



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA  
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



# **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

## **Dissertação de Mestrado**

**ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO, FISIOLÓGICOS E  
PRODUTIVOS DE CODORNAS JAPONESAS  
ALIMENTADAS COM REDUÇÃO PROTEÍCA.**

**LADYANNE RAIA RODRIGUES**

**Campina Grande  
Paraíba**



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

**ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO, FISIOLÓGICOS E PRODUTIVOS DE  
CODORNAS JAPONESAS ALIMENTADAS COM REDUÇÃO PROTEÍCA.**

**LADYANNE RAIA RODRIGUES**

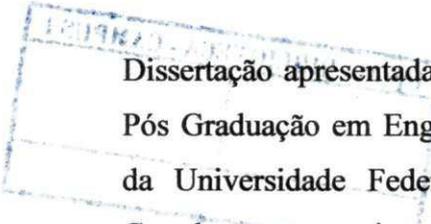
---

**CAMPINA GRANDE - PB**

**OUTUBRO - 2012**

*LADYANNE RAIÁ RODRIGUES*

**ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO, FISIOLÓGICOS E PRODUTIVOS DE  
CODORNAS JAPONESAS ALIMENTADAS COM REDUÇÃO PROTEÍCA.**



Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós Graduação em Engenharia Agrícola  
da Universidade Federal de Campina  
Grande, em cumprimento às exigências  
para obtenção do título de mestre.

**Orientador:** Prof. Dr. Dermerval Araújo Furtado (CTRN/UFCG)

**CAMPINA GRANDE - PB**

**OUTUBRO - 2012**



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCC

R696i Rodrigues, Ladyanne Raia.

Índices de conforto térmico, fisiológicos e produtivos de codornas japonesas alimentadas com redução protéica / Ladyanne Raia Rodrigues. – Campina Grande, 2012.

66 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Dermerval Araújo Furtado.

Referências.

1. Ambiência. 2. Zona de Conforto Térmico. 3. Codornas Japonesas. 4. Variáveis Fisiológicas. I. Título.

CDU 631.22(043)



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



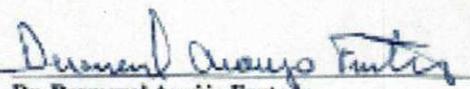
PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO

LADYANNE RAIA RODRIGUES

ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO, FISIOLÓGICOS E PRODUTIVOS EM  
CODORNAS JAPONESAS ALIMENTADAS  
COM REDUÇÃO DE PROTEÍNA

BANCA EXAMINADORA

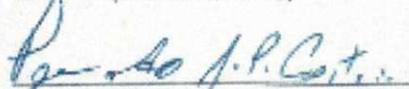
PARECER

  
Dr. Dermeval Araújo Furtado  
Orientador (UAEA/CTRN/UFCG)

APROVADO

  
Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento  
Examinador (UAEA/CTRN/UFCG)

APROVADO

  
Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa  
Examinador (DZ/OCA/UFPA)

APROVADO

  
Dr. Edilson Paes Saraiva  
Examinador (DZ/OCA/UFPA)

APROVADO

OUTUBRO - 2012

---

**"Superar é preciso. Seguir em frente é essencial. Olhar pra trás é perda de tempo. Passado se fosse bom era presente."**

**Clarice Lispector**

## DEDICATÓRIA

Sempre ao fim de uma jornada, temos muitas pessoas a agradecer, algumas dessas pessoas deram sua contribuição com uma simples amizade, outras com algum tipo de ajuda, porém todos contribuíram de forma direta ou indiretamente para minha formação.

Dedico primeiramente a Deus pela vida, pelas oportunidades a mim proporcionadas, pelas amizades concebidas, pelas decepções e consagrações durante este tempo que só me ajudaram a crescer e ser a pessoa que sou hoje.

A Socorro Raia, minha querida mãe, que tanto fez e faz por mim, por ter enfrentado comigo todos os momentos de sacrificio me dando forças para que eu pudesse crescer como pessoa e profissionalmente.

A meu pai João Pereira, que direta ou indiretamente, sempre me apoia nas minhas decisões.

Aos meus irmãos Jossânio e Bam, pelo incentivo e companheirismo.

A minha "segunda mãe", minha avó Judhit Raia, que sempre me aconselhou, me acompanhou nesta jornada.

Ao meu esposo Falcany Pereira, que esteve comigo ao longo de minha formação e entre este percurso com a vontade de Deus me deu o meu melhor presente: minha princesinha ALÍCIA FERNANDA, na qual hoje está com sete meses de vida.

Enfim, agradeço a todos os meus familiares que de alguma forma tiveram sua contribuição.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus agradecimentos àqueles que na sua simplicidade e força tornaram possível a realização deste trabalho:

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.

Ao Departamento 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.

Meus sinceros agradecimentos também a UFPB, especificamente ao Setor de Avicultura do Centro de Ciências Agrárias, Campus II, no Município de Areia – PB, pelo espaço que me foi disponibilizado para execução do experimento.

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. Ficaram para trás as dificuldades, o bate-papo nos corredores e a correria para conseguir os famosos resumos;

Impossível não sentir saudades!

Agradeço muito ao meu orientador Dermeval Araújo Furtado, primeiramente, pela oportunidade que me foi dada, pela confiança no meu trabalho, pela paciência, atenção e acima de tudo sua orientação.

Agradeço do fundo do meu coração ao Professor Fernando Guilherme, pela oportunidade de me ceder o espaço para a execução do meu experimento, no setor ao qual, ele está à frente. Pela paciência e toda atenção nos momentos que precisei.

Agradeço aos professores do programa da Pós-Graduação do Departamento de Engenharia Agrícola da UFCG pelos conhecimentos transmitidos durante todo o curso.

Agradeço ao Professor Edilson Paes Saraiva, pela atenção em todos os momentos que o procurei.

Agradeço imensamente a uma pessoa que tanto me ensinou, me acompanhou no decorrer deste trabalho, me considerou como amiga e que sempre quando precisei de algo esteve ao meu dispor: Evaldo de Almeida Cardoso, meu MUITO OBRIGADA.

Agradeço a uma amiga que não tenho palavras para expressar meu carinho, nem o quanto sou grata pelo companheirismo ao longo de todo curso: Danielle Lopes de Oliveira, meu MUITO OBRIGADA.

Agradeço a todos os funcionários desta instituição, que de alguma forma nos receberam, deram suporte sempre que precisamos e nos contemplaram com sua atenção e amizade.

E os amigos... :

Thiago Araújo, Ivanildo, José Roberto, Elaine Priscila, Betânia Gama, Elias, Jacob, Clariana Santos, Cléber Franklin, Valéria Pereira; meu muito obrigada 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.

Que bom será se, de tantas gargalhadas, de tantas conversas e de todos os momentos compartilhados, ficarem à certeza de que, quando quisermos, voltaremos a nos falar. Não só para retornar a euforia do tempo de estudantes, mas para sentir que a alegria e o sonho resistiriam, apesar do tempo e dos possíveis tropeços.

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

Enfim, agradeço a todos que passaram pela minha vida durante essa etapa.

3.1	Qualidade da casca dos ovos.....	21
4.0	<b>METODOLOGIA</b> .....	23
4.1	Local do experimento.....	23
4.2	Animais utilizados.....	23
4.3	Período pré-experimental.....	23
4.4	Período experimental.....	24
4.5	Características do galpão de acondicionamento das aves.....	24
4.6	Manejo das aves no galpão.....	24
4.7	Instrumentos e medições utilizadas na caracterização do ambiente.....	25
4.8	Índices do ambiente térmico.....	26
4.9	Variáveis Fisiológicas.....	26
4.9.1	Frequência Respiratória (FR).....	26
4.9.2	Temperatura Cloacal (TC).....	26
4.9.3	Temperatura Superficial Copórea (TSC).....	27
5.0	Tratamentos utilizados.....	28
6.0	Balço Eletrolítico (BE).....	30
7.0	Variáveis Zootécnicas.....	30
7.1	Cálculo das variáveis zootécnicas.....	30
8.0	Delineamento Estatístico.....	32
9.0	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	33
9.1	Ambiência.....	33
9.2	Frequência Respiratória.....	36
9.3	Temperatura Cloacal.....	37
9.4	Temperatura Superficial Corpórea.....	39
9.5	Desempenho .....	41
9.6	Qualidade dos ovos.....	47
10	<b>CONCLUSÃO</b> .....	52

**11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 53**

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 01.	Composição percentual e nutricional das dietas.....	28
Tabela 02.	Médias da frequência respiratória de codornas japonesas em fase de produção em dois horários, suplementada com diferentes dietas.....	35
Tabela 03.	Médias da temperatura cloacal de codornas japonesas em fase de produção em dois horários, suplementada com diferentes dietas.....	36
Tabela 04.	Médias da temperatura superficial corpórea de codornas japonesas em fase de produção em dois horários, suplementada com diferentes dietas.....	38
Tabela 05.	Consumo de ração (CR), consumo de água (CH <sub>2</sub> O), produção de ovos (PR), peso médio de ovos (PO), massa de ovo (MO), conversão alimentar por massa (CAMO) e por dúzia de ovo (CADZ) de codornas japonesas, de acordo com os níveis de balanço eletrolítico da dieta.....	40
Tabela 06.	Peso de albúmen (PA), gema (PG), casca (PC), porcentagem de albúmen (%A), gema (%G), casca (%C), pigmentação (PIG), espessura da casca (EC) e gravidade específica (GE) de codornas japonesas, de acordo com os níveis de balanço eletrolítico da dieta.....	47

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 01.	Aves utilizadas durante o experimento.....	23
Figura 02.	Comedouros e bebedouros utilizados pelas aves.....	24
Figura 03.	Equipamento instalado no centro de massa das aves.....	25
Figura 04.	Termômetro digital .....	26
Figura 05.	Termômetro infravermelho com mira laser.....	27
Figura 06.	Médias da Temperatura Ambiente em função dos horários.....	32
Figura 07.	Médias da Umidade Relativa em função dos horários.....	33
Figura 08.	Médias do índice de Temperatura e Umidade em função dos horários.....	34

## RESUMO

RODRIGUES. Ladyanne Raia. Universidade Federal de Campina Grande, outubro de 2012. **ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO, FISIOLÓGICOS E PRODUTIVOS DE CODORNAS JAPONESAS ALIMENTADAS COM REDUÇÃO PROTEÍCA.** Orientador: Derneval Araújo Furtado. Conselheiros: José Wallace Barbosa do Nascimento e Fernando Guilherme Perazzo Costa.

A coturnicultura vem se destacando na última década como promissora criação de aves adaptadas às condições de exploração doméstica e esta preferência é decorrente do crescente aumento do consumo de carne e ovos e pelo baixo investimento inicial. Com a elevação da temperatura ambiente estes animais podem ser submetidos a um desconforto térmico, desencadeando respostas fisiológicas, com a finalidade de aumentar a perda de calor para o meio. Por tais razões, com esta pesquisa, objetivou-se determinar o efeito do ambiente e do balanço eletrolítico sobre os parâmetros fisiológicos e produtivos de codornas japonesas, no brejo paraibano, alimentadas com seis diferentes percentagens de balanço eletrolítico. Foram utilizadas 288 aves, distribuídas no delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos e seis repetições de oito aves cada. Os tratamentos consistiram em uma ração basal com nível de 20,0% PB e os demais com uma redução de 3,0% PB, para alcançar seis níveis de balanço eletrolítico (166,54; 153,47; 139,63; 139,63; 117,13 e 166,49). Para caracterização do ambiente interno das instalações foi avaliada a temperatura do ar (TA), umidade relativa (UR) e o índice de temperatura e umidade (ITU). Os parâmetros fisiológicos avaliados foram frequência respiratória (FR), temperatura cloacal (TC) e temperatura superficial corporal (TSC); as variáveis zootécnicas avaliadas foram consumo de ração (CR), consumo de água (CH<sub>2</sub>O), produção de ovos (PR), peso de ovos (PO) e massa de ovo (MO), conversão alimentar por massa e por dúzia de ovo (kg/kg e kg/dúzia), percentagem de gema, albúmen e casca, gravidade específica (g/mL), espessura da casca (mm) e pigmentação (PIG). Os dados obtidos das variáveis ambientais e fisiológicas foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Observou-se uma variação no ITU entre 70 e 74, onde nos horários mais quentes, os valores foram os mais altos (73 a 74), causando um desconforto as aves. As variáveis fisiológicas apresentaram em alguns momentos pequenas variações nas médias, porém foi mantida a homeotermia desses animais. Em relação às variáveis zootécnicas foram observadas diferenças estatísticas dos níveis de BE sobre o CR, CH<sub>2</sub>O, PR, PO, MO, PG, PC, %ALB, %G, %C e PIG, estimando-se os requerimentos de 166,54; 153,47; 139,63; 139,63; 117,13 e 166,49 % de BE na dieta, respectivamente. As variações climáticas, as fisiológicas e a inclusão de diferentes níveis de balanço eletrolítico na dieta, afetaram o desempenho e a qualidade dos ovos, sendo recomendado o tratamento quatro ao nível de 139,63BE, na dieta de codornas japonesas em postura, para obtenção de melhores resultados.

**Palavras-chave:** ambiência, zona de conforto térmico, codornas japonesas, variáveis fisiológicas.

## ABSTRACT

RODRIGUES. Ladyanne Raia. Federal University of Campina Grande, October 2012. **THERMAL COMFORT, PHYSIOLOGICAL AND PRODUCTIVE INDEXES OF JAPANESE QUAILS FED WITH REDUCTION OF PROTEIN.** Advisor: Dermeval Araujo Furtado. Counselors: Joseph Wallace do Nascimento and Fernando Barbosa Guilherme Costa Perazzo.

The Quail breeding has been increasing in the last decade as promising poultry adapted to the conditions of domestic exploration and this preference is due to the increasing consumption of meat and eggs and by low initial investment. With the elevation of environmental temperature, these animals can be subjected to a thermal discomfort, triggering physiological responses, in order to increase the heat loss to the environment. For these reasons, the objective of this research was to determine the effect of environment and electrolyte balance in physiologic and production parameters of japanese quail, in Brejo region of Paraiba State, fed with six different percentages of electrolyte balance. A total of 288 birds were distributed in a randomized block design with six treatments and six replicates of eight birds each one. Treatments consisted of a basal diet with 20.0% PB level and the other with a reduction of 3.0% PB to reach six levels of electrolyte balance (166.54, 153.47, 139.63, 139, 63; 117.13 and 166.49). To characterize the internal environment of the facility was evaluated air temperature (TA), relative humidity (UR) and temperature and humidity index (ITU). Physiological parameters evaluated were respiratory rate (FR), cloacal temperature (TC) and body surface temperature (TSC); zootechnical variables evaluated were feed intake (CR), water consumption (CH<sub>2</sub>O), egg production (PR) weight of eggs (PO) and egg mass (MO), feed conversion and weight per dozen eggs (kg/kg and kg/dozen), percentage of yolk, albumen and shell, specific gravity (g/mL), shell thickness (mm) and pigmentation (SGA). The data obtained from environmental and physiological variables were subjected to analysis of variance, and when significant, compared by Tukey test at 5% probability. It was observed a variation in THI between 70 and 74, when the hottest times, the values were higher (73 to 74), causing discomfort for birds. Physiological variables showed sometimes small variations in the mean, but was maintained at homeothermy these animals. Regarding zootechnical variables were no statistical differences in the levels of BE on the CR, CH<sub>2</sub>O, PR, PO, MO, PG, PC, %ALB, %G, %C and PIG, estimating the requirements of 166.54; 153.47, 139.63, 139.63, 117.13 and 166.49% of BE in the diet, respectively. Climatic variations, the physiological and the inclusion of different levels of dietary electrolyte balance, affected the performance and egg quality, recommended the treatment number four, level BE 139.63, the diet of Japanese quails, for best results.

**Keywords:** ambience, thermal comfort zone, japanese quail, physiological variables.

## 1. INTRODUÇÃO

Caracterizada pelo excelente crescimento e produtividade nos últimos anos, a produção avícola tem introduzido técnicas modernas visando aumento na produção, produtividade e na qualidade dos produtos de origem animal, na qual são considerados diversos fatores, em que se sobressaem às características do setor, o retorno financeiro em resposta ao capital tecnológico e econômico investido e a organização da atividade. A avicultura é um dos setores do agronegócio que apresenta desenvolvimento significativo na evolução dos sistemas de exploração animal, em resultado aos vários avanços do melhoramento genético, da nutrição e da sanidade.

De acordo com os dados do IBGE (2010), a produção de ovos de codorna obteve aumento significativo (20,8%) em comparação ao ano de 2009, onde foram produzidas 232,398 milhões de dúzias do produto e o preço médio da dúzia também variou positivamente no período, apresentando aumento de 15,0%. No Brasil, a produção de ovos de codorna concentra-se na região sudeste (77,08%), destacando-se o estado de São Paulo como o principal produtor (71% do total nacional). No Nordeste, a produção concentra-se nos estados de Pernambuco (45,55%), Bahia (25,35%) e a Paraíba (9,17%), que em 2008 ocupava o 4º lugar (7,43%) em produção de ovos no Nordeste e em 2009 passou a ocupar o 3º lugar (9,17%), com um incremento de 1,74% (IBGE, 2010).

Um fator de grande importância na criação animal é o estudo do ambiente em que os animais estão acondicionados, o estudo da ambiência das construções rurais e do bem estar dos animais, para obtenção de uma melhor eficiência no desempenho e produção.

Com relação ao efeito da temperatura nas aves de postura, observa-se a existência de uma zona de conforto térmico (ZCT), que está relacionada a um ambiente térmico ideal, onde as aves encontram condições perfeitas para expressar suas melhores características produtivas. Entretanto a determinação da ZCT envolve o conhecimento e as interações de muitas variáveis que podem influenciar nesse processo (umidade relativa, manejo, ventilação, instalações, etc.), no entanto, esta zona de conforto pode variar com a idade, o peso, o tempo de exposição, a linhagem, a composição corporal, entre outros fatores ligados a esses animais em que, diante destes fatores, pode variar e se estabelecer um limite crítico.

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 da conversão alimentar, queda na produção de ovos e maior incidência de ovos com casca mole.

A interação do animal com o ambiente deve se considerar quando se procura uma maior eficiência no desempenho animal, pois diante de cada particularidade das regiões, as respostas do animal podem determinar o sucesso ou insucesso da atividade produtiva, no entanto, são identificados com estes resultados os fatores que influenciam a vida produtiva do animal, como o estresse imposto pelas mudanças climáticas do ambiente, permitindo modificações nas práticas de manejo dos sistemas de produção. O estudo das variáveis climáticas, suas interações com os animais e as respostas produtivas são importantes no melhoramento do sistema de produção animal.

A coturnicultura, assim como outras atividades avícolas, é desenvolvida visando à produção de proteína de origem animal com o menor custo possível. Entre os fatores que incidem sobre o custo de produção de codornas, a alimentação pode representar mais de 70% do custo total. Portanto, existe uma preocupação por parte dos nutricionistas em oferecer às aves rações com níveis nutricionais mais adequados, que propiciem melhor desempenho e, conseqüentemente, maior retorno econômico.

As formulações das rações comerciais disponíveis, em geral, são feitas sem considerar as exigências nutricionais. Assim, em períodos em que a condição ambiental é desfavorável para o processo produtivo, esta ração poderá ser inadequada. No entanto, para maximizar o desempenho de um lote de aves, pode-se lançar mão de algumas estratégias que, na prática, se restringem as modificações ambientais ou à manipulação da ração, devendo-se sempre considerar, em ambos os casos, o aspecto econômico.

Uma das formas de se amenizar a queda de produtividade ocasionada pela alta temperatura ambiente é através da manipulação nutricional da dieta fornecida as aves, neste sentido várias pesquisas tem sido realizadas com o objetivo de disponibilizar os nutrientes essenciais à manutenção e produção das aves mesmo quando estas em resposta a adversidade ambiental reduzem o consumo de alimentos.

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo determinar os índices de conforto térmico, fisiológicos e produtivos de codornas japonesas na fase de postura.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. CRIAÇÃO DE CODORNAS

As codornas são originárias do norte da África, da Europa e da Ásia, pertencendo à família dos *Fasianídeos* (*Fhasianidae*) e da subfamília dos *Perdicionidae*, sendo, portanto, da mesma família das galinhas e perdizes (PINTO et al., 2002). Nos anos 90 foram utilizados três tipos de codornas em explorações industriais: a *Coturnix coturnix coturnix*, ou codorna européia; a *Coturnix coturnix japonica*, ou codorna japonesa e a *Bobwhite Quail* ou codorna americana. Essas aves possuem diferentes características de tamanho, peso, precocidade, tipo de ovo (branco ou pintado), taxa de postura e coloração das penas, caracterizando, assim, a aptidão de cada uma para carne ou ovos.

A coturnicultura também vem se destacando como promissora na criação de aves adaptadas às condições de exploração doméstica. Esta preferência é decorrente do crescente aumento do consumo de carne e ovos e por ter um baixo investimento inicial. A produção de ovos aumenta o cada ano e, conseqüentemente, a busca para seu aprimoramento e novas tecnologias. A nutrição desenvolve um papel fundamental para a qualidade do produto final, que é a carne e o ovo (CRUZ et al., 2009).

A criação de codornas foi introduzida no Brasil no início da década de 60 pelos imigrantes, principalmente os europeus e os japoneses, visando principalmente à produção e comercialização de ovos “in natura” da ave “*Coturnix coturnix japonica*”, entretanto, a exploração de codornas tipo carne vem se constituindo em nova alternativa para o setor avícola (CORRÊA et al., 2005). Estes animais são altamente precoces e produtivos, iniciando a sua postura em torno do 40º dia de idade e produzindo em média 300 ovos no primeiro ano de vida (MOURA et al., 2008). O ovo se caracteriza por ser um alimento de elevado valor nutritivo, com proteína de alto valor biológico, sendo a casca responsável pela sua integridade e qualidade.

Durante muitos anos esta cultura foi considerada como uma atividade alternativa para pequenos produtores, entretanto, em função do potencial dessas aves para a produção de ovos e carne e da possibilidade de diversificação para comercialização desses produtos, a exploração comercial de codornas (*Coturnix coturnix japonica*) cresceu e se encontra, nos últimos anos, em expansão. Por exigir investimentos e mão de obras menores que outras culturas e aliados às excelentes qualidades produtivas das

aves, esta atividade tem despertado grande interesse de produtores, empresas e pesquisadores (MURAKAMI & GARCIA, 2006).

Na tentativa de preencher este espaço no mercado, algumas empresas avícolas têm incrementado a criação comercial de linhagens de codornas de corte, principalmente, por sua carne ser considerada exótica e reconhecida por sua alta qualidade e palatabilidade, porém dependente da disponibilidade de material genético de qualidade (SANTOS et al., 2005).

A criação de codornas para produção de ovos e carne destaca-se como atividade em franca expansão. Dados do IBGE (2010) mostram que o rebanho efetivo de codornas teve crescimento de 13,1% em 2010 (13,0 milhões) relativamente a 2009 (11,5 milhões), já a produção de ovos (232,4 milhões de dúzias) teve aumento significativo de (20,8%) em 2010 em relação ao ano anterior. Aumento que se deve ao melhoramento genético e, principalmente, aos avanços ambientais e nutricionais, resultando em maior produtividade e rentabilidade da criação, despertando maior interesse dos produtores pela cultura.

De acordo com FUJIKURA (2002) a coturnicultura vem se destacando a cada ano como uma atividade produtiva no mercado agropecuário brasileiro, sendo que na década de 90 houve um grande crescimento na produção de ovos, devido à mudança nas características dos mercados atacadistas e varejistas, em que os ovos primordialmente comercializados in natura passaram também a ser processados, originando os ovos descascados ou em conservas, estendendo assim, o consumo para churrascarias, restaurantes, bares e lanchonetes.

Em climas tropicais e subtropicais, os valores de temperatura e umidade relativa do ar são restritivos ao desenvolvimento, à produção e à reprodução dos animais (OLIVEIRA et al., 1995). Este fato é comprovado, sobretudo na avicultura, sendo que a habilidade apresentada pelas aves na troca térmica com o ambiente é fortemente afetada pelas instalações. Como os galpões avícolas brasileiros não são termicamente isolados, as amplitudes críticas de temperatura e umidade externas são imediatamente transferidas para o interior dos galpões, podendo provocar altos índices de mortalidade (NACAS et al., 1995).

Considerando-se que a temperatura interna das aves oscila entre 40 a 41 °C, a temperatura ambiente indicada para frango de corte, poedeiras e matrizes, segundo FERREIRA (2005), poderá oscilar entre 15 e 28 °C, sendo que nos primeiros dias de

vida durante a fase de cria, a temperatura deve ficar entre 33 a 34 °C e a umidade relativa do ar podem variar de 40 a 80%.

GARCIA & PIZZOLANTE (2004) enfatizam que são poucas as informações disponíveis da literatura sobre a nutrição de codornas. SILVA et al.(2011) relataram que à medida que o conhecimento em nutrição evolui, as dietas vão sendo formuladas com custo mínimo e máximo retorno econômico, sendo que alimentação afeta os custos de produção das codornas desde a base, a indústria do melhoramento genético, até o topo da cadeia produtiva, ou seja, os abatedouros e frigoríficos. Segundo (GARCIA et al., 2005) nenhuma tabela tem sido publicada desde a edição de 1994 do NRC, o que evidencia a necessidade de novas informações sobre os níveis nutricionais recomendados para a fase inicial e a de produção de ovos.

Pesquisas e trabalhos têm sido realizados para determinar as exigências nutricionais de codornas, sobretudo daquelas destinadas à produção de ovos MURAKAMI (2002), como a de VOHRA (1971), que realizando uma revisão sobre nutrição de codornas japonesas concluiu que essas necessitam na fase de postura de 2.600 Kcal de EM/kg de ração com uma dieta com 20% de proteína. MURAKAMI (1991) em experimento com codornas japonesas testando 4 níveis de energia (2.500, 2.700, 2.900 e 3.100 Kcal de EM/kg de ração) e 4 níveis de proteína (16, 18, 20 e 22 %), observaram que o aumento do nível de energia reduziu linearmente o consumo de ração, a percentagem de postura e o peso dos ovos, e melhorou linearmente a conversão alimentar (kg/dz), concluindo que 2.700 Kcal de EM/kg de ração com 18% de PB são os níveis mais indicados também MURAKAMI et al. (1993) trabalhando com codornas japonesas na fase de produção, avaliando o efeito de quatro níveis de proteína (16, 18, 20 e 22% de PB) e quatro níveis de energia (2.500, 2.700, 2.900 e 3.100 kcal EM/kg), observaram que nesta fase recomenda-se 18% de PB e 2.700 kcal EM/kg. PINTO et al. (2002), estudando cinco níveis de proteína (16, 18, 20, 22 e 24% de PB) e três níveis de energia (2.850, 2.950 e 3.050 kcal EM/kg), sugeriram que as rações para codornas japonesas em postura devem conter 22,42% de PB e 2.850 kcal de EM/kg.

Portanto, faz-se necessário estudar níveis nutricionais, principalmente proteína e energia, para elaborar programas de alimentação mais tecnicamente adequados, já que aproximadamente 75% do custo variável da produção avícola é proveniente da alimentação.

## 2.2. COTURNICULTURA NO BRASIL

A codorna é uma ave que existe desde a antiguidade na Europa e foi levada primeiramente para a Ásia, China e Coréia e, depois, para o Japão. Atualmente é criada em cativeiro, sendo resultado de vários cruzamentos efetuados no Japão e na China, a partir da subespécie selvagem *Coturnix coturnix japonica*. No Brasil, as codornas foram trazidas por imigrantes italianos e japoneses, na década de 50. A partir daí sua produção vem se consolidando, tornando-a uma importante alternativa alimentar no país (MATOS, 2007). Segundo (MÓRI et al., 2005) a coturnicultura foi introduzida no Brasil para produção de ovos, sendo a carne um subproduto, visto que as carcaças comercializadas eram oriundas de matrizes descartadas e apresentam baixa aceitação por parte do consumidor, como mantém a falta de material genético adequado, a precariedade de dados sobre o desempenho e as exigências nutricionais faz com que criadores explorem a produção de carne de forma pouco organizada.

Entretanto, a coturnicultura tem apresentado um desenvolvimento bastante acentuado e os principais fatores que contribuem para isso são: o sabor exótico de sua carne, responsável por iguarias finas e sofisticadas; o ovo que tem sabor semelhante ao ovo da galinha com menos colesterol e ainda é tido como afrodisíaco; o baixo custo para implantar uma pequena criação, podendo se tornar uma fonte de renda complementar dos pequenos produtores rurais. Segundo MATOS (2007) sob o aspecto técnico-econômico, torna-se ainda mais atrativa, ao verificar-se o rápido crescimento e alcance da idade de postura, a elevada prolificidade e o pequeno consumo de ração.

O clima do Brasil possui limitações em relação à criação dessas aves, pois elas são muito susceptíveis a modificações de temperatura, ocasionando queda na produção. Diversos trabalhos têm demonstrado que o consumo de ração pelas aves, a reprodução e a produção de ovos estão intimamente relacionados com condições térmicas do ambiente, demonstrando que a ingestão de alimentos diminui à medida que a temperatura ambiente se eleva a partir de 21°C (TINÔCO & GATES, 2005). Quando as aves são submetidas a estresse, processos fisiológicos são ativados para manutenção da homeotermia corporal, reduzindo a energia destinada à produção (MACARI et al., 2004; YAHAV et al., 2005).

No Brasil, há ainda um pequeno número de incubatórios que comercializam pintainhos de codornas, destacando-se três de maior porte, localizados no Rio de Janeiro, São Paulo e Pernambuco. Todavia, não existe ainda, no país, nenhum programa

racional de melhoramento genético de codornas de postura e, como resultado, tem-se observado reduções na postura e viabilidade, possivelmente causadas pela endogamia, como consequência da ausência de estratégias de acasalamento. MATOS (2007) cita que na tentativa de evitar quedas no desempenho, os matrizeiros buscam seguidamente a alternativa de importarem material genético de outros países.

Nos últimos anos, a criação de codornas vem se desenvolvendo como uma atividade industrial. Esse desenvolvimento ocorre principalmente devido a introdução de instalações mais apropriadas, novos equipamentos, galpões automatizados e climatizados, novas linhas de matrizes que possibilitam maior produtividade dos plantéis e crescente aumento de ovos de codornas (GOMES, 2007).

### **2.3. AMBIÊNCIA PARA AVES DE POSTURA**

As codornas são aves extremamente exigentes quanto aos limites das variáveis climáticas, no entanto, zona de conforto térmico das codornas em fase de produção situa-se em torno de 18 e 24 °C (OLIVEIRA et al., 2004; MAS et al., 2004; FERREIRA et al., 2005) e a temperatura crítica superior para esses animais é considerada em torno de 28°C. Abaixo da zona de conforto, as aves devem gerar mais calor a fim de manter o corpo aquecido. As aves apresentam melhor desempenho produtivo quando criadas na zona termoneutra ou de conforto térmico, ou seja, em ambientes com faixa de temperatura em que a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com menos gasto energético (FURLAN & MACARI, 2002). Mudanças no ambiente de criação que diminuam as condições de estresse podem melhorar o conforto do animal, seu bem-estar e, conseqüentemente, a produção (JONES et al., 2005).

A zona de conforto térmico é aquela em que a resposta animal ao ambiente é positiva e a demanda ambiental é conciliada com a produção basal, acrescida da produção de calor equivalente a atividade normal e do incremento calórico da alimentação. Nessa zona (variável para cada tipo de fase e manejo), o animal alcança seu potencial máximo e a temperatura corporal é mantida com a mínima utilização de mecanismos termorreguladores (FILHO, 2004).

Algumas técnicas de manejo podem ser usadas para minimizar as perdas econômicas por estresse calórico, podendo se citar, entre outras, a utilização de ventiladores e nebulizadores, manipulação da proteína e energia da dieta, aclimação dos animais, utilização de antitérmicos, ácido ascórbico e eletrólitos (BORGES, 2001).

O conforto animal, até alguns anos atrás, era visto como um problema secundário, tanto do ponto de vista ecológico quanto produtivo. Presumia-se que o desconforto térmico seria resolvido com o uso de condicionamento artificial, sem considerar os custos e problemas de implantação de um sistema. Porém, na última década, a preocupação com o conforto animal vem crescendo notoriamente, principalmente quando associado às respostas fisiológicas como indicadores do conforto animal (SILVA, 2001).

Segundo SINGH & NARAYAM (2002), o intervalo de temperatura ideal para codornas a partir da quarta semana de idade deve ser de 21 a 25°C e a umidade relativa do ar em torno de 60%. Já (PINTO et al., 2003) avaliaram codornas japonesas, em Viçosa-MG, no período de janeiro a fevereiro, na fase de crescimento e observaram que a partir da quarta semana de idade a temperatura permaneceu elevada (29°C), em relação a temperatura de conforto das codornas (18 a 22°C), no entanto a umidade relativa foi satisfatória (65%).

O estresse térmico em aves de postura provoca diminuição no consumo de ração, alteração da conversão alimentar, baixa taxa de crescimento, elevação na ingestão de água, queda na produção e qualidade dos ovos (SILVA et al., 2005), além de aumento na temperatura corporal e frequência respiratória.

Aves têm temperatura corporal elevada, de acordo com TAO & XIN (2003), em condições de termoneutralidade, estão entre 41,2 a 42,2 °C, podendo variar em função da temperatura ambiente, alimentação e manejo. Além destas características, as aves não possuem glândulas sudoríparas, têm o corpo coberto de penas (material isolante) e, na produção industrial, são criadas em alta densidade (BUENO & ROSSI, 2006; NÄÄS et al., 2007; MENEGALI et al., 2009), que normalmente eleva a TA interna dos galpões.

Segundo FERREIRA (2005) a temperatura interna do aviário para aves adultas poderá oscilar entre 15 e 28 °C, com a umidade relativa do ar variando entre de 40 a 80% e uma velocidade do vento entre 0,2 a 3,0 m s<sup>-1</sup>, de acordo com cada fase de criação, pois cada fase corresponde aos diferentes períodos cronológicos que esta passa durante todo o seu período de vida. Cada período possui características próprias, de acordo com a categoria (ALBINO & BARRETO, 2003). Na idade adulta, a zona de conforto térmico ou zona termoneutra das codornas está compreendida entre 18 e 22°C e a umidade relativa do ar, entre 65 e 70% (OLIVEIRA, 2007). Experimento realizado em instalações para codornas de postura por (LIMA et al., 2011), os mesmos

observaram valores de temperatura mínima, máxima e umidade relativa do ar no interior da instalação de 20,2 e 27,5°C para temperatura máxima e mínima, respectivamente e de 81,7% para UR, observando que durante o experimento, as codornas ficaram submetidas a estresse por calor.

Segundo COSTA (1982) o organismo das aves funciona como verdadeira fonte de calor, necessitando, para desenvolver sua atividade vital, de um desnível térmico em relação ao meio externo. Por esta razão, é necessário que a temperatura ambiente das instalações esteja na faixa de conforto animal, para que este atinja o seu potencial genético.

Contudo, o processo de dissipação de calor por via latente é limitado, pois a hiperventilação pulmonar das aves através da ofegação, leva a perda significativas de CO<sub>2</sub>. Segundo WANG et al. (1989) o ofego ocasiona o aumento da perda de dióxido de carbono pelos pulmões, reduzindo a pressão parcial de dióxido de carbono e bicarbonato do plasma sanguíneo. Em consequência, a reduzida concentração de íons de hidrogênio no plasma ocasiona um aumento do pH sanguíneo, o que é comumente denominado de alcalose respiratória.

Outro fator negativo decorrente do ofego das aves está no fato de que a passagem nasal destas funciona como um filtro à poeira e às bactérias presentes no ar que entra no trato respiratório, e esse sistema é prejudicado quando as aves ofegam, pois abrem o bico para respirar, podendo levar a um aumento na incidência de infecções respiratórias secundárias (MOURA, 1998).

O calor corporal pode ser liberado pela superfície corporal por radiação através do ar para outra superfície, pode ser transferido por condução para qualquer superfície mais fria como as paredes do aviário como também pode ser liberado através de processos convectivos, com uso da ventilação natural ou artificial. Neste caso, a ventilação quando a temperatura do ar é de 28 °C pode possibilitar uma sensação térmica de até 6 °C inferior à temperatura ambiente, para velocidades do ar em torno de 2,5 m.s<sup>-1</sup>. Assim, quando a temperatura ambiental se encontra entre 28 e 30 °C, os processos de trocas térmicas de radiação, condução e convecção são usualmente adequados para manter a temperatura corporal das aves constante (DONALD, 1996).

#### **2.4. BEM-ESTAR ANIMAL**

O bem-estar animal é um dos assuntos mais discutidos atualmente, sendo crescente a convicção dos consumidores de que os animais utilizados para produção de

alimentos devem ser bem tratados, entretanto, para que isto seja atingido, segundo SILVA & MIRANDA (2009), serão necessários investimentos e mudanças dos sistemas de criação, que influenciarão os custos de produção. O aumento substancial da produção animal nas próximas décadas exigirá formas de exploração animal muito mais intensivas. Assim a utilização dos recursos naturais e as questões de bem-estar dos animais serão bastante relevantes no contexto da produção mundial (SILVA & MIRANDA, 2009).

De acordo com BROOM & MOLETO (2004) o termo bem-estar refere-se ao estado de um indivíduo em relação às tentativas de ajuste ao ambiente no qual ele se encontra inserido. Assim deve-se considerar que os animais de produção têm necessidades comportamentais específicas e são capazes de alterar seu comportamento para se adaptarem ao ambiente em que vivem.

Deve-se sempre proporcionar condições ideais de bem-estar às aves, de forma a permitir que estas apresentem um comportamento natural dentro das instalações, sem que haja comprometimento do aspecto econômico (CAMPOS, 2000). Neste sentido BARBOSA FILHO et al. (2007) relataram que alguns países vêm tomando medidas no sentido de promover maior conforto aos animais. Esses pesquisadores observaram que poedeiras criadas em sistemas de gaiolas não conseguiam expressar seu comportamento natural e apresentavam um maior grau de estresse quando comparadas às poedeiras criadas em camas.

Na maioria dos sistemas de produção de aves no Brasil, os fatores climáticos são pouco gerenciados e o micro ambiente para a produção e bem-estar das aves nem sempre atende as suas necessidades fisiológicas e produtivas. Assim, a falta de bem-estar e conforto térmico interfere no mecanismo termodinâmico que as aves possuem para se protegerem de extremos climáticos, acarretando desperdício de energia e conseqüentemente redução no consumo, menor taxa de crescimento, maior conversão alimentar e queda na produção (ABREU & ABREU, 2003).

Segundo BAÊTA & SOUZA (2010) os animais para atingirem produtividade máxima, dependem de uma faixa de temperatura adequada, denominada de zona de conforto térmico, onde o gasto de energia para manter a homeotermia é mínimo. A influência do ambiente térmico nas aves varia com a espécie, idade, peso corporal, sexo, atividade física e consumo de ração.

A falta de bem-estar e conforto térmico em poedeiras acarreta uma série de conseqüências que estão ligadas à queda no consumo de alimentos, menor taxa de

crescimento, maior conversão alimentar, queda na produção de ovos e maior incidência de ovos com casca mole (VERCESE, 2010).

## **2.5. VARIÁVEIS AMBIENTAIS**

Vários índices do ambiente térmico têm sido estabelecidos com a finalidade de expressar o conforto ou desconforto em relação às condições ambientais, sendo os mais usados a temperatura ambiente, a umidade relativa do ar, o índice de temperatura do globo negro e umidade e a carga térmica de radiação (TINÔCO, 2001).

### **2.5.1. ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE**

O índice de temperatura e umidade foi desenvolvido inicialmente para humanos, e utilizado para outros animais, é um índice que engloba os efeitos combinados de temperatura de bulbo seco e úmido. De acordo com BUFFINGTON et al.(1981), este índice de conforto é o mais comum existente e o mais utilizado.

### **2.5.2. TEMPERATURA AMBIENTE**

A temperatura do ar é considerada o elemento climático de maior influência sobre o ambiente físico dos animais (BACCARI JÚNIOR, 2001; NEIVA et al., 2004). Cerca de dois terços do território brasileiro situa-se na faixa tropical do planeta, onde as altas temperaturas do ar são predominantes, devido à elevada radiação solar incidente e, conseqüentemente a produção animal nos trópicos é limitada, principalmente pelo estresse térmico (BACCARI JÚNIOR, 2001).

Para uma máxima produtividade, os animais dependem de uma zona de conforto térmico, em que não há gasto de energia ou atividade metabólica para aquecer ou esfriar o corpo. Do ponto de vista da produção, este aspecto reveste-se de importância pelo fato de que, dentro desses limites, os nutrientes ingeridos pelos animais são utilizados exclusivamente para seu crescimento e produção NEIVA et al. (2004).

FARIA et al. (2001) observaram redução no desempenho de poedeiras quando submetidas a estresse calórico constante, e que essa redução pode está ligada à queda no consumo de ração, evitando assim o aumento da produção de calor corporal devido ao incremento calórico.

Os animais homeotérmicos domésticos se comportam como um sistema termodinâmico, que continuamente troca calor com o meio, variações térmicas no ambiente externo, podem causar alterações no ambiente interno (organismo) do mesmo,

tendo como consequência modificações em seus padrões hormonais e balanço nutricional, que pode causar diminuição na produtividade (FERREIRA, 2005).

### **2.5.3. RADIAÇÃO SOLAR**

A radiação constitui uma forma sensível de troca de calor por meio de ondas eletromagnéticas através de meio transparente entre dois ou mais pontos, que se encontram em diferentes temperaturas (BAÊTA & SOUZA, 2010). A radiação solar é um componente significativo do ambiente térmico, exercendo influência no processo de transferência de calor do animal para o ambiente. A avaliação completa do conforto do animal depende, em grande parte, da quantificação desse fator. Segundo SOUZA et al. (2005) para medir as grandezas envolvidas nessa quantificação, vários instrumentos são utilizados, dentre os quais se destaca o termômetro de globo negro, que se constitui numa forma prática e eficiente de isolar a temperatura radiante média de outros fatores do ambiente térmico.

### **2.5.4. UMIDADE RELATIVA DO AR**

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. A ave poderá não conseguir manter a frequência respiratória alta o bastante para remover o excesso de calor interno, levando a hipertermia, seguida de prostração e morte (MOURA, 2001).

ALBINO & BARRETO (2003) comentam que a umidade relativa do ar não deve ultrapassar os 70%, uma vez que a alta umidade facilita a proliferação de verminoses, favorece o aparecimento de micoses, diarreias, moscas, dificulta o empenamento, além de retardar o crescimento, favorecendo queda do desempenho das aves.

Quando a temperatura e a umidade do ar estão elevadas, as aves têm dificuldade na transferência desse excedente de calor para o ambiente, ocasionando o aumento da temperatura corporal e, conseqüentemente a queda da produção (SILVA & SEVEGNANI, 2001).

## **2.6. VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS**

As aves são animais classificados como homeotermos, pois são capazes de manter a temperatura interna constante. De acordo com os princípios da termodinâmica, isso significa que as aves estão em troca térmica contínua com o meio ambiente. Contudo, para que esse processo seja eficiente a temperatura ambiental deverá estar dentro dos limites da termoneutralidade (SILVA & SEVEGNANI, 2001).

As aves diferem da maioria dos animais por não possuir glândulas sudoríparas para auxiliar nas perdas de calor. As trocas térmicas com o meio ambiente são realizadas por quatro componentes principais: radiação, condução e convecção, denominadas trocas sensíveis, e através da evaporação, que representa um dos mais importantes mecanismos latentes de troca térmica dos animais (SILVA, 2008). As trocas latentes ocorrem devido a um diferencial de pressão de vapor MAIA et al. (2005).

A velocidade de perda de calor das aves é influenciada pela temperatura ambiente. Quando esta estiver em níveis próximos a 21°C, as aves perdem até 75% de calor através dos meios sensíveis, no entanto, quando a temperatura aproxima-se da temperatura corporal das aves, em média 41°C, o principal meio de perda de calor passa a ser a liberação de calor latente, através da respiração ofegante (SILVA & SEVEGNANI, 2001).

MACARI e FURLAN (2001) comentam que o resfriamento evaporativo é um dos mais importantes meios de perda de calor das aves em temperaturas elevadas, pois as aves têm a capacidade de aumentar a frequência respiratória em até 10 vezes e, assim aumentar a perda de calor no trato respiratório através da evaporação. No entanto, o aumento na frequência respiratória produz mais energia pela contração muscular, produzindo mais calor e podendo causar hipertermia severa.

MOURA (2001) relata que a hiperventilação pulmonar, resultante do ofego das aves, provoca perdas significativas de CO<sub>2</sub>, podendo levar a distúrbios no equilíbrio acidobásico, chamado de alcalose respiratória (aumento do pH do sangue) e dependendo do tempo de estresse térmico, poderá ocorrer o óbito.

### **2.6.1. FREQUÊNCIA RESPIRATÓRIA**

É considerado um parâmetro fisiológico importante na caracterização da condição de conforto ou estresse dos animais SANTOS et al. (2006) e, o aumento dessa variável indica o uso de mecanismos evaporativos de trocas de calor pelos animais, o que caracteriza desconforto calórico. Segundo YAHAV et al. (1995) sob elevadas

temperaturas e umidade relativa, as aves apresentam alcalose respiratória, o que compromete a velocidade de crescimento dos animais.

A verificação deste parâmetro é apenas visual, facilitando assim, sua mensuração e tomada de decisão. O aumento na taxa respiratória é acompanhado por um aumento na perda de umidade pelo corpo. Para compensar, a ave bebe mais água para evitar a desidratação. Eventualmente, a ave bebe mais água do que realmente exalou e o excedente é perdido por meio das excretas. Em situações de temperaturas elevadas, além do aumento da temperatura retal das aves, ocorre também aumento da frequência respiratória, com consequente efeito no metabolismo, para estimular a perda evaporativa de calor (ofegação) e para manter o equilíbrio térmico corporal (SILVA et al., 2001; MACARI et al., 2004). Paralelamente ao aumento da temperatura corporal e da frequência respiratória, processos fisiológicos são ativados com a finalidade de aumentar a dissipação de calor e reduzir a produção metabólica de calor para manutenção da homeotermia corporal YAHAV et al. (2005).

## **2.6.2. TEMPERATURA CLOACAL**

Utilizada como um bom indicador da condição de conforto ou estresse calórico dos animais, a temperatura cloacal é considerada uma variável que representa a temperatura do núcleo corporal dos animais, como também avalia o grau de adaptabilidade a um determinado ambiente onde estão acondicionados determinando uma condição de conforto ou desconforto (BROWN – BRANDTL, 2003).

Na tentativa de aumentar a dissipação de calor para a periferia corporal (pata, crista, barbela, asa e dorso), são observadas alterações fisiológicas que indicam variações na temperatura interna.

Preocupados e com interesse de se obter respostas à respeito destas alterações fisiológicas, vários autores estudam métodos que mostrem resultados satisfatórios em resposta ao bem-estar dos animais ALVES et al. (2007). Porém, a mensuração da temperatura retal em aves, demonstra em alguns estudos ser um método ineficaz, pois para se obter este resultado as aves são manipuladas, acarretando com isto, uma situação de desconforto e estresse para os mesmos.

Algumas alternativas têm sido propostas, como por exemplo, pelo desenvolvimento de técnicas que permitem a verificação e monitoramento da temperatura do núcleo corpóreo. Sondas foram testadas, como um método não invasivo,

mas seu uso em aves é limitado, pois os movimentos delas são restritas, podendo ocorrer falhas de mensuração (BROWN – BRANDTL et al., 2003).

Métodos alternativos e menos onerosos necessitam ser desenvolvido, por exemplo, pela predição de modelos relacionando a temperatura superficial com a cloacal. Sabe-se que a superfície corporal sofre alterações de temperaturas mais rapidamente, devido a dissipação do fluxo sanguíneo, por convecção, permitindo a tomada de decisões instantâneas CARVALHO et al. (2004).

### **2.6.3. TEMPERATURA SUPERFICIAL CORPÓREA**

Vários estudos foram realizados com o intuito de utilizar a temperatura superficial corpórea na avaliação das condições de estresse e conforto em aves PEREIRA (2007). RICHARDS (1971) propôs um modelo para o cálculo da temperatura média da pele das aves (TMP), e também para predição da temperatura corporal média (TMC).

Sob condições de estresse térmico, é possível a associação da variação da temperatura corporal com a ofegação. Outros fatores relevantes da temperatura corporal referem-se às variações com a idade e com o horário do dia (ciclo circadiano) das aves TESSIER et al. (2003). Segundo SILVA et al. (2009), com o desenvolvimento do melhoramento genético das aves, as equações ajustadas perdem a sua eficiência, havendo a necessidade de ajustar novas equações para as linhagens existentes ou até mesmo propor novas metodologias para que se possa melhorar a precisão na determinação da área superficial das aves.

## **2.7. ALIMENTAÇÃO PARA AVES**

O maior impacto financeiro na questão da produção animal encontra-se na alimentação, ou seja, na ração. A alimentação das codornas desempenha um papel fundamental na criação, portanto, é indispensável administrar rações devidamente balanceadas, capazes de satisfazer às necessidades da ave e permitir seu perfeito desenvolvimento (MURAKAMI & ARIKI, 1998).

Atualmente, na produção de codornas de corte procura-se desenvolver tecnologias que possam ser imediatamente agregadas aos atuais sistemas de produção para baixar os custos e melhorar a qualidade do produto final SILVA et al. (2005). Para formular rações que permitam obter bons resultados zootécnicos a um custo mínimo é necessário conhecer a composição aminoacídica de cada ingrediente a ser utilizado.

Muitos trabalhos científicos estão sendo desenvolvidos para estudar o valor nutritivo dos alimentos, o que resultam nas tabelas de referências, cada vez mais precisas e completas (FRAIHA, 2002). Segundo este autor em vários países, a preocupação com a questão ambiental impôs novo desafio aos nutricionistas e novo fôlego às pesquisas. A eficiência de utilização da proteína da dieta pelos animais é baixa levando, como consequência grande excreção de nitrogênio nas fezes. Este excesso pode ser reduzido através do fornecimento de dietas mais eficientes, com níveis proteicos mais baixos. As fontes proteicas e energéticas das rações têm sido os componentes de maior participação nos custos das dietas que influenciam diretamente a conversão alimentar, a qualidade de carcaça e o ganho de peso das codornas (SUIDA, 2001).

### **2.7.1. PROTEÍNAS**

A proteína é o nutriente da dieta que gera maior quantidade de calor durante sua metabolização. Formulações de ração baseadas no conceito de proteína ideal e inclusão de aminoácidos sintéticos melhoram a produtividade dos animais em estresse térmico, uma vez que contribuem para diminuição do incremento calórico ANCIUTI et al. (2005).

De acordo com (FARIA & SANTOS, 2005), várias pesquisas apontam que, em geral, o melhor desempenho das poedeiras é conseguido quando a dieta fornecida as aves contem níveis proteicos inferiores aos normalmente praticados, desde que haja suplementação adequada de aminoácidos sintéticos.

Em pesquisa conduzida por ANDRADE et al. (2003) a redução dos níveis de proteína associado à suplementação de aminoácidos não comprometeu os parâmetros de qualidade e produtividade das poedeiras, além de possibilitar a redução nos custos da formulação da dieta. E de acordo com NARVÁEZ-SOLARTE et al. (2005) 14% de proteína na ração foi capaz de manter o desempenho adequado das aves de postura de segundo ciclo, quando o balanço de aminoácidos e a quantidade de aminoácidos é mantida.

### **2.7.2. AMINOÁCIDOS**

Os aminoácidos são necessários para a síntese de proteínas e de outros metabólitos especiais. Se a quantidade de aminoácidos na dieta excede a quantidade exigida, os excessos são catabolizados, servindo as cadeias de carbono como fonte de

energia e sendo o nitrogênio e o enxofre excretado pela urina e fezes (BERCOVICI, 1998).

Um grande número de fatores pode influenciar a digestibilidade dos aminoácidos dos alimentos. Dentre eles, há fatores inerentes ao próprio alimento avaliado, como a variedade da planta, as condições agrônômicas, a presença de fatores antinutricionais e o processamento e fatores relacionados aos métodos de determinação da digestibilidade (BRYDEN & LI, 2004).

A suplementação de aminoácidos sintéticos nas rações, principalmente lisina e metionina, é uma prática incorporada na rotina das fábricas de rações para aves, com a finalidade de reduzir os níveis proteicos das dietas e, conseqüentemente, o custo das rações. Essa diminuição dos níveis proteicos das dietas traz outros benefícios, como a redução do consumo alimentar, evita os excessos de aminoácidos e leva à menor poluição ambiental, pela melhor eficiência na utilização e menor excreção de nitrogênio pelas aves ALETOR et al. (2000). LOPEZ & LEESON (1995) apontam uma relação direta entre os teores de proteína da dieta e os teores de proteína nas excretas das poedeiras. AFTAB et al. (2006) afirmam que com a utilização de aminoácidos cristalinos a proteína bruta da dieta poderia ser reduzida em 10% dos níveis recomendados pelo NRC (1994) para cada fase de criação das aves. SI (2000) reporta o potencial para utilização da treonina e triptofano, desde que os preços sejam reduzidos a valores compensadores.

## **2.8. ÁGUA PARA AVES**

A água é responsável pela maioria das funções do organismo, componente principal do sangue e dos fluidos extra e intracelular, é responsável pelo transporte, absorção e digestão de nutrientes, excreção de metabólitos, pelo equilíbrio da temperatura do corpo das aves, além de outras funções importantes (LEESON & SUMMERS, 2001). As aves consomem pequenas quantidades de água, porém com muita frequência, devendo ser garantido a elas um fornecimento constante CURTIS et al. (2001).

As aves consomem maior quantidade de água quando a temperatura ambiental aumenta. O principal método de perda de calor nas aves constitui-se no resfriamento por evaporação de água, através do sistema respiratório durante o ofego (PIZAURO JUNIOR, 1996). O consumo de água pode dobrar ou triplicar durante os períodos de estresse calórico, pois é necessária a sua reposição, em vista da necessidade de

manutenção de balanço hídrico corporal (FAIRCHILD & RITZ , 2006). Para estes autores, além da temperatura ambiental, a ingestão de água pelas aves é influenciada pela genética, idade da ave, composição da ração, programa de luz, densidade populacional, temperatura da água de bebida, tipo e regulação dos bebedouros, entre outros.

Para as aves de exploração comercial, o consumo de água está estreitamente relacionado ao consumo de ração (SKINNER-NOBLE & TEETER, 2004), de tal maneira que fatores que afetam o consumo de água indiretamente influenciam no consumo de ração. Além do consumo de ração, altos níveis dos seus constituintes, tais como a proteína e o sal, provocam o aumento da ingestão de água (TABLER, 2003).

## 2.9. BALANÇO ELETROLÍTICO

Os íons Na, K e Cl são essenciais à manutenção do equilíbrio ácido-básico por estarem envolvidos em diversos processos fisiológicos como, por exemplo, a manutenção da pressão osmótica, dentro de valores médios, podendo influenciar no desempenho, metabolismo do cálcio e na utilização do fósforo. As aves requerem esses elementos em quantidades mínimas, contudo sua disponibilidade pode ser influenciada pela regulação homeostática intestinal e renal como resultado de maior absorção de íons monovalentes JUDICE et al. (2002).

De acordo com BORGES (2001), a adição de sais à dieta pode amenizar as perdas devido ao estresse térmico, os mais utilizados são: sal comum (NaCl), bicarbonato de sódio (NaHCO<sub>3</sub>), carbonato de potássio (KHCO<sub>3</sub>) e Cloreto de amônia (NH<sub>4</sub>Cl).

A inclusão de bicarbonato de sódio pode ajudar na manutenção da ingestão de ração, uma vez que o sódio é estimulante do consumo, além disso, este composto fornece íons bicarbonato que entrarão no processo de formação da casca. BALNAVE & MUHEEREZA (1997) na tentativa de melhorar a qualidade da casca de poedeiras em estresse térmico fizeram a adição de bicarbonato de sódio à dieta e concluíram que a suplementação NaHCO<sub>3</sub> melhora a qualidade da casca quando as galinhas têm acesso a esse alimento durante o período de formação da casca do ovo, ou seja, à noite.

GHORBANI & FAYAZI (2009) suplementaram poedeiras com bicarbonato de sódio e observaram que houve aumento significativo da ingestão de alimentos, peso e produção de ovos, sugerindo que o aditivo pode impedir o efeito adverso do estresse de calor sobre o consumo de ração.

Já cloreto de amônio na ração ou água de bebida contribui para reduzir o Ph sanguíneo, diminui a mortalidade e melhora a postura. Este sal deve ser adicionado em pequenas quantidades por ser tóxico (TEETER, 1985).

Dietas formuladas com altos teores de Cl ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ , HCl e  $\text{CaCl}_2$ ) diminuem a espessura da casca do ovo, sendo este efeito atribuído a uma redução no pH sanguíneo e dos fluidos uterinos durante a formação do ovo (MORAES, 2010). De maneira geral, há uma maior produção de ovos em poedeiras à medida que aumenta a proporção de  $(\text{Na}+\text{K}):\text{Cl}$ . Outras respostas observadas são melhorias na espessura e resistência de casca, redução no número de ovos com casca fina e aumento na gravidade específica quando se utiliza rações adotando o conceito de balanço eletrolítico JUNQUEIRA et al. (2000).

O equilíbrio eletrolítico da ração refere-se ao balanço entre cargas positivas e negativas, íons presentes nos alimentos que, ao serem absorvidos no trato digestores, influenciam o equilíbrio acidobásico nos fluidos corporais, alterando o metabolismo e, conseqüentemente, o desempenho animal (MONGIN, 1981), uma vez que as concentrações plasmáticas desses íons têm papel preponderante no equilíbrio acidobásico por suas localizações em relação às células e pelo desencadeamento da troca de fluidos pela membrana celular.

Os eletrólitos essenciais à manutenção da homeostase ácido-base são sódio ( $\text{Na}^+$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ) e cloro ( $\text{Cl}^-$ ). Além das aves os exigirem em quantidades mínimas em sua alimentação para satisfazer suas necessidades nutricionais, é importante que a proporção entre eles seja adequada. O equilíbrio correto entre  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Cl}^-$  é necessária para otimizar o desempenho animal, desenvolvimento ósseo, qualidade da casca do ovo, metabolismo de aminoácidos, e regulação do equilíbrio ácido-base (MONGIN, 1981).

De acordo com MINAFRA et al. (2009), o balanço eletrolítico (BE) da ração possui ligação direta com o equilíbrio ácido-básico interno do animal. Portanto, ao se variar o conteúdo proteico da ração, torna-se necessário ajustar o BE da dieta. A manutenção desse equilíbrio no animal tem grande importância fisiológica e bioquímica SOUSA et al. (2002), visto que as atividades celulares, trocas eletrolíticas e manutenção do estado estrutural das proteínas do organismo são profundamente influenciadas por pequenas alterações do pH sanguíneo (MURAKAMI, 2000; MACARI et al., 2002).

MONGIN (1981) enfatizou a importância de ajustar o conteúdo dos eletrólitos da dieta para encontrar a exigência do animal e manter o balanço essencial para ótimo desempenho, pois quando o balanço se altera para acidose ou alcalose, as vias

metabólicas não funcionam apropriadamente. Sendo um dos primeiros a afirmar que o balanço cátio-aniônico da dieta é um importante fator que também influencia a qualidade da casca do ovo. Normalmente, ele é calculado como a soma de sódio e potássio subtraída do cloro da dieta ( $\text{Na} + \text{K} - \text{Cl}$ ). Os minerais Na, K e Cl, em particular, são escolhidos pela importância que desempenham no metabolismo, pela participação no balanço-osmótico, no balanço ácido-base e na integridade dos mecanismos que regulam o transporte através das membranas celulares. O balanço desses minerais age diretamente no equilíbrio ácido-base das aves, podendo influenciar o seu desempenho, o metabolismo do cálcio e a utilização do fósforo, manipulando outras funções fisiológicas.

Apesar da importância de se balancearem adequadamente os eletrólitos da dieta, os mesmos têm recebido pouca atenção dos nutricionistas. Há várias explicações para esta falta de interesse, como o fato de os níveis de potássio estarem quase sempre em excesso nas rações e o sódio e cloro estarem facilmente disponíveis no cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ) e serem de baixo custo MURAKAMI et al. (2003).

### **3. DESEMPENHO E QUALIDADE DOS 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. De acordo com (ALBINO & BARRETO, 2003) o consumo médio diário de ração por codorna na fase adulta varia de 23 a 26g para codornas japonesas, e entre 30 a 33g para as codornas europeias.

MOURA et al. (2010) estudando o desempenho de codornas alimentadas com dietas de diferentes densidades energéticas observaram diferenças significativas para o consumo de ração. No entanto, BARRETO et al. (2010) estudando os parâmetros produtivos de codornas alimentadas com dietas contendo soja integral observaram que as conversões alimentares, tanto para dúzia de ovos como para massa de ovos, não foram influenciadas pelas dietas.

ALMEIDA (2001) comparou o desempenho de codornas japonesas com codornas italianas, e verificou que o peso das codornas italianas foi maior do que o das japonesas desde o primeiro dia de idade. As codornas italianas obtiveram durante todo o período, maior peso, maior consumo de ração e melhor conversão alimentar em relação às japonesas.

Os ovos de codornas são ricos em proteínas, consideradas de alta qualidade (aminoácidos essenciais), além de gorduras e minerais, tais como nitrogênio, carbono, cálcio, fósforo, potássio, sódio, ferro, manganês e enxofre, como também açúcares e vitaminas. As vitaminas A, D, E, C, H, vitaminas do complexo B e fator PP estão presentes no ovo de codorna VIEIRA (1988).

As medidas da qualidade dos ovos são realizadas para descrever as diferenças na produção de ovos frescos, devido a características genéticas, das dietas e aos fatores ambientais, aos quais as aves são submetidas, ou ainda para descrever a deterioração na qualidade do ovo durante o período de armazenamento (ALLEONI & ANTUNES, 2001).

MÓRI et al. (2005) avaliaram o desempenho e qualidade de ovos de codornas de quatro grupos genéticos e observaram diferenças significativas para massa de ovos e peso médio de ovos. COSTA et al. (2010) avaliando o desempenho de codornas alimentadas com dietas com diferentes níveis de cálcio e fósforo não observaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para nenhum destes parâmetros.

### **3.1. QUALIDADE DA CASCA DOS OVOS**

Alguns fatores estão associados à produção de ovos de casca fina e conseqüentemente, a maior quebra dos mesmos desde a idade das galinhas (BROKS, 1971), temperatura e umidade dentro das instalações (MULLER, 1982), entre outros. Entre os fatores ambientais que levam a produção de ovos com casca fina, a temperatura ambiente, é sem dúvida o mais importante.

A avaliação da qualidade da casca tem sido feita por vários processos, diretos e indiretos, destacando-se neste último, o método do peso específico pela simplicidade, facilidade e rapidez, baixo custo, sem perdas de ovos, sendo este o método indireto mais usado (HAMILTON, 1982). A integridade da casca tem grande importância na qualidade do ovo, sendo um dos fatores que mais tem preocupado os produtores, principalmente quando se explora a produção de ovos por mais um ciclo de postura. A espessura da casca pode variar devido a vários fatores, entre eles a hereditariedade, já que algumas famílias ou linhagens de aves produzem ovos com casca mais grossa do que outras. Estas diferenças entre as aves com relação à qualidade da casca são definidas pela capacidade das aves de utilizar o cálcio. Outro fator é o clima, já que altas temperaturas reduzem a espessura da casca, como também os níveis de cálcio ou bicarbonato de sódio do sangue são reduzidos, como resultado dos movimentos

respiratórios mais acelerados, pois a poedeira procura desta forma controlar a temperatura de seu corpo. Simultaneamente, o ambiente de temperatura elevada provoca uma diminuição no consumo de alimentos, que por sua vez determina uma diminuição no consumo de cálcio, fósforo e vitamina D<sub>3</sub>.

Em termos gerais, o peso específico proporciona uma ideia da qualidade da casca, baseado no fato de que, este está correlacionado com a percentagem de casca e, portanto seu peso. Quanto maior o valor do peso específico dos ovos, melhor será a qualidade da casca, e menor a percentagem provável de ovos quebrados (HAMILTON, 1982, ZUMBADO 1983).

A idade afeta a espessura da casca, geralmente ao final do ano de postura, sendo que as cascas mais finas aparecem depois de 10-12 meses de postura. O nível nutricional também interfere, pois a casca do ovo é formada principalmente de carbonato de cálcio e uma deficiência deste elemento pode resultar em ovos de casca mole ou casca fina, como também a redução de magnésio e fósforo provoca a mesma situação (EL BOUSHY & RATERINK, 1985).

ROLAND (1984), APUD OLIVEIRA et al. (1995) constatou que durante a noite as poedeiras tornam-se deficientes em cálcio, período este em que a formação da casca é mais intensa; contudo, este problema soluciona-se com o fornecimento ao entardecer de dietas contendo calcário de partículas grandes, prolongando assim, sua permanência no trato digestivo durante toda à noite.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido no módulo de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, no município de Areia – PB, localizado na mesorregião do Agreste paraibano e na microrregião do Brejo Paraibano, apresentando como coordenadas geográficas 68° 58' 12'' Latitude e 35° 42' 19'' Longitude, e altitude de 618 m. O clima da área, segundo a classificação de Köppen, é do tipo As' (quente e úmido) com chuvas de outono-inverno, com período de estiagem de 5 a 6 meses. A precipitação pluviométrica média anual é de 1425 mm, segundo dados da Estação Agrometeorológica do Centro de Ciências Agrárias da UFPB. A temperatura média do ar é de 23,0°C, apresentando temperatura máxima de 26,9 °C e mínima de 19,1 °C sendo novembro, dezembro e janeiro os meses mais quentes e o mais frio junho, julho e agosto. A média anual da umidade relativa do ar é de 80%, e a velocidade do vento é de 3,5 m s<sup>-1</sup>.

### 4.2. ANIMAIS UTILIZADOS

Foram utilizadas 288 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japônica*) fêmeas, com idade média de 18 semanas de idade inicial (Figura 1) e idade final com 31 semanas, distribuídas em delineamento experimental em blocos casualizados, com seis tratamentos e seis repetições de 8 aves cada.



**Figura 1.** Aves utilizadas durante o experimento.

### 4.3. PERÍODO PRÉ-EXPERIMENTAL

Nos 15 dias que antecederam ao experimento, a produção de ovos pelas codornas foi anotada e a taxa de postura das aves neste período foi calculada pra

uniformização das parcelas. No momento da distribuição das aves, foi realizada a pesagem por parcela, para cálculo do peso inicial de  $174,5 \pm 6,5g$ . As aves foram separadas por categorias de postura e a distribuição foi feita em blocos casualizados. Os níveis dos tratamentos foram: 166,54; 153,47; 139,63; 139,63; 117,13 e 166,49 de balanço eletrolítico, respectivamente, iniciando-se a partir de então, o período experimental.

#### 4.4. PERÍODO EXPERIMENTAL

O período experimental foi de agosto a outubro de 2011, com uma duração de 84 dias, sendo a fase experimental dividida em quatro períodos de 21 dias cada, durante os quais foram coletados os dados para as análises.

#### 4.5. CARACTERÍSTICAS DO GALPÃO DE ACONDICIONAMENTO DAS AVES

As aves foram alojadas em um galpão experimental para codornas, cobertura com telhas de barro, comedouros tipo calha, bebedouros individuais, construídos com garrafas plásticas, canos de PVC e bebedouros tipo “nipple” (Figura 2).



**Figura 2.** Comedouros e bebedouros utilizados pelas aves

#### 4.6. MANEJO DAS AVES NO GALPÃO

As codornas foram distribuídas em gaiolas de arame galvanizado com dimensões de 33 x 33 x 14 cm, sendo colocadas 8 aves por compartimento, receberam água (*deionizada*) e ração *ad libitum*, sendo estas distribuídas de forma manual duas vezes ao dia, as 08:00 e 16:00 horas e, ao final de cada ciclo experimental, as sobras de ração dos baldes e comedouros foram recolhidos e pesados. Foi adotado o programa de

iluminação de luz 17 horas: 7 horas de escuro, utilizando-se um *timer* para o controle da luz artificial.

A água fornecida às aves, em todo experimento, foi deionizada, a fim de se evitar interferência dos sais. Toda água fornecida às aves a cada abastecimento foi medida diariamente em proveta graduada, bem como a água retirada a cada limpeza dos bebedouros que foi realizada uma vez por semana.

#### **4.7. INSTRUMENTOS E MEDIÇÕES UTILIZADAS NA CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE**

Foram avaliadas as variáveis relacionadas ao ambiente em que os animais foram acondicionados e as respostas fisiológicas, sendo o período de coleta de 84 dias.

Os parâmetros avaliados a partir do monitoramento das variáveis do ambiente foram: temperatura do ar (TA) e umidade relativa do ar (UR).

Os parâmetros avaliados das variáveis fisiológicas foram: frequência respiratória (FR), temperatura cloacal (TC) e temperatura média periférica (TMP). Cada variável foi avaliada em função das dietas e dos diferentes horários (8 e 16 horas).

#### **4.8. ÍNDICES DO AMBIENTE TÉRMICO**

Para a obtenção dos dados ambientais, foi utilizado um aparelho de Datalogger digital, modelo HT-500 (Instrutherm Instrumentos de Medição Ltda, SP), que registra a temperatura (TBS °C), umidade relativa do ar (UR %) e ponto de orvalho (PO %).

O equipamento foi instalado no centro de massa das aves e programado para realizar as leituras 24 horas/dia em intervalos de 3 horas (Figura 3).



**Figura 3.** Equipamento instalado no centro de massa das aves

Através dos dados obtidos foi calculado o índice de temperatura e umidade (ITU) dentro do galpão, através da equação proposta por BUNFFINGTON (1997).

$$ITU = 0,8 Tbs + UR (Tbs - 14,3) / 100 + 46,3$$

**Em que:** ITU = índice de temperatura e umidade, adimensional;

Tbs = temperatura de bulbo seco, °C;

UR = umidade relativa do ar, %.

## 4.9. VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS

### 4.9.1. FREQUÊNCIA RESPIRATÓRIA (FR)

A frequência respiratória (FR) das codornas foi obtida através da avaliação visual, levando-se em consideração o número de vezes em que as aves inspiraram ar, durante 20 segundos e posterior multiplicação por três, obtendo-se dessa forma o número de movimentos respiratórios por minuto de tempo, conforme RICHARDS (1971).

### 4.9.2. TEMPERATURA CLOACAL (TC)

Para temperatura cloacal (TC), foi utilizado um termômetro clínico veterinário digital ( Figura 4), modelo (Incoterm) que foi inserido na cloaca das aves por um tempo de aproximadamente dois minutos ate que a temperatura fosse estabilizada RICHARDS (1971).



**Figura 4.** Termômetro Digital

#### 4.9.3. TEMPERATURA SUPERFICIAL CORPÓREA (TSC)

Para temperatura superficial corpórea (TSC), foi utilizado um termômetro infravermelho com mira laser (Figura 5), modelo AK 32, temperatura de operação: (-10 a 50°C) possibilitando determinar a temperatura superficial média (TSM).

Cada parâmetro foi avaliado duas vezes por semana, nos horários (8 e 16 horas), em que a distância entre o animal e o termômetro era de 10cm, para coleta dos dados para e em seguida os valores foram utilizados no cálculo da temperatura média da pele (TMP), da temperatura média corporal (TMC) e temperatura superficial corpórea (TSC) das aves, calculadas de acordo com a equação proposta por RICHARDS (1971), considerando as temperaturas de superfície e a temperatura retal das aves:



**Figura 5.** Termômetro infravermelho com mira laser

$$TMC = (0,03 TC + 0,70 TD + 0,12 TA + 0,06 TCA + 0,09 TP)^\circ C$$

**Em que :** TC = temperatura de crista (°C);

TD = temperatura do dorso (°C);

TA = temperatura da asa (°C);

TCA = temperatura da cabeça (°C);

TP = temperatura da pata (°C).

$$\text{TSC} = 0,3 \text{ TMP} + 0,7 \text{ TR } ^\circ\text{C}$$

**Em que :** TR = temperatura retal ( $^\circ\text{C}$ ).

## 5. TRATAMENTOS UTILIZADOS

Para alimentação das aves, foram utilizados seis tratamentos com seis repetições cada, na qual, as aves foram suplementadas com uma ração com redução de proteína, sendo esta corrigida com níveis de aminoácidos, resultando em seis níveis de Balanço Eletrolítico (BE).

Os tratamentos consistiram de uma ração controle (RC) à base de milho e farelo de soja, suplementada com DL-metionina e colina, formuladas para atender as exigências de codornas em postura de acordo com as recomendações do NRC (1994). O tratamento 2 se constituiu de uma ração com redução de 3% de PB da dieta suplementada com o aminoácido sintético L-Isoleucina ficando, porém esta ração deficiente principalmente em L-lisina, L- valina, L-treonina, Dl-arginina e potássio. Os tratamentos subsequentes foram constituídos pela suplementação da dieta 2 com lisina (tratamento 3), valina (tratamento 4), treonina (tratamento 5) de forma a atender as exigências de aminoácidos e de potássio das codornas. No entanto, o tratamento 6 foi constituído da dieta 5 mais a complementação com L-arginina e com o mesmo nível de potássio da dieta controle (0,660%). As dietas experimentais estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 01** – Composição percentual e nutricional das dietas

<b>Ingredientes</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>
Milho	49,324	52,236	55,709	55,683	63,715	63,284
Farelo de Soja 45%	39,183	36,720	33,739	33,742	25,370	25,370
Calcário	7,0743	7,0801	7,0871	7,0871	7,1043	7,1043
Óleo de Soja	2,6806	2,1570	1,5052	1,4942	1,1340	0,9650
Fosfato Bicálcico	0,9225	0,9339	0,9479	0,9480	0,9925	0,9925
Sal	0,5348	0,5345	0,5343	0,5343	0,5342	0,5342
Metionina	0,1100	0,1280	0,1498	0,1499	0,2153	0,2153
Colina	0,0700	0,0700	0,0700	0,0700	0,0700	0,0700
Vitamina	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
Mineral	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
Isoleucina		0,0396	0,0876	0,0876	0,2257	0,2257
Lisina			0,0690	0,0689	0,2652	0,2652
Valina				0,0334	0,1668	0,1668
Treonina					0,1064	0,1064
L-Arginina						0,2546
Inerte						0,2265
Carbonato de K						0,1187
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

### **Composição Calculada**

Proteína Bruta	20,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000
Cálcio	3,0500	3,0500	3,0500	3,0500	3,0500	3,0500
Fósforo Disponível	0,2800	0,2800	0,2800	0,2800	0,2800	0,2800
E. Met. Aves	2800,0	2800,0	2800,0	2800,0	2800,0	2800,0
Arg Dig. Aves	1,4111	1,3428	1,2600	1,2600	1,2600	1,2600
Ile Dig. Aves	0,8700	0,8700	0,8700	0,8700	0,8700	0,8700
Lys Dig. Aves	1,0869	1,0300	1,0300	1,0300	1,0300	1,0300
Met Dig. Aves	0,4135	0,4216	0,4315	0,4316	0,4614	0,4614
M+C Dig. Aves	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
Thr Dig. Aves	0,7415	0,7105	0,6728	0,6727	0,6700	0,6700
Trp Dig. Aves	0,2484	0,2364	0,2218	0,2218	0,1800	0,1800
Val Dig. Aves	0,9196	0,8824	0,8821	0,8700	0,8700	0,8700
Sódio	0,2300	0,2300	0,2300	0,2300	0,2300	0,2300
Cloro	0,3630	0,3631	0,3632	0,3632	0,3632	0,3632
Potássio	0,6600	0,6090	0,5550	0,5550	0,4670	0,6600
Balanço Eletrolítico	166,54	153,47	139,63	139,63	117,13	166,49

<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, Vit.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

## 6. BALANÇO ELETROLÍTICO

O balanço eletrolítico das dietas (BED) experimentais foi calculado segundo (MONGIN, 1980), por meio da fórmula:

$$BED = mEqNa^+ + mEqK^+ - mEqCl (mEq/kg).$$

Para o cálculo do número de Mongin para cada eletrólito, foi empregada a seguinte fórmula:

$$NM = \frac{\%Eletrólito \times 10000}{PM} (mEq/kg),$$

**Em que:** NM = número de Mongin

PM = peso molecular

## 7. VARIÁVEIS ZOOTÉCNICAS

As variáveis avaliadas foram: consumo de ração (g/ave/dia), consumo de água (ml/ave/dia), produção (%), peso do ovo (g), massa de ovo (g/ave/dia), conversão por massa (kg/kg) e por dúzia de ovo (kg/dz), peso de albúmen (g), porcentagem (%) de gema, de albúmen e de casca, espessura da casca (mm), pigmentação e gravidade específica.

### 7.1. CÁLCULO DAS VARIÁVEIS ZOOTÉCNICAS

O consumo de ração foi determinado a partir da diferença de peso entre a quantidade de ração fornecida no início e as sobras existentes no final de cada fase experimental.

Da mesma forma, o consumo de água foi determinado pelo somatório da água fornecida menos o somatório da água descartada na lavagem dos bebedouros e a sobra de água ao final dos períodos experimentais, todos medidos em proveta graduada.

O ganho de peso das aves foi determinado através da diferença entre o peso inicial e o peso final das aves em cada período experimental.

Durante a fase de produção, os ovos foram coletados diariamente, às 08 h, sendo anotados em fichas apropriadas a frequência de postura, ovos íntegros, ovos quebrados,

ovos trincados, ovos com casca fina, ovos sem casca, ovos deformados e qualquer outra anormalidade.

A produção dos ovos, em percentagem, foi calculada dividindo-se a quantidade de ovos totalizados por parcela pelo número de aves, corrigindo sempre pela mortalidade.

Os ovos dos últimos três dias de cada período experimental foram pesados individualmente para a obtenção do peso médio dos ovos.

Os cálculos da massa de ovo foram realizados pelo produto da produção de ovos e do peso médio dos ovos por parcela.

A conversão alimentar por massa de ovo foi calculada através da relação entre o consumo de ração e massa de ovo produzida. A conversão por dúzia de ovos foi calculada pela relação entre o consumo de ração dividida pela produção, sendo esse resultado multiplicado por doze.

Ao final de cada período experimental, foram separados quatro ovos por parcela, sendo dois destinados para determinação do peso e percentagem de gema, albúmen e casca e dois para gravidade específica. Após separação manual dos componentes, as gemas e albumens foram pesados em balança digital de três dígitos (0,001g) individualmente e os valores obtidos foram utilizados no cálculo para se obter a percentagem. A percentagem 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, expressando assim a percentagem. As cascas dos ovos foram identificadas e mantidas em estufa a 105°C por 4 horas para a secagem. Após estes procedimentos, as cascas foram pesadas em balança digital com precisão de 0,01g para obtenção do peso médio das cascas. A percentagem da casca foi obtida através da relação entre o peso médio da casca sobre o peso médio do ovo multiplicado por 100.

A gravidade específica foi determinada pelo método de flutuação salina, conforme metodologia descrita por (HAMILTON, 1982). A cada final de período experimental foram selecionadas amostras de dois ovos por parcela; em seguida, foram feitas imersões dos ovos em diferentes soluções salinas com os devidos ajustes para um volume de 25 litros de água com densidades que variavam de 1,060 a 1,100 com intervalo de 0,0025. Os ovos foram colocados nos baldes com as soluções, da menor para a maior densidade e foram retirados ao flutuarem, sendo anotados os valores respectivos das densidades correspondentes às soluções dos recipientes. Antes de cada avaliação, as densidades foram conferidas com densímetro de petróleo.

A pigmentação foi obtida através do leque calorimétrico ROCHE, numa escala de valores de 1 a 15 (do amarelo claro à cor de abóbora respectivamente).

A espessura da casca foi obtida através da utilização de micrômetro digital Mitutoyo de 0-25 mm, com precisão de 0,001 mm, após serem secas em estufa a 105°C, por 4 horas.

## 8. DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, constituído de seis tratamentos e seis repetições com oito aves por unidade experimental para cada período experimental e dois horários (08 e 16 h).

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio do pacote computacional SAEG 9.0 (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (2005). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey adotando-se o nível de 5% de probabilidade respectivamente.

O modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

**Em que:**  $Y_{ij}$  = observação do tratamento  $i$  no bloco  $j$ ;

$\mu$  = média experimental;

$T_i$  = efeito do tratamento  $i$ ; sendo  $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ ;

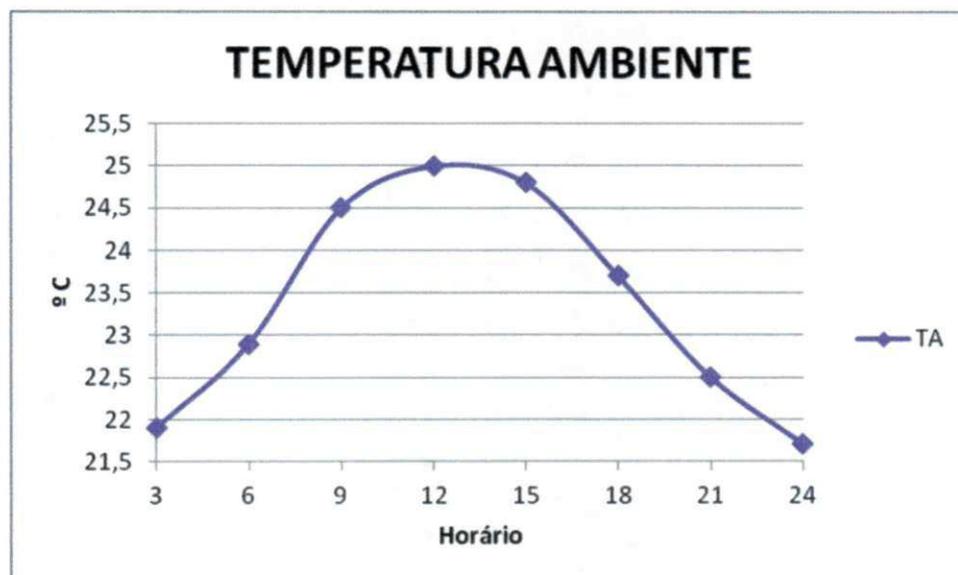
$B_j$  = efeito do bloco  $j$ ; sendo  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ ;

$\varepsilon_{ij}$  = erro aleatório.

## 9. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 9.1. AMBIÊNCIA

As médias da temperatura ambiente (TA) variaram em função dos diferentes horários avaliados (Figura 6), as maiores temperaturas foram observadas nos horários de 09, 12 e 15 hs com valores de (24,5, 25 e 24,8°C) respectivamente, valores que se encontram acima da zona de conforto térmico (ZCT) para codornas, pois, tomando por base as citações de MAS et al. (2004); FERREIRA et al. (2005) e OLIVEIRA et al. (2007) esta deve estar situada entre 18 e 24 °C, porém, não ultrapassando a temperatura crítica superior para esses animais, que é de 28 °C. Neste momento as aves acionaram mecanismos fisiológicos para dissipar calor. Porém, nos demais horários as temperaturas se mantiveram dentro da ZCT.



**Figura 6.** Médias da Temperatura Ambiente em função dos horários.

De acordo com ALBINO & BARRETO (2003), cada fase de criação possui características próprias, de acordo com a categoria, pois cada fase corresponde aos diferentes períodos cronológicos que as aves passam durante todo o seu período de vida. Para os horários entre 24 e 3 hs, foram observados os menores valores de temperatura 21,7 e 21,9°C, respectivamente, podendo-se afirmar que mesmo diante da diminuição da temperatura, o ambiente proporcionou um conforto térmico às aves, fundamental para o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos, pois ao se propiciar um ambiente

térmico ideal, as aves encontram condições para expressar suas melhores características produtivas.

A umidade relativa refere-se à quantidade de água presente na atmosfera saturada. Em relação à umidade relativa (UR), as médias variaram em função dos diferentes horários avaliados (Figura 7), observou-se que o ambiente proporcionou condições toleráveis de conforto para as aves entre os horários das 12 e 15 hs, com valores de 78,6 e 78 %, respectivamente, isto tomando por base as recomendações de FERREIRA (2005) e OLIVEIRA (2007), que citam que estas aves tem uma melhor produção quando estão em ambientes com umidade relativa na faixa entre 40 e 80%.



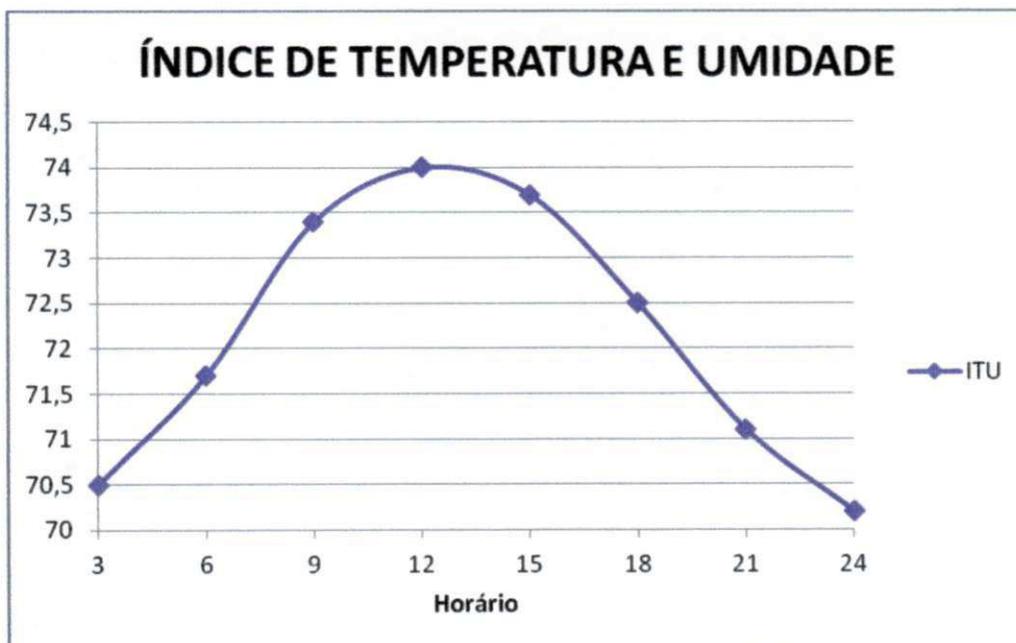
**Figura 7.** Médias da Umidade Relativa em função dos horários.

Em relação aos demais horários, observa-se que a umidade relativa do ar mostrou-se acima da média considerada normal para codornas, porém, estes valores elevados estão associados aos horários, já que foram registrados durante as temperaturas mais baixas, como também pela região em que o experimento foi conduzido, uma vez que a alta umidade relativa do ar é característica marcante do Brejo paraibano, podendo chegar até 100% durante o inverno.

BARNWELL & ROSSI (2003), trabalhando com sistemas de condicionamento para aves obtiveram valores de UR considerados ideais na ZCT. LIMA et al. (2011), encontraram valores de umidade relativa de 81,7% no interior das instalações de codornas, na cidade de Fortaleza – CE, que associados com elevada temperatura, propiciaram um ambiente considerado estressante para os animais.

De acordo com JÁCOME et al. (2007), os componentes que mais contribuem para uma alta umidade das instalações são a água evaporada via respiração, a água do próprio ar e a quantidade de água eliminada nas fezes, relatando ainda, que temperaturas e umidade relativa ultrapassando níveis do recomendado pode levar a uma baixa produção em aves, principalmente quando estas se encontram em pico de postura e que fatores como alta umidade do piso dos galpões e alto índice de fezes aquosas. No presente trabalho durante o período experimental, foram observados níveis elevados de pluviosidade na região, que associado à umidade registrada no piso dos galpões, uma vez que ao serem higienizados através da lavagem, ficavam molhados e pelas condições ambientais a água acumulada neste piso não evaporava, contribuindo para elevação desta UR dentro das instalações.

As médias do índice de temperatura e umidade (ITU) variaram em função dos diferentes horários estudados (Figura 8), nos horários entre 24 e 03 hs, com valores de 70,2 e 70,5, respectivamente, apresentaram valores considerados abaixo da média considerada normal para espécie (73), horários onde também foram observadas as menores temperaturas e alta umidade relativa do ar, indicando que nesta situação os animais tiveram que acionar mecanismos para gerar mais calor, com a finalidade de manter a homeotermia.



**Figura 8.** Médias do índice de temperatura e umidade em função dos horários.

Em relação aos demais horários estudados, verificou-se que o ambiente não causou nenhum desconforto aos animais, tomando por base BARBOSA FILHO (2004) e GATES (1995), em que o ambiente considerado confortável para aves de postura e para frango de corte é aquele no qual o ITU varia entre 71 e 75°C, acima de 75 à 79°C representam situações de alerta e perigo para a produção, e entre 79 e 84 indicam situação de emergência, sendo necessário providências urgentes para se evitar a perda do plantel. De acordo com WELKER et al.(2008), o conforto térmico no interior de instalações avícolas é importante, pois condições climáticas inadequadas afetam negativamente o desempenho do animal, tornando indispensável o estudo das características ambientais das instalações de cada região, principalmente em regiões com climas tropical e subtropical.

## 9.2. FREQUÊNCIA RESPIRATÓRIA

As médias de frequência respiratória (Tabela 3) ficaram entre 22,8 a 29,7 mov/min, e apenas no horário da manhã estas médias apresentaram diferença significativa, porém, todos os valores ficaram dentro da FR considerada ideal para aves, que segundo SOUZA et al. (2005), deve estar entre 20 a 30 mov/min, sendo considerada normal a média de 25 mov/min. Em relação aos dados apresentados pela manhã, foram observados as menores médias de FR no tratamento dois, cinco e seis com 23,4, 22,8 e 24,8 mov/min, respectivamente, e a maior média foi observada quando as aves foram alojadas sob o tratamento quatro 27,9 mov/min, demonstrando a influência que a modificação na dieta exerce sobre os animais.

**Tabela 2** - Médias da frequência respiratória (FR) de codornas japonesas em fase de produção em dois horários suplementadas com diferentes dietas.

HORÁRIO (h)	DIETAS (FR)					
	1	2	3	4	5	6
8	26,4ABb	23,4Bb	26,4ABb	27,9Ab	22,8Bb	24,8ABb
15	29,7Aa	27,9Aa	29,1Aa	27,6Aa	28,2Aa	28,2Aa

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A frequência respiratória é considerada um parâmetro fisiológico importante na caracterização da condição de conforto ou estresse dos animais (SANTOS et al., 2006), observando-se que no horário das 15 h não foi observado interação do fator (dieta x horário) sobre o parâmetro estudado, porém em todos os horários, com exceção do tratamento 4, os valores foram superiores ao da manhã, e acima da média ideal (25

mov/min), demonstrando a influencia dos fatores ambientais neste parâmetro fisiológico, já que estavam acima da zona de conforto para esses animais. A manutenção da FR dentro da média pelas aves pode ser justificada pela alta UR do ar, que ajudou na eliminação do calor corporal, como também pelo processo adaptativo das aves na região em que o estudo foi realizado.

De acordo com BORGES et al. (2003) o aumento da frequência respiratória é resultante de um estresse por calor na qual as aves usam mecanismos como a perda evaporativa para manter o equilíbrio térmico corporal, aumento este, que pode ter como consequência uma alcalose respiratória, que é caracterizada por perdas excessivas de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), por consequência reduz sua pressão parcial ( $p \text{ CO}_2$ ), levando à queda na concentração de ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) e hidrogênio ( $\text{H}^+$ ). Em resposta, os rins aumentam a excreção de  $\text{HCO}_3^-$  e reduzem a excreção de  $\text{H}^+$  na tentativa de manter o equilíbrio ácido-base da ave. Isso afeta o balanço eletrolítico das aves, e também ocorre um aumento do pH sanguíneo. Para SOUZA et al. (2002), o aumento em até dez vezes de FR tem como consequência uma alcalose respiratória provocando piora no desempenho zootécnico.

Os parâmetros fisiológicos variam, dentre outros fatores, não apenas com o ambiente climático aos quais os animais estão submetidos, mas também com a dieta em que estão sendo suplementados, assim quando se encontrarem fora da zona de conforto térmico aciona, dentre outros mecanismos, respostas fisiológicas específicas sendo a frequência respiratória um dos primeiros mecanismos utilizados na tentativa de manutenção da homeotermia.

### 9.3. TEMPERATURA CLOACAL

As médias de TC variam de 41,2 a 41,8°C (Tabela 3), no entanto, nos dois horários as médias não variaram estatisticamente entre si. A temperatura cloacal é um dos parâmetros fisiológicos mais utilizados para caracterizar se o animal está ou não em desequilíbrio térmico com o ambiente e, pelos dados encontrados nos dois períodos, os valores de TC ficaram dentro dos padrões indicados na literatura, que de acordo com DUKES & SWENSON (1996), a temperatura cloacal média das aves devem apresentar-se entre 41,5 e 42,5°C.

**Tabela 3** - Médias da temperatura cloacal (TC) de codornas japonesas em fase de produção em dois horários suplementadas com diferentes dietas.

HORÁRIO (h)	DIETAS (TC)					
	1	2	3	4	5	6
8	41,4 Aa	41,3Aa	41,4Aa	41,3Aa	41,3Aa	41,3Aa
15	41,2Aa	41,4 Aa	41,8Aa	41,8Aa	41,5Aa	41,6Aa

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se que não houve interação do fator (dieta x horário) sobre o parâmetro estudado, todavia, os tratamentos três e quatro correspondendo ao horário das 15 hs foram os que apresentaram as maiores médias de TC (41,8°C). A menor média foi observada quando as aves estavam alojadas sob o tratamento um com 41,2°C de TC e os demais tratamentos se mantiveram dentro da faixa normal para espécie. TAO & XIN (2003) consideram que as aves têm temperatura corporal elevada, e em condições de termoneutralidade, estão entre 41,2 a 42,2 °C, podendo variar em função da temperatura ambiente, alimentação e manejo.

Embora a temperatura cloacal seja o parâmetro fisiológico que indica com mais precisão a temperatura corporal interna, ela também faz uso de mecanismos para liberação de calor estocado pelo animal, mostrando a eficiência do sistema termorregulatório dos animais. Portanto nos dois horários, mesmo em condições de estresse térmico por parte das aves nos horários considerados mais quentes do dia, os animais conseguiram manter a temperatura dentro da normalidade, salientando a necessidade de novas pesquisas sobre a zona de conforto térmico para codornas em regiões tropicais e subtropicais.

De acordo com SILVA et al. (2003), o aumento da temperatura cloacal é uma resposta fisiológica às condições de temperatura e umidade elevadas que resulta do armazenamento do calor metabólico. ALTAN (2003) trabalhando com frangos de corte, verificou que com a elevação da temperatura ambiente, a temperatura corporal também aumenta resultado que está de acordo com os encontrados neste trabalho, em que, tanto a temperatura ambiente quanto a temperatura cloacal das aves se mantiveram nos padrões. Sendo assim STRINGHINI et al. (2005), citam ser de grande importância e essencial na determinação da exigência nutricional das aves a interação nutrição e temperatura ambiente. MARCHINI et al. (2007), trabalhando com aves, verificou que o

aumento da temperatura do ar (tbs) e umidade relativa (UR) provoca também, o aumento da TC.

#### 9.4. TEMPERATURA SUPERFICIAL CORPÓREA

As médias de TSC variam de 30,1 a 33,4°C (Tabela 4), porém, nos dois horários as médias não variaram estatisticamente entre si. Observa-se que não houve interação do fator (dieta x horário) sobre o parâmetro estudado, no entanto, no horário das 8h, sendo as aves alojadas sob os tratamentos 4, 5 e 6, foram as que apresentaram maior TSC com médias de 31,7, 31,3 e 31,5°C respectivamente, diferindo dos tratamentos 1, 2 e 3 com medias de 30,8, 30,9 e 30,1°C respectivamente, as que apresentaram menor TSC. Esta diferença entre a TC e TSC é fundamental para que as aves possam trocar calor com o meio ambiente através de processos sensíveis (condução e convecção), fato que pode ter ajudado a manter a TC e FR dentro da normalidade para a espécie, tanto durante o período da manhã, quando houve uma maior amplitude térmica na temperatura e umidade relativa do ar, e a tarde, quando as codornas estiveram submetidas a estresse térmico.

**Tabela 4** - Médias da temperatura superficial corpórea (TSC) de codornas japonesas em fase de produção em dois horários suplementadas com diferentes dietas.

HORÁRIO (h)	DIETAS (TSC)					
	1	2	3	4	5	6
8	30,8Aa	30,9Aa	30,1Aa	31,7Aa	31,3Aa	31,5Aa
15	33,0Aa	32,7Aa	33,4Aa	31,8Aa	32,7Aa	32,3Aa

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

GOMES (2010) trabalhando com poedeiras semi pesadas após pico de postura, cita que o balanço eletrolítico da dieta influencia as variáveis fisiológicas frequência respiratória e a temperatura média periférica dos animais, corroborando com os resultados deste trabalho, uma vez que, as aves foram alimentadas com diferentes níveis de balanço eletrolítico.

Pelos dados encontrados nesta pesquisa, no horário das 15h foi observado que o tratamento três foi o que apresentou a maior média de TSC, 33,4°C. A menor média foi observada quando as aves estavam alojadas sob o tratamento seis com 32,3°C de TSC.

Comparando os dois horários, houve uma inversão no tratamento três, de acordo com os dois horários estudados, no qual, observou-se tanto a menor quanto a maior média, justificando que as aves foram submetidas a um estresse por calor. De acordo

com MALHEIROS et al., 2000; DAHLKE et al., 2005; SHINDER et al., 2007; CANGAR et al., 2008, a temperatura média periférica é amplamente utilizada como parâmetro para avaliação da condição de conforto ou estresse para aves. Sendo que, a oscilação desta variável relaciona-se diretamente com o fluxo sanguíneo periférico das aves.

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 NASCIMENTO et al.(2011).

As dificuldades em perder calor para o ambiente podem ser medidas na pequena variação de temperatura entre a superfície da ave e o ar que a envolve YAHAV et al. (2005). Portanto, uma temperatura superficial elevada da ave pode indicar que ela está com dificuldade de perder calor e, provavelmente, indicando estresse por calor. Pesquisas comprovam que o aumento da temperatura corporal das aves está relacionado à elevação da temperatura ambiente(WELKER et al. (2008).

Segundo SILVA et al. (2003), um ótimo parâmetro para ser observado como conforto térmico para as aves é a temperatura da crista e da barbela, uma vez que a ave utiliza estes, para dissipar calor, pelo fato que essas regiões apresentam uma grande vascularização, o que facilita a troca de calor por convecção.

De acordo com NASCIMENTO (2010), aumento do fluxo sanguíneo na superfície corporal indica o aumento da temperatura superficial, necessitando o animal, perder calor por meios sensíveis. Já a diminuição na temperatura superficial está ligada a uma vasoconstrição periférica, significando que a ave pode estar em condições de termoneutralidade, ou exposta a uma condição de estresse por frio. CANGAR et al. (2008), cita que a temperatura superficial deve ser utilizada para medir o estado de estresse ou conforto dos animais, mas, por se observar uma correlação entre esse parâmetro com parâmetros ambientais, verifica-se uma aproximação da sensibilidade desses animais sob diferentes condições.

## 9.5. DESEMPENHO

Os resultados de desempenho de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de balanço eletrolítico nas dietas estão apresentados na Tabela 5, onde foram observadas diferenças estatísticas sobre o consumo de ração, consumo de água, produção, peso do ovo e massa de ovo entre os diferentes tratamentos estudados.

**Tabela 5.** Consumo de ração (CR), consumo de água (CH<sub>2</sub>O), produção de ovos (PR), peso médio de ovos (PO), massa de ovo (MO), conversão alimentar por massa (CAMO) e por dúzia de ovo (CADZ) de codornas japonesas, de acordo com os níveis de balanço eletrolítico da dieta.

TRAT.	CRg/dia	CH <sub>2</sub> O	PR(%)	PO(g)	MO(g)	CAMOG/	CADZg/
1	27,20b	63,13ab	75,8b	11,50a	9,1b	2,29a	0,34a
2	30,66a	65,64ab	84,6ab	11,20ab	10,3a	2,34a	0,34a
3	29,68ab	67,07ab	78,7ab	11,20ab	10,5a	2,36a	0,33a
4	31,54a	70,63a	82,3ab	11,64a	9,7a	2,61a	0,36a
5	29,43ab	58,06b	79,8ab	11,15b	9,1b	2,31a	0,32a
6	29,37ab	58,16b	85,3a	11,64a	9,1b	2,47a	0,34a
Média	29,55	64,38	81,53	11,38	9,63	2,35	0,34
CV (%)	3,67	6,77	3,55	4,68	3,55	5,08	4,24

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

As aves alojadas nos tratamentos 2 e 4 apresentaram os maiores consumos 30,66 e 31,54 gr/dia respectivamente, diferindo do tratamento 1 com média de 27,23 gr/dia, não diferindo significativamente dos demais tratamentos da pesquisa. Em relação aos tratamentos 3, 5 e 6 não houve interação significativa entre os mesmos, justificando que a adição do aminoácido valina nos tratamentos 4, 5 e 6, não interferiu sobre o consumo das aves, uma vez que este aminoácido causa efeito sobre a produção e o desempenho.

Neste experimento, o consumo médio diário por ave foi de 29,55 g/dia, demonstrando que as dietas responderam satisfatoriamente aos tratamentos, corroborando com a literatura, que relata o consumo diário de codornas está entre 25 a 35g/dia. SUCUPIRA et al. (2007) observaram consumo médio de 22,45 g/dia, sendo esta diferença de consumo justificado pelos produtos alternativos utilizados entre os experimentos.

Um dos fatores que pode interferir no consumo 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. Porém, mesmo em alguns horários do dia a temperatura tenha se mostrado ora acima, ora abaixo da ZCT para a espécie, o CR foi satisfatório em todos os tratamentos, não sendo afetado por esta variável.

É possível que a diferença nos efeitos sobre o consumo de ração entre os tratamentos se deva às mudanças dos níveis de BE da ração com o avançar da idade, modificando o comportamento da ingestão de alimento pelas codornas. A inclusão de valina na ração promove um aumento satisfatório no consumo, por ser um aminoácido essencial na formulação de rações e também ser limitante em aves mais velhas, quando esta é diminuída na proteína da dieta. Por isso, a ausência deste aminoácido no tratamento um acabou influenciando o consumo de ração, acarretando numa diminuição desse consumo já que esse tratamento participou em menor proporção no consumo do período total.

Os resultados obtidos na presente pesquisa também corroboram com os relatados por OLIVEIRA et al. (2008), afirmando que essa redução de consumo pode estar relacionada ao excesso de eletrólitos e/ou as propriedades químicas do carbonato de potássio. Entretanto, se considerarmos os demais tratamentos, os resultados estão de acordo com os relatados por PARR & SUMMERS (1991), que em comparação entre a energia e o desbalanço dos aminoácidos da ração, verificaram que estes exercem influência significativa sobre a ingestão da ração pelas aves.

O fato de terem sido utilizadas dietas isoenergéticas, em que as relações entre a lisina e os aminoácidos considerados mais críticos para as aves foram mantidas, justifica os consumos observados entre os tratamentos. KIDD & HACKENHAAR (2006) observaram que quando se usa milho e farelo de soja como ingredientes fornecedores da proteína dietética, a valina foi o quarto aminoácido limitante, com isso a valina é um aminoácido essencial com grande potencial essencial na formulação de rações para aves (HAN et al., 1992; FERNANDEZ et al., 1994). Salienta-se ainda que o consumo de ração não é decorrente apenas da quantidade de proteína bruta da dieta, mas também da sua qualidade, ou seja, da concentração e do balanceamento dos aminoácidos da dieta (GONZALES, 2002).

Observou-se o maior consumo de água das aves alojadas no tratamento 4, com média de 70,63 mL/ave/dia, diferindo dos tratamentos 5 e 6, com médias de 58,06 e 58,16 mL/ave/dia, respectivamente, os quais, não diferiram significativamente dos demais tratamentos. Em relação aos tratamentos 1, 2 e 3 não houve interação significativa entre os mesmos, demonstrando que mudanças no balanço eletrolítico causam efeito no consumo de água, no entanto, a utilização de água deionizada promove resultados mais confiáveis e próximos do real RODRIGUES et al. (2007), o

que, sem dúvida, torna os trabalhos com garantia de resultados que promovam melhoria no desempenho das codornas.

O aumento da ingestão de alimento pelas aves está associado ao aumento da ingestão de água, no entanto, as aves consomem maior quantidade de água quando a temperatura ambiente aumenta, assim é importante que tenham acesso à quantidade suficiente de água com qualidade e temperatura adequadas, especialmente no período seco, uma vez que a capacidade de perda de calor corporal tem influência direta no ganho de peso, produção de ovos e taxa de sobrevivência, além do consumo de água dobrar ou até triplicar durante os períodos de estresse calórico GAMA (2011).

LIMA et al. (2011) avaliaram o desempenho de codornas de postura na fase de crescimento (1 a 42 dias de idade), alimentadas com rações suplementadas com sódio e, obtiveram consumo médio de água de 28,55 mL/ave/dia.

No referido experimento as médias de temperatura ambiente mínima, máxima e umidade relativas mensuradas foram de 22,5°C, 31,75°C e 79%, respectivamente. RAQUEL et al. (2011) em experimento com codornas italianas conduzido no Estado do Ceará, obtiveram temperaturas ambiente mínima, máxima e umidade relativa médias de 28°C, 32°C e 86%, respectivamente e observaram aumento na conversão alimentar e na ingestão de água.

De acordo com BORGES (2001), a resposta ao balanço eletrolítico da dieta depende da temperatura ambiente. A ingestão de água está na dependência direta da idade da ave e da relação Na+K-Cl na ração, sendo que o aumento na ingestão de água provocado pela maior relação Na+K-Cl afeta diretamente a umidade da cama e reduz a temperatura retal nas aves. CONY & ZOCHE (2004), relatam que ambientes com temperaturas mais elevadas induzem maior ingestão de água pelas aves, por ela ser essencial nos mecanismos resfriatórios (perda calórica) envolvidos na termorregulação.

Além da temperatura ambiental, a ingestão de água pelas aves é influenciada pela genética, idade da ave, composição da ração, programa de luz, densidade populacional, temperatura da água de bebida, tipo e regulação dos bebedouros, entre outros (PENS JR, 2002; FAIRCHILD & RITZ, 2006).

Observou-se que houve diferença significativa no que se refere à produção de ovos (Tabela 5), sendo as aves alojadas sob o tratamento 6 as que apresentaram a maior produção 85,3%, diferindo do tratamento 1 com 75,8% de produção, os quais não diferiram significativamente dos demais tratamentos. Em relação aos tratamentos 2, 3, 4

e 5 não houve interação significativa entre os mesmos, justificando que a adição de aminoácidos nestes tratamentos não interferiu sobre a produção.

O tratamento 6 apresentou maior produção em relação aos demais, sendo o tratamento que tinha em sua composição o menor nível de proteína bruta (17,0%) e maior nível de aminoácidos associados ao balanço eletrolítico. Resultado que está de acordo com SANTOS et al. (2004), que trabalhando com matrizes pesadas, obtiveram uma melhora significativa na produção de ovos após adicionar os eletrólitos na ração. A produção média 81,53% está de acordo com a média de produção de codornas, tanto no Nordeste como no Brasil, ficando semelhante aos valores relatados por MORI et al. (2005), que trabalhando com codornas de corte, obtiveram uma produção média de 82,27%.

Observou-se que houve diferença significativa no que se refere ao peso dos ovos (Tabela 5), sendo as aves alojadas sob os tratamentos 1, 4 e 6 as que apresentaram maiores pesos dos ovos com 11,50, 11,64 e 11,64g respectivamente, diferindo do tratamento 1 com média de 11,15g, os quais não diferiram significativamente em se tratando dos demais tratamentos da pesquisa. Em relação aos tratamentos 2 e 3 não houve interação significativa entre os mesmos. A média do peso dos ovos encontrado corrobora com os resultados relatados por SAATCI et al. (2006), que trabalhando com codornas de postura, obtiveram um peso médio de 11g.

Os maiores pesos foram encontrados nos tratamentos em que tinha na sua composição redução proteica (17,0%), ao nível de 166,54, 139,63 e 166,49 mEq/kg de BE na ração, resultados contrastantes aos encontrados por NOBAKHT et al. (2007), que observaram o maior peso de ovos em dietas com 360 mEq/kg de BE na ração. Para SILVA (2010), maiores níveis proteicos na dieta influenciam positivamente o peso dos ovos, pois as poedeiras não são capazes de reservar proteína eficientemente para a sua manutenção, sendo dependentes do consumo diário. PERLY (1979), MURAKAMI & FURLAN (2002) e PINTO et al. (2002), relataram o peso do ovo ser altamente dependente da ingestão diária de proteína em poedeiras, podendo ser utilizado como referência para garantir suas exigências em aminoácidos.

De acordo com BARRETO et al. (2007), aves submetidas a condições de deficiência de proteína na ração, o tamanho dos ovos tende a reduzir, enquanto a produção se mantém. No entanto, nesta pesquisa não foi observado esta inter-relação, onde apesar do peso do ovo ter aumentado em alguns tratamentos na qual houve uma redução da proteína bruta a produção se mostrou satisfatória. KHAJALI et al. (2008),

trabalhando com poedeiras leves, observaram efeitos semelhantes aos encontrados neste experimento para peso do ovo à medida que a proteína bruta da dieta foi reduzida.

A massa de ovos também apresentara diferença significativa (Tabela 5), sendo as aves alojadas sob os tratamentos 2, 3 e 4 as que apresentaram as maiores massas com 10,3, 10,5 e 9,7g respectivamente, diferindo dos tratamentos 1, 5 e 6 com média de 9,1, 9,1 e 9,1g respectivamente, que apresentaram os menores valores em relação aos demais.

Diante dos valores encontrados, pode-se afirmar que para os tratamentos 2, 3 e 4 a massa de ovos não foi afetada significativamente pelos níveis de balanço eletrolítico da dieta, uma vez que, foram observados os melhores resultados, discordando com os encontrados por JUNQUEIRA et al. (2000), que não encontraram diferença na MO após alimentar poedeiras comerciais com diferentes balanços eletrolíticos na dieta. Já para os demais tratamentos, pode-se afirmar que a massa de ovos foi afetada significativamente tanto pelos tratamentos quanto pelos níveis de balanço eletrolítico da dieta, onde foram observados os resultados menos satisfatórios.

A média geral de massa de ovos produzida foi de 9,63 g/ave/dia, sendo este valor semelhante ao encontrado por COSTA et al. (2008), que trabalhando com codornas de corte, obtiveram um peso médio de 9,82 g/ave/dia.

Para conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos não foram encontradas diferenças significativas em relação aos tratamentos estudados. Porém, observou-se uma semelhança entre as duas variáveis de desempenho no tratamento 4, onde foi observado os melhores resultados tanto para conversão por massa quanto por dúzia de ovos, com médias de 2,61 g/massa e 0,36g/dúzia de ovos, respectivamente, justificando que a inclusão do aminoácido valina na ração promove um aumento no consumo de ração.

A conversão alimentar por massa de ovos foi significativamente pior quando as aves foram alojadas sob o tratamento 1, com redução de 0,32% quando comparada ao melhor resultado encontrado, já a conversão alimentar por dúzia de ovos foi significativamente pior quando as aves foram alojadas sob o tratamento 5, com redução de 0,04% quando comparada ao melhor resultado encontrado.

A média geral de conversão por massa e por dúzia de ovos observadas neste experimento, foi de 2,35 g/ave/dia e 0,34 g/ave/dia respectivamente, sendo médias inferiores a reportada por MORI et al. (2005), que foram respectivamente, 3,86 e 3,59 g/ave/dia.

De acordo com KIDD & HACKENHAAR (2006), com o uso de milho e farelo de soja como ingredientes fornecedores da proteína dietética, a valina foi o quarto aminoácido limitante, mostrando que além da valina ser um aminoácido essencial, ela também apresenta um grande potencial essencial na formulação de rações para aves (HAN et al., 1992; FERNANDEZ et al., 1994). A importância de se manter os níveis adequados de valina na dieta ao reduzir a proteína bruta em dietas basais é descrita por CORZO et al. (2005) e THORNTON et al. (2006). Já para outros aminoácidos como treonina e triptofano, além da lisina, quando adicionados em grande quantidade às rações, podem propiciar dietas acidogênicas, com efeitos negativos sobre o desempenho (PATIENCE, 1990). Neste caso, torna-se importante a correção do equilíbrio ácido-base para garantir uma melhor produtividade dos animais.

Para SAVARIS (2006) a redução da proteína bruta das formulações se dá também pela diminuição do farelo de soja, um ingrediente responsável pelo fornecimento de potássio à formulação, associado ao fato de que aminoácidos industriais são utilizados em sua forma ácida (PORTSMUTH, 1984), aumentando a produção de ácidos orgânicos e a quantidade relativa de cloro e reduzindo a contribuição de sódio e potássio, tendo assim um efeito considerável no balanço eletrolítico.

De acordo com VIEITES et al. (2005), os eletrólitos da ração consumida pelos animais exercem influência no equilíbrio ácido-básico e, conseqüentemente, afetam processos metabólicos, a resistência às doenças, a resistência ao estresse e os parâmetros de desempenho. Possivelmente, o equilíbrio ácido-básico afetou consideravelmente a resposta produtiva das aves.

Observou-se que apesar de alguns horários a temperatura está acima da zona de conforto térmico considerado normal para espécie (24°C), diferir estatisticamente entre os diferentes horários estudados e com umidade relativa apresentando valores também fora da zona de conforto térmico para codornas, o desempenho e a qualidade dos ovos não foram afetados de maneira significativa, demonstrando que mesmo nestas condições, os animais tiveram condições propícias de expressar suas melhores características produtivas.

No entanto, é nítida a existência de controvérsias nas pesquisas publicadas sobre o assunto estudado, o que requer a realização de mais estudos para obtenção de resultados que possam contribuir para a definição dos níveis nutricionais mais adequados e, assim, serem utilizados na formulação de rações para essas aves.

## 9.6. QUALIDADE DOS OVOS

Os valores médios de qualidade de ovos de codornas alimentadas com diferentes níveis de balanço eletrolítico na dieta estão apresentados na Tabela 6, onde foi observado que não houve diferença significativa no que se refere ao peso de albúmen, espessura de casca e gravidade específica, no entanto, foram observadas diferenças estatísticas sobre o peso de gema, o peso de casca, porcentagem de albúmen, porcentagem de gema, porcentagem de casca e pigmentação da gema entre os diferentes tratamentos estudados.

No peso da gema as aves alojadas sob os tratamentos 1 e 6 apresentaram os maiores pesos, 4,34 e 4,26 g, respectivamente, diferindo do tratamento 3 com média de 3,93g, uma vez que diferiu significativamente dos demais tratamentos da pesquisa, por ser o que apresentou menor média. Em relação aos tratamentos 2 e 4 não houve interação significativa entre os mesmos.

A média geral do peso da gema observada neste experimento, foi de 4,14g superior a reportada por COSTA et al. (2008), que foi de 3,96g, justificando que a inclusão de diferentes níveis de balanço eletrolítico na dieta, interferem positivamente no peso da gema.

**Tabela 6.** Peso de albúmen (PA), gema (PG), casca (PC), porcentagem de albúmen (%A), gema (%G), casca (%C), pigmentação (PIG), espessura da casca (EC) e gravidade específica (GE) de codornas japonesas, de acordo com os níveis de balanço eletrolítico da dieta.

TRAT.	PA	PG	PC	%ALB	%G	%C	PIG	EC	GE
1	6,35	4,34a	0,73 ab	52,80 ab	35,75 a	6,13 ab	3,91 c	226,77	1,07
2	6,13	4,21ab	0,72 b	49,84 b	33,83 ab	5,88 a	4,22 bc	218,85	1,07
3	6,27	3,93c	0,77 a	51,39 b	31,75 b	6,32 ab	4,47 ab	225,55	1,07
4	6,34	4,16ab	0,74 ab	54,53 ab	36,03 a	6,40 ab	4,47 ab	222,20	1,07
5	6,37	3,99bc	0,74 ab	57,53 a	36,44 a	6,67 a	4,41 ab	216,68	1,07
6	6,29	4,26a	0,75 ab	54,05 ab	37,04 a	6,45 ab	4,70 a	222,76	1,07
Média	6,3	4,14	0,75	53,34	35,1	6,31	4,36	222,12	1,07
CV (%)	5,44	3,09	5,74	2,4	4,23	2,93	4,23	3,08	0,05

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

O peso da gema foi menor quando as aves foram alojadas sob o tratamento 5, com redução de 0,35%, quando comparado ao melhor resultado encontrado,

justificando que a adição de aminoácidos na ração promove resultados significantes na qualidade dos ovos.

De acordo com SOUZA et al. (2002), a concentração de K estimula a liberação do hormônio do crescimento (GH) que inibe a lipogênese e aumenta a lipólise, onde este impacto pode justificar o decréscimo no peso da gema, já que grande parte do seu conteúdo é formado por lipídios. Resultado este, que não corrobora com os encontrados no presente trabalho, pois, as melhores respostas foram verificadas nos tratamentos 2 e 3, ao nível de 153,47 e 139,63 mEq/kg de BE na ração.

Neste trabalho, não foi encontrada uma relação positiva entre a gravidade específica e o peso de casca, sendo que para gravidade específica não houve um efeito significativo e para o peso da casca constatou-se efeito significativo, sendo resultados contraditórios aos relatados por OLSSON (1934), que afirma que a gravidade específica (GE) dos ovos apresenta relação direta com o percentual de casca, podendo ser utilizada como método indireto na determinação de sua qualidade. Resultado semelhante foi encontrado por ABDALLAH et al. (1993), que estudando a relação entre a porcentagem de ovos quebrados e a gravidade específica, observaram que a porcentagem de ovos trincados decresce com o aumento da GE. Segundo LIMA (2011), existe uma relação direta entre a gravidade específica e o peso da casca.

Para percentagem de albúmen, de acordo com os dados apresentados na Tabela 6, houve diferença significativa, sendo as aves alojadas sob o tratamento 5 as que apresentaram a maior percentagem de albúmen com 57,53%, diferindo dos tratamentos 2 e 3, com medias de 49,84 e 51,39%, respectivamente, os quais não diferiram significativamente em se tratando dos demais tratamentos da pesquisa. Em relação aos tratamentos 1, 4 e 6 não houve interação significativa entre os mesmos. De acordo com MARINHO (2011), a diminuição da porcentagem de albúmen apresenta relação com o aumento do índice e porcentagem de gema, e ocorre devido à desnaturação da proteína ovomucina que resulta na migração da água do albúmen para gema, que acarreta aumento no peso da gema e interfere diretamente nos valores de porcentagem de albúmen, resultado que corrobora com os encontrados neste trabalho.

A média geral da percentagem de albúmen foi de 53,34%, semelhante aos valores encontrados por ALBINO & NEME, (1998) citado por MARINHO (2011) que relataram o albúmen representar cerca de 55,74% do peso do ovo de codorna.

BARRETO et al. (2007) trabalhando com codornas japonesas em pico de postura, verificaram nas porcentagens de albúmen e de gema apresenta comportamento

linear crescente e decrescente respectivamente, com o aumento nos níveis de sódio na dieta.

Para percentagem de gema, de acordo com os dados apresentados na Tabela 6, houve diferença significativa, sendo as aves alojadas sob os tratamentos 1, 4, 5 e 6 as que apresentaram as maiores percentagens de gema com 35,75, 36,03, 36,44 e 37,04 respectivamente, diferindo do tratamento 3, com média 31,75%, não diferindo significativamente em se tratando dos demais tratamentos da pesquisa. Em relação ao tratamento 2 não houve interação significativa.

Os resultados encontrados corroboram com os encontrados por LIMA (2011) que trabalhando com níveis de sódio para codornas japonesas na fase de postura, cita que as variações observadas para os constituintes do ovo indicam que a proporção de gema está inversamente relacionada com as variações das proporções de albúmen e de casca. Isso ocorre porque na obtenção da proporção (%) dos constituintes do ovo cada porção é relacionada com o peso do ovo e a variação em um dos constituintes implica na mudança de proporção de outro, sendo que essa variação pode não ser diretamente proporcional. Segundo HERNÁNDEZ (1995), os aminoácidos metionina e lisina exercem influência sobre o peso dos ovos, afetando mais o albúmen que a gema.

A média geral observada para percentagem de gema foi de 35,1%. Segundo GROSCH (1997) citado por MARINHO (2011), a gema representa 30% do peso do ovo, sendo seu conteúdo em matéria seca de 50%, da qual 65% correspondem ao conteúdo de gordura e a parte remanescente, são as proteínas. No entanto, MAGALHÃES (2007) afirmou que a composição da gema pode variar bastante de acordo com o tipo de alimentação oferecida às aves.

Houve diferença significativa no que se refere a pigmentação da gema (Tabela 6), sendo as aves alojadas sob o tratamento 6 as que apresentaram uma melhor coloração, com média de 4,70, diferindo do tratamento 1, com média de 3,91, uma vez que, diferiu significativamente dos demais tratamentos da pesquisa, por ser o que apresentou menor média. Em relação aos tratamentos 3, 4 e 5 não houve interação significativa entre os mesmos. Os tratamentos que apresentaram a proteína reduzida (17,0%) apresentaram maior valor para pigmentação da gema, podendo estar relacionado com a maior inclusão de milho na dieta, já que este ingrediente contribui bastante para a pigmentação. A intensidade da cor da gema, que pode variar do amarelo ao laranja, decorrente da incorporação de xantofilas, principalmente luteína e zeaxantina

presentes no milho, é dependente dos níveis de inclusão do milho amarelo nas rações de poedeiras OLIVEIRA et al. (2007).

De acordo com MOURA (2010), a coloração da gema é um critério de avaliação de qualidade pelo consumidor ou indústria. Entretanto, o ovo de codorna geralmente é consumido cozido e inteiro, ao contrário do ovo de galinha, que é submetido à cocção, fritura ou processamento pela indústria alimentícia. Isso torna a cor da gema do ovo de codorna um atributo de importância econômica primária e de grande relevância.

Para espessura de casca não foram encontradas diferenças significativas em relação aos tratamentos estudados, quando as aves foram alimentadas com a dieta basal, porém (NOBAKHT et al., 2007), trabalhando com poedeiras verificaram as melhores espessuras de casca nas dietas que continham 120 e 360 mEq/kg. Esse resultado é contraditório ao encontrado por MURAKAMI et al. (2003), que não verificaram diferença significativa na porcentagem de casca de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes balanços eletrolíticos.

Verifica-se que a inter-relação entre os eletrólitos afeta o desempenho das aves tanto ao fornecer níveis de minerais que estão fora do requerimento nutricional quanto ao mudar a relação ótima existente entre eles (VIETES et al., 2004).

De acordo com os estudos na área da nutrição e com os avanços no conhecimento do metabolismo proteico e o surgimento de novos aminoácidos industriais produzidos em escala comercial torna-se possível formular rações com níveis reduzidos de proteína bruta, pois possíveis deficiências em aminoácidos, em virtude da redução do nível proteico das rações, podem ser corrigidas com a inclusão desses aminoácidos. No entanto, GOMIDE et al. (2009) citam sobre a necessidade de se formular rações com o perfil de aminoácidos mais próximo da exigência do animal. RODRIGUES (2009) cita serem poucos os estudos feitos para se determinar o BE de dietas para codornas japonesas. Já LOBATO et al. (2009), trabalhando com dietas com diferentes combinações dos teores de sódio (0,23 ou 0,15%), cloro (0,23 ou 0,15%) e potássio (0,46 ou 0,76%) verificaram que aves alimentadas com dietas com maior teor de K apresentaram melhor desempenho.

A coturnicultura é uma atividade ampla e promissora no mercado avícola que está progredindo largamente no Brasil, no entanto, ainda existem muitas lacunas a serem preenchidas em relação ao estudo das exigências nutricionais, tanto de minerais quanto dos demais nutrientes. OLIVEIRA (2008) cita ser de grande importância pesquisas nesse sentido, objetivando determinar tais exigências não somente para

codornas em produção, como também nas diferentes fases e em condições climáticas próprias do Brasil.

## 10. CONCLUSÃO

As variações climáticas, as fisiológicas e a inclusão de diferentes níveis de balanço eletrolítico na dieta, afetaram o desempenho e a qualidade dos ovos, sendo recomendado o tratamento quatro ao nível de 139,63BE, na dieta de codornas japonesas em postura, para se obter melhores resultados.

## 11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLAH, A.G.; HARMS, R.H.; EL-HUSSEINY, O. Various methods of measuring shell quality in relation to percentage of cracked eggs. **Poultry Science**, v.72, p.2038-2043, 1993.
- ABREU, V. M. A.; ABREU, P.G. Diagnóstico bioclimático para produção de aves na mesorregião centro sul baiano. Concórdia: **EMBRAPA SUÍNOS E AVES**, 2003. 11 p.
- AFTAB, U.; ASHRAF, M.; JIANG, Z. Low protein diets for broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.62, p.688-701, 2006.
- ALETOR, V.A.; HAMID, I.I.; NIEB, E. et al. Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass characteristics, whole-body composition and efficiencies of nutrient utilization. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.547-554, 2000.
- ALBINO, L.F.T., NEME, R. **Codornas: Manual prático de criação**. Aprenda Fácil, Viçosa, 56 p. MG, 1998.
- ALMEIDA, M.I.M. Efeito de linhagem e de nível proteico sobre o desempenho e características de carcaça de codornas (*Coturnix sp.*) criadas para corte. 2001. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.
- ALLEONI, A. C. C.; ANTUNES, A. J. Unidade Haugh como Medição da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agricola**, v.58, n.4, p. 681-685, 2001.
- ALTAN, O.; PABUÇCUOGLU, A.; ALTAN, A.; KONYALIOGLU, S.; BAYRAKTAR, H. Effect of heat stress on oxidative stress, lipid peroxidation and some stress parameters in broilers. **British Poultry Science**, v.44, n.4, p.545-550, 2003.
- 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.5, p.1388-1394, 2007.
- ANCIUTI, M.A.; RUTZ, F.; RECH, J.L. Manejo nutricional de poedeiras em estresse térmico. **Associação Brasileira de Zootecnia**. 2005.
- ANDRADE, L.; JARDIM FILHO, R.M.; STRINGHINI, J.H. et al. O uso de rações com diferentes níveis de proteínas suplementadas com aminoácidos na alimentação de poedeiras na fase inicial de produção. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Suplemento 5, p.66, 2003.
- BACCARI Jr, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: UEL, 2001. 142p.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais - conforto animal**. 2. Ed. Viçosa: UFV, 2010. 269p.

BALNAVE, D.; MUHEEREZA, S. K. Improving eggshell quality at high temperatures with dietary sodium bicarbonate. **Poultry Science**, v.76, p.588-593, 1997.

BARBOSA FILHO, J.A.D. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens. Piracicaba: USP, 2004. 140 p. **Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Pós-graduação em Física do Ambiente Agrícola**, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, 2004.

BARBOSA FILHO, J.A.D.; VIEIRA, F.M.C.; GARCIA, D.B.; SILVA, M.A.N.; SILVA, I.J.O. **Mudanças e uso das tabelas e Entalpia**. Piracicaba, 2007.

BARRETO, S.L.T.; PEREIRA, C. A.; UMIGI, R. T. et al. Determinação da exigência nutricional de cálcio de codornas japonesas na fase inicial do ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p. 68-78, 2007.

BARRETO, S.L.T.; MOURA, W.C.O.; REIS, R.S.; HOSODA, L.R.; MAIA, G.V.C.; PENA, G.M. Soja integral processada em dietas para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1978-1983, 2010.

BERCOVICI, D. 1998. Nutrição Protéica de Frangos de Corte. In: **Simpósio sobre Nutrição Animal e Tecnologia da Produção de Rações**, 1998, Campinas, SP. Anais... Campinas: CBNA, 1998. p.39-49.

BORGES, S.A. Balanço eletrolítico e sua interrelação com o equilíbrio ácido-base em frangos de corte submetidos a estresse calórico. 2001. 97f. **Tese (Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia**, Universidade Estadual Paulista.

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

BROOKS, R.C. Egg breakage is costing you money. **Poultry Tribune**, v.3, n.77, p.22-36, March.1971

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

BROWN-BRANDL, T.M.; YANAGI, T. Jr.; XIN, H.; GATES, R.S.; BUCKLIN, R.A.; ROSS, G.S. A new telemetry system for measuring core body temperature in livestock and poultry. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 19, n.5, p. 583-589, 2003.

BRYDEN, W.L.; LI, X. **Utilisation of digestible amino acids by broilers**. Rural Industries Research and Development Corporation and University of Sydney. 2004.

BUENO, L.; ROSSI, L.A. Comparação entre tecnologias de climatização para criação de frangos quanto à energia, ambiência e produtividade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.2, p.497-504, 2006.

BUNFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H. D.; THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. Black globe-humidity comfort index for dairy cows. St. Joseph: **American Society of Agricultural Engineers**, 1997. 19. (PAPER 77-4517).

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.

CAMPOS, E. J. **Avicultura: razões, fotos e divergências**. Belo Horizonte: FEPE – MVZ, 2000.

CARVALHO, P.C.O., ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S. et al. Composição química e energética de amostras de milho submetidas a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.358-364, 2004.

CONY, A.V.; ZOCHE, A.T. Equipamentos para fornecimento de ração e água. In: MENDES, A.A.; NÄÄS, I.A.; MACARI, M. (Eds.) **Produção de frangos de corte**. Campinas: **Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas**, 2004. p.97-106.

CORRÊA, G. S. S.; SILVA, M. A.; FONTES, D. O.; *et al.* Efeito de diferentes níveis de proteína e energia sobre o rendimento de carcaça de codornas européias. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.2, p.266-271, 2005.

COSTA, E.C. **Arquitetura ecológica, condicionamento térmico natural**. 5:ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1982. 264p.

COSTA, C. H. R.; BARRETO, S. L. T.; FILHO, R. M. M.; ARAUJO, M. S.; UMIGI, R. T.; LIMA, H. J. A. Avaliação do desempenho e da qualidade dos ovos de codornas de corte de dois grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1823-1828, 2008.

COSTA et al. Balanço de cálcio e fósforo e estudo dos níveis desses minerais em dietas para codornas japonesas (45 a 57 semanas de idade). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1748-1755, 2010.

CORZO, A.C.A. ; FRITTS, M.T. Kidd, and B.J. Kerr. 2005. Response of broiler chicks to essential and non-essential amino acid supplementation of low crude protein diets. **Anim. Feed Sci. and Tech.** 118: 319-327.

CRUZ, V.C.; FERNANDEZ, I.B.; TRAVA, C.M.; SEDANO, A.A.; PICCININ, A.; MAIOLI, M.A. Suplementação dietética com Selênio e Zinco orgânicos na qualidade

interna e externa de ovos de codornas japonesas submetidas a estresse térmico. In: 46ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá. **Anais...** Maringá, 2009.

CURTIS L, HAIRSTON J, DONALD J, ECKMAN M. Factores clave del agua en la producción de pollos. **Indústria Avícola**, Mt. Morris, v. 48, n. 7, p. 26-31, 2001.

DAHLKE, F.; GONZALES, E.; GADELHA, A.C.; MAIORKA, A.; BORGES, S.A.; ROSA, P.S.; FILHO, D.E.F.; FURLAN, R.L. Feathering, triiodothyronine and thyroxine plasma levels and body temperature of two broiler lines raised under different temperatures. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.664-670, 2005.

DONALD, J. **Considerações básicas sobre ventilação em galpões de integração de aves**. 1996. 22p.

DUKES, H.H.; SWENSON, H.J. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11ª ed. Rio de Janeiro, RJ. 1996. 856p.

EL BOUSHY, A. R. e RATERINK, R. **Avicultura Industrial**. p. 37-42, Nov/1985.

FAIRCHILD BD, RITZ CW. Poultry drinking water primer. Bulletin 1301, The University of Georgia and Ft. Valley State University, the U.S. **Department of Agriculture and counties of the state cooperating**. April, 2006.

FARIA, D.E., et al. Desempenho, temperatura corporal e qualidade de ovos de poedeiras alimentadas com vitaminas D e C em três temperaturas ambientes. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.1, p.49-56, 2001.

FARIA, D. E.; SANTOS, A. L. Exigências nutricionais de galinhas poedeiras. In: **Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos**, 2 Viçosa, 2005. **Anais...** Recife, 2005. p. 316-330.

FERNANDEZ, S. R.; AOYAGI, S.; HAN, Y.; PARSONS, C. M.; BAKER D. H. Limiting order of amino acids in corn and soybean meal for growth of the chick. **Poultry Science**, v.73, p.1887-1896, 1994.

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

FILHO, J.A.D.B. 2004. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientes, utilizando análise de imagens. 140p. **Dissertação** (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FRAIHA, M. Atualização em nutrição protéica para frangos de corte, 2002. Disponível em : <http://www.lisina.com.br/nutrição/palestra.asp>.

FUJIKURA, W.S. Situação e perspectivas da coturnicultura no Brasil. In: **Simpósio Internacional de Coturnicultura**, 01, 2002, Lavras, **Anais...**Lavras: UFLA, 2002, p.1-10.

GARCIA, E.A.; MENDES, A.A.; PIZZOLANTE, C.C., et al. Protein, methionine+cystine and lysine levels for japanese quails during the production phase. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.7, p.11-18, 2005.

GARCIA, E.A. PIZZOLANTE,C.C. Nutrição de codornas para postura. In: Simpósio Internacional de Coturnicultura,02, 2004, Lavras, **Anais...**Lavras: UFLA, 2004, p.65-74.

GAMA, N.M.S.Q. Qualidade química e bacteriológica da água utilizada na dessedentação de aves. 14º Curso de sanidade Avícola Fort Dodge. <http://www.fortdodge.com.br/14sanidade/pdf/16importanciadaaguanaavicultura.pdf>. Acesso em 10 de março de 2011.

GATES, R.S. et al. Regional variation in temperature index for poultry housing. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.38, n.1, p.197-205, 1995.

GONZALES, E.; SARTORI, J.R. Crescimento e metabolismo muscular. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Eds.) **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.

GOMIDE, E. M.; RODRIGUES, P. B.; LIMA, G. R. F.; et al. Desempenho de frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade submetidos a rações com níveis reduzidos de nutrientes suplementadas com fitase e aminoácidos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Paraná

GOMES, F. A. Valores energéticos de alguns alimentos utilizados em rações para codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.396-492, 2007.

GOMES, D. L. S. Efeito do balanço eletrolítico em dietas com redução protéica sobre parâmetros fisiológicos de poedeiras semi pesadas após pico de postura. In: 47ª **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Salvador, BA, 2010.

HAMILTON, R.M.G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, Champaign, v.61, p.2002-2039, 1982.

HERNANDEZ, M.; TAKEUCHI, T.; WATANABE, T. Effect of dietary energy sources on the utilization of protein by *Colossoma macropomum* fingerlings. **Fisheries Science**, v.61, n.3, p.507-511, 1995.

HAN, Y.; SUZUKI H.; PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. Amino acid fortification of a low protein corn-soybean meal diet for maximal weight gain and feed efficiency of the chick. **Poultry Science**, v.71, p.1168-1178, 1992.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2007. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia\\_1053](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia_1053)> acessado em: 03 de julho de 2008.

IBGE - **Produção da Pecuária Municipal**, v.36, 2008. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2008/ppm2008.pdf>. Acesso em 15 de março de 2010.

IBGE – **Comentários: Produção da Pecuária Municipal**, v.37, 2009. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2008/ppm2008.pdf>. Acesso em 18 de abril de 2010.

IBGE - **Produção da Pecuária Municipal**, 2009. <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000000222.pdf>. Acesso em 15 de fevereiro de 2011.

JÁCOME, I. M. T. D.; Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.5, p.527-531, 2007.

JUDICE, M. P. M.; BERTECHINI, A. G.; MUNIZ, J. A. et al. Balanço cátio-aniônico das rações e manejo alimentar para poedeiras de segundo ciclo. **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v.26, n.3, p.598-609, 2002.

JUNQUEIRA, O.M.; CAMARGO-FILHO, B.; ARAUJO, L.F. et al. Efeitos das fontes e níveis de sódio, cloro e potássio e da relação (Na+K)/Cl, sobre o desempenho e características do plasma sanguíneo de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1110-1116, 2000.

KHAJALI, F.; KHOSHOUIE, E. A.; DEHKORDI, S. K. et al. Production Performance and Egg Quality of Hy-Line W36 Laying Hens Fed Reduced-Protein Diets at a Constant Total Sulfur Amino Acid: Lysine Ratio. **Journal Applied Poultry Research**, v.17, p.390-397, 2008. **Poultry Science Association**, Inc.2008.

KIDD, M.T.; HACKENHAAR, L. Dietary threonine for broilers: dietary interactions and feed additive supplement use. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition on Natural Resources**, n.5, 6p. , 2006.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Scott's nutrition of the chicken**. 4.ed. Ontario: University Books, 2001. 591p.

LIMA et al. Níveis de sódio para codornas japonesas na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.2, p.352-360, 2011.

LOBATO, G.B.V.; FIGUEIREDO-LIMA, D.F.; COSTA, F.G.P. et al. Efeito dos níveis de sódio, cloro, potássio e balanço eletrolítico no desempenho de codornas japonesas. In: **Zootec 2009, Águas de Lindóia. Anais...**

LOPEZ, G.; LEESON, E. Response of broiler breeders to low-protein diets. 1. Adult breeder performance. **Poultry Science**, v.74, p.685-695, 1995.

MACARI, M.; FURLAN, R.L. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: SBEA, 2001. p.31-87.

MACARI, M., FURLAN, R. L., GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 246p. 2002.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; MAIORKA, A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e de controle de síndromes metabólicas. In: Mendes, A. A.; NÃÃS, I.A.; MACARI, M. (Ed.). Produção de frangos de corte. Campinas: **Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas**, 2004. P. 137-155.

MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; LOUREIRO, C.M.B. Respiratory heat loss of Holstein cows in a tropical environment. **International Journal of Biometeorology**, Heidelberg, v.49, p. 332-336, 2005.

MAGALHÃES, A.P.C. Qualidade dos ovos comerciais de acordo com a integridade da casca, tipo de embalagem e tempo de armazenamento. Dissertação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

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

MARCHINI, C. F. P.; SILVA, P. L.; NASCIMENTO, M. R. B. M.; TAVARES, M. Frequência respiratória e temperatura cloacal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 12, n.2, p. 41- 46, 2007.

MARINHO, A. L. Qualidade interna e externa de ovos de codornas (*Coturnix japonica*) armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2011.

MAS, H.A.R. et al. Energia metabolizável de alimentos proteicos para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). In: Simpósio Internacional, 2.; Congresso Brasileiro de Coturnicultura, 2004, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2004. p.204

MATOS, E.H. da S. [2007] Criação de codornas. **Dossiê técnico**. Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília – CDT/UnB. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT, 2007. Disponível em: <http://www.sbrt.ibict.br> Acesso em: 1/mai/2008.

MENEGALI, I.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C.; CECON, P.C.; GUIMARÃES, M.C.C.; CORDEIRO, M.B. Ambiente térmico e concentração de gases em instalações para frangos de corte no período de aquecimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, p.984-990, 2009.

MINAFRA, C. S.; MORAES, G. H. K.; LOPES, A. C. C. et al. Balanço eletrolítico e proteico dietéticos sobre as aminotransferases hepáticas, renais e séricas e teores séricos de magnésio e cloro de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.2, p. 425-437, 2009.

MONGIN, P. Role of sodium, potassium and chloride in eggshell quality. In: **Nutrition Conference of Florida**, Florida, 1980. Proceedings... Florida, 1980, p.114-117.

MONGIN, P. Recent advances in dietary ânion-cátion balance: applications in poultry. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.40, n. 1, p.285-294, 1981.

MORAES, M.T.T. Balanço Eletrolítico para Codornas Japonesas (*coturnix Coturnix japonica*) na Fase de Produção. 2010. 59f. **Dissertação** (Pos-graduação em Ciências Veterinárias)- Universidade Federal do Paraná, 2010.

MÓRI, C.; GARCIA, E.A.; PAVAN, A.C.; PICCININ, A.; SCHERER, M.R.; PIZZOLANTE, C.C. Desempenho e qualidade dos ovos de codornas de quatro grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.864-869, 2005.

MOURA, D.J. Avaliação de eficiência térmica de instalações sombreadas e ventiladas artificialmente diferentes orientações. **Tese** (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, 1998,163p.

MOURA, D.J. Ambiência na avicultura de corte. In: SILVA, I.J.O. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: FUNEP, v. 2, p. 75-149, 2001.

MOURA, G.S.; BARRETO, S.L.T.; DONZELE, J.L. et al. Dietas de Diferentes densidades energéticas mantendo constante a relação energia metabolizável: nutrientes para codornas japonesas em postura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p. 1628-1633, 2008.

MOURA, A.M.A. Desempenho e qualidade do ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12 Viçosa Dec, 2010.

MÜLLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 1.ed. Porto Alegre: Sulina Editora, 1982, 158p.

MURAKAMI, A. E. Níveis de proteína e energia em dietas de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) nas fases de crescimento e postura. 1991, 92 f. **Tese** (Doutorado) – Unesp, Jaboticabal.

MURAKAMI, A.E.; MORAES, V.M.B.; ARIKI, J. et al. Níveis de proteína e energia em rações para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.4, p.541-551, 1993.

MURAKAMI, A. E, ARIKI, J. Produção de codornas japonesas. Jaboticabal: Funep, 1998. 79p.

MURAKAMI, A. E. Balanço eletrolítico da dieta e sua influência sobre o desenvolvimento de ossos de frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, p. 33-61, 2000.

MURAKAMI, A. E., FIGUEIREDO, D. F., PERUZZI, A. Z., FRANCO, J. R. G., SAKAMOTO, M. I. Níveis de sódio para poedeiras comerciais no primeiro e segundo ciclos de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1674-1680, 2003 (Supl. 1).

MURAKAMI, A. E., GARCIA, E R. M. Novas tecnologias no sistema de produção de codornas. In: II Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal. **Anais...** Palestra Técnica. 2006.

NÄÄS, I.A.; MIRAGLIOTTA, M.Y.; BARACHO, M.S.; MOURA, D.J. Ambiência aérea em alojamento de frangos de corte: poeira e gases. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.326-334, 2007.

NACAS, I. A.; MOURA, D. J.; LAGANÁ, C. A. A amplitude térmica e seu reflexo na produtividade de frangos de corte. In: **Conferência Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas**, 1995. Anais... Campinas: FACTA. 1995, p.203-204.

NAKANO, M. Problemas da avicultura no verão. **Revista Avicultura Industrial**, Porto Feliz, v.2, p.22-27, 1979.

NARVÁEZ-SOLATE, W.V.; CONTRERAS, W.; PEZZATO, A.C. Efeito da proteína no desempenho de poedeiras leves no segundo ciclo de postura em condições climáticas tropicais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Suplemento 7, p.82, 2005.

NASCIMENTO, S. T. Determinação do balanço de calor em frangos de corte por meio das temperaturas corporais. Piracicaba: USP, 2010. 149 p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Pós-graduação em Física do Ambiente Agrícola, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, 2010.

NASCIMENTO, G. R. Índice Fuzzy de conforto térmico para frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.31, n.2, Jaboticabal, 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 155p, 1994.

NEIVA, J.N.M; TEIXEIRA, M.; TURCO, S.H.N. et al. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santas Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n. 3, p. 668-678, 2004.

NOBAKHT, A.; SHIVAZAD, M.; CHAMANY, M.; SAFAMEHER, A.R. The effects of dietary electrolyte balance on the performance and eggshell quality in the early laying period. **J. Anim. Vet. Adv.**, v.6, n.8, p.991-995, 2007.

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

OLIVEIRA, B.L. Importância do manejo na produção de ovos de codornas. In: Simpósio internacional de Coturnicultura, 2., 2004, Lavras. **Anais...** Lavras: Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícolas, 2007. p.91-96.

OLIVEIRA, M.C.; GRAVENA, R.A.; MARQUES, R.H.; GUANDOLINI, G.C.; MORAES, V.M.B. Utilização de nutrientes em frangos alimentados com dietas suplementadas com fitase e níveis reduzidos de fósforo não – fítico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.60, n.2, p. 436-441, 2008.

OLIVEIRA, C. F. S. Suplementação aminiocídica e balanço eletrolítico em dietas com redução protéica para poedeiras comerciais. Areia: UFPB, 2010.p.85. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) – Pós – graduação em Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba, UFPB, 2008.

OLSSON, N. **Studies on specific gravity of hen's eggs**. Otto Harrassowitz: Leipzig, 1934. 89 p.

PARR, J.F.; SUMMERS, J.D. The effect of minimizing amino acid excesses in broiler diets. **Poultry Science**, v.70, p.1540- 1549, 1991.

PATIENCE, J.F. A review of the role acid-base balance in amino acid nutrition. **Journal of Animal Science**, v.68, p.398-408, 1990.

PENZ JUNIOR AM. A importância da água como nutriente na produção de frangos de corte. In: Conferência Apinco 2002 de Ciência de Tecnologia Avícolas, **Anais...** Santos: FACTA, 2002, p. 63-80.

PIZAURO JUNIOR JM. A água nos processos biológicos. In: MACARI, M., (Ed.). **Água na avicultura industrial**.

PEREIRA, C.L. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte e confinados em galpões avícolas com diferentes tipos de coberturas. 2007. P. 113. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2007.

PERLY, L. Correlação entre índice morfológico, peso do ovo e peso vivo ao final da fase de crescimento em codornas doméstica (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, v.1, n.1, p.41-53, 1979.

PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; ALBINO, L.F.T., et al. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1761-1770, 2002.

PINTO, R.; DONZELE, J.L.; FERREIRA, A.S. et al. Exigência de metionina mais cistina para codornas japonesas em postura. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p. 1166-1173, 2003.

PIZAURO JUNIOR JM. A água nos processos biológicos. In: MACARI, M., (Ed.). **Água na avicultura industrial**. Jaboticabal: Funep, 1996. p. 93 -118.

PORTSMOUTH, J. Changes needed in nutrient input data relating to leg problems in poultry. **Feedstuffs**, v. 56, p. 43-52, 1984.

RAQUEL et al. Níveis de sódio para codornas italianas destinadas à produção de carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.40, no.1, 2011.

RABELLO, C.B.V. Produção de aves em clima quente. In: Zootec, 2008. **Anais...** João Pessoa, 2008, p. 11.

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**, Londres, v.216, n.1, p.1-10, 1971.

RODRIGUES, V.P.; COSTA, F.G.P.; SILVA, J.H.V.; GOULART, C.C.; LIMA, M.R.; FIGUEIREDO, D.F.; LIMA NETO, R.C. Exigências de sódio para codornas japonesas em crescimento de 24 a 40 dias de idade. In: **Simpósio Internacional, Congresso Brasileiro de Coturnicultura**, 2004, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2007.

RODRIGUES, V. P. FORMULAÇÃO DE RAÇÕES COM BASE EM AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS PARA CODORNAS JAPONESAS. Areia: UFPB, 2009. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) – Pós – graduação em Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba, UFPB, 2009.

ROLAND SR, D.A., FARMER, M. 1984. Egg shell quality. II - Importance of time of calcium intake with emphasis on broiler breeders. **World's Poult. Sci. J.**, 40(3):255-60.

SAATCI, M.; OMED, H.; DEWI, I. Ap. Genetic parameters from univariate and bivariate analyses of egg and weight traits in Japanese quail. **Poultry Science**, v.85, p.185-190, 2006.

SANTOS, A.L. dos. Potencial de crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne de diferentes linhagens de frango de corte convencional e tipo caipira. 2004. 95 f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2004.

SANTOS, M.S.V. Avaliação do desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais, submetidas às dietas suplementadas com diferentes óleos vegetais. **Tese** (Doutorado), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

SANTOS, J.R.S.; SOUZA, B.B.; SOUZA, W.H.; CEZAR, M.F.; TAVARES, G.P. Respostas fisiológicas e gradientes térmicos de ovinos das raças Santa Inês, Morada Nova e de seus cruzamentos com a raça Dorper às condições do semi-árido nordestino. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v.30, n.5, p. 995-1001, 2006.

SAVARIS, V. D. L.; FERREIRA, R. A.; POZZA, P. C. Balanço Eletrolítico em Rações para Suínos. **Serrana Nutrição Animal**. 2006.

SI, J., FRITTS, C. A., WALDROUP, P. W., BURNHAM, D. J. Minimizing crude protein levels in broiler diets through amino acid supplementation. 1. Extent to which crude protein may be reduced in corn-soybean meal broiler diets through amino acid supplementation. **In: Proceedings of the Southern Poultry Science Society Conference**. Atlanta, 2000. p. 12.

SHINDER, D.; RUSAL, M.; TANNY, J.; DRUYAN, S.; YAHAV, S. Thermoregulatory responses of chicks (*Gallus domesticus*) to low ambient temperatures at an early age. **Poultry Science**, Champaing, n.86, p. 2200-2209, 2007.

SKINNER-NOBLE, D. O., AND R. G. TEETER. 2004. Components of feed efficiency in broiler breeding stock: The use of fasted body temperature as an indicator trait for feed conversion in broiler chickens. **Poultry Science** 83:515-520.

SILVA, R. G. Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.

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

SILVA, M. A. N.; SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. S.; MARTINS, E.; COELHO, A. A. D.; SAVINO, V. J. M. Resistência ao estresse calórico em frangos de pescoço pelado. **Revista Brasileira de Ciências Avícolas**, Campinas, n.1, v.3, p. 27-33, 2001.

SILVA, J.H.V.; SILVA, M.B.; SILVA, E.L. et al. Energia Metabolizável de ingredientes determinada com codornas japonesas (*Coturnix Coturnix Japonica*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1912-1918 (Suplemento 2), 2003.

SILVA, R. G. **Biofísica ambiental – os animais e seu ambiente**. Jaboticabal: FUNEP, 2008. 386 p.

SILVA, I.J.O.; MIRANDA, K.O.S. Impactos do bem-estar na produção de ovos. **Thesis**, n.11, p.89-115, 2009

SILVA, E. L.; SILVA, J. H. V.; BERTECHINI, A. G.; et al. Exigência de metionina+cistina para aves de reposição leves e semipesadas alimentadas de 5 a 11 semanas de idade com ração farelada e peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2425-2434, 2009.

SILVA et al. Desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta e lisina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, 2010.

SILVA et al. Exigências nutricionais de codornas. In: XXI Congresso Brasileiro de Zootecnia. Universidade Federal de Alagoas. **Zootec**, 2011.

SILVERSIDES, F.G.; TWIZEYIMANA, F.; VILLENEUVE, P. A Study relating to the validity of the haugh unit correction for egg weight in fresh eggs. **Poultry Science**, v.72, p. 760-764, 1993.

SINGH, R.V.; NARAYAN, R. Produção de codornas nos trópicos. In: Simpósio Internacional de Coturnicultura, 2002, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.27-36.

SOUZA, E.R.N.; CARVALHO, E.P.; DIONIZIO, F.L. Estudo da presença de *Salmonella* sp em poedeiras submetidas a muda forçada. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.26, n.1, p.140-147, 2002.

SOUZA, B.B.; BERTECHINI, A.G.; TEIXEIRA, A.S.; LIMA, J.A.F.; FREITAS, R.T.F. Efeito da suplementação de cloreto de potássio na dieta sobre o equilíbrio ácido-básico e o desempenho de frangos de corte no verão. In: **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.26, n.6, p. 1297-1304, 2002.

SOUZA, L.M.G.; MURAKAMI, A.E.; SAKAMOTO, M.I. et al. 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...**

SUCUPIRA, S. F et al. Alimentação de codornas de postura com rações contendo levedura de cana-de-açúcar. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.37, n.2, p.528-532, março-abril, 2007.

SUIDA, D. Formulação por proteína ideal e conseqüências técnicas, econômicas e ambientais. In: Simpósio Internacional de Nutrição Animal: Proteína Ideal, Energia Líquida e Modelagem, 1., 2001, Santa Maria. **Anais...** p.27-43.

STRINGHINI, J. H.; JARDIM FILHO, R. M.; PEDROSO, A. A.; et al. Nutrição no período pré-postura, pico de postura e pós-pico de poedeiras comerciais. Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 2005. Santos. **Anais...** Santos-SP, Facta, p.171-189, 2005.

TABLER GT. Water intake: a good measure of broiler performance. **Avian Advise, Arkansas**, v.5, n. 3, p. 7-9, 2003.

TAO, X.; XIN, H. Acute synergistic effects of air temperature, humidity, and velocity on homeostasis of market-size broilers. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.46, n.2, p.491-497, 2003.

TEETER, R. G.; SMITH, M. O.; OWENS, F. N.; ARP, S.C. Chronic heat stress and respiratory alkalosis: occurrence and treatment in broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, p. 1060-1064, 1985.

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

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

TINÔCO, I. F. F. Ambiência e instalações na produção de matrizes avícolas. Silva, I. J. O.Ambiência na produção de aves em clima tropical. Piracicaba: FUNEP, p.17- 27, 2001.

TINÔCO, I.F.F., GATES, R.S. Ambiência e construções para matrizes pesadas. In: MACCARI, M.; MENDES, A.A. (Ed.) **Manejo de matrizes de corte**. Campinas: FACTA, 2005. cap.2, p.11-33.

THORNTON, S.A.; CORZO, A.; PHARR, G.T. et al. Valine requirements for immune and growth responses in broilers from 3 to 6 weeks of age. **British Poultry Science**, v.47, n.2, p.190-199, 2006.

UFV- Universidade Federal de Viçosa. **SAEG: Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas - versão 9.0**. Viçosa: UFV, 2005.

VIEIRA, M. I. Codorna doméstica: muito ovo, ótima carne, bastante lucro. São Paulo. **Ed. Nobel**, 1998, 110p.

VIEITES, F. M.; MORAES, G. H. K.; ALBINO, L. F. T. et al. Balanço eletrolítico e níveis de proteína bruta sobre parâmetros sangüíneos e ósseos de frangos de corte aos 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.33 no.6, p. 425-437, 2004.

VIEITES, F. M.; MORAES, G. H. K.; ALBINO, L. F. T. et al. 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 de Zootecnia**, vol.34 no.6, p.1990-1999, 2005.

WANG, S. ;BOTTJE, W.G.; KINZLER, S.; NELDON, H.L. ;KOIKE, T.I. Effect of heat stress on plasma levels of arginine vasotcin and mesotcin in domestic fowl (*Gallus domesticus*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, 1989. 93A (4): 721-724.

WELKER, J.S., ROSA, A.P., MOURA, D.J., MACHADO, L.P., CATELAN, F., UTPATEL, R. Temperatura corporal de frangos de corte em diferentes sistemas de climatização. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1463-1467, 2008.

YAHAV, S.; GOLDFELD,S.; PLAVNIK,I.;HURWITZ, S. Physiological responses of chickens and turkeys to relative humidity during exposure to high ambient temperature. **Journal of Thermal Biology**, Oxford. V.20, n.3, p. 245-253, 1995.

YAHAV, S.; SHINDER, D.; TANNY, J. et al. Sensible heat loss: the broiler's paradox. **World's Poultry Science Journal**, 2005, 61 (3): 419-434.

ZUMBADO, M. La gravedad específica para determinar la calidad Del cascarón. **Avicultura Professional**, n.2, p.8-10, Marzo 1983.