  5) gramas (24 semanas de idade). A água e a ração foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental. As sobras e os desperdícios foram pesados e descontados da quantidade de ração pesada inicialmente e fornecida nos diferentes períodos.

Ao final de cada período de 21 dias foi realizada a divisão da quantidade de ração consumida pelo número de aves de cada tratamento e pelo número de dias, sendo expresso em gramas de ração consumida/ave/dia. Em caso de mortalidade das aves durante o período experimental, o consumo médio foi corrigido.

A produção média de ovos foi obtida coletando-se diariamente o número de ovos e corrigindo sempre pela mortalidade, de forma que a relação de ovos íntegros produzidos foi expressa em porcentagem para cada tratamento, sobre a média de aves do período (%/ave/dia), correspondendo à produção de ovos comercializáveis.

Todos os ovos íntegros produzidos em cada repetição foram pesados durante os três últimos dias de cada período (19º, 20º e 21º dia), para a obtenção do peso médio, que por sua vez, foi multiplicado pelo número total de ovos produzidos no período experimental, obtendo-se assim a massa de ovos. Esta massa foi dividida pelo número total de aves por dia, sendo expressa em gramas de ovo/ave/dia.

A conversão alimentar por dúzia de ovos foi determinada pelo consumo total de ração, em quilogramas, dividido pelas dúzias de ovos produzidos (kg/dúzia) e a conversão por massa de ovos, pela massa de ovos em quilogramas (kg/kg).

Ao final de cada período experimental, foram separados quatro ovos por parcela, sendo dois destinados para determinação dos pesos e porcentagens de gema, de albúmen e de casca e dois destinados para obtenção da gravidade específica.

Para determinação dos pesos e porcentagens de gema, de albúmen e de casca, realizou-se a separação manual dos componentes. As gemas e albumens foram pesados individualmente em balança eletrônica digital com precisão de (0,001g) e os valores obtidos foram utilizados no cálculo para obtenção da porcentagem. A porcentagem foi determinada pela relação entre a média do peso da gema e albúmen sobre a média do peso do ovo, sendo o resultado multiplicado por 100.

As cascas foram identificadas e mantidas em estufa a 105°C por 4 horas para a secagem, logo após aguardou-se um tempo de 30 minutos para que as mesmas esfriassem, conforme preconizado por Silva (2011), em seguida foram pesadas em balança eletrônica digital com precisão de 0,01g para obtenção do peso médio da casca. Para obtenção deste parâmetro, dividiu-se o peso da casca seca pelo peso do ovo inteiro e multiplicou-se por 100.

A espessura da casca foi determinada após a quebra no meio do ovo (região equatorial), sendo esta seca em estufa a 105°C por um período de 4 horas conforme

preconizado por Araújo & Albino (2011) e medida através de um paquímetro digital da marca Mitutoyo de 0-150 mm, com precisão de 0,001 mm.

A análise de gravidade específica foi determinada e medida por meio de um densímetro de petróleo, da marca Incoterm (OM-5565®) pelo método de flutuação salina, conforme metodologia descrita por Hamiltom (1982), onde dois ovos de cada parcela foram imersos e avaliados em soluções salinas de NaCl, com os devidos ajustes para um volume de 25 litros de água com, densidades que variavam de 1,070 a 1,090 com intervalo de 0,0025.

Duas vezes por semana, sendo uma vez ao dia foram mensuradas as variáveis fisiológicas: frequência respiratória (FR), temperatura cloacal (TC) e temperatura superficial corpórea (Tsc). Antes do início das mensurações foi realizado o arraçamento das aves e aguardou-se duas horas após ingestão alimentar para não ter interferência do incremento calórico (IC) como preconizado por Ferreira (2016).

Foram escolhidas aleatoriamente duas aves de cada parcela, na qual foram marcadas e identificadas para que do começo ao fim do experimento fossem sempre as mesmas aves utilizadas para as referidas análises. Quando houve alguma mortalidade de alguma ave marcada, esta foi imediatamente substituída por outra da mesma parcela, seguindo as mesmas exigências de marcação e identificação. Todas as mensurações foram realizadas no interior da câmara climática, para que não houvesse interferência do ambiente externo sobre as aves e posteriores resultados.

A frequência respiratória (FR) foi obtida através da avaliação visual, considerando o número de vezes em que as aves inspiravam ar, durante 20 segundos (Figura 3) e posteriormente o valor obtido foi multiplicação por três, obtendo-se o número de movimentos respiratórios por minuto.



**Figura 3.** Mensuração da frequência respiratória

Para temperatura cloacal (TC) foi utilizado um termômetro clínico veterinário digital, modelo Incoterm, o qual foi inserido cerca de 2 cm na cloaca das aves (Figura 4) por em média 2 minutos ou até que a temperatura estabilizasse e realizasse a devida leitura.



**Figura 4.** Mensuração da temperatura cloacal

Para as análises de temperatura superficial média (TSM), foi utilizado um termômetro infravermelho com mira a laser, modelo AK 32, temperatura de operação: (-10 a 50°C), aferindo-se a temperatura da cabeça, asa, pata e dorso, a uma distância de 10 cm entre o animal e o equipamento (Figura 5).



**Figura 5.** Mensurações da temperatura superficial média

Com base nos dados de temperatura de cada ponto de coleta da ave, calculou-se a temperatura superficial corporal (Tsc), de acordo com a equação eq. (2) proposta por Nascimento (2010). A partir do resultado, foi utilizada uma segunda equação eq. (3) proposta por Richards (1971) para prever a temperatura corporal média (TCM).

$$\text{TSC} = (0,03 \cdot \text{Tcabeça}) + (0,70 \cdot \text{Tdorso}) + (0,12 \cdot \text{Tasa}) + (0,15 \cdot \text{Tpata}) \quad (\text{Eq. 2})$$

$$\text{TCM} = (0,3 \cdot \text{TSC}) + (0,7 \cdot \text{Tcloacal}) \quad (\text{Eq. 3})$$

Para análise dos parâmetros relacionados ao peso dos órgãos, foram abatidas 96 codornas, sendo duas aves por repetição, as quais foram submetidas a jejum de sólidos por doze horas para completo esvaziamento do conteúdo do trato gastrintestinal, recebendo apenas água à vontade. Após o período de jejum, as aves foram eutanasiadas através do método de deslocamento cervical e levadas para o laboratório, onde foram pesadas individualmente, depenadas e através de necropsia tiveram seus órgãos retirados para as análises morfométricas do peso do coração, da moela e do fígado (Figura 6) com o auxílio de uma balança de precisão de 0,01g.



**Figura 6.** Separação e pesagem individual dos órgãos

O coração e o fígado foram removidos e pesados, já a moela, foi aberta; o conteúdo removido, em seguida lavada em água corrente, logo após, seca em papel toalha (Figura 7) e posteriormente pesada.



**Figura 7.** Moela limpa e seca.

#### **4. ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Os parâmetros avaliados foram analisados utilizando o programa computacional Statistical Analysis System 9.2 (SAS, 2008). Os dados foram submetidos à análise de variância, havendo diferença significativa às médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os efeitos dos níveis de sódio foram estimados por modelos de regressão linear e quadrática, de acordo com os níveis crescentes de salinidade.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na premissa, de que as aves apresentam melhor desempenho produtivo quando criadas na zona conforto térmico, foram definidas faixas de condições térmicas diferentes para cada uma das câmaras climáticas, que abrigaram as codornas durante 84 dias de vida. Uma destas faixas foi considerada como sendo faixa de conforto térmico (preconizado pela literatura), conforme sugerido por Sousa et al. (2014), a outra faixa considerada como sendo de estresse por calor.

Os dados referentes à temperatura do ar no interior das câmaras climáticas se mantiveram próximos dos valores pré-estabelecidos para cada ambiente, que foram de  $25,1 \pm 0,6$  e  $31,1 \pm 1,2$  °C respectivamente, mensurados por sensores instalados no interior das câmaras durante todo o período experimental (Tabela 2).

**Tabela 2.** Médias e desvios padrões das variáveis climáticas: temperatura do ar (TA) e umidade relativa do ar (UR) nas diferentes condições propostas.

<b>Condição Ambiental</b>	<b>TA (°C)</b>	<b>UR (%)</b>
Conforto Preconizado (24°C)	25,1±0,6	68,2±4,8
Calor Severo (32°C)	31,1±1,2	63,2±5,5

Na temperatura de 25,1°C, as codornas ficaram dentro da zona de conforto térmico, propiciando ambiente térmico ideal para que as aves encontrassem condições perfeitas para expressar suas melhores características produtivas (Nazareno et al., 2009) e o gasto de energia para manter a homeotermia é mínimo (Baêta & Souza, 2010).

De acordo com Vercese et al. (2012) a partir de 27°C sob temperaturas contínuas as codornas japonesas apresentam evidências de estresse térmico. Em trabalhos com diferentes níveis de proteína e energia para codornas europeias no semiárido brasileiro, Ribeiro et al. (2016) encontraram valores de temperatura de 30,8°C para o turno da manhã e 29,6°C para o turno da tarde, indicando que nestas situações as codornas estavam submetidas a estresse por calor. Umigi et al. (2012) citam que a zona de conforto térmico para codornas na fase de postura está entre 18 e 24°C, considerando a temperatura crítica superior está em torno de 28°C.

Na temperatura de 31,1°C considerada como acima da ZCT para codornas, as aves estavam em estresse térmico, e segundo Ribeiro et al. (2016) o estresse é um dos principais fatores limitantes da produção animal, de forma que para se obter o melhor

desempenho de um determinado sistema de produção, é necessário fornecer aos animais um ambiente confortável.

Os dados referentes à umidade relativa do ar se mantiveram próximos do valor pré-estabelecido para cada ambiente 65,2 e 63,2% respectivamente, com variação média de 2%, indicando que o controle térmico ambiental das câmaras climáticas foi adequado, visto que, conforme Oliveira (2007) na fase adulta as codornas toleram umidade relativa do ar entre 65 e 70%, já valores superiores a 70% ocasiona queda no desempenho das aves (Albino & Barreto, 2012). Segundo Vercese et al. (2012), a umidade relativa do ar, mesmo em condições de câmara é de difícil controle, pois a mesma é dependente de vários outros fatores, como aumento no volume de fezes das aves e o aumento da perda de calor por evaporação (ofegação), contribuindo para o aumento desta variável.

Em trabalhos no Brejo Paraibano, Rodrigues et al. (2016) compilaram dados acerca do conforto térmico efetivo das instalações para codornas japonesas na fase de produção, encontrando valores de umidade relativa entre 78 e 85,6%, concluindo que o ambiente de criação favoreceu ao estresse dos animais. Lima et al. (2011), em estudos desenvolvidos com diferentes níveis de sódio para codornas japonesas na fase de crescimento, encontraram valores de umidade relativa de 81,7%, que associados com elevada temperatura, propiciaram um ambiente considerado estressante para os animais.

Mesmo os valores de temperatura e umidade relativa do ar tendo ficado próximos dos valores propostos para cada condição ambiental, foram verificadas algumas oscilações que ocorreram em razão da abertura das portas das câmaras para realização do manejo diário das aves, que acontecia duas vezes ao dia (8 e 16h), onde era ofertada ração e água, realizada a limpeza da câmara, coleta dos ovos e, além disso, o sistema da câmara climática era programado para realizar trocas de ar com o ambiente externo a cada 15 min, afetando com isso, os parâmetros ambientais e consequentemente as condições pré-estabelecidas, fato também identificado por Silva (2017), que trabalhando em câmara climática com codornas de postura, observou diferenças entre as temperaturas pré-estabelecidas e as coletadas, atribuindo tais fatos também ao manejo dos animais no momento da abertura e do fechamento de porta.

Não foi verificado efeito da interação entre as temperaturas e os níveis de salinidade (T x S) para nenhuma das variáveis de desempenho estudadas (Tabela 3). Os níveis de salinidade da água não influenciaram o consumo de ração, a produção de ovos, o consumo de água, o peso de ovo, a massa do ovo e a conversão alimentar por

massa e por dúzia de ovos. No entanto, a temperatura do ar influenciou ( $P < 0,05$ ) as variáveis de consumo de ração, peso de ovo, massa de ovo e conversão alimentar por dúzia de ovos (Tabela 3).

O aumento da temperatura reduziu o consumo de ração, sendo observado consumo médio de 26,77 e 25,11 g/ave/dia nas temperaturas de 24 e 32°C respectivamente, ficando, no entanto, estes consumos dentro da média considerada normal para a espécie, que é entre 25,0 a 30,0g/ave/dia (Jacome et al., 2012, Pastore et al., 2012, Guimarães et al., 2014; Sousa et al., 2014 e Pereira et al., 2016).

A condição ambiental afetou o consumo de ração (Tabela 4), onde a elevação da temperatura ambiente, independente do nível de salinidade, reduziu o consumo de ração, de forma que as codornas criadas à temperatura de 32°C consumiram, em média, 6,2% menos ração. A média para o consumo de ração encontrada nesta pesquisa pelas aves alojadas sob condições de termoneutralidade foi de 26,77 g/ave/dia, já sob condições de estresse por calor foi de 25,11 g ave dia<sup>-1</sup> o que está de acordo com Berto (2012) que trabalhando com temperatura ambiente e nutrição de codornas japonesas, verificou consumo médio de ração pelas aves sob condições de termoneutralidade de 26,67 g/ave/dia e para as aves mantidas sob condições de estresse cíclico por calor observaram média de 24, 46 g ave dia<sup>-1</sup>, Silva et al. (2009) também verificaram maior ingestão de ração quando as aves foram mantidas à temperatura ambiente de 22°C em comparação com a temperatura de 32°C.

As aves, por serem animais homeotérmicos, ao serem submetidas à temperatura de estresse por calor, utilizam mecanismos para diminuir a produção de calor e manter a homeotermia, sendo um destes mecanismos a redução no consumo de alimento (Silva et al., 2012). O processo da manutenção da homeotermia é mais eficiente quando os animais estão dentro dos limites da termoneutralidade, alcançando seu potencial máximo (Baêta & Souza, 2010) e expressando suas melhores características produtivas (Nazareno et al., 2009).

Em pesquisas com codornas, Rodrigues et al. (2016) reportam que um dos fatores que interfere no consumo de ração é a temperatura ambiente e, com sua elevação as aves diminuem ou paralisam o consumo, passando a utilizar mecanismos para dissipar calor do corpo para o meio. Silva et al. (2015), relatam que por serem animais homeotermos e mais sensíveis a elevadas temperaturas, as aves sofrem inúmeras perdas não só produtivas, mas também econômicas, principalmente na fase de produção em consequência do estresse térmico.

**Tabela 3.** Efeito dos níveis de salinidade e da temperatura sobre o desempenho de codornas japonesas em fase de produção.

Parâmetros	Temperaturas (°C)	Salinidade, dS/m				Média	CV, %	T*S	Salinidade	Temperatura
		1,5	3,0	4,5	6,0					
<b>CR</b> (g)/ave/dia	24	26,80±0,86	27,00±1,06	26,43±0,49	26,84±0,9	26,77a	3,02	0,616NS	0,8792NS	0,0001**
	32	25,31±0,63	25,00±0,94	25,19±0,75	24,95±0,9	25,11b				
	Média	26,05	26,00	25,81	25,90					
<b>PR %</b>	24	86,19±0,22	89,45±3,03	87,20±0,78	87,83±1,41	87,66	4,09	0,1143NS	0,4367NS	0,0930NS
	32	83,94±2,47	84,96±1,45	86,64±0,22	85,13±1,28	85,16				
	Média	85,06	87,20	85,42	86,48					
<b>CA</b> mL/ave/dia	24	68,39±1,48	62,30±4,61	63,86±3,05	68,86±1,9	65,85	11,71	0,9360NS	0,0802NS	0,3548NS
	32	68,64±1,73	64,28±2,63	65,74±1,17	73,21±6,3	67,96				
	Média	68,51	63,29	68,53	71,03					
<b>PO (g)</b>	24	12,09±0,05	12,26±0,22	12,52±0,48	12,10±0,06	12,24a	2,73	0,187NS	0,7629NS	0,0001**
	32	11,95±0,08	11,97±0,06	11,57±0,46	11,84±0,19	11,83b				
	Média	12,02	12,11	12,04	11,97					
<b>MO (g)</b>	24	10,42±0,06	10,97±0,61	10,54±0,18	10,62±0,26	10,63a	4,89	0,7910NS	0,3763NS	0,0004**
	32	10,03±0,32	10,17±0,18	10,03±0,32	10,08±0,27	10,07b				
	Média	10,22	10,57	10,28	10,35					
<b>CAMO %</b>	24	2,58±0,07	2,47±0,03	2,51±0,01	2,53±0,02	2,52	4,95	0,9036NS	0,4250NS	0,4621NS
	32	2,52±0,01	2,46±0,04	2,52±0,01	2,48±0,02	2,51				
	Média	2,55	2,46	2,51	2,50					
<b>CADZ %</b>	24	0,37±0,08	0,36±0,01	0,38±0,08	0,37±0,08	0,37a	4,81	0,6891NS	0,6170NS	0,0002**
	32	0,36±0,01	0,35±0,01	0,35±0,01	0,35±0,01	0,35b				
	Média	0,36	0,35	0,36	0,36					

a, b Médias dos teores de sal na água seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

NS = Não significativo; T x S = Interação dos fatores. CR = Consumo de ração; PR = Produção; CA = Consumo de água; PO = Peso de ovo; MO = Massa de ovo; CAMO = Conversão por massa de ovo; CADZ = Conversão por dúzia de ovo.

Concordando com os resultados do presente estudo Carvalho et al. (2013), Ferreira (2016) e Castro (2014) discorrem que sob altas temperaturas, ou seja, a partir de 30°C, as aves tendem a apresentar comportamento atípico, buscando minimizar os efeitos do ambiente, como a redução na ingestão de alimento. Silva & Costa (2009) afirmam que o consumo diário das codornas diminui com o aumento da temperatura ambiente e aumenta quando estas são submetidas ao frio.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Lima et al. (2009) que, trabalhando com codornas japonesas dos 20 a 37 dias de idade em ambientes com temperaturas de 25 e 34°C, observaram que o consumo de ração reduziu significativamente na temperatura elevada. Também foi citado por Vercese et al. (2012) e Costa et al. (2012), em estudos com codornas de postura, menor consumo de ração em aves submetidas ao estresse por calor, com consequentes perdas no potencial produtivo e na qualidade dos ovos.

Achados de Arcila et al. (2014), trabalhando com frangos de corte na fase final de crescimento, reportam menor consumo de ração e ganho de peso nas aves submetidas ao estresse por calor. Nesse sentido, Macari & Soares (2012) discorrem que os animais sentem-se mais confortáveis termicamente em faixas de temperatura ambiente e umidade relativa própria para cada espécie e idade fisiológica, as conhecidas por zonas termoneutras.

A produção de ovos não foi afetada pelos diferentes níveis de salinidade da água (Tabela 3), mesmo as aves consumindo água com níveis acima do recomendado para a espécie. Considerando os níveis crescentes de salinidade estudados, a produção média de ovos encontrada no presente estudo foi de 86,05%, que corrobora com Rodrigues et al. (2015) em estudos com balanço eletrolítico e dietas com proteína reduzida para codornas japonesas, obtiveram produção média de ovos de 81,53%, sendo que a adição de NaCl na água pode proporcionar uma melhora significativa na produção, uma vez que este mineral é importante na alimentação das aves, por ser um mineral limitante e apresentar como uma de suas funções a manutenção da pressão osmótica celular.

Resultados similares aos obtidos no presente estudo na produção de ovos de codornas foram verificados por Lima et al. (2015), que não verificaram efeito na produção de ovos com o aumento dos níveis de sódio na ração, e que o menor nível de sódio utilizado foi suficiente para proporcionar desempenho produtivo satisfatório, e o mais elevado não os prejudicou. Por outro lado Vieites et al. (2005) descrevem que a deficiência de sódio em galinhas e codornas de postura pode causar redução na

produção de ovos. Para Assunção et al. (2017), tanto o excesso quanto o déficit de sódio na ração, tornam-se prejudiciais para o organismo animal e, principalmente, para o desempenho.

A temperatura do ar não afetou a produção de ovos (Tabela 3). As aves são animais sensíveis a elevadas temperaturas e no instante em que esses animais estão em situação de desconforto, usam mecanismos fisiológicos no intuito de manter a temperatura corporal constante, reduzindo a ingestão de alimento e em seguida aumentando o consumo de água, desta forma, pode afetar a produção de ovos, dado que, sob elevadas temperaturas (Silva et al., 2015) as aves sofrem inúmeras perdas não só produtivas, mas também econômicas, o que reduz os índices zootécnicos.

A produção de ovos se manteve dentro do esperado para a espécie, com médias de 85,16%, onde mesmo havendo menor consumo de ração pelas codornas mantidas em temperatura mais baixa, isto não foi suficiente para afetar a produção. Corroborando com Rodrigues et al. (2016) que, em estudos acerca do conforto térmico das instalações para codornas japonesas na fase de produção no Brejo Paraibano, encontraram produção média de ovos de 80%, mesmo o ambiente de criação sendo considerado estressante para os animais.

Por outro lado, Vercese et al. (2012) analisando a produção de ovos entre aves criadas sob temperaturas de 21 e 33°C, registraram redução no percentual de postura de 6,39% quando as aves foram submetidas à 33°C, ressaltando que, mesmo sobre condições de estresse, as codornas apresentaram pequena variação na produção. Este relato está de acordo com Umigi et al. (2012) que, trabalhando com codornas japonesas na fase de produção, reportaram que as codornas podem ser criadas sob condições de temperatura mais elevadas.

Mesmo consumindo água com níveis de salinidade considerado elevado (6,0 dS/m) e acima do recomendado por Ayers & Westcot (1994), que descrevem que níveis superiores a 5,0 dS/m devem ter seu fornecimento limitado às aves, não foi observado influência dos níveis de salinidade no consumo de água (Tabela 3), demonstrando a capacidade adaptativa das codornas em consumir águas salinas.

Em pesquisas realizada por Silva et al. (2014), analisando a qualidade da água do riacho das piabas na cidade de Campina Grande, citam valores de condutividade elétrica de 4,41 dS/m, concluindo que a água do referido local pode ser utilizada para dessedentação de aves confinadas. Carvalho Júnior et al. (2012) trabalhando com suínos no cariri paraibano, encontraram água com valores ideais para o consumo (1,5 - 5,0

dS/m) e citam que águas com valores de condutividade elétrica acima de 5,0 dS/m deve ser evitada, pois pode provocar diarreia temporária ou não ter aceitabilidade por parte dos animais.

A concentração de NaCl na água (Tabela 3), mesmo sendo elevada nos maiores níveis de suplementação, não afetou no consumo de água das codornas, diferindo das citações de Castro et al. (2009), Lima et al. (2011), Raquel et al. (2011) e Lima (2012) que observaram maiores consumos quando as codornas receberam maiores suplementações de sais na água. Dietas com altas concentrações de sódio estão associadas ao aumento no consumo de água, embora possa haver recusa de consumo por seu excesso (Viola et al., 2011), e o aumento de sódio na água pode levar as aves a apresentarem maior sensação de sede, devido a este excesso favorecer o aumento da osmolaridade do plasma (Villanueva et al., 2015), e através de mecanismos neuro-hormonais a ave desenvolver a sensação de sede, causando aumento na ingestão para que o excesso seja excretado (Ribeiro, 2007; Borges, 2002). Animais consumindo água com valores elevados de sais tendem a aumentar a concentração de sais na urina e nas fezes (Macari & Soares, 2012).

O consumo de água não foi afetado pelas diferentes temperaturas do ar estudadas (Tabela 3), apesar das codornas na temperatura mais alta estarem em ambiente acima da zona de conforto térmico e na temperatura de 24°C as aves consumirem mais ração, já que há uma relação direta entre consumo de água e ração. Segundo Viola et al. (2011), um dos determinantes da quantidade de água a ser ingerida pelas aves é o consumo de ração, sendo que o aumento deste eleva o consumo de água. Não houve diminuição na ingestão de água pela adição dos sais e nem aumento no consumo pela elevação da temperatura, demonstrando que as codornas são animais altamente resistentes às águas com níveis de salinidade considerados elevados (Ayers & Westcot, 1994) como também, em ambientes com temperaturas mais elevadas.

A ausência de efeitos dos níveis de salinidade sobre o consumo de água pelas codornas corrobora com alguns trabalhos observados na literatura. Castro et al. (2009) não verificaram diferença no consumo de água trabalhando com níveis de sódio na água potável sobre o desempenho de frangos corte durante a primeira semana de vida.

Villanueva et al. (2015) não verificaram diferença no consumo de água em frangos de corte de um a sete dias fornecendo cloreto de sódio via água ou ração, concluindo que a influência do sódio na ingestão de água se deve pela quantidade total de Na e não em função da via de fornecimento. Em contrapartida, Lima (2012)

conduziu pesquisas com codornas europeias recebendo águas e rações com diferentes níveis de balanço eletrolítico, concluindo que a suplementação de sódio via água de bebida mostrou-se mais eficiente em promover aumento da ingestão de água que a suplementação de sódio através da ração. Segundo Watkins et al. (2005), o sódio quando adicionado à água pode ser utilizado de forma mais eficiente, pois o mineral é ingerido separadamente dos demais alimentos, passível de ser absorvido mais rapidamente.

Resultados diferentes dos encontrados no presente estudo, podem ser vistos na literatura em que autores citam que diferentes níveis de sódio na dieta influenciam no aumento do consumo de água (Maiorka et al., 2004; Vieites et al., 2005; Silva et al., 2006; Mahmud et al., 2010). Lima et al. (2011) avaliando diferentes níveis de sódio na ração de codornas japonesas constataram aumento na ingestão de água à medida que se aumentou os níveis de sódio na ração. Em consonância, Raquel et al. (2011) ao avaliarem os mesmos níveis de sódio estudados por Lima et al. (2011) para codornas italianas destinadas à produção de carne, observaram aumento na ingestão de água. Resultados semelhantes foram observados por Goulart et al. (2008) em codornas na fase de 1 a 21 dias de idade, uma vez que o aumento dos níveis de sódio na ração resultou em maior consumo de água. De forma diferente, Rodrigues et al. (2015) em trabalhos com diferentes níveis de balanço eletrolítico na ração de codornas japonesas, verificaram menores consumo de água nos maiores níveis de balanço eletrolítico.

Entre as temperaturas analisadas não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) para o consumo de água (Tabela 3), que se manteve na média de 66,9 mL/ave/dia. Philippsen et al. (2014) discorrem que o consumo de água por uma codorna é de 55 mL/ave/dia, quando criadas em temperatura de conforto. Rodrigues et al. (2016) em trabalhos com codornas japonesas recebendo dietas com redução proteica, encontraram média semelhante à do presente estudo 64,38 mL/ave/dia. Por serem susceptíveis aos efeitos da variação da temperatura ao longo de sua vida produtiva (Moraes, 2010), quando expostas a altas temperaturas, as aves acionam mecanismos fisiológicos com o objetivo de manter a temperatura corporal constante, diminuindo o consumo de ração e consequentemente aumentando o consumo de água. Baêta & Souza (2010) afirmam que em situações de estresse por calor o animal reage consumindo menos ração, bebendo mais água, aumentando a frequência respiratória e experimentando diferentes posturas corporais e comportamentais.

Os resultados do presente estudo são divergentes dos encontrados por Costa et al. (2012) e Vercese et al. (2012), em poedeiras mantidas sob estresse por calor, reduziram o consumo de ração e aumentaram a ingestão de água. Ainda, Castro (2014) constatou um acréscimo de 13,7% no consumo de água de codornas quando a temperatura do ar ultrapassou os 28°C, em comparação com a zona de conforto térmico. Na presente pesquisa, não houve diferença no consumo de água entre a temperatura de conforto e a temperatura de estresse, demonstrando que mesmo as codornas sendo criadas em temperatura fora da zona de conforto térmico, conseguiram manter a homeotermia e não tiveram seu desempenho produtivo afetado.

Considerando que o aumento da temperatura ambiente leva a um incremento no consumo de água (Ferreira, 2016; Gama, 2011) podendo dobrar ou até triplicar durante os períodos de estresse térmico (Macari & Soares, 2012; Santos & Sant'anna, 2010), esperavam-se resultados diferentes com relação à ingestão de água em função do ambiente de calor (32°C). Estes resultados, provavelmente, se justificam pelo fato das codornas serem animais homeotérmicos e capazes de regular a temperatura corporal, demonstrando que as mesmas podem ser criadas sob condições de temperatura mais elevadas, ou seja, sob estresse térmico, sem que o seu desempenho produtivo e a qualidade dos seus produtos sejam afetados, como também pelo fato das mesmas ficarem sob estresse térmico em parte do período do dia, e a noite, com temperatura mais amena, podendo ter seu consumo de alimentos mais elevado em relação ao período de estresse, com menor consumo de água. Umigi et al. (2012), trabalhando com codornas japonesas na fase de produção, reportaram que a codorna pode ser criada sob condições de temperatura mais elevadas.

O peso do ovo não foi afetado pelos diferentes níveis de salinidade da água (Tabela 3), corroborando com Lima et al. (2015) que trabalhando com níveis de sódio na ração de codornas japonesas em postura não observaram diferença significativa para o peso do ovo. Por outro lado, Assunção et al. (2017) em pesquisa realizada sobre níveis de sódio na ração de poedeiras semipesadas após pico de postura, encontraram efeito quadrático para o peso do ovo, de forma que o maior nível de sódio na ração afetou o consumo de ração e conseqüentemente o peso do ovo. Segundo Pizzolante et al. (2006) o peso médio do ovo normalmente não é afetado pelo nível de sódio das dietas.

O peso dos ovos foi menor na temperatura mais elevada (11,83g), independente do nível de salinidade da água, fato que pode estar associada ao estresse térmico e ao menor consumo de ração. Oliveira et al. (2014) citam redução no peso dos ovos de

poedeiras, em consequência dos efeitos do desconforto térmico do ambiente e alterações fisiológicas, como elevação do pH sanguíneo, aceleração do ritmo cardíaco, fezes líquidas entre outras, aumento da ingestão de água e redução do consumo de ração. Além disso, há desvio de parte dos nutrientes para manutenção corporal da ave, reduzindo assim, nutrientes que poderiam ser disponibilizados para a produção.

O peso do ovo de codorna pode variar entre 9 e 13g (Marinho, 2011 e Tarabany, 2016), sendo que os pesos dos ovos mais elevados nas aves criadas em ambiente de conforto, justifica-se pelo fato destas terem melhores condições para expressar suas características produtivas (Nazareno et al., 2009), e menor gasto de energia para manter a homeotermia (Baêta & Souza, 2010). Aves mantidas em ambiente considerado de calor sofrem as consequências dos efeitos do desconforto térmico, tendo sua fisiologia comprometida, comprometendo o desempenho e a qualidade dos seus produtos, como o peso dos ovos (Oliveira et al., 2014). Relatos de Tarabany (2016) ressaltam que a temperatura exerce forte influência para o parâmetro peso do ovo, tendo em vista que codornas estressadas pelo calor tendem a gerar ovos menores, podendo também apresentar redução na taxa de postura e na massa de ovos (Bozkurt et al., 2012). Castro (2014) e Ferreira (2016) reportam que em temperaturas acima de 30°C são observados redução no peso do ovo.

O stress térmico reduz a ingestão de alimentos pelas aves, assim como a digestibilidade dos diferentes componentes da dieta os quais são necessários para a formação do ovo afetando negativamente o desempenho e a rentabilidade (Araujo et al., 2014).

Resultados semelhantes foram encontrados por Vercese et al. (2012), em estudos com codornas japonesas submetidas a estresse por calor, citam valores de peso de ovo de 11,85g em aves mantidas na temperatura de 30°C. Rodrigues et al. (2016) trabalhando com codornas japonesas criadas no brejo paraibano, alimentadas com redução de proteína na dieta encontraram valores para peso de ovo de (11,38 g), Umigi et al. (2012) em trabalhos com codornas japonesas alimentadas com dietas suplementadas com diferentes níveis de treonina encontraram peso de ovo de (11,3 g) e Gravena et al. (2011) em estudo com codornas japonesas suplementadas com minerais orgânicos de aproximadamente (11 g), sendo que a variação no peso dos ovos pode estar associado a alimentação dos animais, ao ambiente de criação e a variabilidade genética existente entre as linhagens criadas no Brasil.

Os diferentes níveis de salinidade da água estudados (Tabela 3), não afetou a massa de ovos. Estes resultados, são divergentes aos relatados por Assunção et al. (2017), que compilaram dados sobre níveis de sódio na ração de poedeiras semipesadas e verificaram menor massa de ovo com níveis mais elevados de sódio na ração, justificando que este resultado pode estar relacionado ao impacto negativo, envolvendo a deficiência ou excesso de sódio (Ribeiro et al., 2008).

A massa de ovo foi significativamente menor quando as aves foram mantidas em temperaturas mais elevadas (Tabela 3), sendo a média geral de massa de ovos produzida na temperatura de conforto de 10,63g/ave/dia, semelhante à encontrada por Vercese et al. (2012), que trabalhando com codornas japonesas, criadas em ambiente confortável (24°C) obtiveram peso médio de 10,59g/ave/dia. Na temperatura mais elevada a média foi de 10,07g/ave/dia, isto em razão do estresse térmico a que as aves foram submetidas e ao menor consumo de ração, corroborando com Bozkurt et al. (2012), que citam redução na taxa de produção e na massa de ovos em aves mantidas em temperaturas elevadas. Camerini et al. (2013) em estudos com galinhas poedeiras Dekalb White em câmara climática, observaram redução na massa dos ovos com elevação da temperatura de 20 à 32°C.

As conversões alimentares por massa (CA/kg) e por dúzia (CA/dz) de ovos, não foram afetadas pelos níveis de salinidades (Tabela 3), Lima et al. (2015) trabalhando com níveis de sódio na ração de codornas japonesas e Rodrigues et al. (2015) trabalhando com níveis de balanço eletrolítico para codornas japonesas, também não observaram efeito significativo para conversão por massa e por dúzia de ovos em razão dos tratamentos. Os resultados do presente estudo são contrários aos encontrados por Assunção et al. (2017), que utilizando diferentes níveis de sódio na ração de poedeiras, verificaram que a conversão por massa e dúzia de ovos foram influenciadas de forma quadrática pela adição de sódio.

Em relação à conversão alimentar por massa de ovo, a temperatura do ar não afetou esta variável, o que reafirma os dados observados por Berto (2012) que trabalhando com temperatura para codornas japonesas não verificou efeito na conversão alimentar por massa de ovos produzidos. Em discordância, Guimarães et al. (2014) trabalhando com duas linhagens de codornas no período seco e chuvoso no semiárido paraibano, verificaram efeito das temperaturas sobre a conversão alimentar por quilograma de ração, obtendo melhor conversão no período chuvoso, corroborando com Vercese et al. (2012) observaram pior conversão alimentar por quilograma de ração em

codornas submetidas a temperatura de 30°C, com aves criadas em temperatura de conforto.

Para conversão alimentar por dúzia de ovos, foi verificado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) entre as temperaturas, onde foram observados os piores resultados nas aves criadas na temperatura de 24°C, ou seja, na temperatura de estresse (32°C) as codornas consumiram menos ração, porém produziram mais ovos em comparação àquelas criadas na temperatura de conforto (24°C). Estes resultados estão divergentes dos encontrados por Arcila et al. (2014), que reportam que temperatura ambiental superior a 31°C por 12 h ao dia é suficiente para comprometer a conversão alimentar das aves, em relação àquelas mantidas a uma temperatura de 25 e 28°C.

Achados de Vercese et al. (2012) demonstram que sob temperaturas contínuas e consideradas como de estresse térmico, alguns parâmetros de desempenho como a conversão alimentar por dúzia de ovos de codornas japonesas foram afetados negativamente. Trabalhando com níveis de balanço eletrolítico na ração, Rodrigues et al. (2015) e Costa et al. (2011) não observaram efeito quando se comparou os diferentes níveis de sais na conversão alimentar por dúzia de ovos.

Não foi observado efeito da interação entre as temperaturas e os níveis de salinidade (T x S) para nenhuma das características de qualidade dos ovos. Com exceção da espessura da casca, que respondeu linearmente ao aumento da salinidade, os outros parâmetros de qualidade dos ovos não foram influenciados por este fator. A espessura da casca reduziu com o aumento dos níveis de sódio na água ( $Y = - 4,1273x + 234,54$ ,  $R^2 = 0,90$ ). A temperatura do ambiente influenciou ( $P < 0,05$ ) os pesos de albúmen e de casca e a porcentagem de casca (Tabela 4). O maior peso do ovo observado nas aves mantidas em temperatura de conforto (Tabela 3) refletiu no peso de albúmen e casca, o que corrobora com Berto (2012) que reporta a que a porcentagem de albúmen pode variar de acordo com o peso do ovo.

Achados de Marinho (2011) e Tarabany (2016) descrevem que o peso do ovo está positivamente correlacionado com o peso da casca, albúmen e gema. Semelhante aos dados encontrados no presente estudo, Assunção et al. (2017) e Lima et al. (2015) também verificaram maiores pesos para albúmen, gema e casca quando as codornas produziram ovos mais pesados.

Com a elevação da temperatura houve diminuição no peso do albúmen (Tabela 4), redução de 0,26g de albúmen, o que pode ser justificado pela correlação existente entre o peso do ovo e o peso do albúmen, onde aves mantidas à temperatura de 32°C

produziram ovos menores e conseqüentemente menos pesados em comparação àquelas criadas em temperatura de conforto.

A condição ambiental não afetou o peso da gema, média de 3,9g, semelhantes aos observados por Lima et al. (2015) em trabalhos com níveis de sódio na ração de codornas japonesas em postura. Assunção et al. (2017) avaliaram níveis de sódio para poedeiras semipesadas após pico de postura criadas em clima quente, também não notaram efeito dos níveis de sódio sobre o peso da gema.

Os resultados para o peso da casca, estão coerentes com os obtidos por Guimarães et al. (2014) trabalhando com codornas japonesas em duas estações do ano e Moura et al. (2010) avaliando a qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas de diferentes densidades energéticas e criadas em ambiente considerado confortável para espécie.

Entretanto, a média geral do peso da casca observada foi 1,04g superior a reportada por Rodrigues et al. (2015), que encontraram valores médios de 0,75g, demonstrando que o peso médio do ovo de 12,24g encontrado, refletiu no peso da casca, visto que o mesmo está correlacionado positivamente com esta variável (Marinho, 2011 e Tarabany, 2016), como também tem relação direta com a gravidade específica (Lima et al., 2011), pois quanto maior a gravidade específica melhor será a qualidade da casca (Araújo & Albino, 2011).

Os níveis de salinidade da água não alteraram a porcentagem de albúmen (Tabela 4). A ausência de efeitos dos níveis de salinidade sobre a porcentagem de albúmen foi observada em outros trabalhos. Lima et al. (2015), não constataram efeito dos níveis de sódio na ração sobre esta variável. Autores como Assunção et al. (2017) também não verificaram influência dos níveis crescentes de Na (0,12; 0,17; 0,22; 0,27 e 0,32%) na ração de poedeiras semipesadas. Resultados significativos, para a porcentagem de albúmen foram verificados por Rodrigues et al. (2015) em estudos com níveis de balanço eletrolítico com proteína reduzida na ração para codornas japonesas. Os valores da presente pesquisa corroboram com Guimarães et al. (2014) em estudos com codornas no semiárido paraibano e com Rodrigues et al. (2015) em estudos com níveis de balanço eletrolítico que encontraram valores semelhantes para a mesma espécie. Gravena et al. (2011), Lima et al. (2015) e Pereira et al. (2016) trabalhando com codornas japonesas e Assunção et al. (2017) trabalhando com poedeiras semipesadas, encontraram valores superiores para percentagem do albúmen aos do presente estudo.

**Tabela 4.** Efeito dos níveis de salinidade e da temperatura sobre a qualidade de ovos de codornas japonesas em fase de produção.

Parâmetros	Temperaturas (°C)	Salinidade, dS/m				Média	CV, %	T*S	Salinidade	Temperatura
		1,5	3,0	4,5	6,0					
PA (g)	24	6,55±0,11	6,54±0,10	6,68±0,24	6,49±0,05	6,56a	4,37	0,2258 NS	0,8642 NS	0,0027 NS
	32	6,37±0,06	6,42±0,01	6,12±0,31	6,31±0,12	6,30b				
	Média	6,46	6,48	6,40	6,40					
PG (g)	24	3,89±0,07	4,03±0,06	4,07±0,10	3,88±0,08	3,96	5,36	0,1194 NS	0,6408 NS	0,1616 NS
	32	4,01±0,04	3,89±0,07	3,78±0,18	3,83±0,13	3,87				
	Média	3,95	3,96	3,92	3,85					
PC (g)	24	1,04±0,02	1,04±0,02	1,06±0,04	1,05±0,03	1,04a	2,69	0,3016 NS	0,7531 NS	0,0001 **
	32	0,99±0,02	1,00±0,01	0,98±0,03	0,98±0,03	0,98b				
	Média	1,01	1,02	1,02	1,01					
%A	24	54,22±0,67	53,33±0,21	53,34±0,20	53,63±0,08	59,05	3,58	0,9158 NS	0,0827 NS	0,5311 NS
	32	53,36±0,18	53,58±0,03	52,93±0,61	53,96±0,41	58,91				
	Média	53,79	53,45	53,13	53,79					
%G	24	32,14±0,43	32,84±0,26	32,53±0,04	32,05±0,52	32,39	4,91	0,5810 NS	0,7896 NS	0,4208 NS
	32	33,57±0,99	32,50±0,07	32,64±0,06	32,36±0,21	32,76				
	Média	33,15	32,67	32,58	32,20					
%C	24	8,58±0,13	8,51±0,06	8,48±0,03	8,67±0,22	8,56a	3,27	0,3052 NS	0,9154 NS	0,0084 **
	32	8,24±0,20	8,35±0,09	8,48±0,03	8,27±0,17	8,33b				
	Média	8,41	8,43	8,48	8,47					
GE (g/cm <sup>3</sup> )	24	1,07±0,0	1,07±0,0	1,06±0,01	1,07±0,00	1,06	1,62	0,9533 NS	0,2696 NS	0,7410 NS
	32	1,07±0,0	1,07±0,0	1,06±0,01	1,07±0,00	1,06				
	Média	1,07	1,07	1,06	1,07					
EC (mm)	24	0,223±4,43	0,228±9,60	0,203±15,7	0,207±11,7	0,215	7,13	0,2415 NS	0,0245 *L	0,1445 NS
	32	0,232±12,9	0,220±1,76	0,221±2,76	0,215±4,06	0,222				
	Média	0,227	0,224	0,212	0,211					

a, b Médias dos teores de sal na água seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

NS = Não significativo; T x S = Interação dos fatores. PA = Peso de albúmen; PG = Peso de gema; PC = Peso de casca; %A = Percentagem de albúmen; %G = Percentagem de gema; %C = Percentagem de casca; GE= Gravidade específica; EC = Espessura da casca.

As médias observadas para porcentagens de albúmen nas temperaturas de conforto e de estresse por calor foram 53,63 e 53,45%, respectivamente. Estes resultados, são semelhantes aos apresentados por Guimarães et al. (2014), os autores não detectaram influência da temperatura no período seco e chuvoso no semiárido paraibano.

Berto (2012) e Vercese et al. (2012), também não observaram efeito das temperaturas estudadas sobre este parâmetro, no entanto, encontraram médias superiores as obtidas no presente estudo trabalhando com as mesmas temperaturas.

Os níveis de salinidade da água não alteraram a porcentagem de gema, fato também observado por Lima et al. (2015), que não constataram efeito dos níveis de sódio na ração sobre a porcentagem de gema de codornas e Gravena et al. (2011) em estudo com codornas japonesas suplementadas com diferentes níveis de selênio e zinco orgânico. Resultados significativos para a porcentagem de gema foram verificados por Rodrigues et al. (2015) em estudos com níveis de balanço eletrolítico com proteína reduzida na ração para codornas japonesas, de forma que a medida que aumentou os níveis de balanço eletrolítico, também houve aumento na porcentagem de gema. Da mesma forma, Assunção et al. (2017) verificaram influência de forma quadrática dos níveis de sódio na ração de poedeiras semipesadas para o peso da gema, haja vista que com o aumento do nível de sódio na ração relacionado ao menor peso do ovo, houve aumento da porcentagem de gema. Lima et al. (2015) trabalhando com codornas japonesas em ambiente onde as codornas ficaram submetidas a períodos de estresse por calor, encontraram valores médios inferiores de 29,5% para porcentagem de gema em comparação aos do presente estudo 32,3%.

O percentual de gema não foi influenciado ( $P > 0,05$ ) pela condição ambiental e, segundo Vercese et al. (2012) a proporção de gema e albúmen varia com o tamanho e peso dos ovos. Resultados semelhantes foram observados por Vercese et al. (2012) em trabalhos analisando o efeito da temperatura sobre o desempenho e a qualidade de ovos de codornas japonesas, constataram que não houve diferença significativa para o percentual de gema. Resultados contraditórios foram observados por Oliveira et al. (2014) em pesquisas sobre o desempenho e a qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas e ambiente controlado, onde verificaram maior porcentagem de gema quando as aves foram criadas em ambiente de calor (32°C).

Os níveis de salinidade da água não afetaram significativamente ( $P > 0,05$ ) a porcentagem de casca (Tabela 4), o que está de acordo com as informações descritas por

Gonzales (1999) que afirma que com o aumento do nível de sódio e potássio na ração a qualidade da casca é melhorada, fato que favorece a rentabilidade dos produtos para o avicultor, uma vez que a má qualidade da casca resulta em perdas econômicas significativas.

Corroborando com os resultados do presente estudo, Lima et al. (2015) não verificaram efeito de diferentes níveis de sódio sobre a porcentagem de casca de ovos de codornas japonesas. Resultados significativos para porcentagem de casca, foram observados por Rodrigues et al. (2015) e Assunção et al. (2017) em estudos avaliando o balanço eletrolítico na ração para codornas japonesas e níveis de sódio na ração de poedeiras semipesadas que encontraram valores médios de aproximadamente 6,31 e 10% respectivamente, o que diverge dos encontrados no presente estudo.

O percentual de casca foi influenciado ( $P < 0,05$ ) pela temperatura, sendo às menores médias observadas nas aves mantidas no ambiente de calor (Tabela 4), isto pode estar relacionado ao menor peso dos ovos, que neste ambiente também foram menores. Araújo & Albino (2011) citam que quanto maior o percentual de casca em relação ao peso do ovo melhor será sua qualidade, em razão de menores quebras durante o transporte e a comercialização dos mesmos. Em concordância, Pereira et al. (2016) trabalhando com codornas de postura suplementadas com raspa de mandioca, encontraram valores de 8,15%. Diferindo dos resultados encontrados no presente estudo, Guimarães et al. (2014) em pesquisas com codornas da mesma espécie no semiárido paraibano encontraram valores contrastantes de 7,90%, provavelmente, se deve pela correlação que existente entre o peso do ovo e a porcentagem de casca, visto que o peso da casca representa de 8 a 11% do peso do ovo, fato também confirmado por Umigi et al. (2012).

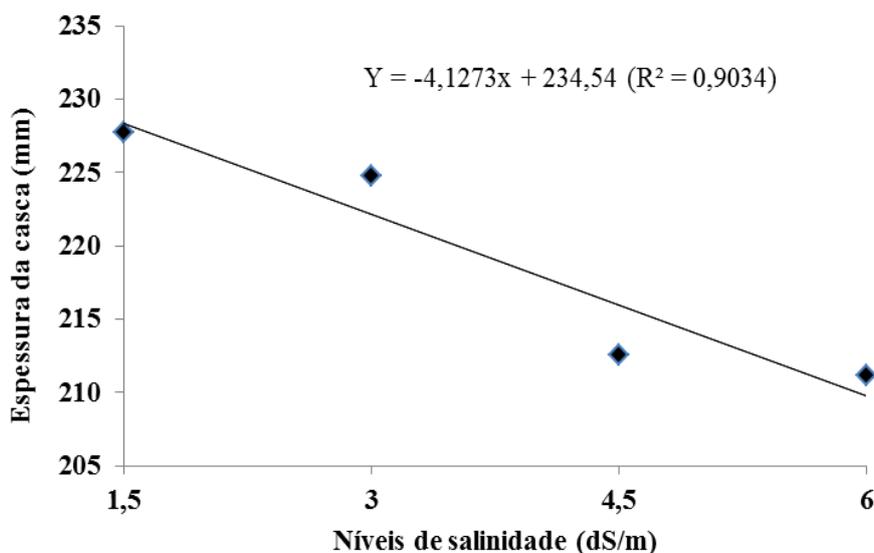
De acordo com Borges et al. (2003) e Franco & Sakamoto (2012), o aumento da temperatura ambiente associado à umidade elevada, desencadeia em queda gradativa na qualidade da casca, sendo seu efeito observado a partir de 26°C, de forma que a ave aumenta a sua ofegação, resultando na diminuição do  $\text{CO}_2$  nos pulmões o que pode levar à alcalose respiratória que interfere no equilíbrio eletrolítico e mineral, podendo resultar em ovos pequenos e de casca fina devido o déficit dos elementos que irão compor o carbonato de cálcio na casca. Souza & Lima (2007) afirmam que em condições de estresse calórico extremo, a matriz transfere suas prioridades fisiológicas da produção de ovos e calcificação da casca do ovo para a sobrevivência do organismo.

A gravidade específica não foi influenciada ( $P>0,05$ ) pelos níveis de salinidade estudados (Tabela 4). Conforme Hamilton (1982) a gravidade específica é um método indireto para mensurar a espessura da casca, estando altamente correlacionados, sendo que quanto menor o valor da gravidade específica menor será a espessura da casca. Relatos de Rodrigues et al. (2015), compilaram dados sobre o balanço eletrolítico para codornas japonesas e não verificaram efeito sobre a gravidade específica, concordando com Lima et al. (2015) e Ribeiro et al. (2008) que compilaram dados a cerca da exigência de sódio para poedeiras e também não verificaram efeito dos níveis de sódio sobre a gravidade específica. Resultados contraditórios, foram relatados em estudos realizado por Assunção et al. (2017) com níveis de sódio para poedeiras semipesadas, que verificaram efeito sobre a gravidade específica, na qual, diminuiu com o maior nível de sódio na ração.

A gravidade específica não foi influenciada pelas temperaturas estudadas (Tabela 4), com médias verificadas de  $1,06\text{g/cm}^3$ , corroborando com Castro (2014) e Figueiredo (2013), que avaliando o desempenho e a qualidade de ovos de codornas japonesas sob efeito de diferentes temperaturas, observaram para ambientes a  $20$  e  $32^\circ\text{C}$  valores semelhantes para gravidade específica ( $1,06\text{g/cm}^3$ ). Achados de Oliveira et al. (2014), discorrem redução da gravidade específica quando as aves foram criadas na temperatura de  $32^\circ\text{C}$ . Em pesquisas realizadas por Vercese et al. (2012), verificaram redução significativa para a gravidade específica nas aves submetidas ao estresse cíclico de  $36^\circ\text{C}$ . Segundo Araújo & Albino (2011), quanto maior a gravidade específica melhor será a qualidade da casca, e segundo Leeson & Summer (2009) valores de gravidade específica abaixo de  $1,08\text{g/cm}^3$  está negativamente correlacionada com a eclodibilidade.

Para espessura da casca, observou-se resposta linear negativa ( $Y = - 4,1273x + 234,54$ ,  $R^2 = 0,90$ ), ou seja, à medida que aumentou o nível de salinidade na água, diminuiu a espessura da casca (Tabela 4 e Figura 8). A melhor resposta foi verificada em  $0,227\text{mm}$  no nível de  $1,5\text{dS/m}$ . O nível de  $6,0\text{dS/m}$  refletiu o pior coeficiente  $0,211\text{mm}$ , demonstrando que o nível de salinidade mais alto prejudicou a espessura da casca do ovo. Em concordância com o presente estudo, Assunção et al. (2017) trabalhando com níveis de sódio na ração de poedeiras semipesadas, verificaram que a espessura da casca também diminuiu com o maior nível de sódio na ração. Rodrigues et al. (2015) e Pereira et al. (2016), não encontraram efeito sobre a espessura da casca em pesquisas com diferentes níveis de balanço eletrolítico ( $166,54$ ,  $153,47$ ,  $139,63$ ,  $139,63$ ,  $117,13$  e

166,49).e de raspa de mandioca (6, 12, 18 e 24% ) respectivamente, na ração para codornas japonesas.



**Figura 8.** Espessura da casca (EC) conforme os níveis de salinidade.

Na análise da espessura da casca, não foi verificado efeito da temperatura sobre esta variável (Tabela 4), com médias na temperatura de conforto de 0,21mm e sob estresse de 0,22mm, corroborando com Vercese et al. (2012), que não obtiveram resultados significativos na espessura da casca quando a temperatura foi elevada de 30 e para 36°C. Segundo Jácome et al. (2012), dentre os fatores ambientais que levam a produção de ovos com casca fina, a temperatura ambiente é o mais importante. Estudos realizados por Guimarães et al. (2014), não verificaram diferença significativa para espessura da casa de ovos de codornas, na qual se manteve constate com valores de 0,24 mm tanto no período quente quanto no período chuvoso. Oliveira et al. (2014) trabalhando com ovos de galinhas, verificaram diferenças significativas quando submetem as aves à estresse térmico, com valores médios de 0,48 mm em condições de termoneutralidade, enquanto que quando submetidas a temperatura de 32°C, a espessura média da casca diminuiu para 0,41 mm.

Não foi observado efeito da interação entre as temperaturas e os níveis de salinidade (T x S) para frequência respiratória (FR), temperatura cloacal (TC) e temperatura superficial corporal (TSC). No entanto, quando foram avaliados os efeitos individuais, as médias não revelaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de

salinidade da água. Já, a temperatura ambiental, influenciou de forma significativa todos os parâmetros fisiológicos (Tabela 5).

A frequência respiratória é considerada um parâmetro fisiológico importante na caracterização da condição de conforto ou estresse dos animais (Guimarães et al., 2014), o observa-se que mesmo consumindo águas com níveis de salinidade mais altos, a FR se manteve dentro dos limites da normalidade para a espécie, variando de 24,49 a 27,37 mov/min. Apesar de receberem água com níveis de salinidade de até 6,0dS/m, nenhum dos níveis foi suficiente para alterar a FR das aves, e a manutenção da FR dentro dos níveis fisiológicos é fundamental, principalmente para manter o pH sanguíneo dentro da normalidade e evitar problemas, como a alcalose respiratória, que é caracterizada por perdas excessivas de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), reduzindo, por consequência, sua pressão parcial, levando à queda na concentração de ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) e hidrogênio ( $\text{H}^+$ ), afetando o balanço eletrolítico das aves e consequentemente aumento do pH sanguíneo (Silva, 2017), tendo em vista que a qualidade da água consumida pelas aves é de extrema importância para a qualidade da casca, uma vez que a excreção de cálcio na urina é aumentada em aves que recebem água salgada, o que resulta em produção de ovos com qualidade de casca inferior (Calderon, 1984).

A adição de cloreto de sódio na água resulta em redução na atividade da anidrase carbônica na mucosa da glândula da casca (Yoselewitz & Balnave, 1989; citados por Balnave et al., 1992). Cabe salientar que dentre os minerais, o  $\text{Na}^+$  está ligado a diversas funções fisiológicas vitais (Villanueva et al., 2015) como a manutenção da pressão osmótica, do balanço eletrolítico e do equilíbrio ácido-base (Araújo et al., 2011).

A condição ambiental afetou a frequência respiratória das codornas (Tabela 5), onde as codornas expostas ao ambiente de calor, apresentaram frequências respiratórias médias mais elevadas (26,34 mov/min), em comparação àquelas criadas em ambiente de conforto (24,92 mov/min). Com o aumento da temperatura ambiente as aves aumentaram a frequência respiratória, provavelmente por ser um mecanismo de proteção, este aumento se deu com o objetivo de expelir maior quantidade de ar quente para o ambiente (Ferreira, 2016). Segundo Castilho et al. (2015), o aumento da frequência respiratória é uma forma de aumentar as taxas de evaporação no ar expirado e desta forma perder calor para o ambiente, considerando que quando expostas a condições térmicas desfavoráveis, a ave necessita ajustar seus padrões comportamentais e fisiológicos, a fim de realizar o balanço de calor (Amaral, 2012).

**Tabela 5.** Efeito dos níveis de salinidade e da temperatura sobre a fisiologia de codornas japonesas em fase de produção.

Parâmetros	Temperaturas (°C)	Salinidade, dSm				Média	CV, %	T*S	Salinidade	Temperatura
		1,5	3,0	4,5	6,0					
FR (mov/min)	24	24,49±1,14	25,89±0,25	24,74±0,89	24,59±1,04	24,92b	4,77	0,117NS	0,1005NS	0,0003**
	32	27,37±1,73	25,76±0,12	27,12±1,48	25,11±0,52	26,34a				
	Média	25,93	25,82	25,93	24,85					
TC (°C)	24	41,54±0,18	41,55±0,17	41,65±0,07	41,59±0,13	41,58b	2,73	0,5739NS	0,6174NS	0,0001**
	32	41,83±0,10	41,88±0,15	41,84±0,11	41,92±0,19	41,87a				
	Média	41,68	41,72	41,74	41,76					
TSC (°C)	24	35,19±2,46	36,17±1,48	36,31±1,34	36,10±1,55	35,94b	1,55	0,1411NS	0,0592NS	0,0001**
	32	39,30±1,64	39,33±1,67	39,37±1,71	39,50±1,84	39,37a				
	Média	37,24	37,75	37,84	37,8					

a, b Médias dos teores de sal na água seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

NS = Não significativo; T x S = Interação dos fatores. FR = Frequência respiratória; TC = Temperatura cloacal; TSC = Temperatura superficial corpórea.

Já para as aves criadas no ambiente de conforto, observou-se uma redução na FR, alcançando-se valores médios de 24,92 mov/min, corroborando com Souza et al. (2005), que reportam que aves submetidas a ambientes confortáveis devem apresentar frequência respiratória entre 20 a 30 mov/min, sendo considerada normal à média de 25 mov/min. Observa-se que mesmo sendo criadas fora da zona de conforto térmico (32°C), as codornas conseguiram manter a homeotermia, liberando calor interno na forma evaporativa para o ambiente, sendo este considerado como um mecanismo eficiente (Saraiva et al., 2011; Ferreira, 2016), visto que a troca de calor com o ambiente através do aumento da frequência respiratória (Furlan et al., 2008) resulta em perdas de CO<sup>2</sup> afetando na disponibilidade de bicarbonatos (HCO<sup>3</sup>) utilizados na formação da casca do ovo, comprometendo a formação da mesma e corroborando com os valores encontrados no presente estudo no que se refere ao peso e porcentagem da casca que sofrerem efeito da temperatura (Tabela 5).

Outra explicação que provavelmente pode ser dada para esta situação, é que mesmo submetidas diariamente à temperatura de calor por um período de 12h, a abertura das portas da câmara das 07 e 19h ajudou no reestabelecimento das aves reduzindo o estresse térmico e não afetando o seu desempenho. Em concordância com Ferreira (2016) que afirma, animais adaptados ao estresse crônico moderado, ao serem transferidos para um galpão com temperatura dentro da faixa de conforto, certamente, apresentará um ganho adicional em seu desempenho e Umigi et al. (2012) que discorre a codorna poder ser criada sob condições de temperatura mais elevadas, ou seja, sob estresse térmico. Para Furtado et al. (2011), aves criadas fora da faixa de temperatura ideal podem ter seu desempenho produtivo prejudicado, como também a qualidade dos ovos.

Os resultados obtidos neste estudo estão em concordância com os encontrados por Rodrigues et al. (2016) e Furtado et al. (2013), que trabalhando com codornas japonesas encontraram valores de 26,4 a 29,1 mov/min e 22,8 a 27,9 mov/min respectivamente, não sendo considerado um ambiente desconfortável para as aves, visto que considerando que aves submetidas a ambientes confortáveis devem apresentar frequência respiratória entre 20 a 30 mov/min, sendo considerada como normal à média de 25 mov/min (Souza et al., 2005).

Esses resultados demonstram que em condições de temperaturas mais elevadas é possível ocorrer elevação da frequência respiratória para estimular a perda evaporativa de calor (ofegação), na busca pela manutenção do equilíbrio térmico corporal (Silva,

2017). Autores como Saraiva et al. (2011), trabalhando com codornas europeias em ambiente termoneutro à 25°C e Costa et al. (2012) trabalhando com frangos de corte alojados em galpão sob temperatura ambiente encontraram valores de frequência respiratória entre 64,33 a 70,11 mov/min e 58,96 mov/min respectivamente.

A temperatura cloacal é considerada um parâmetro fisiológico que representa com mais precisão a temperatura interna ou do núcleo central dos animais (Saraiva et al., 2011), esta sofre alterações em situações de estresse severo, provindos de situações adversas no ambiente. Em todos os níveis de salinidade estudados, observou-se que a média ficou dentro da normalidade para a espécie, na qual variou entre 41,5 a 41,9°C, corroborando com Furtado et al. (2013), que em estudos sobre o efeito do balanço eletrolítico nos parâmetros fisiológicos de codornas, encontraram valores de temperatura cloacal de 42,5°C. Nazareno et al. (2009) e Costa et al. (2012) trabalhando com frangos de corte também encontraram valores de temperatura cloacal em torno de 41 e 42°C.

Diante desses estudos, pode-se afirmar que a temperatura cloacal das codornas avaliadas estava dentro dos limites de normalidade mesmo recebendo diferentes níveis de salinidade na água, não necessitando utilizar mecanismos fisiológicos para a manutenção da homeotermia.

Constatou-se que as codornas mantidas no ambiente de calor, apresentaram temperatura cloacal média (41,8°C) mais elevada em comparação àquelas criadas em ambiente de conforto (41,5°C), ou seja, em situações de temperaturas mais elevadas ocorreu aumento nos valores médios da TC, e conforme destacado por Guimarães et al. (2014), a TC é um dos parâmetros fisiológicos importante na caracterização da condição de conforto ou estresse dos animais, visto que, um dos maiores problemas na avicultura brasileira é o estresse por calor, por as aves não possuírem glândulas sudoríparas e apresentarem o corpo recoberto por penas (Furlan et al., 2008). No entanto, nas duas condições ambientais, as médias encontradas estão dentro da faixa considerada normal para a espécie, visto que de acordo com Vercese et al. (2012), Castilho et al. (2015), Nazareno et al. (2009), Costa et al. (2012) e Furtado et al. (2013), a temperatura interna das aves quando adultas pode variar de 41 a 42 °C, dependendo da idade, peso corporal, sexo, atividade física, consumo de ração e ambiente térmico do galpão.

Por serem animais desprovidos de glândulas sudoríparas, as aves, quando criadas em ambientes fora da zona de conforto térmico, sofrem inúmeras perdas

produtivas na tentativa de manter a homeotermia, não obtendo êxito, as mesmas utilizam mecanismos fisiológicos para dissipar o calor corporal excedente. Os valores encontrados nesta pesquisa devem-se ao fato de que, por serem animais homeotérmicos, as aves tentam manter a sua temperatura interna corporal constante mesmo com variações da temperatura ambiente.

Em condições naturais de temperatura e umidade relativa do ar, Bueno et al. (2014) encontraram temperatura cloacal de frangos de corte de aproximadamente 41°C. Resultados semelhantes foram encontrados por Rodrigues et al. (2016) trabalhando com codornas japonesas submetidas a ambiente com temperatura média de 25°C, encontraram valores de temperatura cloacal entre 41 e 42°C, concluindo que os animais não sofreram desconforto.

Não foi verificado efeito significativo ( $P>0,05$ ) para temperatura superficial corporal das codornas consumindo águas com os diferentes níveis de salinidade. Ocorre que esta variável representa a temperatura do núcleo corporal das aves que tem influência direta sobre a superfície corporal, que por sua vez tem correlação com outras variáveis fisiológicas (Nascimento, 2010) como a frequência respiratória e a temperatura cloacal, o que pode ser corroborado pela maior temperatura cloacal (41,9°C) verificado na Tabela 5.

No entanto nessas condições, os valores de TSC encontrados ficaram dentro do esperado, haja vista que as aves foram criadas em ambientes sob diferentes temperaturas e segundo Nunes et al. (2014) e Vilela (2016) aves criadas em temperaturas elevadas apresentam maiores temperaturas superficiais do que aquelas criadas em temperaturas mais amenas. Em concordância com esta afirmação, Souza Júnior et al. (2015) trabalhando com galinhas poedeiras, observou médias parecidas para esta variável, constatando que a TSC apresentou relação positiva com as temperaturas. Cassuce (2011) avaliando a temperatura de superfície corporal de frangos de corte, observou que as aves submetidas à temperatura elevada apresentaram alteração da temperatura de superfície corporal quando comparadas às aves criadas em condição de conforto térmico. Saraiva et al. (2011) afirmam que a temperatura superficial é importante para manutenção da homeotermia, mediante trocas térmicas com o ambiente, onde normalmente a temperatura de superfície acompanha as alterações na temperatura do ar.

O ambiente térmico influenciou significativamente ( $P<0,05$ ) a TSC das codornas (Tabela 5), onde as aves submetidas ao estresse por calor apresentaram valores mais elevados (39,3°C) em relação ao ambiente termoneutro (35,9°C), aumento médio de

3,43°C nesta temperatura. Trabalhando com codornas europeias Ribeiro et al. (2016) encontraram valores médios de TSC de aproximadamente 36°C quando as aves estão em ambiente cuja temperatura se encontrava entre 30,8°C. Diante desses resultados pode-se inferir que existe uma correlação entre esta variável e a temperatura ambiental, onde o aumento da temperatura do ar resulta no acréscimo da temperatura superficial nas aves, devido a condução do calor do núcleo corporal para a periferia dos animais, a vasodilatação periférica (Giloh et al., 2012), que atuam na fisiologia das aves aumentando o fluxo sanguíneo (Ribeiro et al., 2016) para as áreas desprovidas de pena e altamente vascularizada (Souza Júnior et al., 2013), como é o caso da crista, barbela e patas (Schütz, 2011) com o objetivo de dissipar calor (Ferreira, 2016) uma vez que essas áreas são fundamentais no processo termo regulatório (Castilho et al., 2015).

Segundo Nunes et al. (2014) e Vilela (2016) aves criadas em temperaturas elevadas apresentam maiores temperaturas superficiais do que aquelas criadas em temperaturas mais amenas. Em concordância com esta afirmação, Souza Júnior et al. (2015) trabalhando com galinhas poedeiras constataram que a TSC apresentou relação positiva com as temperaturas. Cassuce (2011) avaliando a temperatura de superfície corporal de frangos de corte, observou que as aves submetidas à temperatura elevada apresentaram alteração da temperatura de superfície corporal quando comparadas às aves criadas em condição de conforto térmico. Saraiva et al. (2011) afirmam que a temperatura superficial é importante para manutenção da homeotermia, mediante trocas térmicas com o ambiente, onde normalmente a temperatura de superfície acompanha as alterações na temperatura do ar.

Em concordância com os resultados do presente estudo, Saraiva et al. (2011) trabalhando com codornas europeias criadas em sala climática à temperatura constante de 25°C, estudaram a distribuição da temperatura em 3 regiões corpóreas: temperatura de cabeça, coxa e peito avaliando a temperatura periférica do animal, resultando em temperaturas médias de aproximadamente 35°C, o que também foi verificado nesta pesquisa para a câmara climática programada à temperatura de 24°C, média de TSC de 35,9°C (Tabela 5). Por outro lado, Rodrigues et al. (2016) trabalhando com codornas japonesas e estudando a distribuição da temperatura em outras 3 regiões corpóreas: temperatura da cabeça, temperatura do interior da asa e temperatura da pata, e encontraram temperaturas médias de aproximadamente 33°C.

Os resultados sobre o peso do coração, fígado e moela das codornas são mostrados na Tabela 6. Houve efeito de interação entre as temperaturas e os níveis de

salinidade da água (T x S) no que se refere ao peso da moela, de forma que os animais submetidos à temperatura de 32°C apresentaram efeito linear em comparação àqueles submetidos à temperatura de 24°C que não demonstraram efeito. O peso do coração (PC) e o peso do fígado (PF) não sofreram efeito nem entre os níveis de salinidade nem entre as temperaturas estudadas, fato que não demonstra efeito da interação entre os fatores.

Os resultados para o peso da moela (Tabela 6) demonstram efeito da interação dos fatores (T x S). Ocorre que o efeito da temperatura foi pronunciado sobre o efeito da salinidade, já que foi verificado aumento no peso da moela, dado que, temperatura superior às de conforto das aves pode ocasionar em modificação no tamanho dos órgãos (Ogbe et al., 2008; Brito et al., 2010).

Os níveis de salinidade não interferiram no peso do coração, que apresentou peso médio de 1,64g, semelhantes aos encontrados por Camelo et al. (2015) em estudos com farelo de goiaba na dieta de codornas europeias, cujos pesos foram de 1,64g. Villanueva et al. (2015) avaliando a influência do fornecimento do cloreto de sódio na água de frangos de corte em diferentes idades, não observaram efeito sobre o peso do coração, como também Cavalcante et al. (2010), em trabalhos sobre as características de carcaça de codornas europeias alimentadas com diferentes níveis proteicos, observaram que o peso do coração não sofreu influencia da dieta.

Discordando dos dados encontrados no presente estudo, Lima (2012) em pesquisa com codornas europeias recebendo águas com diferentes níveis de balanço eletrolítico, afirma que o peso relativo do referido órgão foi influenciado pelos teores de sódio na água de bebida das codornas, demonstrando aumento de acordo com os níveis de BE, no qual ficou na média de 1,14g; Costa et al. (2012) em estudos com poedeiras leves alimentadas com diferentes níveis do aminoácido triptofano, verificaram alterações no peso do coração em relação as dietas.

O peso do coração foi similar entre as temperaturas estudadas, com valores médios de 1,64g (Tabela 6), podendo-se afirmar que o nível de desconforto térmico no qual as codornas foram submetidas, não foi suficiente para alterar o peso do coração.

**Tabela 6.** Efeito dos níveis de salinidade e da temperatura sobre o peso dos órgãos de codornas japonesas em fase de produção.

Parâmetros	Temperaturas (°C)	Salinidade, dS/m				Média	CV, %	T*S	Salinidade	Temperatura
		1,5	3,0	4,5	6,0					
PC(g)	24	1,59±0,05	1,61±0,03	1,72±0,07	1,66±0,01	1,64	10,66	0,8929NS	0,6646NS	0,9674NS
	32	1,62±0,02	1,65±0,05	1,66±0,10	1,65±0,05	1,64				
	Média	1,60	1,63	1,69	1,65					
PF (g)	24	4,91±0,54	5,47±0,01	5,73±0,27	5,52±0,06	5,40	10,81	0,2228NS	0,2407NS	0,5655NS
	32	5,41±0,04	5,81±0,35	5,29±0,16	5,51±0,05	5,50				
	Média	5,16	5,64	5,51	5,51					
PM (g)	24 NS	3,36a±0,08Aa	3,06a±0,21Aa	3,62a±0,34Aa	3,34b±0,06Ab	3,35Aab	6,49	0,0404**	0,0001	0,0261
	32 *L	3,01b±0,26Ab	2,99b±0,28Ab	3,35b±0,07Ab	3,47a±0,19Aa	3,20Ab				
	Média	3,01	2,98	3,34	3,47					

a, b Médias dos teores de sal na água seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

NS = Não significativo; T x S = Interação dos fatores. PC = Peso do Coração; PF = Peso do Fígado; PM = Peso da Moela.

Lima (2012) em estudos com codornas europeias, reporta que o peso relativo do coração diminuiu sob influência da temperatura elevada; Sousa (2013) trabalhando com codornas de corte em diferentes idades, observou que o peso do coração variou de acordo com os diferentes ambientes de criação, onde para temperatura de 24°C foram encontrados valores de 1,11g e para temperatura de 33°C valores de 0,79g.

O peso do fígado das codornas foi semelhante entre os animais consumindo água com diferentes níveis de salinidade (Tabela 6), mesmo nos animais consumindo águas com salinidade acima do recomendado. Segundo Ayers & Westcot (1994) águas com teores de sais superiores a 5,0 dS/m devem ter seu fornecimento limitado às aves, podendo provocar distúrbios fisiológicos e morte, com consequentes perdas econômicas. Contudo, até o nível de salinidade utilizado (6,0 dS/m) no presente estudo, não foi observado nenhum tipo de perda econômica no que se refere a qualidade dos produtos nem tão pouco nenhum tipo de distúrbio fisiológico, demonstrando que as codornas são altamente resistentes às águas com teores de sais acima da recomendada pela literatura.

Em pesquisas sobre as características de carcaça de codornas europeias alimentadas com diferentes níveis proteicos, Cavalcante et al. (2010) observaram que o fígado sofreu influência da dieta, concordando com Villanueva et al. (2015) que estudando os níveis de cloreto de sódio na água de frangos de corte de um a sete dias de vida, observaram que houve redução no peso do fígado com o avançar da idade.

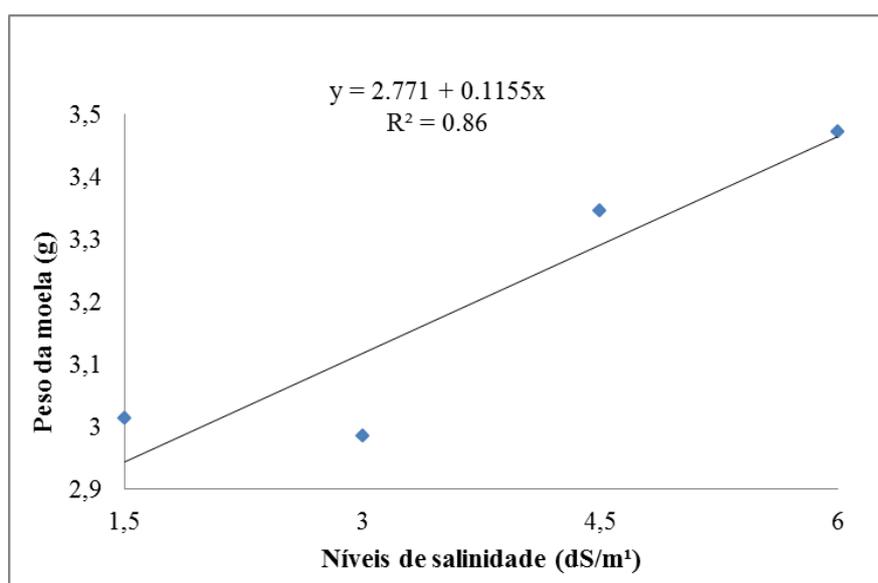
O peso médio do fígado encontrado no presente estudo, foi de 5,45g resultado similar aos citados por Grieser (2012) que estudando o crescimento e composição corporal de linhagens de codorna de corte e postura encontrou valores de 5,49g, sendo este superior aos citados por Camelo et al. (2015), que encontraram valores para o peso de fígado de 4,09g trabalhando com farelo de goiaba na dieta de codornas europeias. Lima (2012) obteve peso médio do fígado de codornas europeias recebendo águas com diferentes níveis de balanço eletrolítico de 3,35g. Estes fatos podem ser justificados pelo ambiente de criação, dietas e variabilidade genética dos animais.

O peso do fígado não foi afetado pelos diferentes ambientes, demonstrando que mesmo as codornas sendo criadas fora da zona de conforto térmico conseguiram manter a homeotermia e os animais mantidos na ZCT tendo consumido mais alimento, não tiveram sua fisiologia afetada, concordando com Salabi et al. (2011) que trabalhando com diferentes níveis de zinco nas características de frangos de corte criados em

condição de estresse por calor, não observaram diferenças para o peso do fígado entre frangos acondicionados á temperatura de 37°C durante seis horas. Silva et al. (2014) também não observaram diferenças para o peso do fígado em pesquisas com frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada de 37°C por uma hora diária, justificando que o período de exposição a esta temperatura não foi suficiente para alterar o peso relativo do fígado, mostrando que as aves tinham tempo para retomar as suas condições fisiológicas.

Resultados divergentes foram verificados por Silva et al. (2014), onde aves sob condições de estresse térmico por calor apresentaram peso de fígado reduzido, o que denota o estado de estresse térmico sofrido pela ave, acarretando consequentemente em prejuízo a nível de produtividade, já que se trata de uma víscera comestível. Lima (2012) e Sousa (2013) descrevem que aves criadas sob condições de temperaturas ambientais elevadas tendem a apresentar os pesos relativos dos órgãos afetados.

No maior nível de salinidade 6,0dS/m verificou-se que o peso da moela foi maior para a temperatura de estresse (Tabela 6 e Figura 9) apresentando efeito linear ( $Y = 2.771x + 0.1155x$ ;  $R^2 = 0,86$ ), ou seja, à medida que aumentou o nível de salinidade na água, aumentou também o peso da moela.

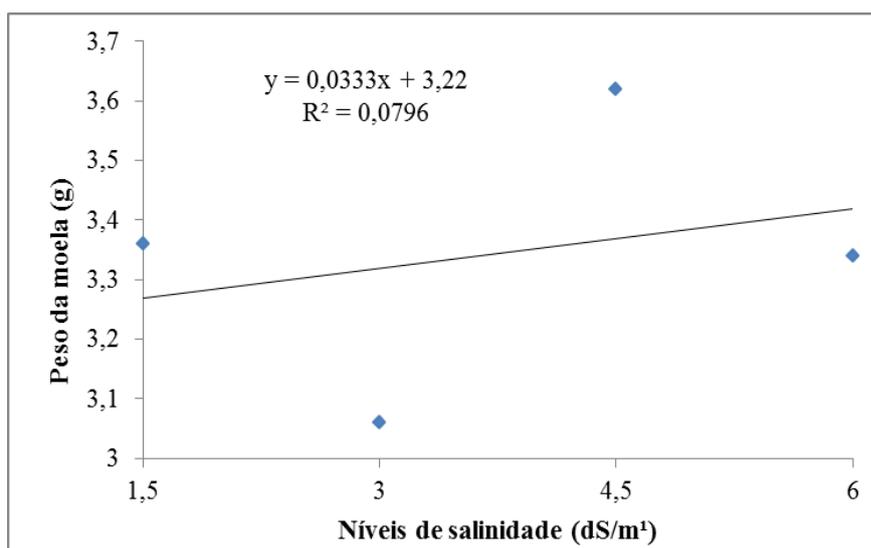


**Figura 9.** Peso da moela conforme os níveis de salinidade no ambiente de estresse

As aves que receberam o NaCl no nível de 6,0 dS/m via água, apresentaram maior peso da moela (3,47g), sendo que o peso da moela normalmente têm relação com a granulometria da dieta (Dalhke et al., 2001 citado por Villanueva, 2015), e no presente

experimento o consumo de ração foi semelhante entre os diferentes níveis de salinidade da água. Lima (2012) citam valores mais baixos (2,57g) para o peso da moela de codornas europeias quando as aves receberam águas com diferentes níveis de balanço eletrolítico. Verificando o peso relativo de órgãos de frangos de corte submetidos a diferentes vias de fornecimento de NaCl em diferentes idades, Villanueva et al. (2015) encontraram diferença significativa entre os tratamentos para o peso da moela, onde o maior peso foi encontrado quando a via de fornecimento foi 100% na água. Marcato et al. (2010), relataram que com o avançar da idade, tanto o tamanho quanto o pesos dos órgãos diminuem.

A moela foi afetada pelas temperaturas estudadas, onde as codornas mantidas no ambiente de conforto apresentaram maior peso da moela em comparação àquelas criadas em ambiente de calor (Tabela 6 e Figura 10), o que pode ser justificado pelo maior consumo de ração e melhores condições de produção (Tabela 4), haja vista que a temperatura é um elemento climático de efeito direto sobre os animais (Ferreira, 2016) e qualquer alteração nos seus valores promove, em curto prazo, alterações no comportamento e na fisiologia destes.



**Figura 10.** Peso da moela conforme os níveis de salinidade no ambiente de conforto

O tamanho da moela está relacionado à massa muscular, que é desenvolvida por meio de trabalho mecânico para macerar os alimentos (Ribeiro et al., 2002) provavelmente, por as aves criadas neste ambiente terem apresentado maior consumo de ração (Tabela 3) e conseqüentemente o trabalho mecânico deste órgão para quebrar os

alimentos ter sido maior, tenha promovido um aumento de peso da moela. Lilja et al. (1985) citam que o maior tamanho da moela melhora a capacidade de digerir e ingerir os alimentos.

Em situações de temperaturas mais elevadas ocorreu diminuição no peso da moela, demonstrando que o ambiente de criação tem influência sobre o peso de órgãos, corroborando com relatos de Ogbe et al.(2008) e Brito et al.(2010), que discorrem temperatura superior às de conforto das aves também pode ocasionar em modificações fisiológicas adaptativas, como modificação no tamanho dos órgãos.

Os valores médios encontrados para peso de moela nas temperaturas de conforto e calor foram de 3,35 e 3,20g respectivamente, semelhantes aos encontrados por Camelo et al. (2015), que trabalhando com farelo de goiaba na dieta de codornas europeias encontraram valores do peso médio da moela de 3,21g, já Marinho et al., (2010) trabalhando com a inclusão do resíduo de goiaba na dieta de codornas japonesas encontraram entre 3,21 e 3,70g.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Codornas japonesas na fase de produção podem consumir águas com níveis de salinidade até 6,0dS/m sem ter o desempenho produtivo, a qualidade dos ovos, os parâmetros fisiológicos e a morfometria dos seus órgãos afetados e ser criadas em temperaturas de até 32°C por um período diário de 12 horas, uma vez que mesmo a temperatura tendo afetado alguns dos parâmetros estudados, as codornas mantiveram a homeotermia.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abioja, M. O.; Osinowo, O. A.; Adebambo, O. A.; Bello, N. J.; Abiona, J. A. Water restriction in goats during hot-dry season in the humid tropics: feed intake and weight gain. *Archivos de Zootecnia*, v.59, n.26, p.195-203, 2010.
- Ab'sáber, A. N.; 1980: O domínio morfoclimático semiárido das caatingas brasileiras. *Craton & Intracraton escritos e documentos*. São José do Rio Preto, IBILCE-UNESP, nº6.
- Abreu, V. M. N.; Abreu, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, p.1-14, 2011 (supl. especial).
- Albino, L. F. T.; Barreto, S. L. T. Criação de codornas para produção de ovos e carne. 1ª ed. Viçosa: UFV, 2012.
- Albino, L. F. T.; Carvalho, B. R.; Maia, R. C.; Barros, V. R. S. M. Galinhas Poedeiras: Criação e Alimentação. Viçosa, Minas Gerais: Aprenda Fácil, 376p, 2014.
- Alvarez-Vasquez, L. J.; Martínez, A. C. R.; Vázquez, M. E. M. A numerical simulation toolbox for decision support related to wastewater discharges and their environmental impact. *Environmental Modelling & Software*, v.26, p.543-545, 2011.
- Alves, C. Tratamento de águas de abastecimento. 3ª ed. Porto: Publindústria, 2010.
- Alves, S. P.; Silva, I. J. O.; Piedade, S. M. S. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.35, p.1388-1394, 2007.
- Amaral, A. G. Processamento de Imagens Digitais para Avaliação do Comportamento e Determinação do Conforto Térmico de Codornas de Corte. 2012. 82 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Viçosa, Mg, 2012.
- Amaral, A. G.; Yanagi Junior, T.; Lima, R. R.; Teixeira, V. H.; Schiassi, L. Efeito do ambiente de produção sobre frangos de corte sexados criados em galpão comercial. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.63, n.3, p.649- 658, 2011.
- Araujo, J. A.; Laércio, L. G.; Jânio, J. S. Caracterização climática para frangos de corte no município de redenção – PA. *Enciclopédia biosfera*, v.10, n.19, p.480-486, 2014.
- Araújo, W. A. G. & Albino, L. F. T. Comercial incubation (incubação comercial). 1ª ed. Kerala, Índia, 157 p, 2011.

- Araújo, W. A. G; Albino, L. F. T. Incubação comercial. Transworld Research Network. p.105-138, 2011. Disponível em:<[http://issuu.com/ResearchSingpost/docs/araujo\\_e-book/23](http://issuu.com/ResearchSingpost/docs/araujo_e-book/23)>. Acesso em: 10 nov. 2015.
- Arcila, J. C. P. Desempenho zootécnico e fisiológico de frangos de corte, na fase final de crescimento, submetidos a diferentes níveis de estresse por calor. 2014. 81 f. Dissertação (Mestrado em Construções rurais e ambiência; Energia na agricultura; Mecanização agrícola; Processamento de produção) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.
- Assunção, A. S. A.; Martins, R. A.; Lima, H. J. D.; Martins, A. C. S.; Souza, L. A. Z. Níveis de Sódio na Ração de Poedeiras Semipesadas Após o Pico de Postura Criadas em Clima Quente. Boletim da Indústria Animal, v.74, n.1, p.36-44, 2017.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. Water quality for agriculture. Produced by: Agriculture and Consumer Protection, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Irrigation and Drainage Paper, v.29, Rev. 1, 1994.
- Baêta, F. C.; Souza, C. F. Ambiência em edificações rurais: conforto animal. 2ª ed. Viçosa, MG: UFV, 269p. 2010.
- Balnavé, D.; Usayan, N.; Zhang, D. Calcium and carbonate supply in the shell gland of hens laying eggs with strong and weak shells and during and after a rest from lay. Poultry Science, v.71, p.2035-2040, 1992.
- Barbosa, M. J. S. S. Efeito do Ambiente Térmico Sobre as Respostas Fisiológicas e Produtivas de Frangos de Corte de Linhagens Caipira Criados em Condições de Inverno Amazônico. 2016. 75p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Acre – Ro, 2016.
- Barros, M. S., Pfau, L. A., Oroski, F. I. Análise da Qualidade da água em Estabelecimentos Leiteiros Associados da Cooperativa Agropecuária Batavo, Carambe-PR. Disponível em: < [http://www.emater.pr.gov.br/arquivos/.../05\\_Anal\\_Agua\\_Est\\_Leiteiros.pdf](http://www.emater.pr.gov.br/arquivos/.../05_Anal_Agua_Est_Leiteiros.pdf)>. Acesso em 19/04/2010.
- Bastos-Leite, S. C.; Alves, E. H. A.; Sousa, A. M.; Goulart, C. C.; Santos, J. P. M.; Silva, J. D. B. Ácidos Orgânicos e Óleos Essenciais Sobre o Desempenho, Biometria de Órgãos Digestivos e Reprodutivos de Frangas de Reposição. Acta Veterinária Brasileira, v.10, n.3, p.201-207, 2016.
- Bellaver, C.; Oliveira, P. A. Balanço de água nas cadeias de aves e suínos. Avicultura Industrial, v.10, p.39-44, 2009.

- Berto, D. A. Temperatura Ambiente e Nutrição de Codornas Japonesas. 2012. 156p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista – Botucatu – SP, 2012.
- Biaggioni, M. A. M.; Mattos, J. M.; Jasper, S. P.; Targa, L. A. Desempenho térmico de aviário de postura acondicionado naturalmente. *Ciências Agrárias*, v.29, n.4, p.961-972, 2008.
- Borges, S. A.; Maiorka, A.; Laurentiz, A. C; Fisher da Silva, A. V.; Ariki, J. Electrolytic balance in broiler chicks during the first week of age. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.4, n.2, p.149-153, 2002.
- Borges, S. A.; Maiorka, A.; Silva, A. V. F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. *Revista Ciência Rural*. v. 33, n. 5, p. 975 – 981, 2003.
- Bozkurt, M.; Küçükyılmaz, K.; Çatli, A. U.; Çınar, M.; Bintaş, E.; Çöven, F. Performance, egg quality, and immune response of laying hens fed diets supplemented with mannan-oligosaccharide or an essential oil mixture 5 under moderate and hot environmental conditions. *Poultry Science*, v.91, n.6, p.1379–1386, 2012.
- Branco, S. M. Água: origem, uso e preservação. 2ª ed. ref. São Paulo: Moderna, 2010.
- Brasil. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAN-Brasil. 2004. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos, 2004.
- Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, 18 Mar. 2005. Seção Resoluções, p.19, 2005.*
- Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 14 de Dezembro de 2011.*
- Bridi, A. M. Instalações e ambiência em produção animal, 2011. Disponível em: [http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia\\_arquivos/InstalacoeseAmbienciamProducaoAnimal.pdf](http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia_arquivos/InstalacoeseAmbienciamProducaoAnimal.pdf). Acesso em: 09/12/2016.

- Brossi, C.; Contreras - Castillo, C. J.; 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, 2009.
- Brito, A. B.; Carrer, S. C.; Viana, A. Distúrbios metabólicos em frangos de corte ênfase em ascite e morte súbita. IV Congresso Latino Americano de Nutrição Animal Estância de São Pedro, 2010. Disponível em:<>. Acesso em: 21 de Nov. 2015.
- Bueno, J. P. R.; Nascimento, M. R. B. M.; Carvalho, C. M. C.; Silva, M. C. A.; Silva, P. L. A. P. A. Características de termorregulação em frangos de corte, machos e fêmeas, criados em condições naturais de temperatura e umidade. *Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer, Goiânia*, v.10, n.19, p.437- 447, 2014.
- Calderon, C. Efectos nutricionales sobre la calidad de la cáscara. *FACTA, Conferência APINCO 1994 de Ciência e Tecnologia Avícolas*. p.35-66, 1994.
- Camelo, L. C. L.; Lana, G. R. Q.; Santos, M. J. B.; Camelo, Y. A. R. P.; Marinho, A. L.; Rabello, C. B. V. Inclusão de Farelo de Goiaba na Dieta de Codornas Europeias. *Ciência Animal Brasileira*, v.16, n.3, p.343-349, 2015.
- Camerini, N. L.; Oliveira, D. L.; Silva, R. C.; Nascimento, J. W. B.; Furtado, D. A. Efeito do Sistema de Criação e do Ambiente Sobre a Qualidade de Ovos de Poedeiras Comerciais. *Revista de Engenharia na agricultura*, v.21, n.4, p.334-339, 2013.
- Cangar, O.; Aerts, J. M.; Buyse, J.; Berckmans, D. Quantification of the spatial distribution of surface temperatures of broilers. *Poultry Science*, v.87, p.2493-2499, 2008.
- Cardozo, N. R. Qualidade da água de granjas de postura comercial da região Sul de Santa Catarina em relação à Instrução Normativa 56 – MAPA. 2012. 57p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Universidade do Estado de Santa Catarina-Lajes, 2012.
- Carvalho, G. B.; Lopes, J. B.; Santos, N. P. S.; Reis, N. B. N.; Carvalho, W. F.; Silva, S. F. Comportamento de frangos de corte criados em condições de estresse térmico alimentados com dietas contendo diferentes níveis de selênio. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.14, n.4, p.785-97, 2013.
- Carvalho Junior, S. B.; Furtado, D. A.; Dantas Neto, J.; Silva, R. C.; Tabolka, R. Fontes e Qualidade Físico-Química da Água para Suínos no Cariri Paraibano. In: *Simpósio de Construções Rurais e Ambientes Protegidos e IV Simcra*. 2012. Viçosa: Anais... Viçosa - MG, 2012.

- Carvalho, T. M. F.; Moura, D. J.; Souza, Z. M.; Souza, G. S.; Bueno, L. G. F. Qualidade da cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, p.351-361, 2010.
- Castro, E. E. C.; Penz Júnior, A. M.; Ribeiro, A. M. L.; Sbrissia, A. F. Effect of water restriction and sodium levels in the drinking water on broiler performance during the first week of life. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.11, p.2167-2173, 2009.
- Castro, J. O. Avaliação e Modelagem do Desempenho de Codornas Japonesas em Postura Submetidas a Diferentes Ambientes Térmicos. 2014. 72p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras - Mg, 2014.
- Cassuce, D. C. Determinação das faixas de conforto térmico para frangos de corte de diferentes idades criados no Brasil. 2011. 91p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - Mg, 2011.
- Cassuce, D. C.; Tinôco, I. F. F.; Baêta, F. C.; Zolnier, S.; Cecon, P. R.; Vieira, M. F. A. Thermal comfort temperature update for broiler chickens up to 21 days of age. *Engenharia Agrícola*, v.33, n.1, p.28-36, 2013.
- Castilho, V. A. R.; Garcia, R. G.; Lima, N. D. S.; Nunes, K. C.; Caldara, F. R.; Nääs, I. A.; Barreto, B.; Jacob, F. G. Bem-estar de galinhas poedeiras em diferentes densidades de alojamento. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering* v.9, n.2, p. 122-131, 2015.
- Cavalcante, D. T.; Castro Lima, R. C.; Costa, F. G. P.; Santos, C. S.; Cardoso, A. S.; Silva, A. P. B.; Dantas, L. S.; Goulart, C. C. Características de Carcaça de Codornas Europeias Alimentadas com Diferentes Níveis Proteicos. *Revista Científica de Produção Animal*, v.12, n.1, p.53-55, 2010.
- Cavalcante, N. Agricultores usam o mandacaru para alimentar o gado. 2012. Petrolina – Pernambuco. Disponível em: <<http://www.iepec.com/noticia/agricultores-usam-o-mandacaru-para-alimentar-o-gado-em-petrolina-pe>> Acesso em: 18 de outubro de 2012.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357 de 17/03/05. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2005.
- Corrêa, A. B. Desempenho e características de carcaça de codornas de corte em função da idade da matriz, peso do ovo e nível nutricional. 2010. 118p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais – Mg, 2010.

- Costa, E. M. S., Dourado, L. R. B.; Merval, R. R. Medidas para avaliar o conforto térmico em aves. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.6, p.218-222, 2012.
- Costa, F. G. P.; Rodrigues, L. R.; Goulart, C. C.; Oliveira, C. F. S.; Rodrigues, V. P.; Silva, J. H. V. Nutritional potassium requirement for laying Japanese quails. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, p.2754-2759, 2011.
- Costa, F. G. P.; Rodrigues, V. P.; Goulart, C. C.; Nobre, I. S.; Silva, J. H. V. Exigência de sódio para codornas japonesas em postura. In: Congresso Brasileiro de Nutrição Animal, 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2008.
- Costa, J. H. S.; Saraiva, E. P.; Costa, F. G. P.; Santos, L. F. D. Diferentes relações triptofano digestível: Lisina digestível sobre parâmetros fisiológicos e órgãos internos de poedeiras leves. *Revista Verde*, v.7, n.4, p.56-63, 2012.
- Daguir, N. J. Poultry production in hot climates. Wallingford: CABI Publishing. 377p. 2008.
- Dahlke, F.; Ribeiro, A. M. L.; Kessler, A. M.; Lima, A. R. Tamanho da Partícula do Milho e Forma Física da Ração e Seus Efeitos Sobre o Desempenho e Rendimento de Carcaça de Frangos de Corte. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.3, p.241-248, 2001.
- Damasceno, F. A.; Yanagi Junior, T.; Gomes, R. C. C.; Lima, R. R.; Schiassi, L. Avaliação das respostas fisiológicas em frangos de corte criados em galpões comerciais climatizados. *Revista Educação Agrícola Superior*, v.24, n.2, p.95-98, 2009.
- DGAV. Direção Geral de Alimentação e Veterinária. Água de Qualidade Adequada para Alimentação Animal, v.2, p.1-15, 2014.
- Ferreira, P. A. Aspectos físico-químicos do solo, In: Gheyi, H. R.; Queiroz, J. E.; Medeiros, J. F. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB, p.37-67, 1997.
- Ferreira, F.; Corrêa, G. S. S.; Corrêa, A. B.; Silva, M. A.; Felipe, V. P. S.; Wenceslau, R. R.; Freitas, L. S.; Santos, G. G.; Godinho, R. M.; Climaco, W. L. S.; Dalsecco, L. S.; Caramori Júnior, J. G. Características de carcaça de codornas de corte EV1 alimentadas com diferentes níveis de metionina+cistina total. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.66, n.6, p.1855-1864, 2014.
- Ferreira, R. A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. Viçosa: Aprenda Fácil, 371p. 2005.

- Ferreira, R. A. Maior Produção com Melhor Ambiente - para aves, suínos e bovinos. 3<sup>a</sup> ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2016.
- Figueiredo, A. N. Qualidade de ovos de codornas japonesas submetidos a diferentes condições de armazenamento. 2013. 50p. Dissertação de Mestrado. Rio Largo: UFAL, 2013.
- Furlan, R. L.; Silva, A. V.; Borges, S. A. Equilíbrio ácido básico. In: Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2<sup>a</sup> ed. Jaboticabal: FUNEP, 2008.
- Furtado, D. A.; Mota, J. K. M.; Nascimento, J. W. B.; Silva, V. R.; Tota, L. C. A. Produção de ovos de matrizes pesadas criadas sob estresse térmico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, n.7, p.748-753, 2011.
- Furtado, D. A.; Rodrigues, L. R.; Costa, F. G. P. C.; Silva, R. C.; Oliveira, D. L. Efeito do Balanço Eletrolítico nos Parâmetros Fisiológicos de Codornas Japonesas em Produção. In: XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2013. Fortaleza - CE – Brasil, 2013.
- Franco, J. R. G.; Sakamoto, M. I. Qualidade dos ovos: Uma visão geral dos fatores que a influenciam. 2012. <https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/qualidade-ovos-genetica-ambiente-nutricao-t37478.htm>. Acesso em: 22/10/2017.
- Freitas, E. R.; Farias, N. N. P.; Nascimento, G. A. J.; Rodrigues, A. M.; Queiroz, M. G. R.; Raquel, D. L.; Lima, R. C. Parâmetros sanguíneos e ósseos de codornas de corte alimentadas com diferentes níveis de sódio. Semina: Ciências Agrárias, v.34, n.2, p.845-852, 2013.
- Gama, N. M. S. Q. Qualidade Química e Bacteriológica da Água Utilizada em Granjas Produtoras de Ovos. 2005. 111p. Tese (Doutorado em Patologia Animal) – Universidade Estadual Paulista – Unesp, 2005.
- Gama, N. M. S. Q; Guastalli, E. A. L; Amaral, L. A; Freitas, E. R; Paulillo, A. C. Parâmetros químicos e indicadores bacteriológicos da Água utilizada na dessedentação de aves nas Granjas de postura comercial. Arquivos do Instituto Biológico, v.71, n.4, p.423-430, 2004.
- Gama, N. M. S. Q; Togashi, C. K; Ferreira, N. T; Buim, M. R; Guastalli, E. L; Fiagá, D. A. M. Conhecendo a água utilizada para as aves de produção. Divulgação técnica: Instituto Biológico, Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio Avícola, Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Bastos, Avs, SP, Brasil, 2008.

- Gaya, L. G.; Mourão, G. B.; Ferraz, J. B. S. Aspectos genético-quantitativos de características de desempenho, carcaça e composição corporal em frangos. *Ciência Rural*, v.36, n.2, p.709-716, 2006b.
- Giloh, M.; Shinder, D.; Yahav, S. Skin surface temperature of broiler chickens is correlated to body core temperature and is indicative of their thermoregulatory status. *Poultry Science*, v.91, n.1, p.175–188, 2012.
- Gomes, R. C. C.; Yanagi Júnior, T.; Lima, R. R.; Yanagi, S. N. M.; Carvalho, V. F.; Damasceno, F. A. Predição do índice de temperatura do globo negro e umidade e do impacto das variações climáticas em galpões avícolas climatizados. *Ciência Rural*, v.41, n.9, p.1645-1651, 2011.
- Gonzales, E. A qualidade da casca do ovo. *Revista Alimentação Animal*, n.16, 1999. Disponível em: <http://www.ovosbrasil.com.br/site/qualidade/> Acesso em 28/07/2017.
- Goulart, C. C.; Lima, M. R.; Costa, F. G. P. Exigência de sódio para codornas japonesas em crescimento de 1 a 21 dias de idade. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008, Lavras. Anais... Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, 2008. (CD-ROM).
- Guimarães, M. C. C. Desempenho produtivo e qualidade de ovos de codornas nas estações chuvosa e seca no semiárido paraibano. 2012. 125p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande-PB, 2012.
- Guimarães, M. C. C.; Furtado, D. A.; Nascimento, J. W. B.; Tota, L. C. A.; Silva, C. M.; Lopes, K. B. P. Efeito da estação do ano sobre o desempenho produtivo de codornas no semiárido paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, p.231–237, 2014.
- Gravena, R. A.; Marques, R. H.; Picarelli, J.; Silva, J. D. T.; Roccon, J.; Hada, F. H.; Queiroz, S. A.; Moraes, V. M. B. Suplementação da dieta de codornas com minerais nas formas orgânicas sobre o desempenho e a qualidade dos ovos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.63, n.6, p.1453-1460, 2011.
- Greif, S. Consequências da pecuária para o meio ambiente. 2006. 2p. Disponível em: <http://www.guiavegano.com.br/vegan/forum/meioambiente>. Acesso em 2015.
- Grieser, D. O. Estudo do crescimento e composição corporal de linhagens de corte e postura. 2012. 109p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Estadual de Maringá, SP, 2012.
- Hamilton, R. M. G. Methods and factors that affect measurement of egg shell quality. *Poultry Science*, 1982, 61: 2002-2039. 1982.

- Holanda, J. S & Amorim, J. R. A. Qualidade da água para irrigação, In: Gheyi, H. R.; Queiroz, J. E.; Medeiros, J. F. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB, p.137-169, 1997.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística. Produção da Pecuária Municipal (PPM). Rio de Janeiro, v.41, p.1-47, 2015.
- Jácome, I. M. T. D.; Borille, R.; Rossi, L. A.; Rizzotto, D. W.; Becker, J. A.; Sampaio, C. de F. R. Desempenho produtivo de codornas alojadas em diferentes sistemas de iluminação artificial. *Archivos de Zootecnia*, v.61, p.449-456, 2012.
- Jordão Filho, J.; Silva, J. H. V.; Silva, C. T.; Costa, F. G. P.; Souza, J. M. B.; Givisiez, P. E. N. Energy requirement for maintenance and gain for two genotypes of quails housed in different breeding rearing systems. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.11, p.2415-2422, 2011.
- Khalil, H. A.; M. Gerken, M.; Hassanein, A. M.; Mady, M.E. Behavioural Responses of two Japanese Quail Lines Differing in Body Weight to Heat Stress. *Egyptian Society of Animal Production*, v.47, p.151–158, 2012.
- Lanna, L. L; Soares, F. A.; Santos, T. M.; Oliveira, J. N.; Marques Júnior, A. P. Índice gonadossomático e correlações entre dimensões e peso testiculares na codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) aos 60 dias de idade. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.65, n.4, p.955-960, 2013.
- Lannetta, M.; Colonna, N.; Salinisation. Land care in desertification affected areas: From science towards application, n.3, 2008.
- Leeson, S.; Summer, J. D. Broiler Breeder Production. University Books, p.284- 326, 2009.
- Libânio, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 3ª ed. Campinas: Átomo, 2010.
- Lilja, C.; Sperber, I.; Marks, H. L. Postnatal growth and organ development in Japanese quail selected for high growth rate. *Growth, hulls Cove*, v.49, p.51-62, 1985.
- Lima, G. J. M. M.; Pioczcovski, G. D. Água principal alimento na produção animal: In *Simpósio Produção Animal e Recursos Hídricos. Concórdia - SC. Anais... Concórdia SC: Embrapa Suínos e Aves*, p.13-19, 2010.
- Lima, H. J. A.; Barreto, S. L. T.; Paula, E.; Dutra, D. R. ; Costa, S. L.; Abjaude, W. S. Níveis de sódio na ração de codornas japonesas em postura. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.16, n.1, p.73-81, 2015.

- Lima, R. B. Balanço Eletrolítico em Codornas e Modelagem do Crescimento de Frangas de Reposição. 2012. 54p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal da Paraíba-PB, 2012.
- Lima, R. B.; Lima, D. F.; Silva, J. H. V.; Lacerda, P. B.; Santos, R. A.; Saraiva, E. P.; Silva, C. T. Influência da temperatura e do balanço eletrolítico sobre o desempenho de codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 46, 2009, Maringá. Anais... Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009.
- Lima, R. C.; Freitas, E. R.; Raquel, D. L.; Sá, N. L.; Lima, C. A.; Paiva, A. C. Níveis de sódio para codornas japonesas na fase de crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.2, p.352-360, 2011.
- Macari, M.; Soares, N. M. Água na avicultura industrial. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2ª ed., 2012.
- Maiorka, A.; Dahlke, F.; Santin, E.; Kessler, A. M.; Penz Jr, A. M. Effect of energy levels of diets formulated on total or digestible amino acid bases on broiler performance. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v.6, n.2, p.87-91, 2004.
- Marinho, A. L. Qualidade interna e externa de ovos de codornas japonesas armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. 2011. 78p. Dissertação. Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo – AL, 2011.
- Marinho, A. L.; Lana, S. R. V.; Lana, G. R. Q.; Lira, R. C.; Camelo, L. C. L.; Viana Jr., P. C.; Amorim, P. L. Efeito da Inclusão do Resíduo de Goiaba sobre o Rendimento de Carcaça de Codornas Japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). *Revista Científica de Produção Animal*, v.12, n.1, p.46-49, 2010.
- Marcato, S. M.; Sakomura, N. K.; Fernandes, J. B. K. Crescimento e deposição de nutrientes nos órgãos de frangos de corte de duas linhagens comerciais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.5, p.1082-1091, 2010.
- Markwick, Greg. Water requirements for sheep and cattle. Profitable & Sustainable primary industry. 2007. Disponível em [www.dpi.nsw.gov.au](http://www.dpi.nsw.gov.au). Acesso em: 15/06/2012.
- Medeiros, C. M.; Baêta, F. C.; Oliveira, R. F. M.; Tinôco, I. F. F.; Albino, L. F. T.; Cecon, P. R. Índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, n.4, p.660-665, 2005.
- Melo, T. V. Água na nutrição animal. 2005. Disponível em: <<http://www.bichoonline.com.br/artigos/Xtv0002.htm>>. Acesso em: 15 abr. 2014.

- Mencalha, R.; Barreto, S. L. T.; Muniz, J. C. L.; Ribeiro, C. L. N.; Viana, G. S.; Barbosa, L. M. R.; Melo, T. M. P.; Freitas, C. A. S. Níveis de Sódio para Codornas de Corte de 1 a 14 Dias de Idade. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v.3, n.2, p.62-67, 2013.
- Moraes, M. T. T. de. Balanço eletrolítico para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de produção. 2010. 51f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná – Curitiba - PR, 51 f., 2010.
- Moura, A. M. A.; Fonseca, J. B.; Rabelo, C. B. V.; Takata, F. N.; Oliveira, N. E. T. Desempenho e qualidade do ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo sorgo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.2697-2702, 2010.
- Mutaf, S.; Seber Kahraman, N.; Firat, M.Z. Surface wetting and its effect on body and surfaces temperatures of domestic laying hens at different thermal conditions. *Poultry Science* v. 87, p. 2441–2450, 2008.
- Nääs, I. A.; Romanini, C. E. B.; Neves, D. P.; Nascimento, G. R.; Vercelino, R. A. Distribuição da temperatura superficial de frangos de corte com 42 dias de idade. *Scientia Agricola*, v.67, n.5, p.497-502, 2010.
- Nardone, A.; Ronchi, B.; Lacerda, N.; Bernabucci, U. Climatic effects on productive traits in livestock. *Veterinary Research Communications*, v.30, n.1, p.75-81, 2006.
- Naseem, M. T.; Shamoan, N. M.; Younus, Z. I. C.; Ghafoor, A.; Aslam, A.; Akhter, S. Effect of potassium chloride and sodium bicarbonate supplementation on termotolerance of broilers exposed to heat stress. *Poultry Science*, v.4, n.11, p.891-895, 2005.
- Nascimento, G. R.; Nääs, I. A.; Pereira, D. F.; Baracho, M. S.; Garcia, R. Assessment of broilers surface temperature variation when exposed to different air temperature. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.13, p.259-263, 2011.
- Nascimento, S. T. Determinação do balanço de calor em frangos de corte por meio das temperaturas corporais. 2010. 147f. Dissertação (Mestrado em Ciências) Universidade de São Paulo. Piracicaba – SP, 2010.
- 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 Ambiental*, v.13, p.802-808, 2009.

- Nóbrega Neto, S. B.; Araújo, I. I. M.; Távora, M. A. Qualidade de água de dessedentação de bovinos da fazenda escola do IFRN – Ipanguaçu. *Holos*, v.3, n.32, p.52-61, 2016.
- Nunes, K. C.; Garcia, R. G.; Nääs, I. A.; Santana, M. R.; Caldara, F. R. Efeito da temperatura ambiente e energia na ração de codornas japonesas (*Coturnix japonica*), *Enciclopédia Biosfera*, v.10, n.19; p.839-845, 2014.
- Ogbe, A. O.; Mgbojikwe, L. O.; Abdu, P. A. Organ and carcass weight variation and histopathological changes in *Eimeria Tenella* infected broiler chickens treated with aqueous extract of a wil mushroom (*ganoderma lucidum*). *Ejeafche*, v.7, n.5, p.2906-2913, 2008.
- Oliveira, B. L. Manejo em granjas automatizadas de codornas de postura comercial. In: *Simpósio Internacional de Coturnicultura*, 3ª ed. 2007, Lavras. Anais... Lavras: Universidade Federal de Lavras, 232 p. 2007.
- Oliveira, D. G. S.; Santos, P. C. M.; Teixeira, J. V. Qualidade dos ovos de *Coturnix japonica* alimentadas com rações contendo diferentes níveis de glicerol. *Revista Conexão Ciência*, v.11, n.1, p.34-37, 2016.
- Oliveira, D. L.; Nascimento, J. W. B.; Camerini, N. L.; Silva, R. C.; Furtado, D. A.; Araujo, T. G. P. Desempenho e qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, n.11, p.1186–1191, 2014.
- ONU - Organização das Nações Unidas Para Agricultura e Alimentação. Escassez e degradação dos solos e da água ameaçam segurança alimentar. 2011. Disponível em: <[www.fao.org.br](http://www.fao.org.br)> Acesso em: 13/06/2012.
- Palhares, J. C. P. Impacto ambiental na produção de frangos de corte – revisão do cenário brasileiro. Em: *Manejo Ambiental na Avicultura*. Disponível em: [cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/publicacao\\_s3v74t21.pdf](http://cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_s3v74t21.pdf). Acesso em 09/05/2013. EMBRAPA. Série documentos, p.149, 2011.
- Pastore, S. M., Oliveira, W. P., Muniz, J. C. L. Panorama da cuturnicultura no Brasil. Artigo de número 180. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.9, n.6, p.2041-2049, 2012.
- Pereira, A. A.; Ferreira, D. A.; Griep Júnior, D. N.; Lima, C. B.; Moura, A. S.; Lima Júnior, D. M. Raspa de Mandioca para Codornas em Postura. *Acta Veterinária Brasília*, v.10, n.2, p.123-129, 2016.

- Pereira, D. F.; Batista, E. S.; Sanches, F. T.; Gabriel Filho, L. R.; Bueno, L. G. F. Diferenças comportamentais de poedeiras em diferentes ambientes térmicos. *Energia na Agricultura*, v. 30, n.1, p.32-39, 2015.
- Pereira, D. F.; Do Vale, M. M.; Zevolli, B. R.; Salgado, D. D. Estimating mortality in laying hens as the environmental temperature increases. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v.12, n.4, p.265-271, 2010.
- Pereira, D. F.; Do Vale, M. M.; Zevolli, B. R.; Salgado, D. D. Estimating mortality in laying hens as the environmental temperature increases. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.12, p.265-271, 2011.
- Pinheiro, S. R. F.; Sakomura, N. K.; Kawauchi, I. M.; Bonato, M. A.; Dorigan, J. C. P.; Fernandes, J. B. K. Níveis de cloreto de sódio para aves de corte da linhagem Colonial criadas em semiconfinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.7, p.1545-1553, 2011.
- Pinto, F. R.; Sampaio, C. F.; Malta, A. S.; Martineli, T. M.; Lopes, L. G.; Amaral, L. A. Avaliação microbiológica da água de dessedentação animal em propriedades rurais da Microbacia do Córrego Rico na estação de seca. 2008. Disponível em: < <http://www.sovergs.com.br/conbravet2008/anais/cd/resumos/R1134-4.pdf> >. Acesso em 27/03/2013.
- Pinto, F. R.; Sampaio, C. F.; Malta, A. S.; Lopes, L. G.; Pereira, G. T.; Amaral, L. A. Características da Água de Consumo Animal na Área Rural da Micro bacia do Córrego Rico, Jaboticabal, SP. *Arquivos de Veterinária*, v.26, n.3, p.153-159, 2010.
- Pizzolante, C. C.; Saldanha, E. S. P. B.; Garcia, E. A.; Deodato, A. P.; Souza, H. B. A.; Scatolini, A. M.; Boiago, M. M.; Castro, M.; Saccardo, T.; Dias, F. E. Níveis de sal comum em rações de codornas japonesas (*Coturnix japonica*) em final de produção. *Ciência Animal Brasileira*, v.7, n.2, p.123-130, 2006.
- Philippsen, F. T.; Takahashi, S. E.; Rossi, P.; Kuhn, M.; Bottega, A. L. B.; Souza, C. Caracterização e Desenvolvimento da Coturnicultura de Postura em dois Vizinhos. *Seminário de Extensão e Inovação da UTFPR – 4º Sei-UTFPR*, 2014.
- Raquel, D. L.; Lima, R. C.; Freitas, E. R.; Nascimento, G. A. J.; Lima Sá, N.; Paiva, A. C. Níveis de sódio para codornas italianas destinadas à produção de carne. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.1, p.135-141, 2011.
- Rezende, A. C. F. D.; Rocha, A. O. Fatores que influenciam a qualidade da casca dos ovos de matrizes pesadas e principais defeitos macroscópicos descritos: Revisão de

- Literatura. 2013. 86f. Trabalho de conclusão de curso (TCC) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – MG, 2017.
- Ribeiro, A. M. L.; Magro, N.; Penz Júnior, A. M. Granulometria do milho em rações de crescimento de frangos de corte e seu efeito no desempenho e metabolismo. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.4, n.1, 2002.
- Ribeiro, M. L. G. Níveis de sódio na ração de frangas e de galinhas poedeiras durante o primeiro e o segundo ciclo de postura. 2007. 128f. Dissertação (Doutorado) – Universidade Federal da Paraíba - PB, 2007.
- Ribeiro, M. L. C.; Silva, J. H. V.; Araujo, J. A.; Martins, T. D. D.; Costa, F. G. P.; Givisiez, P. E. N. Exigência de sódio para poedeiras no final do primeiro ciclo e durante o segundo ciclo de postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.7, p.1257-1264, 2008.
- Ribeiro, T. L. A.; Souza, B. B.; Brandão, P. A.; Roberto, J. V. B.; Medeiros, T. T. B.; Silva, J. J.; Carvalho Júnior, J. E. M. Diferentes níveis de proteína e energia sobre o comportamento fisiológico e desempenho de codornas europeias no semiárido brasileiro. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, v.4, n.3, p.76-83, 2016.
- Richards, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. *USDA Agricultural Handbook*, n.60, Washington, 160p., 1954.
- Richards, S. A. The significance of changes in the temperature of the skin and body core of the chicken in the regulation of heat loss. *The Journal of Physiology*, v.16, n.1, p.1-10, 1971.
- Ristow, L. E. Qualidade da água na Avicultura. 2008. Disponível em: <<http://www.aveworld.com.br/aveworld/artigos/post/qualidade-da-agua-na-avicultura>>. Acesso em: 15 nov. 2016.
- Rocha, H. P.; Furtado, D. A.; Nascimento, J. W. B.; Silva, J. H. V. Índices bioclimáticos e produtivos em diferentes galpões avícolas no semiárido paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v.14, n.12, p.1330–1336, 2010.
- Rodrigues, L. R.; Furtado, D. A.; Costa, F. G. P.; Nascimento, J. W. B. Balanço Eletrolítico em dietas com proteína reduzida para codornas japonesas no primeiro ciclo de produção. *Revista Verde*, v.10, n.3, p.01-07, 2015.
- Rodrigues, L. R.; Furtado, D. A.; Costa, F. G. P.; Nascimento, J. W. B.; Cardoso, E. A. Thermal comfort index, physiological variables and performance of quails fed with protein reduction. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.20, p. 378-384, 2016.

- Rosa, E. R.; Lopes, D. C. N.; Roll, A. A. P.; Gentiline, F. P.; Roll, V. F. B.; Zanusso, E. J. T. Desempenho e rendimento de carcaça de frangos alimentados com diferentes fontes de sódio. *Ciência Animal Brasileira*, v.11, n.1, p.73-79, 2010.
- Rostagno, H. S. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais, 3ª ed. – Viçosa - MG, 2011.
- Ruzal, M.; Shinder, D.; Malka, I.; Yahav, S. Ventilation plays an important role in hens' egg production at high ambient temperature. *Poultry Science*, v.90, n.4, p.856-862, 2011.
- Sá Filho, G. F.; Torquato, J. L.; Souza Júnior, J. B. F.; Domingos, H. G. T.; Costa, L. L. M. 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.
- Salabi, F.; Boujarpoor, M.; Fayazi, J.; Salari, S.; Nazari, M. Effects of different levels of zinc on the performance and carcass characteristics of broiler reared under heat stress condition. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, Faisalabad, v.10, n.10, p.1332-1335, 2011.
- Santos, K. R. S.; Sant'anna, C. L. Cianobactérias de diferentes tipos de lagoas (“salina”, “salitrada” e “baía”) representativas do Pantanal da Nhecolândia, MS, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v.33, p.61-83, 2010.
- Santos, T. C.; Murakami, A. E.; Oliveira, C. A. L.; Costa, P. D. Desenvolvimento corporal e testicular em machos de codornas de corte e de postura de 25 a 360 dias. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.32, n.11, p.1205-1212, 2012.
- Saraiva, E. P.; Silva, J. H. V.; Pereira, W. E.; Magalhães, T. S.; Moura, J. H. A.; Santos, L. F. D. Redução da Proteína Bruta e Perfil Aminoacídico em Dietas de Codornas Europeias de 22 a 42 Dias Criadas em Ambiente Termoneutro. *Revista Científica de Produção Animal*, v.13, n.1, p.13-17, 2011.
- SAS - Statistical Analyses System. Statistical Analysis System user's guide. Version 9.2. Cary: Statistical Analyses System Institute, 2008.
- Silva, E. G.; Santos, A. C.; Ferreira, C. L. S.; Souza, J. P. L.; Rocha, J. M. L.; Silveira Júnior, O. Variabilidade espacial das características ambientais e peso de frangos de corte em galpão de ventilação negativa. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.14, n.1, p.132-141, 2013.
- Silva, E. L.; Silva, J. H. V.; Jordão Filho, J.; Ribeiro, M. L. G.; Costa, F. G. P.; Rodrigues, P. B. Redução dos níveis de proteína e suplementação aminoacídica em

- rações para codornas européias (*Coturnix coturnix coturnix*). Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, p.822-829, 2006.
- Silva, J. H. V.; Costa, F. G. P. Tabelas para codornas japonesas e europeias: tópicos especiais, composição de alimentos e exigências nutricionais. 2<sup>a</sup> ed. Jaboticabal: FUNEP, 107p. 2009.
- Silva, J. H. V.; Jordão Filho, J.; Costa, F. G. P.; Lacerda, P. B.; Vargas, D. G. V. Exigências nutricionais de codornas. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, Maceió. Resumos. p.15, 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, v.13, p.775-790, 2012.
- Silva, P. L. A. P. A.; Nascimento, M. R. B.M.; Litz, F. H.; Bueno, J. P. R.; Fernandes, E. A. Peso relativo do fígado, pâncreas e baço em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. Enciclopédia Livre. Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19, p.1475-1483, 2014.
- Silva, R. C. Trocas de calor e desempenho de codornas japonesas confinadas em ambiente termo neutro e sob estresse térmico. 2017. 108p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande-PB, 2017.
- Silva, R. C.; Rodrigues, L. R.; Rodrigues, V. P.; Arruda, A. S.; Souza, B. B. Análises do efeito do estresse térmico sobre produção, fisiologia e dieta de aves. ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido, v.11, n.2, p.22-26, 2015.
- Silva, V. F.; Ferreira, A. C.; Silva, V. F.; Baracuhy, J. G. V. Análise de corpos hídricos constituintes do Riacho das Piabas em Campina Grande/PB. Revista Monografias Ambientais, v.13, n.4, p.3460-3466, 2014.
- Silva, V. F.; Brito, K. S. A.; Pereira, J. S.; Ferreira, A. C. Qualidade de água de fontes hídricas do rio Paraíba. 7<sup>o</sup> Encontro Internacional das Águas. Recife-PE, FASA 2013.
- Silva, V. K.; Silva, J. D. T.; Gravena, R. A.; Marques, R. H.; Hada, F. H.; Moraes, V. M. B. Desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade alimentados com rações contendo extrato de leveduras e prebiótico e criados em diferentes temperaturas. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.4, p.690-696, 2009.
- Silva, W. R.; Silva, M. R.; Pires, T. B. O uso sustentável e a qualidade da água na produção animal. Revista Eletrônica Nutritime, v.11, n.5, p.3617- 3636, 2014.

- Soares, N. M. Quantidade e qualidade da água na produção de aves. Simpósio de produção animal e recursos hídricos, Concórdia, SC – Brasil, 2010.
- Soares, N. M.; Mesa, D. A. Manejo da água na produção de ovos. 2009. Artigo em hipertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2009\\_3/ovos/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2009_3/ovos/index.htm)>. Acesso em: 18 nov. 2015.
- Souza Junior, J. B. F.; Queiroz, J. P. A. F.; Domingos, H. G. T.; Torquato, J. L.; Filho, G. F.; Costa, L. L. M. Avaliação termográfica de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). Journal of Animal Behaviour and Biometeorology, v.1, n.2, p.61-64, 2013.
- Souza Junior, J. B. F.; Oliveira, V. R. M.; Arruda, A. M. V.; Silva, A. M.; Costa, L. L. M. The relationship between corn particle size and thermoregulation of laying hens in a equatorial semi-arid environment. International Journal of Biometeorology. v.59, p.121–125, 2015.
- Souza Junior, J. B. F. Termorregulação e produção de ovos de galinhas Label Rouge em ambiente equatorial semiárido. 2014. 51p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal: Produção e Reprodução Animal) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró-RN, 2014.
- Souza, L. M. G.; Murakami, A. E.; Sakamoto, M. I. Digestibilidade e Desempenho de Codorna Japonesa (*Coturnix coturnix japônica*) alimentadas com semente de linhaça. In: 42<sup>o</sup> Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. Goiânia-GO. Anais... 2005.
- Sousa, M, S. Determinação das Faixas de Conforto Térmico para Codornas de Corte de Diferentes Idades. 2013. 87p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa-MG, 2013.
- Sousa, M. S.; Souza, C. F.; Inoue, K. R. A.; Tinôco, I. F.; Matos, A. T.; Barreto, S. L. T. Características físico-químicas e microbiológicas de dejetos de codornas alojadas em baterias. Tecnologia & Ciência Agropecuária, v.6, n.1, p.53-56, 2012.
- 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, A. V. C.; Lima, C. A. R. Fatores que Afetam na Qualidade da Casca do Ovo. Poli nutri Alimentos, 2007. Disponível in: 71. Acesso em: 03 de setembro de 2012

- Schiassi, Leonardo. Desempenho e comportamento de frangos de corte em túneis de vento climatizados. 2013. 78p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2013.
- Schiassi, L.; Yanagi Junior, T.; Ferraz, P. F. F.; Campos, A.; Silva, G. E.; Abreu, L. H. P. Comportamento de Frangos de Corte Submetidos a Diferentes Ambientes Térmicos. *Engenharia Agrícola*, v.35, n.3, p.390-396, 2015.
- Schütz, E. S. Variabilidade do Ambiente Térmico em Galpão Para Frangos de Corte e sua Influência nas Respostas Fisiológicas e Comportamento das Aves. 2011. 88p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás-Go, 2011.
- Sperling, M. V. Introdução à Qualidade das Águas e Tratamento de Esgotos. 3ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005.
- Tarabany, M. S. Effect of thermal stress on fertility and egg quality of Japanese quail. *Journal of Thermal Biology*, v.61, p.38-43, 2016.
- Teixeira, B. B.; Euclides, R. F.; Teixeira, R. B.; Silva, L. P.; Torres, R. A.; Silva, F. G.; Lehner, H. G.; Caetano, G. C. Herdabilidade de características de produção e postura em matrizes de codornas de corte. *Ciência Rural*, v.43, n.2, p.361-365, 2013.
- Teixeira, B. B.; Teixeira, R. B.; Silva, L. P.; Torres, R. A.; Caetano, G. C.; Euclides, R. F. Estimação dos componentes de variância para as características de produção e de qualidade de ovos em matrizes de codorna de corte. *Ciência Rural*, v.42, n.4, p.713-717, 2012.
- Tomasoni, M. A.; Pinto, J. E. S.; Silva, H. P. A. questão dos recursos hídricos e as perspectivas para o Brasil. *GeoTextos*, v.5, n.2, p.107-127, 2009.
- Trindade, J. L.; Nascimento, J. W. B.; Furtado, D. A. Qualidade do ovo de galinhas poedeiras criadas em galpões no semiárido paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v.11, n.6, p.652-657, 2007.
- Umigi, R. T.; Barreto, S. L. T.; Reis, R. S.; Mesquita Filho, R. M. Araújo, M. S. Níveis de treonina digestível para codornas japonesas na fase de produção. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.64, p.658-664, 2012.
- Vasconcelos, R. C.; Pires, V.; Vieira, A.; Lima, H. J. D'A.; Ballotin, L. M. V.; Veloso, R. C.; Drumond, E. S. C.; Gonçalves, F. M. Características de carcaça de codornas de corte alimentadas com diferentes níveis de proteína e energia. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.15, n.4, p.1017-1026, 2014.

- Vercese, F.; Garcia, E. A.; Sartori, J. R.; Silva, A. P.; Faitarone, A. B. G. I; Berto, D. A. I; Molino, A. B.; Pelícia, K. Performance and egg quality of Japanese quails submitted to cyclic heat stress. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v.14, p.37-41, 2012.
- Vieites, F. M.; Moraes, G. H. K.; Albino, L. F. T.; Rostagno, H. S.; Atencio, A.; Vargas Junior, J. G. Balanço eletrolítico e níveis de proteína bruta sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e a umidade da cama de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. *Revista Brasileira Zootecnia*, v.34, n.6, p.1990-1999, 2005.
- Villanueva, A. P.; Cardinal, K. M.; Krabbe, E. L.; Penz Junior, A. M.; Ribeiro, A. M. L. Influência da via de fornecimento do cloreto de sódio – água ou ração – em frangos de corte de um a sete dias de idade. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.16, n.4, p.865-873, 2015.
- Vilela, M. O. Comportamento e desempenho produtivo de codornas japonesas submetidas a diferentes regimes de estresse por calor, combinados com diferentes níveis de velocidade do ar. 2016. 88f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – Mg, 2016.
- Viola, E. S; Viola, T. H.; Lima, G. J. M. M. DE; Avila, V. S. de. Água na avicultura: importância, qualidade e exigências. In: EMBRAPA, 2011. Manejo Ambiental na Avicultura. Documentos 149. Concórdia, Embrapa, p.37-123, 2011.
- Watkins, S. E.; Fritts, C. A.; Yan, F.; Wilson, M. L.; Waldroup, P. W. The interaction of sodium chloride levels in poultry drinking water and the diet of broiler chickens. *Journal Applied Poultry Research*, n.14, p.55- 59, 2005.
- Zita, L.; Ledvinka, Z.; Klesalová, L. The effect of the age of Japanese quails on certain egg quality traits and their relationships. *Veterinarski Arhiv*, v.83, n.2, p.223-232, 2013.