



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**

**DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE GALINHAS  
POEDEIRAS CRIADAS EM GAIOLAS  
ENRIQUECIDAS E AMBIENTE CONTROLADO**

**DANIELE LOPES DE OLIVEIRA**

**Campina Grande  
Paraíba**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA**

**DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE GALINHAS POEDEIRAS  
CRIADAS EM GAIOLAS ENRIQUECIDAS E AMBIENTE CONTROLADO**

**DANIELE LOPES DE OLIVEIRA**

**CAMPINA GRANDE - PB**

**JUNHO - 2012**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA**

**DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE GALINHAS POEDEIRAS  
CRIADAS EM GAIOLAS ENRIQUECIDAS E AMBIENTE CONTROLADO**

**DANIELE LOPES DE OLIVEIRA**

**ORIENTADOR:**

**Prof. Dr. JOSÉ WALLACE BARBOSA DO NASCIMENTO**

**CAMPINA GRANDE - PB**

**JUNHO - 2012**

**DANIELE LOPES DE OLIVEIRA**

**DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE GALINHAS POEDEIRAS  
CRIADAS EM GAIOLAS ENRIQUECIDAS E AMBIENTE CONTROLADO**

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

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

**CAMPINA GRANDE - PB**

**JUNHO - 2012**





FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCC

- O482d Oliveira, Daniele Lopes de.  
Desempenho e qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado / Daniele Lopes de Oliveira. - Campina Grande, 2012.  
87f.: il., color.
- Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.  
Orientadores: Prof. José Wallace Barbosa do Nascimento, Prof. Dermeval de Araújo Furtado.  
Referências.
1. Estruturas para Aviários.
  2. Aves de Postura.
  3. Bem estar.
  4. Câmara Climática I. Título.

CDU 631.227 (043)



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

CTRN

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO

DANIELE LOPES DE OLIVEIRA

DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE GALINHAS EM GAIOLAS  
ENRIQUECIDAS E AMBIENTE CONTROLADO

BANCA EXAMINADORA


PARECER

  
Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento  
Orientador (JAEA/UFCC)

APROVADO

  
Dr. Dermeval Araújo Furtado  
Examinador (UAEA/UFCC)

APROVADO

  
Dr. José Pinheiro Lopes Neto  
Examinador (UAEA/UFCC)

Aprovada

  
Dr. Tadayuki Yanagi Júnior  
Examinador (DFC/UFLA)

Aprovada

JUNHO - 2012



## DEDICATÓRIA

*Aos meus Pais: Francisco Assis de Oliveira e Maria José Lopes de Oliveira minhas fontes de inspiração e coragem!*

*Aos meus irmãos: Daniel, Daliene e Marta, pelas torcidas e por acreditarem em cada vitória minha conquistada!*

*Aos meus sobrinhos: Ruan Pablo e Izabella, xodós da família!*

*Aos meus cunhados: Roberiânia e Samuel, pelos votos de confiança e força!*

*As minhas tias: Lídia, Graça, Nilza, Côca e a todos meus primo(a)s!*

*À Luíza Marilac: pessoa maravilhosa que há um bom tempo vem fazendo parte da nossa família como: filha, amiga, tia, irmã...*

*À toda minha família em geral pelo apoio, que direta ou indiretamente contribuíram para mais essa vitória em minha vida!*

**Ofereço e Dedico.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo que me tem concebido.

Ao Professor José Wallace Barbosa do Nascimento, pela compreensão, paciência, pelas lições didáticas e de vida transmitidas, e pela disposição na missão de orientador;

Ao Professor Dermeval Araújo Furtado pelo incentivo constante e disposição em ajudar também com suas experiências durante todo o trabalho;

Ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em especial ao LaCRA (Laboratório de Construções Rurais e Ambiente), pelas oportunidades oferecidas para realizar meu curso;

Aos professores do Departamento de Engenharia Agrícola em especial a Área de Construções Rurais e Ambiente, e o meu agradecimento aos professores Renilson Targino e José Dantas pelos votos de confiança em mim;

Aos meus familiares, com o reconhecimento pela minha formação;

Aos membros da banca examinadora, pelas valiosas sugestões indispensáveis à melhoria do meu trabalho;

Aos funcionários da UFCG; nas pessoas de Seu Geraldo, Dona Marlene e os “verdinhos”, pelo apoio durante o curso e aos demais funcionários em geral que fazem parte da UFCG que não citei, o meu obrigada;

À Coordenação do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, nas pessoas de Dermeval Araújo Furtado, Coordenador; Dona Cida, secretária sempre dedicada, a professora Josivanda pelas experiências, ajudas e orientações aos alunos do curso, e ao secretário Gilson;

Em especial aos meus amigos de curso do PPGEA 2010, a quem devo muito, em especial a Tiago Araújo, José Roberto, Ladyanne Raia, Evaldo, Elias Freire, Elaine Priscila, Ivanildo, Coriolano e Jacob, que sempre me motivaram a conquistar meus ideais, me ajudando com incentivos e na superação das dificuldades, o meu grande obrigada.

Aos meus amigos de outros períodos, de amizades conquistadas, de convivência e de estudos na pessoa de Rafael Costa, Betânia Gama, Daniele Amâncio, Janaína Soares, Carlos, Claudete, Caroline Lopes, João Antônio, Edna, Ana Cristina, Arthur Farias, Felipe Furtado, Carol Thays, Valneide e aos demais que deixei de citar;



Ao amigo Nerandi pela amizade conquistada e parceria na condução do experimento juntos, nas raivas e risadas rsrsr;

A minha grande amiga Mércia Guimarães, pelo convívio e por tudo que compartilhamos, até pelas palavras ditas na hora certa e principalmente por nossa amizade;

Á todos e até mesmo aos que deixei de citar não por esquecimento, mas que de alguma maneira me ajudaram a realizar este trabalho, os meus sinceros agradecimentos e o meu grande obrigada.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	Xii
LISTA DE TABELAS.....	Xiv
RESUMO.....	Xvi
ABSTRACT .....	Xvii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	3
2.1.0. Panorama da avicultura Brasileira.....	3
2.1.1. Ambiência para aves de postura.....	4
2.1.2. A importância da água para as aves.....	5
2.1.3. Respostas fisiológicas das aves.....	5
2.1.4. Respostas comportamentais das aves.....	6
2.2. Fatores envolvidos na perda de qualidade dos ovos.....	7
2.2.0. Temperatura ambiente.....	7
2.2.1. Umidade relativa do ar.....	8
2.2.2. Genética das aves.....	9
2.2.3. Idade das aves.....	10
2.2.4. Nutrição das aves.....	10
2.3. Parâmetros de qualidade dos ovos.....	11
2.3.0. Pesos dos ovos.....	11
2.3.1. Gravidade específica.....	12
2.3.2. Unidade Haugh.....	13
2.3.3. Espessura e resistência de casca.....	13
2.3.4. Índice de gema.....	14
2.3.5. pH do ovo.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1.0. Local de desenvolvimento da pesquisa.....	16
3.1.1. Animais/ Variáveis bioclimáticas.....	19
3.1.2. Fotoperíodo e iluminância.....	19
3.1.3. Instrumentos utilizados no ambiente.....	19



3.1.4.	Manejo na câmara.....	20
3.1.5.	Consumo de água e ração.....	20
3.1.6.	Manejo dos ovos.....	21
3.2.	Parâmetros de avaliação da qualidade de ovos.....	21
3.2.0.	Peso do ovo (PO).....	21
3.2.1.	Massa do ovo (MO).....	21
3.2.2.	Conversão alimentar por dúzia de ovos (CA/dz).....	22
3.2.3.	Gravidade Específica (GE).....	22
3.2.4.	Unidade Haugh (UH).....	23
3.2.5.	Espessura de casca (EC).....	23
3.2.6.	Índice de Gema (IG).....	24
3.3.	Porcentagem dos constituintes.....	25
3.4.	Qualidade visual dos ovos – ovoscopia.....	25
3.5.	Resistência da casca dos ovos.....	26
3.6.	pH dos ovos.....	27
3.7.	Delineamento experimental.....	28
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1.0.	Parâmetros de desempenho.....	29
4.1.1.	Temperatura e consumo de água.....	29
4.1.2.	Consumo de ração e produção de ovos.....	31
4.1.3.	Massa do ovo e conversão alimentar por dúzia de ovos.....	33
4.2.	Peso dos ovos e dos seus componentes.....	35
4.2.0.	Peso do ovo.....	35
4.2.1.	Peso do albúmen, gema e da casca.....	38
4.3.	Parâmetros de qualidade dos ovos.....	39
4.3.0.	Gravidade específica.....	39
4.3.1.	Unidade Haugh.....	41
4.3.2.	Espessura de casca.....	42
4.3.3.	Índice de gema.....	44
4.4.	Resistência da casca do ovo.....	45
4.5.	Porcentagem dos constituintes.....	48
4.5.0.	Porcentagem de casca.....	48
4.5.1.	Porcentagem de gema.....	50

4.5.2.	Porcentagem de albúmen.....	50
4.6.	pH dos ovos.....	51
4.6.0.	pH da gema e pH albúmen.....	51
4.7.	Qualidade visual dos ovos.....	52
4.7.0.	Ovos íntegros.....	53
4.7.1.	Ovos sujos.....	54
4.7.2.	Ovos trincados e quebrados.....	55
4.7.3.	Ovos moles.....	56
4.8.	Ovos postos no ninho e fora do ninho.....	57
4.9.	Diâmetro da câmara de ar.....	59
5.	CONCLUSÕES.....	61
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

## LISTAS DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>FIGURA 1.</b> Layout interno da câmara climática e da sala de monitoramento.....	16
<b>FIGURA 2.</b> Planta baixa das gaiolas enriquecidas.....	18
<b>FIGURA 3.</b> (a) Vista interna das gaiolas e (b) área com areia e lixa.....	18
<b>FIGURA 4.</b> Aparelho de determinação da gravidade específica dos ovos.....	23
<b>FIGURA 5.</b> Medição da espessura da casca.....	24
<b>FIGURA 6.</b> Ovoscópio utilizado na pesquisa.....	26
<b>FIGURA 7.</b> Vistas da máquina de cisalhamento adaptada para o teste de resistência da casca do ovo.....	26
<b>FIGURA 8.</b> (a) Diâmetro maior do ovo e (b) diâmetro menor do ovo.....	27
<b>FIGURA 9.</b> Medidor de pH de bancada portátil-MV.....	27
<b>FIGURA 10.</b> Médias dos pesos dos ovos para as condições de temperatura ambiente.....	37
<b>FIGURA 11.</b> Médias dos valores de gravidade específica dos ovos nas condições de temperatura ambiente.....	40

<b>FIGURA 12.</b> Médias dos valores de unidade haugh dos ovos para as condições de temperatura.....	42
<b>FIGURA 13.</b> Médias dos valores de espessura de casca dos ovos para as condições de temperatura ambiente.....	43
<b>FIGURA 14.</b> Médias dos valores de índice de gema dos ovos para as condições de temperatura ambiente.....	45
<b>FIGURA 15.</b> Valores médios da resistência à compressão da casca dos ovos para as condições de temperatura ambiente.....	47

## LISTAS DE TABELAS

	<b>Página</b>
<b>TABELA 1.</b> Valores médios de temperatura da água diária (MTAD), consumo total de água por gaiola (CTAG), consumo total de ração por gaiola (CTRG) e percentagem de postura (POST) das aves das gaiolas em função das três condições de temperaturas ambiente.....	29
<b>TABELA 2.</b> Valores médios de massa de ovos (MO) e da conversão alimentar (CA), das aves em função das três condições de temperatura ambiente.....	34
<b>TABELA 3.</b> Valores médios do peso do ovo (PO), peso do albúmen (PA), peso da gema (PG) e peso da casca (PC) das aves das gaiolas em função das três condições de temperatura ambiente.....	36
<b>TABELA 4.</b> Média dos parâmetros de qualidade dos ovos: gravidade específica (GE), unidade de Haugh (UH), espessura de casca (EC) e índice de gema (IG) das aves das gaiolas em função das três condições de temperatura ambiente.....	39
<b>TABELA 5.</b> Valores médios de resistência à compressão da casca do ovo no diâmetro maior do ovo (RCDMaior) e diâmetro menor do ovo (RCDMenor) nos três tratamentos.....	46
<b>TABELA 6.</b> Percentagem dos constituintes dos ovos: percentagem de casca (%Casca), percentagem de gema (%Gema) e percentagem de albúmen (%Albúmn) dos ovos das aves das gaiolas em função das condições de temperatura ambiente.....	48



<b>TABELA 7.</b>	Valores médios de pH da gema (pHG) e pH do albúmen (pHA) dos ovos das aves das gaiolas em função das três condições de temperatura ambiente.....	51
<b>TABELA 8.</b>	Porcentagem dos ovos avaliados visivelmente pela ovoscopia: ovos íntegros (OI), ovos sujos (OS), ovos trincados e quebrados (OTQ) e ovos moles (OM) das aves das gaiolas em função das três condições de temperatura ambiente.....	53
<b>TABELA 9.</b>	Porcentagem de ovos postos no ninho (OPN) e ovos postos fora do ninho (OPFN) das aves das gaiolas em função das três condições de temperaturas controladas.....	57
<b>TABELA 10.</b>	Valores médios do tamanho da câmara de ar (CAr) de ovos das aves nas gaiolas em função das três condições de temperatura ambiente.....	59

## RESUMO

OLIVEIRA, Daniele Lopes. Universidade Federal de Campina Grande. 2012. 87f. **Desempenho e qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2012.

As imposições sugeridas pela legislação internacional de bem-estar de aves poedeiras, com relação ao atual sistema de criação (bateria de gaiolas), onde há uma indicação ou substituição dessas trará um conjunto de mudanças nas instalações e no manejo das aves, visando à adequação aos novos requisitos do mercado. Sendo assim o objetivo principal do presente trabalho foi avaliar o desempenho e a qualidade dos ovos de poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado. Foram utilizadas seis gaiolas, suportando seis aves cada (seis repetições), para as condições bioclimáticas de 20°C, 26°C e 32°C e, com umidade relativa média de 60%. Foram avaliados os parâmetros de desempenho: temperatura e consumo de água e ração, determinados diariamente como também a coleta dos ovos, manualmente. E avaliados os parâmetros de qualidade do ovo: peso do ovo (PO), gravidade específica (GE), unidade de haugh (UH), espessura de casca (EC), índice de gema (IG) e avaliado ainda outros parâmetros como: a porcentagem dos constituintes, qualidade visual através da ovoscopia e a resistência da casca. As condições de temperaturas ambiente com 20 e 26°C provocaram efeito positivo no metabolismo das aves e tiveram melhor desempenho e qualidade dos ovos e maior preferência na postura comparado com a temperatura de 32°C. Ocorreu redução significativa ( $P < 0,01$ ) na qualidade dos ovos das galinhas submetidas na temperatura de 32°C, que sofreram mais efeitos negativos pelo estresse térmico.

Palavras-chave: aves de postura, bem estar, câmara climática

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Daniele Lopes. Federal University of Campina Grande. 2012. 87f. **Performance and egg quality of laying hens kept in enriched cages and controlled environment.** Dissertation (Master in Agricultural Engineering) - Federal University of Campina Grande, Campina Grande, 2012.

The charges suggested by international law for the welfare of laying hens in relation to the current breeding system (battery cages), where there is an indication or replacement of these changes will bring a set of premises and handling of birds, aiming at adapting to new market requirements. Therefore the main objective of this study was to evaluate the performance and egg quality of laying hens reared in enriched cages and controlled environment. It was used six cages, supporting six birds each one (six repetitions) for bioclimatic conditions of 20°C, 26°C and 32°C and relative humidity averaging 60%. It was evaluated the performance parameters as: temperature and consumption of water and food, but also determined daily collection of eggs by hand. And evaluated parameters of egg quality: egg weight (PO), specific gravity (SG), Haugh unit (HU), shell thickness (EC), yolk index (GI) and also evaluated other parameters such as: percentage of constituents, visual quality by ovoscopy and peel strength. The conditions of ambient temperatures of 20 and 26°C resulted positive effect on the metabolism of poultry and had better performance and quality of eggs and most preference in the laying compared with a temperature of 32°C. Significant reduction ( $P < 0.01$ ) occurred on egg quality of hens submitted in temperature of 32°C, which suffered more negative effects by thermal stress.

Keywords: laying hens, welfare, climatic chamber

## 1. INTRODUÇÃO

A avicultura se destaca como um segmento estratégico para o agronegócio brasileiro, seja pela oferta de empregos, conquista de novos mercados ou por ofertar produtos de qualidade reconhecida no Brasil e no mundo. Em relação à produção de ovos, ao longo dos anos, a pesquisa científica tem disponibilizado quantidade expressiva de tecnologias voltadas para o aprimoramento dos processos produtivos e, também novos conceitos utilizados na substituição de modelos de criação e práticas de manejo, que não mais se compatibilizam com as novas demandas do setor.

As limitações sugeridas pela legislação internacional de bem-estar de aves poedeiras, com relação ao atual sistema de criação (bateria de gaiolas), que inclusive propõe a substituição dessas, trará um conjunto de mudanças nas instalações e no manejo das aves, visando à melhor adaptação aos novos requisitos do mercado. Mudanças, que já vêm ocorrendo em alguns países, que propuseram sistemas alternativos para a criação de aves poedeiras, tais como gaiolas enriquecidas e semiconfinamento, que poderão proporcionar às aves uma área com cama e poleiro, além de disponibilizar ninho para a postura. Entretanto, serão necessários investimentos e mudanças dos sistemas de criação, que influenciarão os custos de produção (SILVA & MIRANDA, 2009).

A substituição do atual sistema de bateria em gaiolas por um sistema que possibilite às aves expressar seus comportamentos naturais, tais como: postura em ninho, tomar banho de areia, empoleirar ou ainda bater e esticar as asas, está na ordem das possíveis mudanças no sistema de criação de aves poedeiras.

A interação animal e ambiente deve ser considerada quando se procura uma maior eficiência no desempenho animal, pois as diferentes respostas do animal às peculiaridades de cada região determinam o sucesso da atividade, e uma correta identificação dos fatores que influem na vida produtiva do animal, como o estresse imposto pelas flutuações estacionais do meio ambiente permitem ajustes nas práticas de manejo dos sistemas de produção.

É crescente a convicção dos consumidores brasileiros de que os animais utilizados para produção de alimentos devem ser bem tratados, sendo necessário investimentos e mudanças dos sistemas de criação, que possibilitem menores custos de produção.

A cadeia produtiva de ovos no Brasil se caracteriza pela produção de ovos para consumo tanto “in natura” quanto industrializados, no qual a produção é predominantemente pelo sistema de criação em gaiolas tradicionais e, a maioria é composta por produtores independentes de pequeno e médio porte, que preparam a própria ração na propriedade e trabalham com galpões abertos, tradicionais. Por outro lado, grandes produtores estão partindo para a adequação climática e automação das instalações.

A produção de ovos no país se destina quase que exclusivamente ao mercado interno, tendo o setor se adequado nos últimos anos para incrementar as exportações. Entretanto, para atender as exigências do consumidor do mercado internacional existe a necessidade da contínua implementação de programas que garantam elevado padrão de qualidade dos ovos. Nesse sentido, é necessário que haja a aplicação de boas práticas de produção e, em especial, as que visam à preservação do meio ambiente, o bem-estar animal e dos trabalhadores, devendo ser consideradas para o progresso da atividade avícola e para a inserção definitiva do setor no mercado mundial (UBA, 2008).

Outro aspecto importante é o peso dos ovos, característica que no futuro próximo poderá ser uma exigência básica. O sistema agroindustrial do ovo enfrenta desafios no mercado nacional e internacional, sendo os principais pontos negativos, a relação informal entre os produtores e compradores, a lenta modernização e o baixo crescimento.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo principal avaliar o desempenho e a qualidade dos ovos de poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado.

Considerando como objetivos específicos:

- Avaliar a temperatura e consumo da água nas três condições de temperatura controlada;
- Avaliar o consumo de ração pelas aves nas condições estudadas;
- Avaliar o desempenho e a qualidade dos ovos das poedeiras submetidas nas condições climáticas estudadas;
- Determinar a resistência da casca do ovo em função das condições ambientais;
- Avaliar a influência das condições de temperatura ambiente na preferência pela postura dentro e fora do ninho.



## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1.0. Panorama da avicultura brasileira

Segundo estimativas da FAO, em 2005, o Brasil foi o 7º produtor mundial de ovos, entretanto o seu consumo anual *per capita* é inferior ao de diversos países no mundo. Em 2004 o consumo *per capita* brasileiro de ovos ocupava, dentro de uma lista de 168 países a 68ª posição (SANTOS FILHO & SCHLINDWEIN, 2007).

Considerando a população brasileira em 184 milhões, a média do consumo *per capita* em 2010 foi de 149 ovos/habitante/ano em relação ao ano de 2008, porém ainda bem abaixo de outros países como o México (375), Japão (347) e os EUA (258 ovos). Apesar de ser o sétimo produtor, o país alcança índices desfavoráveis na exportação, com 27.721 toneladas de ovos exportados, principalmente para África e Oriente Médio (UBABEF, 2010).

O comportamento do Brasil pode ser atribuído, principalmente, a baixa renda *per capita* (que torna diminuto o consumo de produtos de maior valor agregado que tem o ovo como ingrediente importante na sua fabricação, como doces e bolos), aos tabus relacionados a problemas de saúde e ao fato de o ovo ser um alimento visto como destinado somente às classes de consumo menos privilegiadas da sociedade. Outro provável motivo para o baixo consumo e o fato de não serem utilizados em larga escala no Brasil alimentos que incluem o ovo como componente, tais como os hambúrgueres, que são muito consumidos nos EUA e em outros países do mundo, as *tortilhas* mexicanas ou as massas na Ásia, (SANTOS FILHO & SCHLINDWEIN, 2007).

A constante exigência de alguns países para a adequação do atual sistema de gaiolas para um sistema alternativo que proporcione bem-estar ao animal, fez com que vários estudos com vistas à medição científica do bem-estar dos animais fossem realizados, tanto por razões de ordem ética, como pelo reconhecimento dos custos mais elevados que essas mudanças implicam para produtores e consumidores, conforme Alves *et al.* (2007).

Além dos custos da implantação de um novo sistema, existe preocupação dos produtores sobre que influência um ambiente enriquecido pode ter sobre o desempenho produtivo das aves. No entanto, o sistema de criação em cama, quando devidamente projetado, pode ser compatível ao sistema de criação em gaiolas, pois possibilita a

obtenção de mesmo desempenho produtivo e qualidade dos ovos produzidos (SILVA & MIRANDA, 2009).

### **2.1.1. Ambiência para aves de postura**

Assumindo a importância do bem-estar, da qualidade e da segurança do alimento para o consumidor e a manutenção de qualidades da indústria avícola, torna-se importante considerar o emprego de medidas baseadas em conhecimentos científicos para a determinação de princípios de bem-estar na produção de ovos em resposta às preocupações e exigências do público (UBA, 2008).

O ambiente na produção animal engloba o ambiente térmico (temperatura, umidade, velocidade do vento e outros), o ambiente acústico (ruídos), o ambiente aéreo (gases e poeiras) e o ambiente social (hierarquia do grupo e tratador) (VERCESE, 2010).

Considerando a galinha um animal que se adapta melhor em ambientes frios, isto é, o seu sistema termorregulador é mais adaptado para conservar calor do que para dissipá-lo, quando exposta as altas temperaturas ocorre queda no consumo de ração e consequentemente redução no número, peso e na qualidade da casca dos ovos, redução na taxa de fertilidade de machos e fêmeas, queda na taxa de incubação e no peso dos pintos (MULLER, 1982).

As aves, como animais homeotérmicos, mantêm sua temperatura corporal por meio de mecanismos fisiológicos e comportamentais. Na produção de poedeiras, o meio ambiente é de extrema importância e três fatores se destacam em sua composição: temperatura, umidade relativa e ventilação, sendo que as aves têm exigências diferentes conforme a idade. Assim, temos na fase inicial de cria um período, no qual a ave é exigente em calor, na fase de postura observa-se uma correlação inversa entre a temperatura e a produtividade, pois a ocorrência de altas temperaturas ambientais irá provocar queda no consumo de ração, pois a ave tenta reduzir metabolismo para diminuir o calor metabólico, consequentemente menor produção, menor peso dos ovos e pior qualidade de casca e clara, aumento do consumo de água e também aumentos da temperatura corpórea e da respiração ofegante (BIAGGIONI et al., 2008).

O bem-estar animal pode ser definido como o estado de um indivíduo em relação às suas tentativas de se adaptar ao seu ambiente. Neste conceito, a ambiência

exerce grande influência na adaptação do animal ao ambiente no qual se encontra inserido. A ambiência também pode ser definida como a soma dos impactos dos fatores biológicos e físicos nos animais (SALGADO E NAÃS, 2010).

Altas temperaturas, além de provocar redução no desempenho das aves, induzem a uma hiper-ventilação dos pulmões durante a respiração, com perda excessiva de dióxido de carbono do sangue, fator importante na formação do carbonato de cálcio para a casca (JÁCOME et al., 2007).

### **2.1.2. A importância da água para as aves**

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).

Nas galinhas a quantidade de água corporal varia conforme a idade, sendo em torno de 85% do seu peso na primeira semana de vida, diminuindo com o passar da idade, sendo 70% à quarta semana e chegando a 55-60% à idade adulta, além de constituir 65% do peso do ovo. 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, tipo e regulagem dos bebedouros, entre outros (PENS, 2002; FAIRCHILD & RITZ, 2006).

Em galinhas poedeiras a quantidade de água ingerida sofre influência de fatores como a maturidade sexual, a percentagem de produção de ovos, a elevação da temperatura ambiente e o consumo de ração. Durante o período de maturidade sexual e depois do início ao pico da produção de ovos, as aves aumentam o consumo de água (GAMA et al., 2008).

### **2.1.3. Resposta fisiológica das aves**

As aves são animais homeotermos, apresentando a capacidade de manter sua temperatura interna aproximadamente constante, mas em estresse térmico, pode causar alterações fisiológicas que comprometerão a qualidade e a produção dos ovos.

A temperatura corporal de uma ave oscila em torno de 41,2-40,2°C, e o controle desta temperatura se faz através das trocas de calor com o meio. Se uma ave se encontra

em condições de temperatura e umidade elevadas, terá sérias dificuldades de perder ou trocar calor com o ambiente, ocasionando assim, o aumento da temperatura corporal.

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 a temperatura deve ficar entre 33 a 34 °C, dependendo da umidade relativa do ar, que pode variar de 40 a 80%.

Condições inadequadas de bem-estar podem levar a mudanças fisiológicas, comportamentais e nas condições de saúde do animal, poderão causar alterações no desempenho dos animais (JÁCOME, 2009).

O meio ambiente inclui todas as influências e condições externas que afetam a ave, por meio dos fatores do ambiente, os térmicos afetam de forma direta a matriz, comprometendo a manutenção da sua homeotermia. Se estas condições estão mais próximas das ideais, a probabilidade de se obter alta produtividade é grande (JÁCOME, 2009).

A vasodilatação periférica é uma das respostas fisiológicas das aves, quando expostas ao calor, resultando em aumento na perda de calor não evaporativo. A ave consegue aumentar a área superficial, mantendo as asas afastadas do corpo, eriçando as penas e intensificando a circulação periférica na tentativa de aumentar a dissipação do calor (VERCESE, 2010).

À medida que os efeitos da temperatura ambiente elevada sobre as aves se intensificam, diversas respostas fisiológicas são desencadeadas com o objetivo de aumentar a dissipação de calor por elas. A frequência respiratória aumenta durante o estresse por calor para estimular a perda evaporativa e manter o equilíbrio térmico corporal, ou seja, resfriar melhor o corpo (FURLAN e MACARI, 2002).

#### **2.1.4. Respostas comportamentais das aves**

A observação do comportamento dos animais pode oferecer respostas confiáveis sobre o bem-estar, uma vez que está relacionado ao ambiente em que este animal é criado.

As aves respondem de maneira diferente, dependendo da condição de temperatura e umidade relativa do ar, repercutindo no comportamento ingestivo dos animais (ração e água) por influência direta da condição ambiental. Durante o estresse

térmico, as aves alteram seu comportamento para auxiliar na manutenção da temperatura corporal dentro de limites normais (NAZARENO, 2008).

Segundo Odén (2003), a maioria dos comportamentos apresentados pelas aves domésticas atuais é baseada nos comportamentos considerados como padrão pelas suas ancestrais (Red Jungle Fowl), tais como a dominância dentro do grupo, o comportamento de ciscar o chão, a agressividade e a construção do ninho.

Paralelamente ao aumento da temperatura corporal e da frequência respiratória, 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).

Já foi comprovado também por estudos, como os realizados por Hughes & Duncan (1988) e por Jensen & Toates (1993), que o maior problema de animais criados em confinamento (gaiolas) é a impossibilidade de expressar seus comportamentos naturais, o que leva os animais à frustração e a desenvolver comportamentos anômalos.

Havendo estresse térmico, tanto o desempenho dos trabalhadores quanto o das aves, pode ser afetado. O estresse térmico nas aves pode acarretar diminuição da ingestão de alimento e das atividades físicas, além de perdas na produção, tais como diminuição na quantidade de ovos produzidos, aumento dos ovos com má formação e até o óbito das aves (VITORASSO & PEREIRA, 2009).

As aves mantêm a temperatura corporal interna constante quando a temperatura ambiente é termoneutra. Em condições de alta temperatura, os animais apresentam mecanismos físicos, como o resfriamento evaporativo e a redução do consumo de alimentos (WELKER et al., 2008).

## **2.2. Fatores envolvidos na perda de qualidade dos ovos**

### **2.2.0. Temperatura ambiente**

Segundo Oliveira et al. (2007), só recentemente, a indústria avícola passou a buscar nas instalações e na ambiência, a possibilidade de melhoria no desempenho avícola, como forma de manter a competitividade. Assim, os fatores ambientais passaram a ser considerados, como importantes no processo de criação dos animais. Entre os fatores ambientais, os fatores térmicos, representados principalmente, pela temperatura e pela umidade relativa do ar, são os que afetam mais diretamente as aves,



pois compromete a manutenção da homeotermia, uma função vital alcançada por meio de processos sensíveis e latentes de perda de calor.

Altas temperaturas no ambiente de criação das aves agem como umas das principais causas de queda da produção e qualidade dos ovos durante o verão. De acordo com Ferreira (2005), a zona de conforto térmico (ZCT) para galinha de postura, deve estar situada entre (18 e 28 °C).

O estresse térmico ocasionado por alterações da temperatura ambiente define o estado no qual o organismo responde com uma série de reações não específicas de adaptação, à atuação de agentes de qualquer natureza. Tais adaptações como consumir mais água e diminuir o consumo de alimentos, levam os animais a uma série de alterações metabólicas podendo gerar grandes transtornos à homeostase (LIMA, 2011).

O estresse térmico em aves de postura provoca uma série de alterações fisiológicas que culminam em queda da qualidade dos ovos. Estas alterações estão relacionadas ao declínio da ingestão de alimentos, aumento do consumo de água, aceleração do ritmo cardíaco e à alteração da conversão alimentar (BARBOSA FILHO, 2004).

### **2.2.1. Umidade relativa do ar**

Em regiões com temperaturas elevadas pode ocorrer aumento da frequência respiratória das aves, para aumentar a dissipação de calor por evaporação. Este aumento na perda de água por evaporação induz a ave a aumentar a ingestão de água, tornando as fezes mais líquidas; conseqüentemente, mais umidade é adicionada ao ambiente e à cama, intensificando a dificuldade de dissipação de calor via evaporativa das aves.

A evaporação é o mecanismo de troca de calor através da mudança do estado da água de líquido para gasoso, sendo este processo um carreador de calor para fora do corpo do animal. A perda de calor em aves ocorre principalmente através do trato respiratório. Como a evaporação é dependente da pressão de vapor d'água, à medida que aumenta a umidade do ar, a perda por evaporação diminui. É importante o controle da umidade do ar dentro das instalações; em ambiente de temperatura e umidade do ar elevadas, as perdas de calor latente são prejudicadas e a condição de estresse é acentuada (VERCESE, 2010).

Oliveira et al.(2006) afirmam que a capacidade das aves em suportar o calor é inversamente proporcional ao teor de umidade do ar. Quanto maior a umidade relativa do ar, mais dificuldade a ave tem de remover calor interno pelas vias aéreas, o que leva ao aumento da frequência respiratória.

A ventilação é necessária para eliminar o excesso de umidade do ambiente e da cama, provenientes da água liberada pela respiração das aves e dos dejetos, permitir a renovação do ar e eliminar odores (Tinôco,1998).

### **2.2.2. Genética das aves**

Existem diferenças entre raças, linhagens e indivíduos que determinam particularidades nos atributos de qualidade do albúmen e da gema, assim como na cor, tamanho, forma e textura da casca dos ovos. As linhagens diferenciam-se quanto ao temperamento, potencial produtivo, consumo de ração, ganho de peso, viabilidade, tipo de ovos. Pelo fato das aves a cada ano adiantarem um dia a maturidade sexual, tem sido um desafio para os técnicos estimularem o consumo de ração e o ganho de peso das frangas em cria, recria, principalmente em linhagens de baixo consumo de ração (GARCIA, 2006).

O melhoramento genético das aves para velocidade de crescimento e alta produção de ovos, associado ao desenvolvimento nas áreas de nutrição, manejo, sanidade e ambiência, permitiram a criação intensiva de aves em escalas industriais. Associados aos ganhos econômicos e sociais promovidos pela intensificação da avicultura estão os problemas relacionados ao bem-estar das aves, em função de alguns sistemas de criação e práticas de manejo.

O coeficiente de correlação entre a gema dos ovos e o peso dos ovos aumenta com a idade das poedeiras. Dessa forma, a seleção genética das aves para maior peso dos ovos resulta em maior proporção de clara, devido à correlação positiva existente entre essas variáveis.

A genética é um fator importante para qualidade da casca do ovo. Linhagens diferentes de galinhas poedeiras apresentam capacidades distintas de transporte de nutrientes para os ovos, bem como certas particularidades como a cor da casca. Quanto a composição nutricional dos ovos, a mesma sofre grande influencia da nutrição da ave,

contudo a cor da casca é dependente exclusivamente da genética (FRANCO e SAKAMOTO, 2007).

### **2.2.3. Idade das aves**

A idade da ave é um dos fatores que mais influenciam no tamanho e no peso dos ovos. À medida que a galinha envelhece, ocorre incremento do tamanho do ovo, no entanto, a deposição de carbonato de cálcio no útero para a formação da casca é constante durante todo o período de postura. Isto faz com que os ovos das poedeiras mais velhas tenham cascas mais finas e possuam pior qualidade interna quando comparado aos ovos produzidos por aves jovens (ALMEIDA et al., 2006; RUTZ et al., 2007).

Ao avaliarem a qualidade interna e da casca de ovos de poedeiras comerciais de diferentes idades, Carvalho et al. (2007) observaram que os ovos das aves mais jovens (29 semanas) apresentaram médias significativamente menores de peso do ovo e percentual de gema, e valores significativamente maiores na altura do albúmen, unidade Haugh e gravidade específica quando comparados aos ovos produzidos pelas poedeiras de 60 e 69 semanas de idade.

### **2.2.4. Nutrição das aves**

O requisito nutricional para as aves é muito mais conhecido do que para qualquer outro animal doméstico. As rações são cientificamente balanceadas para assegurar a saúde das aves poedeiras, bem como a produção de ovos de ótima qualidade a um custo baixo.

O consumo de ração depende do tamanho da ave, da velocidade de produção de ovos, da temperatura nos galpões e do nível energético da alimentação. Geralmente, aproximadamente dois quilos de ração são necessários para a produção de uma dúzia de ovos. A qualidade do ovo é afetada pelo tipo da alimentação. A rigidez da casca, por exemplo, é determinada pela presença e quantidade de vitamina D, cálcio e outros minerais na ração, e quando ocorre deficiência de vitamina A, pode resultar em pontos de sangue. A cor da gema é influenciada pelos pigmentos na ração. Para obtenção de

ovos com tamanho máximo há necessidade de uma quantidade adequada de proteínas e ácidos graxos essenciais (EMBRAPA, 2004).

A nutrição das aves além de influenciar na qualidade física dos ovos (tamanho, porcentagem de seus componentes, resistência da casca) pode também alterar a composição química (qualidade nutricional) dos mesmos (MORENG e AVENS, 1990).

Um dos fatores influenciados pela dieta é a qualidade externa dos ovos que está intimamente relacionada ao balanço nutricional dos minerais envolvidos na formação da casca. O principal mineral a ser considerado na alimentação das poedeiras é o cálcio (Ca), seguido do fósforo (P) e do balanço eletrolítico da dieta desses animais (SINDIRAÇÕES, 1999). Dentre as vitaminas, o colecalciferol (D3), é a principal responsável pela manutenção e integridade da casca (MORENG e AVENS, 1990).

### **2.3. Parâmetros de qualidade de ovos**

#### **2.3.0. Pesos dos ovos**

A classificação dos ovos por peso varia muito de país para país. Em numerosos mercados, incluindo Japão, México e Suécia, os ovos são vendidos por quilo de acordo com o peso dos ovos. Ainda assim, o peso pago por quilograma varia com o peso médio de cada ovo.

Quanto ao peso, o ovo é classificado em seis tipos: jumbo (mínimo de 66g/unidade), extra (60 a 65g/unidade), grande (55 a 60g/unidade), médio (50 a 55g/unidade) e pequeno (45 a 50g/unidade). Os ovos com menos de 45g poderão ser destinados à industrialização (BRASIL, 1991).

Os aspectos de qualidade são avaliados pelo Padrão de Identidade e Qualidade do Ovo em Natureza (BRASIL, 1991), fundamentalmente, sobre a casca, câmara de ar, albúmen e gema. De acordo com as condições de cada um desses fatores, os ovos podem ser enquadrados em cinco classes de qualidade: classe A, B, C, D e E.

O início da fase de postura pode ser adiantado ou atrasado, o horário da ovoposição pode ser sincronizado, a taxa de postura pode ser influenciada, a qualidade da casca, a eficiência alimentar e o tamanho do ovo podem ser afetados pelo regime luminoso (ETCHES, 1994).

A seleção de aves de postura e de corte para melhorias na produção de ovos e na reprodução não deve estar focada somente no número de ovos produzidos por ave, deve considerar também características que reflitam a qualidade dos ovos: tamanho, forma, cor, qualidade interna e resistência da casca (PEREIRA, 2001).

Além da qualidade, um aspecto quantitativo importante é o peso. A legislação brasileira exige um mínimo de peso por dúzia para cada tipo de ovos, e, isto é desconhecido pela maior parte da população (OLIVEIRA, 1999).

### **2.3.1. Gravidade específica**

Segundo Rosa e Avila (2000), a gravidade específica é uma medida de cunho físico que avalia a densidade do ovo, á qual se relaciona basicamente com a espessura da casca, sendo responsável por variações nos resultados de incubação. Aves com idade intermediária entre 35 a 55 semanas produzem ovos com maior gravidade específica (1075 a 1090 g/ml), que estão relacionados a maiores índices de eclosão. Aves velhas, com idade superior a 56 semanas, produzem uma proporção maior de ovos com cascas de qualidade inferior, relacionada á menor GE (<1074 g/ml), conferindo piores índices de eclosão. Contudo, não só a idade, mas o estresse calórico, a deficiência de cálcio e vitamina D3 e a relação inadequada entre cálcio e fósforo são os fatores que interferem para a diminuição da GE, além das doenças respiratórias crônicas (CRD), que afetam o trato respiratório das aves.

Segundo Avila et al. (2001) é de fundamental importância a qualidade do ovo fértil produzido para incubação, sendo que vários são os fatores a serem considerados. Entre eles estão o peso do ovo e a qualidade da casca, que pode ser obtida através da gravidade específica ou densidade específica (relação peso/volume do ovo). Considera-se que a maior gravidade específica resulta em melhor qualidade de casca e, conseqüentemente, em ovos mais apropriados para incubação. No entanto, deve-se ater para as relações existentes entre o peso corporal e o peso do ovo e entre peso corporal e produção de ovos. Salienta-se também, a importância da relação entre o peso do ovo e a gravidade específica, onde o peso do ovo aumenta e a gravidade específica diminui com a idade das reprodutoras.



### 2.3.2. Unidades Haugh

Um fator mundialmente conhecido para se avaliar a qualidade dos ovos é a unidade Haugh. Segundo Barbosa Filho (2004) trata-se de uma expressão matemática que correlaciona o peso do ovo com a altura da clara espessa, sendo que, de modo geral, quanto maior o valor da unidade Haugh melhor a qualidade do ovo.

Vários métodos para determinar a qualidade do ovo são citados na literatura, como por exemplo, a medida da altura do albúmen ou clara, a altura da gema, o diâmetro do albúmen (WESLEY e STANDELMAN, 1959). A equação utilizada para obter a unidade Haugh, proposta por Haugh (1937), pode-se observar que a qualidade do ovo varia com o logaritmo da altura do albúmen espesso. Sendo assim, ele desenvolveu um fator de correção para o peso do ovo, que multiplicado pelo logaritmo da altura do albúmen espesso é corrigida por 100.

$$UH = 100 \cdot \log (h + 7,57 - 1,7 \cdot W^{0,37}) \quad [1]$$

Sendo:

$h$  = altura do albúmen (mm);

$W$  = peso do ovo

### 2.3.3. Espessura e resistência de casca

A qualidade 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 linhagens de aves produzem ovos com casca mais grossa do que outras. Estas diferenças entre aves, com relação à qualidade da casca, são definidas pela capacidade das aves de utilizar o cálcio.

Outro fator é o clima, pois altas temperaturas reduzem a espessura da casca, já que os níveis de cálcio e bicarbonato de sódio do sangue são reduzidos, como resultado dos movimentos respiratórios mais acelerados, tendo em vista que a poedeira procura controlar a temperatura do seu corpo. Simultaneamente, o ambiente de temperatura

elevada provoca uma diminuição no consumo de alimentos, que por sua vez determina uma diminuição no consumo do cálcio, fósforo e vitamina D<sub>3</sub> (JÁCOME et al., 2007).

A força de ruptura dos ovos de galinha depende de propriedades do ovo, como a gravidade específica, massa, o volume, área superficial, a espessura do ovo, peso da casca, percentual de casca (peso da casca/ peso do ovo) etc. (NARUSHIN et al., 2004).

As propriedades mecânicas e físicas dos ovos de galinha têm sido compreensivelmente estudadas na literatura. (DE KETLAERE et al., 2002; LIN et al., 2004; NARUSHIN et al., 2004). Essas propriedades físicas dos ovos e sua resistência à danos por choques mecânicos pode ser mensurada assim como a sua força de ruptura, deformação específica, energia de ruptura e firmeza (VOISEY & HUNT, 1969; ABDALLAH et al., 1993; VURSAVUS & O'ZGU'VEN, 2004; ALTUNTAS & YILDIZ, 2007).

A maioria das avaliações de qualidade da casca está relacionada com a sua força, porque quebras e perfurações são as principais causas de perda econômica. A casca do ovo pode ser quebrada devido à fratura de impacto, que ocorre devido a colisão entre ovos ou com a máquina coletora, e fraturas compressivas que estão associadas com a embalagem (LIN et al., 2004).

#### **2.3.4. Índice de gema**

O índice de gema é um indicador da natureza esférica da gema. Foi primeiramente usado por Sharp e Powell (1973), cuja medida era feita através da separação da gema e do albúmen, tomando-se o cuidado de manter a gema intacta. Logo em seguida, foi aperfeiçoado por Funk (1973), através dos dados de altura e diâmetro da gema sem a necessidade de separação, resultando, assim, em economia de tempo e maior simplicidade na determinação.

Segundo Englert (1998) os valores médios para o IG de ovos frescos devem estar entre 0,40 e 0,42; e quando o valor do índice da gema estiver inferior a 0,25, significa que a estrutura está muito frágil, tornando difícil a realização de medições sem rompimentos, confirmando, portanto, a adequação do material no início do presente estudo, quanto a esta variável.

### 2.3.5. pH do ovo

A determinação do pH fornece um parâmetro valioso na averiguação do estado de conservação de um produto alimentício. Um processo de decomposição, seja através de hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração de íons de hidrogênio (IAL, 1985).

A qualidade interna do ovo altera-se imediatamente após a postura, devido a fatores como perda de água (e conseqüente perda de peso) e  $\text{CO}_2$  através da casca, liquefação do albúmen, movimentação de líquidos entre os compartimentos, distensão e flacidez da membrana vitelina da gema, que pode vir a romper (PROTAIS, 1991).

Devido à porosidade da casca, haverá trocas gasosas com a atmosfera externa ao ovo e, conseqüentemente, perda de  $\text{CO}_2$  e evaporação de água da solução, se a umidade exterior for mais baixa do que no interior do ovo. Altera-se, assim, o sistema tampão com aumento do teor de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  e elevação do pH, o que leva a uma alteração na estrutura do gel com diminuição da viscosidade do albúmen e da gema.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1.0. Local de desenvolvimento da pesquisa

O experimento foi conduzido em câmara climática na Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, situada no Laboratório de Construções Rurais e Ambiente (LACRA) da Universidade Federal de Campina Grande, no período de abril a julho de 2011.

A câmara climática apresenta 2,5 metros de comprimento por 2,3 m de largura ( $5,7\text{ m}^2$  de área), sendo a iluminação interior com luz fluorescente (Figura 1). Para o resfriamento e aquecimento da câmara, no seu interior possuía condicionadores de ar do tipo SPLIT com potência de 18.000 btus. A umidade foi controlada através dos umidificadores de ar e medidas através de sensores, enquanto a velocidade do vento, foi obtido através de ventiladores laterais e exaustores.

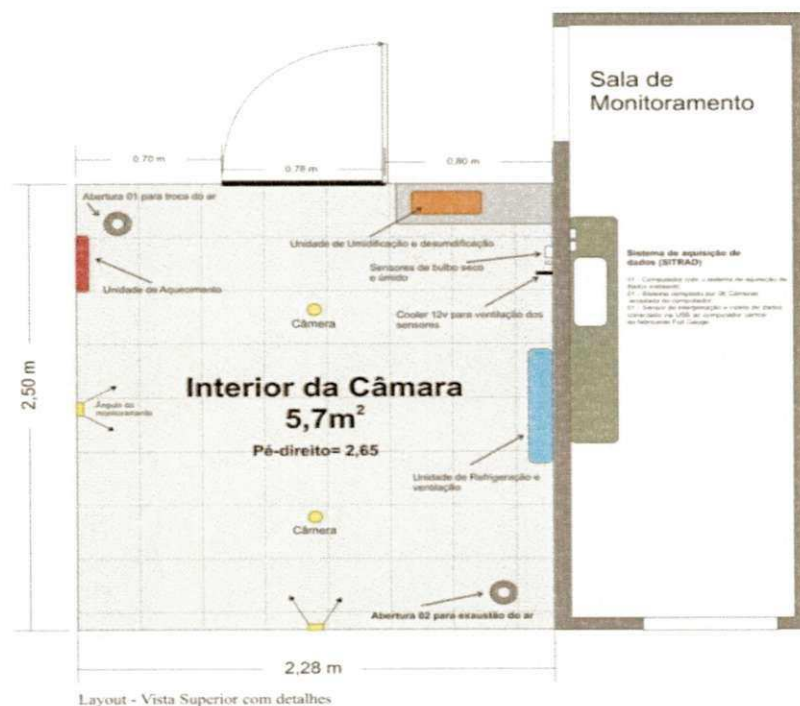












Figura 1 – Layout interno da câmara climática e da sala de monitoramento

### Legendas dos equipamentos do interior da câmara climática:

-  → abertura 01 para troca de ar;
-  → unidade de aquecimento;
-  → ângulo de monitoramento;
-  → unidade de umidificação e desumidificação;
-  → câmera;
-  → sensores de bulbo seco e úmido;
-  → cooler 12<sub>v</sub> para ventilação dos sensores;
-  → unidade de refrigeração e ventilação;
-  → abertura 02 para exaustão do ar;
-  → sistema de aquisição de dados SITRAD.

Durante os períodos experimentais, foram monitoradas no interior da câmara, a temperatura e umidade relativa do ar, coletadas e registradas a cada 15 min, ao longo das 24 horas por sensores acoplados a um sistema de aquisição de dados (SITRAD).

As gaiolas enriquecidas foram dispostas três de cada lado com corredor central, sendo as mesmas confeccionadas de madeira e telas de arame galvanizado com dimensões: 0,40m altura x 0,74m largura x 0,90m comprimento, totalizando uma área de 770 cm<sup>2</sup> por ave, apresentando capacidade para seis aves.

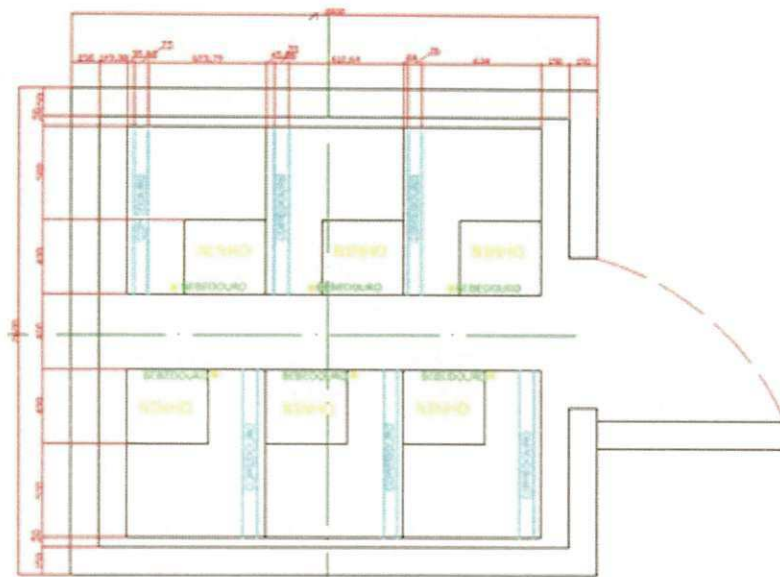


Figura 2. Planta baixa das gaiolas enriquecidas

As mesmas também apresentavam bebedouros acoplados tipo nipple e comedouros tipo calha de PVC, e eram enriquecidas no seu interior, com a presença de ninhos com dimensões (30cm x 30cm x 30cm), área com areia e área com lixa localizadas frente a entrada dos ninhos com dimensões (20cm x 20cm).

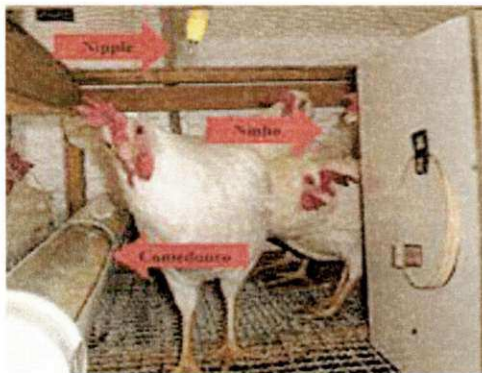


Figura 3 (a). Vista interna das gaiolas



Figura 3 (b). Área com areia e lixa

### **3.1.1. Animais/Variáveis bioclimáticas**

Foram utilizadas 36 aves da linhagem Dekalb White, com idades variando de 27 semanas a 40 semanas, sendo distribuídas 06 aves/gaiolas, e cada gaiola foi considerada como uma repetição, ou seja, seis repetições ao todo.

Nos testes utilizou-se as seguintes temperaturas do ambiente: 20°C, 26°C e 32°C, podendo-se testar uma temperatura próximo da zona crítica inferior de conforto térmico, a segunda temperatura dentro da faixa de termoneutralidade, e a terceira temperatura próxima da zona crítica superior de conforto térmico em aves poedeiras, com umidade relativa do ar foi constante a 60%. De acordo com algumas literaturas, a faixa de conforto térmico para aves em condições de postura se encontra entre 17 e 28°C com umidade relativa do ar entre 50 e 80%, no entanto essa umidade se fez adequada junto às temperaturas propostas para manter o ambiente dentro da zona de conforto térmico para as aves.

### **3.1.2. Fotoperíodo e iluminância**

Durante o período experimental foi adotado uma programação de luz no interior da câmara climática de 16 horas com luz e 8 horas de escuro (16L: 8E). Essa programação se fez adequada para propor sincronização do sistema fisiológico das aves com a iluminação do ambiente, com iluminância de 10 lux, e espectro de faixa luminosa de 740nm ideais para poedeiras, considerando ainda, que o manual da linhagem estudada apresenta esses valores como ideais para o programa de iluminação para as mesmas.

A programação de iluminação se deu utilizado-se um temporizador digital Bivolt – FX TBD, durante todo experimento.

### **3.1.3. Instrumentos utilizados no ambiente**

Os instrumentos utilizados para registrar as variáveis bioclimáticas faziam partes do sistema de controle e automação da câmara climática, composto de um termoresistor e sensor de umidade relativa, que registrava os dados lidos a cada minuto. Desta forma

o sistema de controle fazia um preciso controle das duas variáveis do sistema de automação.

A intensidade luminosa foi determinada com luxímetro digital portátil com data logger de marca ICEL modelo LD 800 com precisão 0,03v.

#### **3.1.4. Manejo na câmara**

A ração para as aves era distribuída de forma manual em todas as gaiolas a partir das 15:00h, após pesagens das sobras para se avaliar o consumo, já que neste horário se fazia o manejo geral, colocando-se uma quantidade média de 690g de ração por gaiola.

A ração foi à base de farelo de milho e farelo de soja, adquirida já formulada, ou seja, comercial, e própria para aptidão das aves. Durante a fase do experimento as aves tiveram o mesmo manejo e receberam mesma ração e quantidade de acordo com a exigência da linhagem.

A temperatura da água foi determinada diariamente às 8h e às 17h, com intervalo de uma hora utilizando um termômetro digital tipo espeto INCONTERM com precisão de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ .

Antes da distribuição da ração eram feitas as pesagens das sobras em balança digital, com precisão de 0,01g e anotado as quantidades, sendo o mesmo procedimento utilizado para a água, que logo após era distribuída também, numa quantidade de 3,140 litros por bebedouro.

#### **3.1.5. Consumo de água e ração**

O consumo de água e ração foi determinado para cada gaiola, pela diferença de volume de água nos bebedouros e, por diferença da pesagem da sobra nos comedouros, respectivamente.

Depois de feito esses registros, foram colocados novas quantidades média de ração de 115g/ave/dia e 3,140 litros de água (sendo esta a capacidade para cada bebedouro) correspondentes as exigência da linhagem das aves.



### **3.1.6. Manejo dos ovos**

Os ovos foram coletados manualmente nos horários às 11h e 15h. Eram colocados em bandejas de papelão com capacidade para trinta ovos, sendo estes depois transportados para a sala de monitoramento, e os ovos dos últimos três dias, eram levados ao laboratório para realização das análises dos parâmetros de desempenho e parâmetros de qualidade como: Peso do ovo (PO), massa do ovo (MO), Conversão alimentar (CA) (kg de ração/kg de ovos); gravidade específica (GE), unidade de haugh (UH), espessura de casca (EC), índice de gema (IG) e outras análises como: porcentagem dos constituintes: porcentagem de casca (PC), porcentagem de albúmen (PA) e porcentagem de gema (PG), pH da gema (pHG) e pH do albúmen (pHA), teste da qualidade visual pela ovoscopia e a resistência da casca.

Nas últimas semanas de cada fase experimental, os ovos foram separados para que se realizassem as análises de qualidades. Onde foram identificados por gaiolas (G1, G2, G3, G4, G5 e G6), depois contados, registrando-se ainda os ovos íntegros, sujos, os quebrados, com trincas, moles e os que foram postos dentro e fora do ninho.

## **3.2. Parâmetros de avaliação da qualidade de ovos**

### **3.2.0. Peso do ovo (PO)**

O peso do ovo foi determinado durante toda fase experimental diretamente em balança digital, com precisão de 0,01g e o valor da massa de cada ovo serviu de referência para o cálculo das porcentagens de cada fração do ovo.

### **3.2.1. Massa do ovo (MO)**

A massa de ovos foi obtida pela multiplicação do peso médio dos ovos de cada repetição pelo número de ovos obtidos no período e o resultado obtido foi dividido pela multiplicação do número de aves da repetição e o número de dias do período.

### 3.2.2. Conversão alimentar por dúzia de ovos (CA/dz)

A conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos foi mensurada semanalmente, dividindo-se o peso total da ração consumida na parcela, expresso em quilogramas, pelo respectivo número de dúzias de ovos produzidos na semana.

### 3.2.3. Gravidade específica (GE)

A gravidade específica (GE) foi determinada logo após a pesagem dos ovos. Foi desenvolvido um equipamento baseado no princípio de Arquimedes, que se tornou uma adaptação do método descrito por Hempe et al. (1988). O valor de GE foi obtido usando a equação:

$$GE = \frac{\text{massa do ovo}}{(\text{peso do ovo na água} \times \text{correção da temperatura})} \quad [1]$$

E o fator de correção usado no cálculo da GE foi obtido por meio da equação apresentada por Kell (1975).

O aparelho de pesagem foi constituído de uma balança com precisão de 0,01 g com um béquer de 500 mL contendo água destilada, com um suporte de ferro acoplado ao béquer para a pesagem do ovo no ar na parte lateral, e colocada outra estrutura de ferro, da qual descia uma haste com aro apropriado para a pesagem do ovo dentro d'água. O equipamento foi colocado sobre a balança, que em seguida foi zerada sempre antes da próxima pesagem.

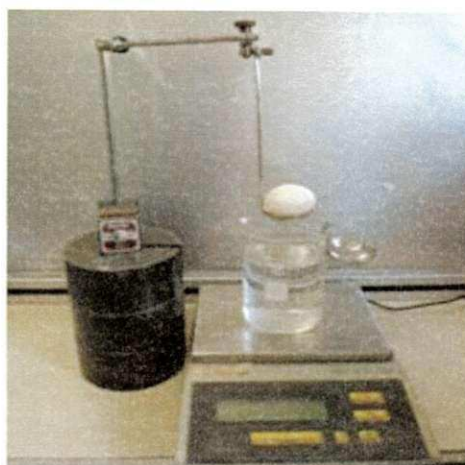


Figura 4. *Aparelho de determinação da gravidade específica dos ovos*

#### **3.2.4. Unidade Haugh (UH)**

A unidade de Haugh (UH), que consistiu em quebrá-los sobre uma superfície plana e lisa (placa de vidro) para que a clara e a gema fossem medidas, através de um micrômetro analógico de profundidade de 0,75 mm, adaptado a um suporte de acrílico confeccionado na própria universidade, foi possível medir a altura do albúmem (mm) e mais o valor do peso do ovo (g). Utilizou-se esses valores na fórmula descrita por Pardi (1977).

$$UH = 100 \cdot \log (h + 7,57 - 1,7 \cdot W^{0,37})$$

Sendo:

$h$  = altura do albúmen (mm);

$W$  = peso do ovo (g).

#### **3.2.5. Espessura da casca (EC)**

Após separação manual dos componentes do ovo, as cascas foram pesadas ainda úmidas e sem retirar as membranas internas, foram colocadas em estufa a 105°C por 2 horas. Depois de secas foram pesadas novamente na balança digital com precisão de

0,01g e determinada a espessura utilizando um micrômetro analógico da marca MITUTOYO com precisão de 0,01mm, como ilustrado na Figura 5.

A porcentagem de casca foi calculada, usando a seguinte fórmula:

$$\%C = \left( \frac{PTC}{MTO} \right) \times 100$$

Sendo:

*PTC* = peso total dos constituintes (g);

*MTO* = massa total do ovo (g).



Figura 5. Medição da espessura da casca

### 3.2.6. Índice de gema (IG)

Após a determinação da altura do albúmen pelo método de Haugh, ainda na superfície lisa e plana, foram separadas as claras das gemas manualmente, e se determinou a altura da gema com o equipamento micrômetro analógico de profundidade de 0,75 mm, adaptado a um suporte de acrílico confeccionado na própria universidade e o diâmetro com um paquímetro digital. Em seguida, foram realizadas também a pesagem das gemas.

O índice de gema foi encontrado dividindo a altura da gema pelo diâmetro.

### 3.3. Porcentagem dos constituintes

A porcentagem dos constituintes do ovo (gema, albúmen e casca) foi obtida através de pesagens em balança analítica e esse valor foi dividido pelo peso total do ovo e multiplicado por 100.

A porcentagem de gema dos ovos foi obtida considerando o peso total do ovo e o peso da gema e a porcentagem da clara foi determinada por diferença, conforme metodologia descrita por (SANTOS et al., 2009).

$$\% G = \frac{PG}{PO} = 100 - (\%A + \%C)$$

Em que:

$PG$  = peso da gema (g);

$PO$  = peso do ovo (g).

A porcentagem do albúmen (%A) foi obtida pelo cálculo do peso do albúmen (PA) por diferença entre o peso total do ovo menos o peso da casca e peso da gema. Assim, foi encontrado o valor do peso do albúmen que é dividido pelo peso do ovo e multiplicado por 100.

### 3.4. Qualidade visual dos ovos – ovoscopia

Depois de pesados e separados, os ovos passaram pelo processo de qualidade visual, denominado ovoscopia. Foi realizada uma classificação visual para: ovos íntegros (OI), ovos sujos (OS), ovos trincados (OT) e ovos moles (OM). Essa classificação procedeu de forma que os ovos que foram coletados para proceder as análises, durante o momento de contagem e pesagem. No ato da ovoscopia era feito a visualização desses parâmetros dos mesmos e anotados.

O instrumento utilizado para realizar essa visualização foi o ovoscópio confeccionado na própria universidade.

A ovoscopia serviu para detectar a textura da casca dos ovos, o tamanho da câmara de ar, a firmeza do albúmen, ovos trincados, moles e partículas de sangue no interior do ovo, pela incidência de um foco de luz que atravessa o ovo.

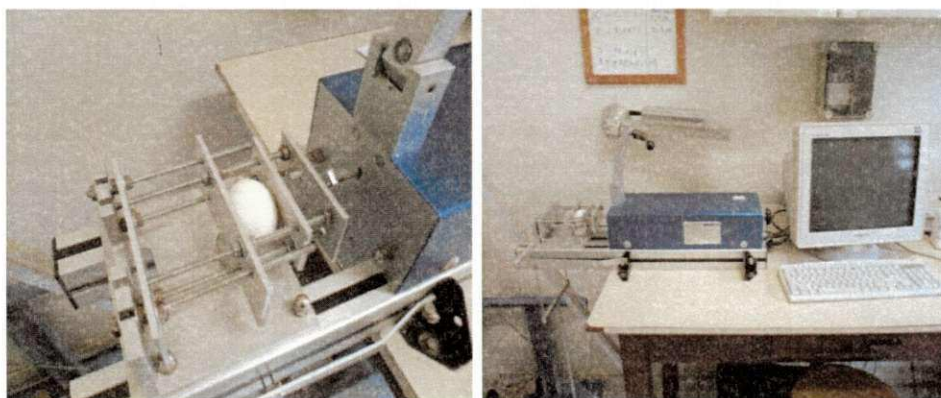


Figura 6. Ovoscópio utilizado na pesquisa

### 3.5. Resistência da casca dos ovos

O teste de resistência à compressão da casca foi outra análise feita para se avaliar a qualidade da casca dos ovos.

A resistência à compressão da casca do ovo foi determinada utilizando equipamento de cisalhamento, que na qual recebeu adaptação para o ensaio de resistência da casca do ovo.



Figuras 7. Vistas da máquina de cisalhamento adaptada para o teste de resistência da casca do ovo

Colocava-se os ovos nas direções de seu diâmetro maior e diâmetro menor, entre duas placas e acionava o mecanismo que deslocava-se com a velocidade de 2mm/min. Como mostra as figuras abaixo.



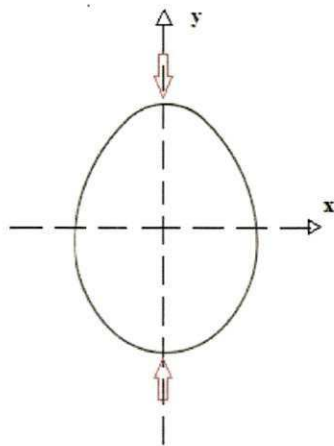


Figura 8 (a) – Diâmetro maior do ovo

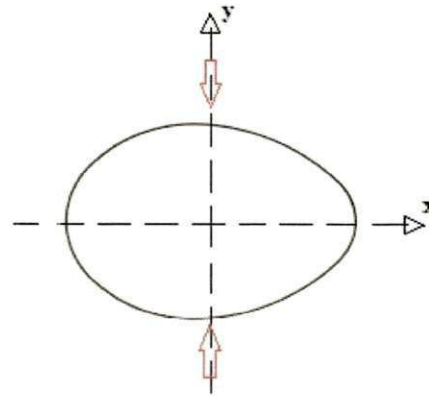


Figura 8 (b) – Diâmetro menor do ovo

Posicionado os ovos na máquina, numa frequência de 1 Hz era registrado a força aplicada no ovo, e em tempo real era traçado o gráfico do comportamento do teste, onde se observava claramente o momento do rompimento da casca do ovo.

### 3.6. pH dos ovos

O pH da gema e do albúmen foram determinados utilizando pHmetro de bancada portátil-MV, modelo *mPA- 210/P* calibrado previamente com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0.

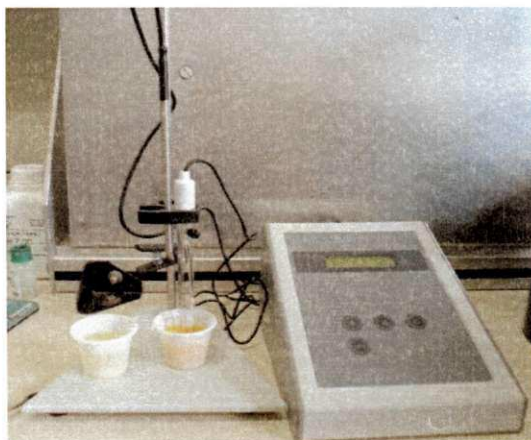


Figura 9. Medidor de pH de bancada portátil-MV

Separou-se a gema do albúmen dos ovos, e colocadas em recipientes para posterior homogeneização, com um auxílio de um bastão. A leitura do pH das gemas e das claras foram feitas pela introdução do eletrodo do pHmetro e posterior acionamento do equipamento, que após alguns segundos, para a estabilização, se fazer a leitura.

### **3.7. Delineamento experimental**

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), composto de três tratamentos que foram as temperaturas (20°C, 26°C e 32°C), e seis repetições que foram as gaiolas enriquecidas (G1, G2, G3, G4, G5 e G6).

A análise estatística dos dados foi realizada pelo programa Statistical Analysis System (SAS, 2010) e foi utilizado o teste de Tukey ( $P < 0,01$ ) para a comparação entre as médias.



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1.0. Parâmetros de desempenho

#### 4.1.1. Temperatura e consumo de água

A água é responsável pela maioria das funções do organismo das aves, é o principal componente 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 como a produção. Portanto a temperatura da água interfere no seu consumo pelas aves, e demais parâmetros, conforme observa-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores médios de temperatura da água diária (MTAD), consumo total de água por gaiola (CTAG), consumo total de ração por gaiola (CTRG) e percentagem de postura (POST) das aves das gaiolas em função das três condições de temperaturas ambiente

Temperatura ambiente (°C)	MTAD (°C)	CTAG (kg)	CTRG (g)	POST (%)
20	19,63c	1,11b	662,57a	97,83a
26	23,64b	1,16b	659,12a	99,00a
32	28,65a	1,48a	575,32b	85,83b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (P<0,01)

Conforme condições de temperaturas da água avaliadas diariamente no ambiente, houve diferença significativa (P<0,01) entre os tratamentos.

Para as condições de ambiente de 20°C apresentou menor temperatura, tornando-se pouco mais inferior ao valor recomendado diferindo do tratamento de 26°C. Mesmo assim, os valores médios de temperatura da água nas condições de 20 e 26°C se mostram ideais para manter a temperatura corporal das aves, evitando o estresse térmico, confirmado por Macari & Furlan (2001), que diz que a temperatura da água a partir de 20°C promove a redução na temperatura corporal.

Ainda nestas condições de ambiente de 20°C e 26°C, as mesmas apresentaram diferença entre si, ficando, porém, a temperatura da água de ingestão dentro do limite recomendado por vários autores e manuais, dentro da faixa de temperatura entre 20 e 24°C. Para Macari et al. (1994), a temperatura ideal da água é de 24°C e, acima deste ponto, as trocas térmicas entre água e ave são reduzidas.

Observa-se, que para a temperatura ambiente de 26°C, a temperatura da água se manteve ideal, em torno de 23°C, ou seja, temperatura de equilíbrio da água frente a temperatura ambiente, sabendo-se, que a temperatura da água interfere no consumo de ração, diminuindo-o quando a temperatura da mesma aumenta.

Fato, que nas condições de temperaturas de 20 e 26°C, as aves não foram afetadas no consumo da água, nem no consumo de ração. Bebendo e alimentando-se melhor nesses dois tratamentos, pois a água se encontrava dentro da faixa ideal de consumo para aves poedeiras, apresentando valores de consumo de ração maiores e sem diferença significativa entre ambos, conseqüentemente elevando o consumo de ração, já que as aves se mantiveram dentro da zona termoneutra, mantendo sua temperatura corporal interna, consumindo água em quantidade adequada e equilibrada com a ração.

A temperatura da água exerce influência sobre o consumo de ração pelas aves e sobre a produtividade das mesmas (KLOSOWSKI et al. 2004).

Verifica que a temperatura média da água diária permaneceu acima do valor máximo recomendado (24°C) durante as condições de 32°C de temperatura ambiente, diferindo estatisticamente ( $P < 0,01$ ) quando comparada com as temperaturas de 20 e 26°C, ocorrendo assim, uma tendência inversa no consumo da mesma que apresentou um aumento, ou seja, é um indicativo que as aves estavam em estresse térmico, nesta situação o aumento na ingestão de água tem a finalidade de tentar manter a temperatura corporal em torno de 41°C.

Isso mostra, que as condições de 32°C de temperatura ambiente, não favoreceu as aves a manterem sua homeostase, deixando de ingerir quantidades adequadas de água em intervalos regulares, como também de ração, devido ao desconforto térmico, utilizando desse artifício de reduzir o alimento e aumentar o consumo de água para manter seu corpo refrigerado, impedindo assim uma alcalose, já que existe influência entre o consumo de água e de ração.

Percebe-se que no tratamento de 32°C, o ambiente se encontrava acima da zona de conforto térmico, e nessas condições as aves passaram pelo processo de ofegação

devido ao estresse por calor, daí o consumo de água se elevou com o aumento da temperatura do ambiente. Pois esse foi o principal método de perda de calor nas aves constituído pelo resfriamento por evaporação de água, através do sistema respiratório durante o ofego, fazendo com que houvesse perda corporal de água.

Para Gama et al. (2008), a elevação da temperatura ambiente provoca o aumento da ingestão de água pelas poedeiras, sendo este efeito transitório, desaparecendo com a aclimatação das aves.

Fica evidente que a temperatura de equilíbrio da água para as condições de temperatura 26 e 32°C com umidade relativa de 60%, o gradiente de temperatura é de aproximadamente 5°C. Desta forma, para ambiente que a temperatura esteja acima de 26°C, recomenda-se utilizar sistema de resfriamento da água, principalmente em processo industrial em clima nos horários de pique.

#### **4.1.2. Consumo de ração e produção de ovos**

Observa-se na Tabela 1, que o consumo de ração foi influenciado pelo consumo de água.

Para as condições de temperatura ambiente de 20 e 26°C não houve diferença significativa ( $P < 0,01$ ) no consumo de ração pelas aves. De acordo com os dados, pode afirmar que as aves quando submetidas ao ambiente nessas temperaturas, as mesmas apresentaram um elevado consumo de ração, já que as condições temperatura do ambiente e de temperatura da água consumida favoreciam para a manutenção da temperatura corporal, evitando desconforto térmico.

Quanto aos valores de consumo de ração durante as três condições de temperatura ambiente, é possível observar que houve queda no consumo de ração das aves quando foram submetidas as condições de temperatura ambiente de 32°C, diferindo significativamente das demais temperaturas, ocorrendo um processo inverso das temperaturas de 20 e 26°C, que se encontravam dentro da zona de conforto térmico (ZCT).

Percebe-se que, com o aumento da temperatura ambiente, provocando desconforto térmico, houve a diminuição na ingestão de alimentos pelas aves submetidas nestas condições. Porém, essa diferença maior na queda de ração consumida pelas aves, ainda pode ser evidenciada também pelo tipo de criação em gaiolas, e esse

foi o artifício utilizado pelas aves para diminuir a ingestão, pois o alimento aumenta o metabolismo e, conseqüentemente, a quantidade de calor corporal, mantendo assim a homeostase corporal. Isso porque, a diminuição do apetite pelas aves e o aumento na ingestão de água são considerados principais sinais de estresse térmico, e afirma Gama et al. (2008) que, para galinhas o consumo de água está estreitamente relacionado ao consumo de ração, de tal maneira que fatores que afetam o consumo de água indiretamente influenciam no consumo de ração. Fato observado neste estudo.

Barbosa Filho (2004) propõe que a maior queda no consumo de ração das criadas dentro do sistema em gaiolas, isso pode ser explicado pela maior carga de estresse térmico recebida por essas aves.

O animal pode desenvolver uma série de respostas fisiológicas quando exposto a ambientes agressivos fazendo com que as mesmas desencadeie reações metabólicas que resultam em déficit nutricional, problemas reprodutivos, de produção de ovos, além de provocar desequilíbrio hormonal e alcalose respiratória (LIMA, 2011).

Em relação ao percentual de postura na Tabela 1, dentro da comparação entre as condições de temperaturas de 20, 26 e 32°C, houve redução no percentual de postura quando as aves foram submetidas à 32°C diferindo estatisticamente das demais condições.

Verifica-se, que as poedeiras submetidas à temperatura ambiente de 32°C, sob estresse por temperatura elevada reduziram a produção dos ovos, conseqüentemente o peso dos ovos, constatando, que estes resultados provavelmente resultaram da diminuição no consumo de ração e, desta forma, pode reduzir a disponibilidade de nutrientes para a produção de ovos a partir da exposição nestas condições de temperatura ambiente, afetando o percentual de ovos produzidos. Para Vercese (2010), sob circunstâncias de estresse por calor uma das primeiras respostas das aves é o decréscimo no consumo e, desta forma, as aves deixam de obter os nutrientes essenciais para a produção com conseqüentes perdas no potencial produtivo e na qualidade dos ovos.

O desconforto térmico em aves de postura provoca uma série de conseqüências 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 (TINÓCO, 2001; SILVA et al., 2005; JÁCOME et al., 2007).

Haja vista que nesta temperatura de 32°C, as poedeiras não diminuíram a ingestão de ração concomitantemente, apresentando uma boa produção de ovos de 85%.

A maior porcentagem de postura ocorreu nas condições de temperatura ambiente de 20 e 26°C, não diferindo estatisticamente entre ambas. Porém, na temperatura ambiente de 26°C, apresentou melhor resultado com 99% de postura. Pode-se afirmar que as aves nessas condições encontravam-se aclimatadas e conseqüentemente confortáveis, o que expressou satisfatoriamente seu potencial produtivo, não havendo desperdício de ração, e mesmo porque, nessas condições, as aves não se encontravam em desconforto térmico que viesse interferir no consumo alimentar, que pudesse causar diminuição na ingestão de nutrientes essenciais, afetando diretamente a produtividade do lote.

A pesquisa foi realizada com a umidade relativa do ar constante e igual a 60% e variando a temperatura ambiente, podendo-se afirmar que a temperatura de 26°C está na ideal da zona de conforto térmico para as poedeiras, recomendando-se comercialmente essa condição ambiente, porque não apresentou diferenças significativas no consumo de água, consumo de ração e na produção de ovos.

#### **4.1.3. Massa do ovo e conversão alimentar por dúzia de ovo**

A falta de bem-estar e conforto térmico em poedeiras provoca uma série de conseqüências que estão intimamente ligadas à queda no consumo de alimentos, menor taxa de crescimento, alteração da conversão alimentar, queda na produção de ovos e maior incidência de ovos com casca mole.

Na Tabela 2, são apresentados os valores médios de massa dos ovos e conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos pelas poedeiras nas condições de temperatura ambiente.

Tabela 2 – Valores médios de massa de ovos (MO) e da conversão alimentar/ dúzia de ovos (CA/DZ), das aves em função das três condições de temperatura ambiente

Temperatura ambiente (°C)	MO (g)	CA/DZ
20	64,76b	1,50b
26	66,93b	1,52b
32	56,37a	1,33a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey(P<0,01)

Nos tratamentos propostos, as médias dos valores de massa de ovo apresentaram diferença significativa (P<0,01).

O maior valor de massa de ovo foi verificado nas poedeiras submetidas às condições de temperatura ambiente de 26°C, não diferindo das poedeiras submetidas a temperatura de 20°C. Provavelmente, os efeitos do conforto térmico ambiente sobre o consumo de ração, a produção de ovos e a conversão alimentar por massa de ovo, ocorreram em função das aves se encontrar dentro da zona de conforto térmico trabalhando melhor seu metabolismo.

Também observou-se que no tratamento de temperatura ambiente de 32°C apresentou menor massa dos ovos. Com respeito a temperaturas elevadas como ao do tratamento de 32°C ambiente, os resultados indicaram que as aves, submetidas em temperaturas desconfortável de ambiente, obtiveram massa de ovo menor em comparação as poedeiras submetidas em temperatura de ambiente com conforto térmico como mostram os primeiros tratamentos. Fato podendo ser explicado, pelas aves ter sofrido mais as consequências do estresse por calor, pois apresentaram reflexos na no consumo de água e de ração, e na qualidade dos ovos, o que, segundo Barbosa Filho (2006), está relacionado com a linhagem das poedeiras e, conseqüentemente, à sua maior intolerância às temperaturas elevadas.

Os valores médios de conversão alimentar por dúzia de ovos também não apresentaram diferença significativa nos tratamentos de temperatura ambiente de 20 e 26°C, como mostra a Tabela 2.

No entanto, sofreu influência quando as aves foram submetidas no tratamento de 32°C, apresentando valor reduzido. Sendo assim, devido à alta temperatura do ambiente, acarretou na redução do consumo de ração pelas aves e maior consumo de água, na tentativa de reduzir o incremento calórico do seu corpo. O inverso ocorreu nas condições de 20 e 26°C, pois, os resultados se mostraram melhores, possivelmente, em virtude da melhor utilização dos nutrientes da ração, em função da temperatura ambiente que se mostrou confortável para as aves não interferindo na sua homeostase, fazendo melhor conversão do alimento em dúzias de ovos.

A resposta para as variáveis massa de ovo e conversão por dúzia de ovo, das aves foi melhor nas temperaturas de conforto térmico de 20 e 26°C respectivamente, e pior, quando a temperatura se deu acima destes valores, no caso da temperatura de 32°C, evidenciando que pode ser prejudicial ao desempenho produtivo das aves.

#### **4.2. Peso dos ovos e dos seus componentes**

Consta na Tabela 3, são apresentados os valores médios de peso do ovo, peso do albúmen e da gema, e peso da casca dos ovos das aves submetidas nas três condições de temperatura ambiente

##### **4.2.0. Peso do ovo**

Analisando-se ainda a Tabela 3, verifica-se redução significativa no peso dos ovos a partir da temperatura ambiente de 32°C. Nesta temperatura a redução foi de 6,33g. Esta redução foi mais expressiva nestas condições, devido aos efeitos negativos do estresse por calor recebido pelas galinhas poedeiras.

Tabela 3 – Valores médios do peso do ovo (PO), peso do albúmen (PA), peso da gema (PG) e peso da casca (PC) das aves das gaiolas em função das três condições de temperatura ambiente

Temperatura ambiente (°C)	PO (g)	PA (g)	PG (g)	PC (g)
20	66,13a	44,07a	15,65a	6,40a
26	66,27a	44,27a	15,66a	6,34a
32	59,94b	39,75b	14,50b	5,69b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (P<0,01)

Fica evidente que, as aves submetidas nas condições de temperatura ambiente de 32°C, tenham apresentado menor peso dos ovos, por consequências de alterações fisiológicas decorrentes da elevada ingestão de água e da queda do consumo de ração, indisponibilizando os nutrientes essenciais para a produção e/ou desviando-os para manutenção da homeostasia, reduzindo assim o tamanho dos ovos, o que pode causar grandes prejuízos econômicos aos produtores.

Segundo cálculos supondo prejuízos econômicos em um ano para um produtor que administra uma granja com produção de 10.000 ovos/dia, quando as aves são submetidas ao tratamento de temperatura ambiente de 32°C, cujo a redução do peso do ovo é de 6,33g teremos:

→ Para 10.000 ovos/dias

$$10.000 \times 6,35 = 63.500$$

$$63.500 \text{ g/dia} \times 30 \text{ dias} = 1905000 \text{ g/mês}$$

$$1905000 \text{ g/mês} \times 12 \text{ meses} = 22860000 \text{ g/ano}$$

$$22860000 \text{ g/ano} / 66,27 \text{ g} = 344952,4 \text{ ovo/ano}$$

$$344952,4 \text{ ovo/ano} / 12 \text{ (dúzia)} = 28.746 \text{ dúzias/ano}$$

Considerando que o lucro do produtor seja de R\$ 0,03.

→ O produtor deixa de ganhar ao ano R\$ 10.348,56.



Segundo Vercese (2010), as galinhas poedeiras também são afetadas por alterações no equilíbrio acidobásico durante períodos de altas temperaturas, que desencadeando desequilíbrio eletrolítico e mineral, podendo resultar em ovos pequenos e de casca fina.

Ainda na Tabela 3, estão apresentados os valores das médias do peso do ovo nas condições de temperatura ambiente de 20 e 26°C, em que as mesmas não apresentam diferença estatística. Isso se deve ao fato de que as aves se encontraram dentro de sua zona de termoneutralidade e os valores de temperatura média observados durante o experimento tiveram situados dentro dos limites críticos estabelecidos na literatura e no manual dessa linhagem, proporcionando as aves expressar seu potencial produtivo.

Segundo classificação do manual de manejo da linhagem Dekalb White (2009), os pesos dos ovos das aves nas primeiras condições estão de acordo com os valores médios, ou seja, acima de 65g, considerando que a zona de conforto térmico do manual é de 26°C no ambiente.

Conforme ilustrado na Figura 7, ocorre declínio expressivo no peso do ovo em função da temperatura, quando a condição de temperatura do ambiente passa da zona de conforto térmico para de desconforto térmico.

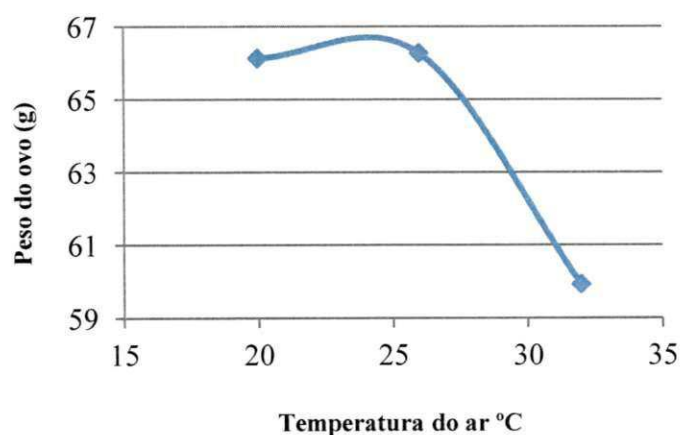


Figura 10 – Médias dos pesos dos ovos para as condições de temperatura ambiente

Segundo Lima (2011), as aves desenvolvem uma série de respostas fisiológicas quando expostas a ambientes agressivos, desencadeando reações metabólicas que resultam em déficit nutricional, problemas na produção de ovos, além de provocar desequilíbrio hormonal e alcalose respiratória.

#### 4.2.1. Peso do albúmen, gema e casca

Conforme consta na Tabela 3, os constituintes do ovo: albúmen, gema e casca, também foram afetados pelos tratamentos de temperatura ambiente.

Observa-se, que as médias do peso do albúmen, peso de gema, assim como o peso da casca, não apresentaram diferença estatística ao nível de 1% pelo Teste de Tukey, entre si nos tratamentos de temperatura ambiente de 20 e 26°C, enquanto que o valor médio nas condições de temperatura de 32°C, houve redução do peso desses componentes diferindo significativamente em relação aos outros tratamentos.

Torna-se evidente, que os valores elevados de peso do albúmen e peso da gema para as temperaturas de 20 e 26°C, são decorrentes do desempenho das aves devido ao conforto térmico do ambiente, que proporcionou um adequado consumo de água e alimentar, expressando produtividade em quantidade e qualidade, otimizando o peso de massa dos ovos. Consequentemente às médias de peso das cascas, também se mostraram elevados nessas duas primeiras condições ambientes, certamente devido ao melhor e maior aproveitamento dos nutrientes da ração, sendo o cálcio muito importante para a espessura da casca e consequentemente do seu peso.

Nota-se, que houve redução dos valores de peso do albúmen, da gema e da casca, quando observados nas condições de temperatura de 32°C, as mesmas apresentam-se com diferenças significativa quando comparadas aos tratamentos anteriores. Fato, que esses componentes sofreram alterações no tamanho e no peso quando as aves foram submetidas em condições de temperaturas elevadas, reduzindo a alimentação e aumentando a ingestão de água, o que causou desbalanço nutricional, principalmente do cálcio para formação da casca, diminuindo seu peso e perda de massa do ovo devido à dissociação de proteínas e perda por evaporação para o meio através da casca que se encontra com espessura baixa.

Nessa situação em exploração comercial leva a uma queda na classificação dos ovos, podendo causar perdas financeiras.

Tadtiyanant *et al.* (1991) estudaram poedeiras a temperaturas de 21,1 vs 29,4°C e 21,1 vs 33,3°C e observaram decréscimo na quantidade de albúmen e peso da casca nos ambientes com temperatura mais elevada. O peso da gema diminuiu somente para temperatura de 33,3°C, sendo esta variável mais tolerante ao estresse térmico moderado (29,4°C) em relação ao albúmen e a casca.

Quando as aves estão com estresse térmico, alteram o metabolismo, e consequentemente as funções biológicas, afetando o peso corporal, diminuição de produção e qualidade dos ovos, decorrente da diminuição da ingestão alimentar. Para Mahmoud (1996), o estresse térmico provoca alterações no balanço ácido-base e diminuição da habilidade das células do duodeno no transporte de cálcio, que podem ser fatores críticos para a produção e as características da casca do ovo. Portanto pode afirmar que as aves quando submetidas ao tratamento de temperatura ambiente de 32°C sofreu as alterações descritas.

### 4.3. Parâmetros de qualidade dos ovos

Na Tabela 4, são apresentados os valores das médias dos parâmetros de qualidade dos ovos: gravidade específica, unidade de Haugh, espessura de casca e índice de gema dos ovos das aves submetidas nas três condições de temperatura ambiente.

Tabela 4 – Média dos parâmetros de qualidade dos ovos: gravidade específica (GE), unidade de Haugh (UH), espessura de casca (EC) e índice de gema (IG) das aves das gaiolas em função das três condições de temperatura ambiente

Temperatura ambiente (°C)	GE (g/ml)	U.H	EC (mm)	IG
20	1,0896a	87,46a	0,48a	0,44a
26	1,0980a	86,12a	0,47a	0,42a
32	1,0772b	84,72b	0,41b	0,38b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (P<0,01)

#### 4.3.0. Gravidade específica

Quanto ao parâmetro de gravidade específica, observa-se pela Tabela 4 acima e pelo gráfico 11, uma redução significativa (P<0,01) apenas quando as aves foram submetidas ao tratamento com temperatura de 32°C, em relação às outras condições ambiente. Esta queda pode ser considerada por fatores como a queda no peso dos ovos,

assim, como a queda também da espessura de casca, já que existe relação entre esses parâmetros.

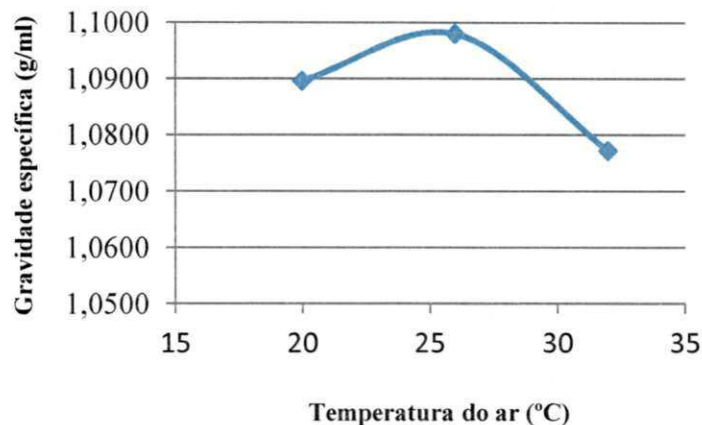


Figura 11 – Médias dos valores de gravidade específica dos ovos nas condições de temperatura ambiente

A alta temperatura também afetou a densidade dos ovos. Os valores médios da gravidade específica nas condições temperatura ambiente de 20 e 26°C, não apresentaram diferenças significativas estatisticamente ( $P < 0,01$ ). No entanto, se mostram superiores, podendo afirmar que os ovos desses tratamentos apresentam qualidade na espessura e resistência da casca, quando considerado o parâmetro de densidade. Com exceção das aves submetidas ao tratamento de 32°C, que apresentou valores reduzidos abaixo do ideal, apresentando também menor resistência da casca à quebra desses ovos, já que as aves se encontravam fora da zona de conforto térmico, onde houve a influência da temperatura ambiente nesse parâmetro.

Para Araújo et al. (2011), classifica que os valores de gravidade específica para a qualidade dos ovos é de ( $\geq 1.070$  má qualidade); ( $\leq 1.080$  média qualidade) e ( $\leq 1.090$  boa qualidade).

O parâmetro de qualidade gravidade específica está intimamente relacionada à qualidade da casca dos ovos, segundo Hamilton.(1982), a gravidade específica aumenta à medida que a espessura da casca aumenta.

A relação entre os fatores citados acima também pôde ser constatada nesta pesquisa, uma vez que a elevação da temperatura para 32°C, reduziu, significativamente, a resistência de casca à quebra, espessura da casca foi reduzida, havendo diminuição da gravidade específica.

A gravidade específica de ovo esta relacionada com a percentagem de casca, que é função da espessura, e conseqüentemente é relacionada à resistência da casca do ovo. Portanto é uma propriedade importante na avicultura, porque durante o processamento, manuseio e transporte ocorrem choque entre ovos, como também, no escoamento da produção, devido às condições da estrada que ligam as granjas aos centros urbanos.

#### **4.3.1. Unidade Haugh**

Na Tabela 4, o parâmetro de Unidade Haugh apresentou uma diferença significativa estatisticamente ( $P < 0,01$ ) em relação às condições ambiental estudadas.

Para o tratamento ambiente de 32°C, houve uma queda significativa no valor da Unidade Haugh, diferindo estatisticamente quando comparado com os outros dois tratamentos (20°C e 26°C), tornando-se evidente o estresse térmico sofrido pelas aves devido aos efeitos da alta temperatura. A redução nos valores da UH está relacionada à queda na qualidade dos ovos. Estando essa redução da qualidade interna dos ovos associada principalmente à perda de água e de dióxido de carbono, durante o período de elevação da temperatura do ambiente por meio da evaporação, tornando a albumina líquida, e que a mesma aumenta em detrimento da densa. Daí, com a perda de gás carbônico resulta em alteração no sabor do ovo, no peso e altura dos seus componentes, diminuindo assim a sua qualidade.

Kirunda *et al.* (2001), ao trabalhar com poedeiras, que verificaram diminuição dos valores de unidade Haugh quando submeteram as aves ao estresse por calor a temperatura de 34°C. Comportamento semelhante foi encontrado nessa pesquisa. Quando expôs as poedeiras em temperatura de 32°C, porque ocorreu diminuição de UH.

Na Figura 12, consta que houve redução da UH nas condições de temperatura ambiente de 32°C. Vale ressaltar, que mesmo nessas condições os valores apresentem baixo desempenho, quando comparado aos outros tratamentos, todos os valores para as unidades Haugh encontrados para os ovos frescos no presente estudo, estão de acordo com as normas internacionais, acima de 72 UH, o que é característico de ovos de boa qualidade e dentro da classificação tipo AA (USDA, 2006), fato que pode ser explicado pela idade das aves.



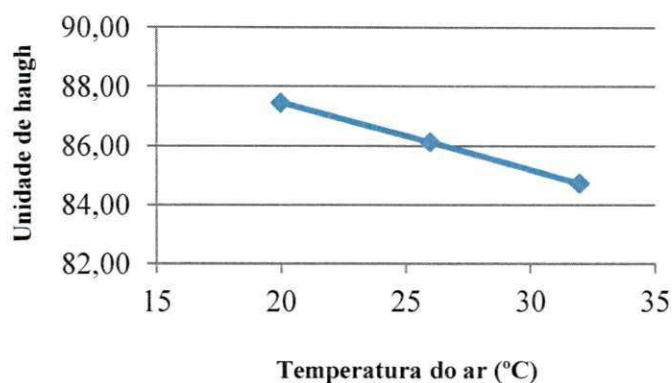


Figura 12 – Médias dos valores de unidade haugh dos ovos para as condições de temperatura ambiente

Torna-se evidente, que o fato das aves submetidas nas condições de 32°C apresentarem valores de UH satisfatório, esteja relacionado com a idade das aves, estando de acordo com Souza et al. (1994), que conclui que ovos provenientes de aves em início de postura apresentam valores mais altos de Unidade Haugh.

#### 4.3.2. Espessura da casca

Nos valores observados para espessura de casca para as temperaturas ambiente estudadas apresentaram diferença significativa ( $P < 0,01$ ).

Na Tabela 4, verifica-se uma queda acentuada no valor médio da espessura de casca dos ovos das aves submetidas às condições de temperatura ambiente de 32°C em relação aos tratamentos de 20 e 26 °C, que se encontravam em ambiente confortável proporcionando valores ideais aos parâmetros de qualidade dos ovos, estando a espessura de casca entre eles. Neste caso, as aves aproveitaram adequadamente o cálcio e demais nutrientes existentes na ração, onde se fizeram essenciais na distribuição da superfície do ovo durante sua formação.

No tratamento de 32°C, ocorre o inverso dos tratamentos anteriores, podendo-se confirmar que poedeiras afetadas por alterações no equilíbrio ácido-básico, devido à exposição à altas temperaturas, pode levá-las a produzir ovos com casca mais fina, pois altera o metabolismo do cálcio durante o processo de formação da casca. Devido ao estresse térmico, as poedeiras reduzem o consumo de ração e os limites da disponibilidade de cálcio no sangue para a formação da casca de ovo.

Para Araújo et al. (2001), durante o processo de formação da casca, as aves sofrem uma acidose metabólica em decorrência da elevada produção de bicarbonato. Essa acidose é principalmente compensada por uma alcalose de origem respiratória. O equilíbrio ácido-básico não influencia diretamente a qualidade da casca, mas pode alterar o nível de fósforo no sangue que, por sua vez, altera o metabolismo do cálcio e a qualidade da casca do ovo.

Portanto, altas temperaturas podem resultar em ovos menores e de qualidade da casca reduzida, devido a problemas nos processos fisiológicos que ocorrem na ave.

Como apresentada na Figura 13, a curva de espessura da casca do ovo decresce em função do aumento da temperatura. Ficando evidente que a temperatura de 32°C, a espessura reduziu drasticamente. Mesmo assim, os valores encontrados estão dentro da faixa considerada aceitável para a linhagem, que é de 0,41 a 0,50 de acordo com o manual Dekalbe White (2009).

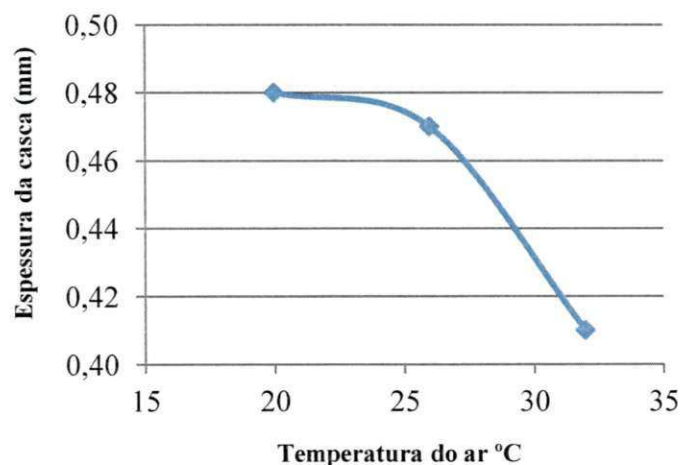


Figura 13 – Médias dos valores de espessura de casca dos ovos para as condições de temperatura ambiente

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> (TRINDADE, 2005).

#### 4.3.3. Índice de gema

Verifica-se na Tabela 4, que nas temperaturas ambiente de 20 e 26°C, não houveram diferenças significativa nos valores médios de índice de gema entre 0,42 e 0,44%, porém, se mostraram maiores, admitindo-se, que essa estrutura apresenta firmeza tornando-se difícil rompimentos durante a realização de suas medições, e também dentro dos valores encontrados por Barbosa Filho (2004), que encontrou valores de 0,41 a 0,44 na sua pesquisa testando duas linhagens de poedeiras, em dois ambientes, um de conforto térmico e outro de desconforto térmico, onde as aves submetidas em ambiente de conforto térmico apresentaram maiores valores de índice de gema.

Segundo Englert (1998) os valores médios para o IG de ovos frescos devem estar entre 0,40 e 0,42; e quando o valor do índice da gema estiver inferior a 0,25, significa que a estrutura está muito frágil, tornando difícil a realização de medições sem rompimentos, confirmando, portanto, a adequação do material no início do presente estudo, quanto à esta variável.

Houve uma redução significativa no valor médio do índice de gema sob condições de temperatura de 32°C, tornando-se abaixo do ideal proposto por Englert (1998). Esse comportamento pode ser explicado como consequência da temperatura elevada, que provavelmente tenha interferido nesse parâmetro, de forma que, fisiologicamente as aves sofreram interferência do desconforto térmico, alterando a gema, provocando a diminuição do índice de gema.

Pela a curva de tendência traçada na Figura 14 abaixo, o tratamento de 20 e 26°C proporcionaram melhor conforto térmico as aves, de forma que os valores se apresentassem ideais em relação as condições de ambiente dentro da zona de conforto térmico. O tratamento com 32°C, diverge dos anteriores, pois, com o desconforto térmico as aves passam por desbalanço nutricional no seu desempenho, comprometendo a formação do ovo e de seus componentes.



Para Magalhães (2007), ovos produzidos por poedeiras submetidas a estresse térmico possuem menor IG quando comparado aos ovos das aves criadas em ambientes termonêutros. Isto ocorre em virtude do desbalanço de nutrientes provocado pela queda da ingestão de alimentos e aumento do consumo de água pelas poedeiras criadas em temperaturas ambientais elevadas, fazendo com a gema se torne mais frágil e mais susceptível a rompimentos.

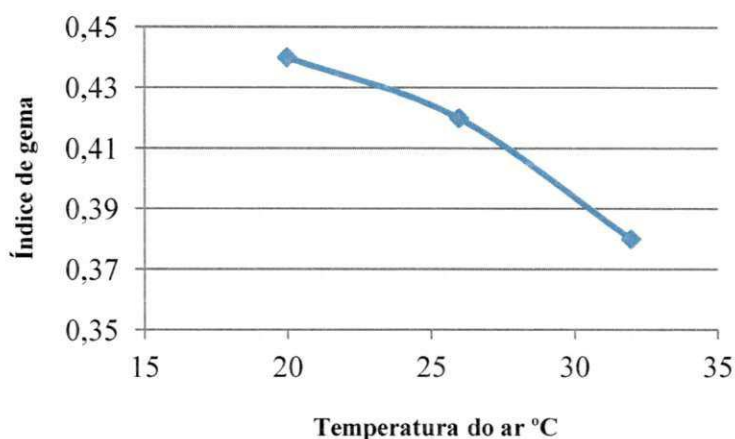


Figura 14 – Médias dos valores de índice de gema dos ovos para as condições de temperatura ambiente

#### 4.4. Resistência da casca do ovo

Numerosas técnicas e instrumentos têm sido desenvolvidos para mensurar a resistência da casca de ovos, que sofre influência da gravidade específica e da espessura. Nesta pesquisa foi adotado o sistema de compressão do ovo e o teste é do tipo destrutivo. Dentre alguns trabalhos se destaca o realizado por Molino *et al.* (2009), que afirmam que a melhor forma de analisar a qualidade da casca é a avaliação de sua resistência à quebra.

Constam na Tabela 5, os valores médios de resistência à compressão da casca do ovo nas temperaturas estudadas de 20, 26 e 32°C, combinadas com a umidade relativa do ar de 60%. Testando os sentidos do ovo, no diâmetro maior e diâmetro menor, estatisticamente não apresentaram diferenças na resistência à compressão (N) de rompimento da casca, observando-se apenas uma redução dos valores, quando comparadas em relação ao aumento progressivo das temperaturas estudadas. Tornando

evidente que a resistência da casca à quebra mostrou-se reduzida com o aumento da temperatura.

Tabela 5 – Valores médios de resistência à compressão da casca do ovo no diâmetro maior do ovo (RCDMaior) e diâmetro menor do ovo (RCDMenor) nos três tratamentos

Temperatura ambiente (°C)	Resistência à compressão (N)	
	RCDMaior	RCDMenor
20	30,89a	28,53a
26	29,20a	27,38a
32	25,28a	25,04a
CV%	16,08	10,57

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (P<0,01)

Observa-se na Figura 15, o comportamento de resistência à compressão da casca do ovo em função das temperaturas. Percebe-se que para os sentidos analisados, torna-se evidente a diminuição da resistência à compressão aplicada para a quebra da casca. Isto comprova que a temperatura do ambiente influenciou de forma positiva e negativamente na resistência da casca dos ovos nos tratamentos. Nas temperaturas de 20 e 26°C mostraram maiores valores de resistência da casca, e no tratamento de 32°C de temperatura, as aves estando em situação de estresse térmico, e que as mesmas utilizaram como mecanismo reduzir o consumo de alimento, sendo essa uma das reações de desconforto térmico, na tentativa de desprender ou amenizar o excesso de calor, pois, frente à exposição de elevadas temperaturas, as aves tendem a diminuir a ingestão de ração, porque o alimento aumenta o metabolismo e, conseqüentemente, a quantidade de calor corporal, e, devido ao baixo consumo de ração, sofrem alterações fisiológicas, e assim deixando de ingerir elementos essenciais existentes na ração, principalmente o carbonato de cálcio, desequilibrando a composição mineral durante a formação do ovo.

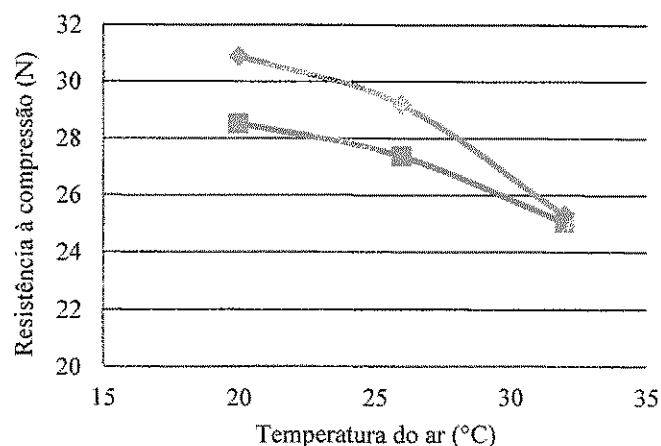


Figura 15. Valores médios da resistência à compressão da casca dos ovos para as condições de temperatura ambiente

Segundo Narushin et al. (2004), a força de ruptura dos ovos de galinha depende de várias propriedades como: gravidade específica do ovo, massa, o volume, área superficial, a espessura da casca, peso da casca, percentual de casca (peso da casca/peso do ovo) etc.

Pode-se considerar que a menor resistência das cascas nas condições de temperatura ambiente de 32°C, se deve ao fato que a alta temperatura também interfere com baixos valores de resistência da casca dos ovos quando submetidas à compressão, comprovado pelos parâmetros de qualidade dos ovos anteriores, que também sofreram influência dessas condições, como a espessura da casca e gravidade específica que se encontrou reduzida no mesmo tratamento, existindo elevada correlação positiva entre gravidade específica, espessura e percentual de casca com a resistência da casca à quebra.

A quantidade de cálcio depositada nos ovos permanece mais ou menos constante durante todo o ciclo de postura. Todavia, no processo de formação do ovo das aves submetidas ao desconforto térmico do ambiente, o seu organismo reduzirá cálcio por superfície de área da casca, o que resulta na redução da resistência da casca, (ARAÚJO et al. 2011).

O estudo da determinação de resistência à compressão da casca do ovo é de grande importância para o setor avícola de produção de ovos, haja vista que, a maioria das avaliações de qualidade da casca é relacionada com resistência à compressão, porque quebras e perfurações são as principais causas de perda econômica. A casca do

ovo pode ser quebrada devido à fratura de impacto, que ocorre devido à colisão entre ovos ou com a máquina coletora e fraturas compressivas que estão associadas com a embalagem. A ausência de força na casca e o impacto possuem importância similar na quebra de cascas.

Sendo assim, os tratamentos com temperatura 20 e 26°C, indicaram valores satisfatórios de resistência à compressão da casca do ovo, contribuindo para o setor avícola de produção, pois, a baixa resistência de ovos à compressões, assim como o peso, implicam em perdas econômicas para o produtor.

#### 4.5. Porcentagem dos constituintes

As médias de porcentagem de gema, albúmen e casca de acordo com os tratamentos com temperatura ambiente de 20°C, 26°C e 32°C são apresentadas na Tabela 6 abaixo.

Tabela 6 – Porcentagem dos constituintes dos ovos: porcentagem de casca (%Casca), porcentagem de gema (%Gema) e porcentagem de albúmen (%Albúmn) dos ovos das aves das gaiolas em função das condições de temperatura ambiente

Temperatura ambiente (°C)	% Casca	% Gema	% Albúmen
20	9,98b	23,00b	67,02a
26	9,56b	23,66b	66,78a
32	9,05a	25,17a	65,78a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (P<0,01)

##### 4.5.0. Porcentagem de casca

Nota-se na Tabela 6, que o menor valor médio de porcentagem de casca ocorrem nas aves sob temperatura ambiente de 32°C, diferindo estatisticamente (P<0,01), quando comparado aos outros tratamentos. Nestas condições de temperatura, as aves são mais

susceptíveis aos efeitos negativos da temperatura. Nesse caso é importante oferecer um bom condicionamento térmico do ambiente para as aves, para que perdas de produção como: ovos quebrados e trincados a resultar em baixos valores de porcentagem de casca.

Essa redução nos valores de porcentagem de casca nesse tratamento pode ser explicada devido ao sistema de criação em gaiolas, no qual nesse sistema o desconforto térmico se torna elevado pelo fato das aves terem menor espaço para dissiparem calor. Barbosa Filho (2004), queda nos valores de porcentagem de casca pode ser explicada pela maior carga de estresse a que as aves criadas no sistema de gaiolas são submetidas, além do fato de que neste sistema o estresse térmico é mais acentuado, devido às condições de confinamento das aves que dificultam as perdas de calor.

Para os valores médios de porcentagem de casca nos tratamentos com 20 e 26°C de temperatura ambiente, é possível verificar pela Tabela 6, que não houve diferença significativa nos valores de ambas. Fato na qual o ambiente a que as aves estavam expostas proporcionou conforto térmico, não dificultando nas trocas de calor com o meio, não interferindo no consumo de ração e de água. Porém, as aves nestes tratamentos não passaram por processo de alcalose respiratória, que é responsável pela perda do cálcio, um dos principais componentes de formação da casca, levando a uma redução da sua porcentagem.

Entretanto, o percentual de ovos viáveis para comercialização apresentou com melhores qualidades de casca nos tratamentos com temperaturas ambiente com 20 e 26°C. Já no tratamento com 32°C de temperatura ambiente, apresenta aumento da quantidade de ovos com casca fina e com rachaduras, influenciado pelo aumento da temperatura do ambiente, conseqüentemente acarretando no menor percentual de ovos íntegros.

Dados semelhantes ao do presente estudo foram observados por Franco-Jimenez *et al.* (2007), que trabalharam com linhagens genéticas de poedeiras comerciais (Hy-Line Brown, W-36 e W-98) e as submeteram ao estresse por calor a 35°C, durante duas semanas. Os autores encontraram diferenças significativas na produção de ovos, consumo de ração, espessura da casca e gravidade específica.

#### 4.5.1. Porcentagem de gema

Pode-se observar que houve diferença significativa nos valores de porcentagem de gema para as temperaturas do ambiente avaliadas.

Os valores médios de porcentagem de gema nas condições de temperatura de 20 e 26°C, não apresentaram diferença significativa, sendo que nas condições de temperatura ambiente de 32°C, destacou-se significativamente com maiores valores pelo teste de Tukey a nível ( $P < 0,01$ ) quando comparada aos demais tratamentos.

Haja vista que, o percentual de gema na temperatura ambiente de 32°C tenha se mostrado melhor, torna-se evidente podendo ter ocorrido também, já que as aves se encontravam em temperatura ambiente desconfortável, que esse componente tenha se mostrado ser mais susceptível ao desconforto térmico do ambiente mais o sistema de criação. Tornando o sistema fisiológico das aves comprometido durante o metabolismo, provocando a dissociação das proteínas do albúmen, durante o processo de formação do ovo, já que esse componente apresentou-se reduzido, alterando assim a porcentagem de gema, tornando-a mais túrgida, conseqüentemente mais frágil.

#### 4.5.2. Porcentagem de albúmen

Para os valores médios de porcentagem de albúmen é possível verificar pela Tabela 6, que não houve diferença significativa dos valores para as condições de temperaturas avaliadas (20, 26 e 32°C).

Houve diferença significativa apenas para percentual de gema quando as aves foram submetidas a 32°C de temperatura ambiente, situação na qual se constatou redução na porcentagem de albúmen e conseqüente elevação proporcional de gema comparativamente às temperaturas termoneutra.

O percentual de albúmen dos ovos apresentou comportamento inalterado para os três tratamentos quando comparado ao percentual da gema. Isso prova que esse componente se manteve resistente nas determinadas temperaturas ambiente, principalmente na de estresse térmico, não perdendo seu conteúdo significativamente, não havendo maiores efeitos sobre esse parâmetro.

Os valores da porcentagem de cada constituinte do ovo nos respectivos tratamentos propostos na pesquisa apresentam melhor percentual de casca e de gema

nos tratamentos com temperatura ambiente de 20 e 26°C, e percentual de albúmen ideal, numa faixa acima de 60% sem diferença significativa para os três tratamentos.

#### 4.6. pH dos Ovos

A determinação do pH fornece um parâmetro valioso na averiguação do estado de conservação de um produto alimentício.

As medidas de pH são utilizadas para descrever variações na qualidade dos ovos. No entanto, diferenças de pH não são associadas com diferenças de qualidade e a redução do pH, resultante da perda de CO<sub>2</sub> para o ambiente, altera o sabor dos ovos e diminui os parâmetros de qualidade dos ovos.

##### 4.6.0. pH da gema e pH do albúmen

Observa-se na Tabela 7, os valores médios de pH da gema dos ovos analisados nas diferentes temperaturas, não houve diferença significativa ( $P < 0,01$ ). Portanto as temperaturas não causaram alterações no pH das gemas dos ovos, que assim mantiveram-se livres de dissociações que pudessem vir comprometer sua composição química, ficando as mesmas dentro da faixa de seus valores ideais, entre 6,0 e 6,9, chegando a atingir seu limite superior, concordando com Ordóñez (2005), afirma que o pH da gema fresca é de aproximadamente 6,0, podendo atingir 6,9.

Tabela 7 – Valores médios de pH da gema (pHG) e pH do albúmen (pHA) dos ovos das aves das gaiolas em função das três condições de temperatura ambiente

Temperatura ambiente (°C)	pHG	pHA
20	6,2a	7,6b
26	6,6a	7,8b
32	6,9a	7,8b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $P < 0,01$ )

Mesmo dentro dos parâmetros de qualidade do pH de gemas dos ovos nas temperaturas testadas, nota-se que, submeter aves de postura a partir das condições de temperatura ambiente de 32°C e UR= 60% pode vir a ser inviável, logo, o ambiente torna-se estressante para as aves nessas condições, comprometendo qualidade do ovo e o seu estado de conservação dos seus componentes, tornando-o de má qualidade.

Na Tabela 7, observa-se ainda os valores médios de pH do albúmen não apresentaram diferença significativa ( $P < 0,01$ ) entre as temperaturas controladas de 20, 26 e 32°C, com valores variando entre 7,6 e 7,8, estando esses valores dentro da faixa normal para pH desse componente descrito por Xavier et al. (2008), que propõe que os valores de pH do albúmen podem variar de 7,5 a 8,5.

Torna-se evidente, que o pH dos componentes dos ovos (gema e albúmen) nas condições de temperaturas estudadas não foram comprometidos, apresentando valores nos quais, os ovos não apresentam processo de decomposição, já, que isso está associado ao aumento do pH do albúmen em temperaturas elevadas. Mesmo assim, na temperatura de 32°C do ambiente, o pH dos ovos se mantiveram em equilíbrio no sistema tampão de ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ), que não se dissociou pelos poros da casca (KAROUI et al., 2006).

#### **4.7. Qualidade visual dos ovos**

A qualidade da casca é um parâmetro frequentemente avaliado nos ovos, visto que, ocorrem grandes perdas na produção devido às sujeiras, trincas e quebras durante o manuseio com os mesmos. A Tabela 8 apresenta as médias da porcentagem de ovos avaliados visualmente.



Tabela 8 – Porcentagem dos ovos avaliados visivelmente pela ovoscopia: ovos íntegros (OI), ovos sujos (OS), ovos trincados e quebrados (OTQ) e ovos moles (OM) das aves das gaiolas em função das três condições de temperatura ambiente

Temperatura ambiente (°C)	OI (%)	OS (%)	OTQ (%)	OM (%)
20	87,85c	11,66a	0,33b	0,16b
26	91,84a	8,00b	0,16b	0,00b
32	82,18b	11,83a	3,16a	2,83a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (P<0,01)

#### 4.7.0. Ovos íntegros

Na análise estatística a nível de (P<0,01) pelo Teste de Tukey, os dados apresentaram diferença significativa entre si na porcentagem de ovos íntegros nas condições de temperaturas ambiente de 20, 26 e 32°C. A maior porcentagem de ovos íntegros apresentaram-se na temperatura 26 °C, destacando das demais temperaturas, fato ocorrido, devido às aves se encontrarem na zona de conforto térmico, onde se alimentaram adequadamente e mantiveram seu comportamento equilibrado sem qualquer estresse do ambiente mantendo a homeostase, proporcionando maior produção ovos íntegros.

A homeostase se caracteriza pela manutenção do equilíbrio orgânico, mesmo com a variação das condições ambientais. Trata-se das propriedades que alguns animais (aves e mamíferos), bem como o homem, possuem de manter a temperatura corporal aproximadamente constante, ou variando dentro de estreitos limites, enquanto a temperatura externa tem variações apreciáveis (RODRIGUES, 2006).

Nas condições das temperaturas controladas de 20 e 32°C, também apresentaram diferença estatística entre si, embora com valores menores quando comparados aos valores da temperatura de 26°C, como apresentada na Tabela 8.

Embora a menor porcentagem de ovos íntegros tenha ocorrido nestes tratamentos, torna-se evidente, que as aves apresentaram alterações no seu sistema

fisiológico, já que as aves submetidas à temperatura de 20°C se encontravam próximas da zona crítica inferior de termoneutralidade, tendo as mesmas que acelerarem o seu metabolismo na tentativa de reter calor no seu corpo. Na temperatura de 32°C em que as aves estiveram submetidas, ocorreu o inverso, as mesmas tiveram que acelerar o seu metabolismo, mas na tentativa de dissipar calor, já que estiveram na zona crítica superior de termoneutralidade, fato esse, que as aves utilizaram mais energia para manutenção do que para produção, comprometendo assim a integridade dos ovos.

Apesar das alterações sofridas pelas aves devido ao desconforto térmico do ambiente, os valores dos tratamentos 20 e 32°C, também estiveram dentro de uma margem satisfatória de porcentagem de ovos íntegros.

#### **4.7.1. Ovos sujos**

Na Tabela 8, nos ovos que se apresentaram sujos, observa-se que não houve diferença significativa a nível de ( $P < 0,01$ ) pelo Teste de Tukey nesse parâmetro, nas aves submetidas aos tratamentos de temperatura controlada de 20 e 32°C.

Admite-se que essa porcentagem maior de ovos sujos tenha ocorrido nestas condições de temperaturas, como foi discutido no item anterior, pelo fato das aves estarem submetidas nas zonas críticas inferior e superior de termoneutralidade, influenciando as aves submetidas na temperatura de 20°C a se alimentarem com mais frequência, liberando mais fezes de consistência pastosa, o que é normal nestas condições, e também, pelo fato de estarem em pico de produção e adaptação do local para realizar a postura, que após consumir o alimento entravam e saíam com frequência, ou se acomodavam no ninho, defecando no local, promovendo compactação dentro do ninho aderindo sujeiras nos ovos devido ciscarem na cama existente no seu piso.

As entradas rápidas e frequentes das aves no ninho, como uma tentativa de avaliar o local antes de botar os ovos, é um comportamento natural das aves, executados pelas aves antes da postura (BARBOSA FILHO, 2004).

Já na temperatura de 32°C, essa maior porcentagem de ovos sujos, ocorreu devido às aves se encontrarem em desconforto térmico, enfrentando processo metabólico a fim de diminuir calor, ou seja, ocorrendo desvio da energia alimentar para diminuir o aquecimento do corpo ou combate do estresse, consumindo mais água, o que

faz com que as fezes se tornem mais líquidas, facilitando o acúmulo de sujeira dentro dos ninhos, o que explica a maior proporção de cascas sujas.

O material do ninho é a primeira superfície que entra em contato com o ovo recém-posto e a umidade da casca e a temperatura do ovo (42°C) no momento da postura favorecem à sujeira (NUTRITIME, 2010).

No tratamento de temperatura de 26°C, os valores de porcentagem de ovos sujos apresentaram-se menores, diferindo estatisticamente em comparação com os tratamentos de 20 e 32 °C. Fato que pode ser explicado, haja visto, que as aves se encontravam dentro da zona de conforto térmico, não precisando usar de artifícios para dissipar calor ou reter, onde esses artifícios seriam de se alimentar mais vezes, defecar e urinar com mais frequência, evitando sujeiras dentro do ninho durante a postura.

#### **4.7.2. Ovos trincados e quebrados**

Nota-se na Tabela 8, que entre os valores das médias de ovos trincados e/ou quebrados nos tratamentos de 20 e 26 °C não apresentaram diferenças significativas, enquanto que na temperatura de 32 °C, os valores diferiu estatisticamente a nível de (P<0,01) pelo Teste de Tukey em comparação as médias de ovos trincados das outras temperaturas.

Na temperatura de 20°C, os valores mostram que as aves encontravam-se numa zona de termoneutralidade intermediária, já que as mesmas apresentaram evidências de alterações fisiológicas nos parâmetros anteriores, nesse parâmetro houve uma pequena acentuação no valor, fato esse que pode ser explicado, por ser o período de adaptação das aves no ambiente, talvez propiciando esses valores.

Na temperatura de 26°C, os valores encontrados, evidenciam que as aves encontravam-se na zona de conforto térmico, em que as aves não passaram por distúrbios fisiológicos e comportamental, apresentando menor porcentagem de ovos trincados e/ou quebrados, fato ocorrido pelo melhor aproveitamento da ração, melhor conversão alimentar, suprimindo assim, as necessidades nutritivas das aves, proporcionando ovos com cascas mais espessas e resistentes aos atritos que pudessem causar trincas e quebras.

No entanto, a maior ocorrência de trincas ocorreu no tratamento de temperatura de 32°C, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, havendo nessa observação,

que um dos fatos ocorridos foi o maior estresse térmico sofrido pelas aves, dificultando a termorregulação, provocando uma série de consequências fisiológicas, no caso a alcalose, que por sua vez, provocou à queda no consumo de ração, um maior consumo de água para poder manter a temperatura corporal, causando aceleração do ritmo cardíaco, alteração da conversão alimentar, queda na produção de ovos, apresentando assim uma maior incidência de ovos com casca com má qualidade.

Consequentemente, o desconforto térmico do ambiente, propiciou as aves alterações no seu comportamento, sendo um deles o vício de bicar e comer ovos, o que contribuiu para a maior porcentagem de ovos quebrados. Outro fato, a ser considerado, seria o sistema de criação, que mesmo com atributos de enriquecimento do local para os animais, tenha contribuído para essa maior porcentagem de ovos trincados, devido ciscarem com frequência a ponto de retirar toda cama desprotegendo os ovos de atritos durante a postura, e quando postos fora do ninho.

Muitos estudos são realizados com o objetivo de comparar os efeitos do ambiente enriquecido sobre a produção e a qualidade dos ovos. Vits *et al.* (2005) e Alves *et al.* (2007) constataram que a produção não é afetada quando se fornece às poedeiras um meio ambiente enriquecido, entretanto, Vits *et al.* (2005) observaram aumento na proporção de ovos trincados em gaiolas enriquecidas.

A maior proporção de ovos trincados ocorreu no sistema de criação em gaiolas, o que pode estar relacionado ao seu maior impacto ao rolar na grade das gaiolas, o que está de acordo com o observado por Barbosa Filho (2006).

#### **4.7.3. Ovos moles**

Por meio da ovoscopia ainda foi possível detectar a porcentagem de ovos que apresentaram cascas moles, conforme o indicado na Tabela 8.

A maior ocorrência se deu nas aves das gaiolas sob condições de temperatura de 32°C, diferindo estatisticamente ao nível de ( $P < 0,01$ ) das temperaturas de 20 e 26°C, que não apresentaram diferença estatística entre ambas. Fato ocasionado pelo conforto da temperatura do ambiente, que propiciou um desempenho satisfatório das aves fisiologicamente e de produtividade, não acarretando desequilíbrio nos processos metabólicos durante a formação da casca do ovo, mantendo-os dentro dos parâmetros de qualidade.

No tratamento com temperatura ambiente de 32°C, houve susceptibilidade das aves ao desconforto térmico, decorrentes, provavelmente, da alteração nos níveis de cálcio plasmático que seriam destinados à formação da casca dos ovos, acarretando o aumento desses valores. Alterações essas, resultante do incremento calórico promovida pela alta ofegação e perda de CO<sub>2</sub>, podendo tornar o problema ainda mais grave para as reprodutoras em virtude da temperatura ambiental. Como recursos para perda de calor ou redução da temperatura corporal surgem problemas na produção de ovos decorrentes da falta do CO<sub>2</sub> na principal reação de formação do carbonato de cálcio, necessário para a calcificação da casca do ovo, (Araújo 2011).

#### 4.8. Ovos postos no ninho e fora do ninho

Observa-se na Tabela 9, que houve diferença significativa ao nível de (P<0,01) para a maior preferência das aves durante a postura na temperatura ambiente de 26°C, com média de 98,66% de produção de ovos no ninho. Fato esse que pode ter ocorrido pelo motivo das aves se encontrarem na sua zona de termoneutralidade, e ainda, por preferência da própria ave em sentir bem acomodada durante a oviposição.

Essa preferência pode estar ligada ao fato da cama que possibilita conforto a ave durante a postura. O ninho forrado com maravalha, além de dar mais conforto à ave, permite que a galinha faça facilmente sua concavidade através de movimentos em círculos antes da postura.

Tabela 9 – Porcentagem de ovos postos no ninho (OPN) e ovos postos fora do ninho (OPFN) das aves das gaiolas em função das três condições de temperaturas controladas

Temperatura ambiente (°C)	PN (%)	PFN (%)
20	87,67b	12,33b
26	98,67a	1,33a
32	84,83b	15,17b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (P<0,01)

Embora nas condições de temperaturas controladas de 20°C e 32°C, não tenha verificado diferença significativa estatisticamente de ( $P>0,01$ ), as duas condições apresentam médias consideráveis de postura no ninho. Podendo ser explicado essa diminuição da postura no ninho da temperatura ambiente de 20°C, ao fato de que as aves se encontravam no início de sua postura, ou seja, estarem pondo os primeiros ovos e ainda se encontrarem num período de aprendizado quanto ao local de realizar a postura.

Nas condições de temperatura controlada de 32°C, houve uma retirada parcial da maravalha nos ninhos devido o ciscar das aves a partir dessa condição, devido ao desconforto térmico sofrido pelas mesmas.

Na temperatura de 26°C, a porcentagem de postura nos ninhos se fez maior. Nesse tratamento, as aves apresentaram evidências de conforto térmico, já que as variáveis ambientais foram adequadas ao seu sistema fisiológico, proporcionando o comportamento natural das mesmas, o de usarem o ninho para realizar sua postura. Conforme relatos de Kruschwitz et al. (2008) e Silva & Miranda (2009), a postura no ninho é um comportamento natural das galinhas.

Curto et al. (2007), concluíram que a frequência de utilização do ninho é maior quando a temperatura ambiente se encontra próxima da ZTN, e que diminui a medida em que ocorre acréscimo da temperatura ambiente.

O comportamento de postura em ninho foi preferencial no segundo tratamento, pois ocorreu em quase 100% das aves criadas no sistema de gaiolas enriquecidas, comprovando que se adaptaram bem às condições do ninho e “aprenderam” a utilizá-lo durante o período de adaptação às condições da câmara climática, resultando em pouca ocorrência de ovos postos fora do mesmo. Porcentagens de ovos postos no ninhos foram semelhantes na pesquisa de Silva et al. (2006).

Durante as avaliações, observou-se menor porcentagem de postura fora do ninho entre os tratamentos, com evidências pela preferência da ave em realizar a postura no ninho, embora, as temperaturas de 20 e 32 °C, as aves apresentam maiores porcentagens de ovos postos fora do ninho, fato ocasionado pela interferência das variáveis ambiental no fisiológico das aves, modificando o comportamento das mesmas, sendo um deles, o de realizar a postura fora do ninho. Em relação à temperatura de 26°C, a mesma diferiu significativamente quando comparada as outras temperaturas por apresentar menor porcentagem de ovos postos fora do ninho, fato justificado pela maior porcentagem de

ovos postos no ninho, além das aves estarem sendo favorecidas pelo ambiente de termoneutralidade.

Segundo Curto et al. (2007), explicam que as diferenças nas frequências de utilização do ninho, ocorre em função da temperatura do ambiente. Demonstrando haver alteração no comportamento, em que as aves em temperatura de conforto térmico frequentam os ninhos mais vezes, enquanto que em temperatura de desconforto térmico, frequentam menos, procurando dissipar calor através de mecanismos evaporativos (cutâneos e respiratórios) e o demonstram através de mudanças no padrão comportamental. Confirmado por (VALLE, 2008), as aves podem evitar os ninhos caso a temperatura esteja acima ou abaixo da zona termo neutra.

Portanto, o sistema de gaiola enriquecida mostrou-se eficiente, por possibilitar as galinhas a pôr em ninhos, por esses promoverem conforto à ave durante a postura.

#### 4.9. Diâmetro da câmara de ar

A câmara de ar também é um indicativo de qualidade uma vez que pode ser observada contra a luz do ovoscópio e de acordo com o tamanho sua área, podemos classificá-los qualitativamente. Assim na Tabela 10 a seguir, apresenta as médias do tamanho da câmara de ar dos ovos analisados.

Tabela 10 – Valores médios do tamanho da câmara de ar (CAr) de ovos das aves nas gaiolas em função das três condições de temperatura ambiente

Temperatura ambiente (°C)	CAr (mm)
20	4,69b
26	4,90b
32	7,17a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (P<0,01)

Conforme se apresenta a Tabela 10, apresenta-se os valores médios do tamanho da câmara de ar dos ovos para os três tratamentos estudados de 20°C, 26 e 32°C.

Nas condições de temperatura controlada de 20 e 26°C, não houve diferença significativa entre os valores pelo Teste de Tukey. Os mesmos apresentam-se dentro os valores normais de tamanho de câmara de ar para qualidade do ovo. Isso se deve ao fato de que os ovos desses dois tratamentos apresentarem-se dentro da classificação A e B em relação ao seu peso e integridade de sua casca, como apresentado nos valores dos parâmetros de qualidade dos ovos como espessura de casca e gravidade específica. O que aconteceu ainda foi que a câmara de ar dos ovos nestas condições de tratamentos se encontrava na extremidade mais larga do ovo, mantendo posição fixa, não apresentando aumento do seu tamanho conforme o ovo não perdeu umidade por evaporação. De acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (1991), ovos classe A apresentam-se com câmara de ar fixa (4 milímetros de altura máxima); Os de classe B devem ter: câmara de ar fixa (6 milímetros de altura máxima); Para os de classe C, serão considerados aqueles que apresentarem: câmara de ar solta (10 milímetros de altura máxima).

Para o valor do tamanho da câmara de ar dos ovos para temperatura de 32°C, quando comparadas as temperaturas de 20 e 26°C, houve diferença estatística. Pois ocorreram alterações na composição química dos ovos, o inverso das temperaturas anteriores. Fato que os ovos das aves submetidas nessa temperatura, como apresentaram menores valores de peso do ovo, menores espessuras de casca, e conseqüentemente uma diminuição da gravidade específica do ovo, os mesmos apresentaram-se superiores a classificação B e próximas da classificação C, como apresenta a classificação do Mapa (1991). Outro fato ainda seria de que desconforto térmico tenha contribuído para esse alargamento da câmara, possibilitando o aceleração da evaporação do ovo, principalmente nos ovos trincados, já que a perda de água ocorre no ovo depois da postura, em conseqüência da evaporação, provocando um aumento progressivo da câmara de ar.

Os ovos nesse tratamento que provocou alcalose nas aves apresentaram maior evaporação da água e maior eliminação do gás carbônico, além de maior entrada de ar atmosférico devido à baixa espessura da casca e das rachaduras. Em função desta perda de substâncias em decorrência da dissociação do ácido carbônico, ocorre uma conseqüente diminuição no conteúdo do ovo, o que provoca característico crescimento da câmara de ar.



## 5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados encontrados nesta pesquisa, conclui-se que:

- A pesquisa permitiu concluir que nas condições de temperaturas ambiente entre 20 e 26°C se encontraram na zona de conforto térmico, onde provocou efeito positivo no consumo de água e ração, no metabolismo e no equilíbrio corporal das aves em resposta a qualidade interna e externa dos ovos;
- A exposição nas condições de temperatura ambiente de 32°C, as aves apresentaram evidências de estresse térmico, apresentando redução no percentual de produção, nos parâmetros de desempenho e nos parâmetros de qualidade dos ovos;
- A preferência das aves pela postura nos ninhos apresentaram indícios de conforto térmico nas condições de 26°C de temperatura ambiente;
- As gaiolas enriquecidas foram adequadas para as galinhas pôrem e expressar comportamento natural da espécie nas condições de conforto térmico.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLAH, A. G., HARMS, R. H., & EL- HUSSEINY, O. (1993). **Various methods of measuring shell quality in relation to percentage of cracked eggs.** Poultry Science, 72, 2038–2043.

ALMEIDA, J.G.; DAHLKE, F.; MAIORKA, A.; FARIA FILHO, D.E.; OELKE, C.A. **Efeito da idade da matriz no tempo de eclosão, tempo de permanência do neonato no nascedouro e o peso do pintainho.** Archives of Veterinary Science, v. 11, n. 1, p. 45-49, 2006.

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 dos ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v36, n.5, p.1388-1394, 2007.

ALTUNTAS, E., & YILDIZ, M. Effect of moisture on some physical and mechanical properties of faba bean (*Vicia faba* L.) grains. **Journal of Food Engineering**, 78, 174–183. 2007.

ARAÚJO, W. A. G. & ALBINO, L. F. T. **Comercial incubation** (incubação comercial), Managing. Editor: S.G. PANDALI. Rights reserved – Kerala, Índia, 157 pg, 2011.

AVILA, VALDIR SILVEIRA DE; PENZ JR, ANTÔNIO MARIO; BRUM, PAULO ANTÔNIO RABENSCHLAG DE; ROSA, PAULO SÉRGIO; GUIDONI, ANTÔNIO LOURENÇO. Consequência do horário de alimentação na produção e na qualidade do ovo fértil. **Comunicado Técnico /286/** Embrapa Suínos e Aves, p. 1 – 4, Junho 2001.

BARBOSA FILHO, J. A. D. Egg quality in layers housed in different production systems and submitted to two environmental conditions. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, 2006, 8 (1): 23-28.

BARBOSA FILHO, JOSÉ ANTÔNIO. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens.** Piracicaba, 2004. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São paulo .123p.

BIAGGIONI, M. A. M. et al. **Desempenho térmico de aviário de postura acondicionado naturalmente.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 29, n. 4, p. 961-972, out./dez. 2008.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Resolução CIPOA nº 005, de 19 de novembro de 1991. Diário Oficial da república Federativa do Brasil nº 78. Brasília, 1991.

CARVALHO, F.B.; STRINGHINI, J.H.; JARDIM FILHO, R.M.; LEANDRO, N.S.M.; CAFÉ, M.B.; DEUS, H.A.S.B. **Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades.** Ciência Animal Brasileira, v. 8, n. 1, p. 25-29, 2007.

CURTO, F.P.F. Estimativa do padrão de preferência térmica de matrizes pesadas (frango de corte). **Revista brasileira engenharia agrícola ambiental.** v.11 n.2 Campina Grande mar./abr. 2007 doi: 10.1590/S1415-43662007000200012

DE KETELAERE, B.; GOVAERTS, T.; COUCKE, P.; DEWIL, E.; VISSCHER, J.; DECUYPERE, E.; BAERDEMAEKER, J. **Measuring the eggshell strength of 6 different genetic strains of laying hens: techniques and comparisons.** *British Poultry Science*, v. 43, p. 238-244, 2002.

EMBRAPA - **MANUAL DE SEGURANÇA E QUALIDADE PARA AVILCULTURA DE POSTURA** - Brasília: EMBRAPA/SEDE, 2004. 97 p. (**Qualidade e Segurança dos Alimentos**). Projeto PAS Campo. Convênio CNI/SENAI/SEBRAE/EMBRAPA.

ENGLERT, S. **Avicultura: Tudo sobre raça, manejo e alimentação.** 7 ed: Guairá: Agropecuária, 1998. 238p.

ETCHES, R. J. **Estímulo luminoso na reprodução** In: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. Fisiologia da reprodução de aves. pp.59-75. Campinas, 1994.

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.

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

FRANCO-JIMENEZ D. J.; SCHEIDELER S. E.; KITTOCK R.J.; BROWN-BRANDL T.M.; ROBESON L.R.; TAIRA H., BECK M. M. Differential effects of heat stress in three strains of laying hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, 2007, 16 (4): 628-634.

FRANCO, J.R. G. & SAKAMOTO, M. I. Qualidade dos ovos: uma visão geral dos fatores que a influenciam, 2007. **Revista ave world**. Disponível em: <http://www.aveworld.com.br/index.php?documento=102>. Consulta feita em: 12/05/07

FUNK, E. M. IN: Egg Science and Technology. Westport, Connecticut, **the avi publishing company INC**, pg.35, 1973.

FURLAN, R. L.; MACARI, M. **Termorregulação**. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Ed.). 2. ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p. 209-230.

GAMA, N. M. S. Q.; et al. **Conhecendo a água utilizada para as aves de produção – Divulgação Técnica - Biológico**, São Paulo, v.70, n.1, p.43-49, jan./jun., 2008.

GARCIA, J. R. M. **Avanços na nutrição da poedeira moderna**. Gerente da Divisão Aves de Postura da Multimix - Nutrição Animal Ltda. -20p. 2006. [jrmg@multimix.com.br](mailto:jrmg@multimix.com.br)

HAMILTON, R.M.G. **Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality.** *Poultry Science*, v.61, p. 2022-2039, 1982.

HAUGH, R.R. The Haugh unit for measuring egg quality. **United States Egg Poultry Magazine**, v.43, p.552-555, 1937.

HEMPE, J.K.; LAUXWN, R.C.; SAVAGE, J.E. Rapid determination of egg weight and specific gravity using a computerized data collection system. **Poultry Science**, v.67, p.902-907, 1988.

HUGHES B. O.; DUNCAN, L.J.H., The notion of ethological “need”, models of motivation and animal welfare. **Animal Behaviour**, Amsterdam, v. 36, p. 1696-1707, 1988.

IAL (INSTITUTO ADOLFO LUTZ). Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** v. 1, 3. ed., São Paulo, 1985. p. 287.

JÁCOME, I. M. T. D.; FURTADO, D. A.; LEAL, A. F.; SILVA, J. H. V.; MOURA, J. F. P. Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.527-531, 2007.

JÁCOME, I.M.T.D., **Diferentes sistemas de iluminação artificial usados no alojamento de poedeiras leves.** Tese de Doutorado – Campinas/SP: [s.n], 2009.

JENSEN, P.; TOATES, F. M. Who needs “behavioural needs?” Motivational aspects of the needs of animals. *Applied Animal Behavior Science*, n. 37, p. 161-181, 1993.

KAROUI, R.; KEMPS, B.; BAMELIS, F.; DE DE KETELAERE, B.; DECUYPERE, E.; DE BAERDEMAEKER, J. Methods to evaluate egg freshness in research and industry: a review. **European Food Research and Technology**, v. 222, p. 727-732, 2006.

KIRUNDA, D. F.; SCHEIDELER, S. E.; MCKEE, S. R. **The efficacy of vitamin E (DL- $\alpha$ -tocopherol acetate) supplementation in hen diets to alleviate egg quality deterioration associated with high temperature exposure.** *Poultry Science*, 2001, 80: 1378–1383.

KLOSOWSKI, E. S. et al. Temperatura da água em bebedouros utilizados em instalações para aves de postura. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.493-500, set./dez. 2004.

KRUSCHWITZ, A.; ZUPAN, M.; BUCHWALDER, T.; EICHER, B. H. Nest preference of laying hens (*Gallus gallus domesticus*) and their motivation to exert themselves to gain nest access. **Applied Animal Behaviour Science**. v.112, p.321-330, 2008.

LIMA, C. B. **Efeito do ambiente tropical sobre os animais.** Universidade Federal da Paraíba/Centro de Ciências Agrárias/Departamento de Zootecnia, Paraíba. Disponível em: < [http://zootecniaufal.com/Aulas Bioclimatologia SITE ZOO/Aula 6 - Efeito do ambiente.pdf](http://zootecniaufal.com/Aulas%20Bioclimatologia%20SITE%20ZOO/Aula%206%20-%20Efeito%20do%20ambiente.pdf)>. Acesso em: 21.06.2011.

LIN H., MERTENS K., KEMPS B., GOVAERTS T., DE KETELAERE B., DE BAERDEMAEKER J., DECUYPERE E., BUYSE J. (2004): **New approach of testing the effect of heat stress on eggshell quality: mechanical and material properties of eggshell and membrane.** *Br. Poult. Sci.*, 45, 476–482.

MACARI, M.; FURLAN, R.L. **Ambiência na produção de aves em clima tropical.** In: SILVA, I.J.O. (Ed.). **Ambiência na produção de aves em clima tropical.** Jaboticabal: SBEA, 2001, p.31-87.

MACARI, M. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte.** FUNESP/ UNESP, Jaboticabal, 1994. 296p.

MAGALHÃES, A. P. C., - **Qualidade de ovos comerciais de acordo com a integridade da casca, tipo de embalagem e tempo de armazenamento** – Dissertação. 55 pag. : il. 2007.

MAHMOUD, K.Z.; BECK, M.M.; SCHEIDELER, S.E. et al. Acute high environmental temperature and calcium-estrogen relationships in the hen. **Poultry Science**, v.75, p.1555-1562, 1996.

MANUAL DEKALB WHITE (2009) Disponível em <http://www.granjaplanalto.com.br/Manual%20Dekalb%20White%20Mod.%20Re...Formato> do arquivo: PDF/Adobe Acrobat

MAPA (MINISTERIO DA AGRICULTURA PECUARIA E ABASTECIMENTO). Resolução N° 005 de 05 de julho de 1991. **Padrão de identidade e qualidade para ovo integral**. MAPA, 1991.

MOLINO, A. B.; GARCIA, E. A.; GONÇALVES, H. C.; PELÍCIA, K.; BERTO, D. A.; SILVA, A. P. Avaliação de medidas de qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. In: VII CONGRESSO DE PRODUÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO E CONSUMO DE OVOS, São Pedro, APA, 2009, **Anais...** p. 164-167.

MORENG, R.E.; AVENS, J.S. **Ciência e Produção de aves**. São Paulo: Roca, 1990. 380p.

MULLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 2. ed. Porto Alegre, RS. Ed. sulina, 1982. 158p.

NARUSHIN V.G., VAN KEMPEN T.A., WINELAND M.J., CHRISTENSEN V.L. (2004): **Comparing infrared spectroscopy and egg size measurements for predicting eggshell quality**. *Biosyst. Eng.*, 87, 367–373.

NAZARENO, A. C., **Influência de diferentes sistemas de criação na produção de frangos de corte industrial com ênfase no bem-estar animal**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) 100 f.: il. – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Tecnologia Rural, 2008.

NUTRITIME - **Revista Eletrônica Nutritime**, Artigo 121, v. 7, nº 05 p.1332-1345, Setembro/Outubro 2010.

ÓDEN, K. **Fear and aggression in large floks of laying hens**.Skara, 2003, thesis (Ph.D.) – Swedish University of Agricultural Sciences, 46 p.

OLIVEIRA, B.L. **Ovo – Qualidade e Importância**, Março de 1999. ano 102, n.628. Disponível em <<http://www.sna.agr.br/artigos/artitec-ovos.htm>>, acessado em 29/05/2008.

OLIVEIRA, G. A. et al., Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**.,Viçosa, MG, v.35, n.4, ago. 2006.

OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L. T.; FERREIRA, R. A.; VAZ, R. G. M. V.; SEGATTO, C. P.; Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, vol. 35, n. 3, PP. 797-803. 2007.

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.

PEREIRA, J.C.C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. 3.ed. Belo Horizonte, MG: FEPMVZ, 2001. 555p.

PROTAIS, J. **Qualità dell'uovo da consume: caratteristiche ed alcuni fattori di variazione**. Riv. Avicol., v.60, p.27-32.1991.



RODRIGUES, E. **Fisiologia da homeotermia.** Disponível em: <http://www.ufrj/institutos/it/dau/profs/edmund> > Acesso em: 01 de novembro de 2006.

ROSA, P. S.; AVILA, V. S. Variáveis relacionadas ao rendimento da incubação de ovos em matrizes de frango de corte. **Comunicado Técnico /246/ Embrapa Suínos e Aves**, p. 1-3, Maio 2000.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; XAVIER, E.G.; ROLL, V.F.B.; ROSSI, P. Avanços na fisiologia e desempenho reprodutivo de aves domésticas. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v.31, n.3, p.307-317, 2007.

SALGADO, DOUGLAS D.; NAAS, IRENILZA A. **Avaliação de risco à produção de frango de corte do Estado de São Paulo em função da temperatura ambiente.** Engenharia Agrícola. São Paulo. Vol 30, n 3, Junho, 2010. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162010000300001&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162010000300001&script=sci_arttext)

SANTOS FILHO, J.I.; SCHLINDWEIN, M.M. **Fatores determinantes do consumo de ovos no Brasil.** XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Londrina, Parana, 2007.

SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos). **SAS/STAT user's guide:** version 6. 11<sup>th</sup> ed. Cary, 1996. 842p.

SHARP, P. F & POWELL, C. K. In: Egg Science and Technology. Westport, Connecticut, **the AVI Publishing Company INC**, pg.34, 1973.

SILVA, J. H. V.; JORDÃO FILHO, J.; SILVA, E. L.; RIBEIRO, M. L. G.; FURTADO, D. A. Efeito do bebedouro e da densidade de alojamento no desempenho de frangos de corte em alta temperatura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.636-641. 2005.

SILVA, I. J. O. DA.; BARBOSA FILHO, J. D.; SILVA, M. A. N. DA.; PIEDADE, S. M. S. Influência do sistema de criação nos parâmetros comportamentais de duas linhagens de poedeiras submetidas a duas condições ambientais – **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1439-1446, 2006.

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

SINDIRAÇÕES. SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. A qualidade da casca dos ovos. **Revista Alimentação Animal**. n.16, 1999.

SOUZA, H.B.A. et al. **Efeito da qualidade da casca e higienização com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio na manutenção da qualidade interna de ovos de consumo**. Alimentos e Nutrição, v.5, p.27-36, 1994.

TADTIYANANT, C. et al. **Influence of wet and dry feed on laying hens under heat stress**. Poultry Science, v.70, p. 44-52, 1991.

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

TINÔCO, I.F.F. Ambiência e instalações para a avicultura industrial. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola e Encontro Nacional de Técnicos, Pesquisadores e Educadores de Construções Rurais, 3, 1998, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Lavras: UFLA/SBEA, 1998, p.1-86.

TRINDADE, J. L. DA. **Diagnóstico ambiental e índices zootécnicos em galpões de poedeiras no semi-árido paraibano**. Dissertação – UFCG/DEAg - Campina Grande /PB . 82 pag. 2005.

UBA – união brasileira de avicultura - **Protocolo de Bem-Estar para Aves Poedeiras** - Junho / 2008- online.disponível no site: <http://www.uba.org.br>

UBABEF. Relatório Anual 2010. Brasília: **União Brasileira de Avicultura**, 2010. Disponível em: [www.abef.com.br](http://www.abef.com.br) Acesso em: 18/07/2011.

USDA (United States Department of Agriculture). **Egg grading manual**. Disponível em: <http://www.ams.usda.gov/poultry/pdfs/EggGrading%20manual.pdf> Acesso em 12 abril 2006.

VALLE, R., Encouraging Hens to Lay in Nests. **Regional Technical Manager of Aviagen in Brazil**. August, 2008.

VERCESE, F.; **Efeito da temperatura sobre o desempenho e a qualidade dos ovos de codornas japonesas**. Botucatu, 2010. Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu. V 481 e 59 f.

VITORASSO, G. & PEREIRA, DANILO F. Análise comparativa do ambiente de aviários de postura com diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v.13, n.6, p.788–794, 2009.

VITS, A.; WEITZENBURGER, D.; HAMANN, H.; DISTL, O. Production, egg quality, bone strength, claw length, and keel bone deformities of laying hens housed in furnished cages with different group sizes. **Poultry Science**, v.84, p.1511 – 1519, 2005.

VOISEY, P. W., & HUNT, J. R.. Effect of compression speed on the behaviour of eggshells. **Journal of Agricultural Engineering Research**, 14, 40–46. 1969.

VURSAVUS, K., & O'ZGÜVEN, F., Mechanical behaviour of apricot pit under compression loading. **Journal of Food Engineering**, 65, 255–261. 2004.

WELKER et al. - Temperatura corporal de frangos de corte em diferentes sistemas de climatização - Sociedade Brasileira de Zootecnia - **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1463-1467, 2008.

WESLEY, R. L & STADELMAN, W. J. **Measurements of interior eggs quality.**  
*Poultry Science*, V.38, p.479-481, 1959.

XAVIER, I.M.C.; CANÇADO, S.V.; FIGUEIREDO, T.C. et al. Qualidade de ovos de consumo submetidos a diferentes condições de armazenamento. *Arq. Bras. Med.Vet. Zootec.*, v.60, p.953-959, 2008.

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