

**MARIA DE FÁTIMA ARAÚJO VIEIRA**

**EFEITOS DE DUAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS, DUAS LINHAGENS E DOIS  
SISTEMAS DE VENTILAÇÃO NO DESEMPENHO PRODUTIVO DE  
GALINHAS POEDEIRAS ALOJADAS EM SISTEMAS VERTICAIS DE  
CRIAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2015

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

V657e  
2015

Vieira, Maria de Fátima Araújo, 1984-  
Efeitos de duas condições climáticas, duas linhagens e dois sistemas de ventilação no desempenho produtivo de galinhas poedeiras alojadas em sistemas verticais de criação / Maria de Fátima Araújo Vieira. – Viçosa, MG, 2015.  
viii, 76f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Richard Stephen Gates.  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Galinhas - Criação. 2. Aves - Fatores climáticos. 3. Aves - Instalações - ventilação. 4. Bioclimatização. 5. Ovos - Produção . I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Agrícola. Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola. II. Título.

CDD 22. ed. 631.2

**MARIA DE FÁTIMA ARAÚJO VIEIRA**

**EFEITOS DE DUAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS, DUAS LINHAGENS E DOIS  
SISTEMAS DE VENTILAÇÃO NO DESEMPENHO PRODUTIVO DE  
GALINHAS POEDEIRAS ALOJADAS EM SISTEMAS VERTICAIS DE  
CRIAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 20 de março de 2015

---

Profa. Ilda de Fátima Ferreira Tinôco  
(Coorientador)

---

Profa. Maria Clara de Carvalho Guimarães

---

Prof. Matteo Barbari

---

Prof. Sérgio Luiz de Toledo Barreto

---

Prof. Richard Stephen Gates  
(Orientador)

À minha Mãe,  
Ao meu Pai,  
Aos meus irmãos,  
Aos meus sobrinhos.  
Forças indispensáveis à minha conquista.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

À Deus, meu refúgio, força e luz na caminhada da vida.

Aos meus pais, José Geraldo e Maria Gorete, meus exemplos de vida e minha base. Por todo carinho, ensinamentos, incentivo, confiança, compreensão, respeito e acima de tudo, por todo amor dedicado a mim e à nossa família.

Aos meus irmãos, José Mário e Josimar, e meus sobrinhos, Maria Eduarda, Júlia, João Pedro e Miguel, pelo amor e carinho a mim dedicados, por me apoiarem em todas as minhas decisões e estarem sempre ao meu lado.

Aos amigos Deborah, Maria Clara, Irene, Cinara, Keles, e Marcos pela amizade, companheirismo, apoio, paciência e por mesmo à distância estarem sempre dispostos a me ajudar com seus valiosos conselhos.

Aos amigos da ZOO/2005, em especial Gabi, Cinthia, Tata, Poly, Mel, Rodrigo, Quequé e Valdir, que mesmo distantes estiveram sempre presentes.

Aos amigos de Viçosa e de Brás Pires, Gabi, Allan, Lyvinha, Monique, Vanessa, Bia, Lillyam, Lili e Micheli, por tornar a minha vida mais leve.

Aos amigos do ambiagro, Diogo, Múcio, Monique, Kelle, Tatiany, Fernandinha, Luis, Carlos, Márcia, Jadson, Lina e Robinson pelo apoio e paciência.

À minha orientadora, professora Ilda de Fátima Ferreira Tinôco, pelos sábios ensinamentos, valiosos conselhos, confiança, incentivo, amizade, carinho e por ter se tornado uma verdadeira mãe nesses longos anos de UFV.

Ao meu orientador Richard S. Gates pelos sábios ensinamentos, conselhos, incentivo e paciência.

Aos professores Cecília de Fátima Souza, Fernando da Costa Baêta, Lêda Rita D'Antonino Faroni, Jadir Nogueira da Silva, Sérgio Zolnier e Paulo Roberto Cecon pelos ensinamentos de todos estes anos.

Ao Dr. Guilherme Del Nero Maia, por toda ajuda e paciência no decorrer das correções.

Aos professores Maria Clara de Carvalho Guimarães, Matteo Barbari, Sérgio Luiz de Toledo Barreto pelas sugestões indispensáveis à conclusão deste trabalho.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Engenharia Agrícola e seus funcionários.

Aos órgãos de fomento, Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

## **BIOGRAFIA**

MARIA DE FÁTIMA ARAÚJO VIEIRA nasceu em 30 de outubro de 1984, filha de José Geraldo Vieira e Maria Gorete de Araújo Vieira, na cidade de Senador Firmino, Minas Gerais.

Em 2009 graduou-se em Zootecnia pela na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

Em agosto de 2009 iniciou o curso de pós-graduação em Engenharia Agrícola, na área de Construções Rurais e Ambiente, nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa.

Em agosto de 2011 iniciou o curso de pós-graduação em Engenharia Agrícola, na área de Construções Rurais e Ambiente, nível de Doutorado, na Universidade Federal de Viçosa.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2. ARTIGO I: FATORES DE INFLUÊNCIA DO AMBIENTE TÉRMICO NA RESPOSTA PRODUTIVA DE GALINHAS POEDEIRAS - REVISÃO .....	4
2.1. INTRODUÇÃO: .....	4
<b>2.2. FATORES DE INFLUÊNCIA DO AMBIENTE NA RESPOSTA PRODUTIVA DE GALINHAS POEDEIRAS</b> .....	5
<b>2.2.1 O ambiente térmico</b> .....	5
2.2.2 Zona de conforto térmico e homeotermia .....	7
2.3. RESPOSTAS FISIOLÓGICAS AO ESTRESSE POR CALOR .....	9
2.4 TIPOLOGIAS CONSTRUTIVAS DOS AVIÁRIOS PRATICADOS NO BRASIL E INFLUÊNCIA NO AMBIENTE TÉRMICO .....	12
2.5. EFEITOS DA TEMPERATURA NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE OVOS .....	16
2.6. INTERAÇÃO ENTRE NUTRIÇÃO E AMBIENTE TÉRMICO E SESUS EFEITOS NO DESEMPENHO PRODUTIVO E NA QUALIDADE DOS OVOS ..	20
2.6.1. Nutrição .....	20
2.6.2. Manipulação da dieta .....	21
2.6.2.1. Energia .....	21
2.6.2.2 Gordura .....	22
2.6.2.3 Proteína .....	22
2.6.2.4 Água .....	23
2.6.2.5 Vitaminas .....	24
2.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	24
2. 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25
3. ARTIGO II: INFLUÊNCIA DE DUAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS SOBRE O DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE GALINHAS POEDEIRAS DAS LINHAGENS DEKALB WHITE E HY-LINE W36, ALOJADAS EM INSTALAÇÕES ABERTAS, COM SISTEMA VERTICAL DE CRIAÇÃO E SUBMETIDAS A CONDICIONAMENTO TÉRMICO NATURAL, DURANTE O PICO DE POSTURA. 34	
3.1. RESUMO: .....	34
3.2. ABSTRACT: .....	35
3.3. INTRODUÇÃO .....	36
3.4. MATERIAL E MÉTODOS .....	38
3.4.1 Generalidades dos galpões avícolas .....	39
3.4.2 Avaliação das condições climáticas .....	39

3.4.3 Avaliação do desempenho produtivo das aves.....	40
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	41
3.5.1 Variáveis climatológicas - Temperaturas médias mensais e umidade relativa do ar para a região em estudo.....	41
3.5.2 Análise comparativa do desempenho produtivo das aves entre os períodos avaliados (Período Quente x Período Frio).....	44
3.5.3 Análise comparativa do desempenho produtivo das aves entre as linhagens estudadas (Hy-Line W36 e Dekalb White) .....	49
3.6. CONCLUSÕES .....	51
3.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....	52
4. ARTIGO III: ANÁLISE COMPARATIVA DE AVIÁRIOS DE POSTURA FECHADOS COM SISTEMA DE VENTILAÇÃO POR PRESSÃO NEGATIVA E AVIÁRIOS ABERTOS COM VENTILAÇÃO NATURAL QUANTO AO DESEMPENHO PRODUTIVO DE GALINHAS POEDEIRAS DA LINHAGEM DEKALB WHITE.....	56
4.1 RESUMO: .....	56
4.2. ABSTRACT:.....	57
4.3. INTRODUÇÃO: .....	58
4.4 MATERIAL e MÉTODOS .....	59
4.4.1 Generalidades dos galpões avícolas .....	60
<b>4.4.1.1 Aviários abertos com ventilação natural (AAVN)</b> .....	60
4.4.2 Avaliação do ambiente térmico:.....	61
4.4.3 Avaliação do desempenho produtivo das aves.....	62
4.4.4. Análise estatística.....	62
4.5 RESULTADOS e DISCUSSÃO.....	63
4.5.1 Ambiente Térmico: .....	63
4.5.2. Desempenho produtivo das aves .....	66
4.5 CONCLUSÕES:.....	72
4.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....	73
5. CONCLUSÕES GERAIS .....	75

## RESUMO

VIEIRA, Maria de Fátima Araújo, D.Sc, Universidade Federal de Viçosa, março de 2015. **Efeitos de duas condições climáticas, duas linhagens e dois sistemas de ventilação no desempenho produtivo de galinhas poedeiras alojadas em sistemas verticais de criação.** Orientador: Richard Stephen Gates. Coorientadores: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco e Paulo Roberto Cecon.

Um dos grandes desafios à produção de ovos, no Brasil, são os fatores ambientais, que limitam o bem-estar e a produtividade das aves. A maioria das instalações utilizadas na avicultura de postura do Brasil são alojamentos abertos, sem isolamento térmico e com uso apenas de ventilação natural. Contudo, recentemente vem sendo introduzidos sistemas de alojamentos verticais concebidos com uso de ventilação negativa em modo túnel, associados ou não a sistemas de resfriamento adiabático evaporativo. Objetivou-se com o atual estudo: 1) Identificar os principais fatores de influência do ambiente térmico na resposta produtiva de galinhas poedeiras, com destaque às condições de estresse por calor. 2) Diagnosticar e avaliar o desempenho zootécnico de galinhas poedeiras, Dekalb White e Hy-line W36, em pico de postura, alojadas em instalações abertas, com sistema vertical de criação e submetidas a acondicionamento térmico natural, em uma das maiores indústrias de produção de ovos do Brasil. Este levantamento foi feito com base em duas diferentes condições climáticas anuais: de frio e de calor, para uma serie histórica de 9 anos. Também comparou os resultados de desempenho de ambas as linhagens sob condições climáticas e idades de postura equivalentes, no intuito de se destacar àquela que apresenta maior adaptabilidade às condições climáticas da região estudada. 3) Comparar, para a linhagem Dekalb White, os resultados médios de desempenho produtivo obtidos em dois sistemas de ventilação: a) Aviários Abertos com Ventilação Natural (AAVN) e, b) Aviários Fechados com Sistema de Ventilação Negativa (AFVNe). Ficou evidente que para que as aves de postura possam expressar seu potencial máximo de produção, é necessário que, entre outros fatores, a temperatura e a umidade relativa do ar estejam dentro de níveis toleráveis. Para isso, devem ser previstas medidas como melhorias das tipologias construtivas e utilização de sistemas de acondicionamento ambiente. Em temperaturas mais baixas (média de 16 °C) as aves apresentam melhor desempenho zootécnico, independente da linhagem. As aves Hy-Line W36 apresentam melhor desempenho, comparadas às Dekalb White, nas condições avaliadas. Verificou-se também que os galpões fechados apresentaram melhores condições ambientais e desempenho de aves em sistemas verticais de criação, para a região estudada.

## ABSTRACT

VIEIRA, Maria de Fátima Araújo, D.Sc, Universidade Federal de Viçosa, March, 2015. **Effects of two climatic conditions, two lineages and two ventilation systems in the performance of laying hens housed in vertical systems.** Adviser: Richard Stephen Gates. Co-Advisers: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco and Paulo Roberto Cecon.

A major challenge for egg production in Brazil is the lack of efficient environmental control that limit the welfare and productivity of laying hens. The majority of Brazil's egg production facilities are open, without insulation, and using only natural ventilation. Recently, vertical and mechanically ventilated housing systems were introduced using negative pressure in tunnel mode, with or without adiabatic evaporative cooling systems. In order to assess environmental factors and facility design affecting welfare and productivity in Brazilian egg production systems, the following objectives were proposed: 1) Identification of main factors influencing the thermal environment in the productive response of laying hens, specially in heat stress; 2) Diagnose and evaluation of performance of laying hens Dekalb White and Hy-line W36, in peak production of eggs, housed in open facilities with vertical system and subjected to natural thermal conditioning in one of the largest egg production companies in Brazil. This research was based on two different annual weather conditions: cold and hot, to a historic series of 9 years. Also, compared the performance of both strains under the same climatic conditions and same age to assess the adaptability of these strains to the local climate conditions of the region studied. 3) Compare, for Dekalb White, the average results of performance obtained in two ventilation systems: a) Open facilities with Natural Ventilation (AAVN) and; b) Mechanically ventlated facilities under negative pressure System (AFVNe). It was clear that for the laying hens can express their maximum production, it is necessary for, among other factors, the temperature and relative humidity are within tolerable levels. For this, provision should be made as improvements of building typologies and usage environment packaging systems. At lower temperatures (average 16 ° C) the hens have better growth performance, regardless of lineage. Hy-Line W36 presented better perform compared to Dekalb White under the conditions evaluated. It was also verified that the mechanically ventilated facilities were more satisfactory in relation to environmental conditions and laying hen performance in vertical farming systems, for the studied region.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A criação de galinhas poedeiras tem se tornado, ao longo dos anos, um empreendimento de grande rentabilidade, constituindo-se uma das principais atividades do setor agropecuário do Brasil. Hoje o país se encontra entre os maiores produtores de ovos do mundo, tendo produzido, em 2013, 34,12 bilhões de unidades, valor 7,4% superior ao mesmo período de 2012. São Paulo, principal estado produtor, é responsável por 34,33% da produção, seguido pelos estados de Minas Gerais (12,37%) e Espírito Santo (8,68%), demonstrando destaque da Região Sudeste na produção nacional de ovos (UBABEF, 2014).

O crescente desenvolvimento da avicultura de postura brasileira pode ser explicado pelo fato da atividade propiciar uma das mais importantes fontes de proteína de origem animal com vistas à nutrição humana, o ovo, o qual é um alimento de alto valor nutritivo e baixo custo, sendo acessível a todas as classes sociais.

Assim, o ovo, por ser um dos alimentos mais nutritivos da natureza, oferece aos consumidores um balanço quase completo em nutrientes essenciais como proteínas de excelente valor biológico, vitaminas, minerais, gorduras insaturadas, antioxidantes, (PASCOAL et al., 2008), além de possuir baixo teor calórico, com apenas 143 kcal (NEPA, UNICAMP, 2011).

Contudo, a utilização das vantagens nutricionais e o aumento do consumo de ovos pela população dependem, além de outros fatores, da qualidade do produto oferecido ao consumidor, que é determinada por um conjunto de características, que podem influenciar o seu grau de aceitabilidade no mercado (BARBOSA et al., 2009). Dessa forma, destaca-se a importância de toda a cadeia produtiva, garantindo assim o fornecimento de ovos em quantidade e qualidade para toda a população.

Segundo Carcalho (2012), em países de clima tropical, como é o caso do Brasil, um dos grandes desafios à produção, tanto de carne quanto de ovos, são os fatores ambientais, os quais limitam o bem-estar e a produtividade das aves.

Considerando-se que o Brasil está localizado ao sul da linha do Equador, na faixa mais quente do globo terrestre, onde as médias de temperatura ao longo do ano geralmente são muito superiores ao desejável para o conforto térmico das aves, especialmente no verão, entende-se que se deve atentar prioritariamente para os problemas relativos ao estresse por calor (SILVA et al., 2001).

Levando em consideração o fato das aves possuírem um centro termorregulador no sistema nervoso central, capaz de manter sua homeotermia até certos limites de adversidade do ambiente, pode-se afirmar que um dos fatores de maior limitação para a

sua produção é o ambiente térmico ao qual estão expostas. Assim, a manutenção da temperatura corporal é obtida por uma série de ajustes fisiológicos, morfológicos e comportamentais, no sentido de minimizar a diferença entre a produção e a dissipação de calor pelo organismo (MORO, 1995; SILVA, 2001, MACARI et al., 2008).

A susceptibilidade das aves ao estresse por calor está diretamente relacionada à umidade relativa do ar e à temperatura ambiente, as quais, quando expostas ao calor, apresentam respostas fisiológicas compensatórias que as permitem voltar à zona de conforto térmico (TINÔCO e GATES, 2005; CAIRES et al., 2008; RABELLO, 2008). Para as aves de postura estas respostas fisiológicas indicativas de estresse térmico podem alterar o desempenho zootécnico, interferindo tanto no bem-estar quanto na qualidade do produto.

No caso específico das instalações utilizadas na avicultura de postura do Brasil, país este de clima quente (tropical e sub-tropical), tem-se que a maioria maciça dos alojamentos são abertos, sem isolamento térmico e com uso apenas de ventilação natural, o que pode ser explicado pelo fato de que a depressão psicrométrica (variação entre a máxima e mínima temperaturas absolutas) seja pequena comparativamente as regiões temperadas do mundo. Contudo, ocorre que, em regiões mais quentes do país e especialmente nos períodos mais quentes do ano, as poedeiras na fase de produção, quando são mais vulneráveis ao estresse por calor, ficam expostas a situações de desconforto térmico, muitas vezes prejudicial à produção e ao seu bem-estar. Esta situação torna-se ainda mais grave nos sistemas de alojamentos verticais (sistemas estes em crescente expansão no Brasil), constituídos por maior número de andares de gaiolas e, portanto, por maior número de aves abrigadas por espaço de alojamento.

Neste sentido, para os sistemas de alojamentos verticais de galinhas poedeiras, muito recentemente vem sendo introduzidos sistemas de criação concebidos com uso de ventilação negativa em modo túnel, associados ou não a sistemas de resfriamento adiabático evaporativo. Contudo, ainda não existem estudos sobre os efeitos destes novos sistemas de acondicionamento ambiente por ventilação negativa nos resultados térmicos ambientais e de desempenho produtivo e bem-estar de galinhas poedeiras, comparativamente ou não com os sistemas verticais com ventilação natural ainda predominantes no Brasil.

Diante do exposto, teve-se como base três objetivos principais assim discriminados:

1) Realizar uma revisão dos fatores de influência do ambiente térmico na resposta produtiva de galinhas poedeiras, com especial destaque às condições de estresse por calor.

2) Diagnosticar e avaliar os resultados históricos de campo de uma das maiores indústrias de produção de ovos do Brasil, quanto ao desempenho zootécnico de galinhas poedeiras das linhagens Dekalb White e Hy-line W36, para o sistema de alojamento com as seguintes características: instalações abertas, em sistema vertical de criação e submetidas a acondicionamento térmico natural, (ventilação natural), durante o pico de produção de ovos.

3) Comparar, para a linhagem Dekalb White, os resultados médios de desempenho produtivo históricos obtidos em dois sistemas de ventilação: a) Aviários Abertos com Ventilação Natural (AAVN) e, b) Aviários Fechados com Sistema de Ventilação Negativa (AFVNe).

Buscando reportar os resultados da presente pesquisa, de acordo com os objetivos previamente delineados, a tese foi organizada em artigos, da seguinte maneira:

- Artigo I: Fatores de influência do ambiente térmico na resposta produtiva de galinhas poedeiras – Revisão

- Artigo II: Influência de duas diferentes condições climáticas sobre o desempenho zootécnico de galinhas poedeiras das linhagens Dekalb White e Hy-Line W36, alojadas em instalações abertas, com sistema vertical de criação e submetidas a acondicionamento térmico natural, durante o pico de postura.

- Artigo III: Análise comparativa de aviários de postura fechados com sistema de ventilação por pressão negativa e aviários abertos com ventilação natural quanto ao desempenho produtivo de galinhas poedeiras da linhagem Dekalb White.

## **2. ARTIGO I: FATORES DE INFLUÊNCIA DO AMBIENTE TÉRMICO NA RESPOSTA PRODUTIVA DE GALINHAS POEDEIRAS - REVISÃO**

### **2.1. INTRODUÇÃO:**

O crescente desenvolvimento da avicultura de postura brasileira pode ser explicado pelo fato da atividade propiciar uma das mais importantes fontes de proteína de origem animal com vistas à nutrição humana, o ovo, o qual é um alimento de alto valor nutritivo e baixo custo, sendo acessível a todas as classes sociais.

Segundo Carcalho (2012), em países de clima tropical um dos grandes desafios à produção de ovos, são os fatores ambientais, os quais limitam o bem-estar e a produtividade das aves. Assim, considerando-se que o Brasil está localizado ao sul da linha do Equador, na faixa mais quente do globo terrestre, onde as médias de temperatura ao longo do ano geralmente são muito superiores ao desejável para o conforto térmico das aves, especialmente no verão, entende-se que se deve atentar prioritariamente para os problemas relativos a estresse por calor (SILVA et al., 2001).

No entanto, o conceito de ambiente é muito amplo, pois inclui todas as condições que afetam o desenvolvimento dos animais (ROLLER e STOMBAUGH, 1976). De acordo com Bridi (2006), o ambiente pode ser definido como a soma de impactos dos circundantes físicos e biológicos e tem grande importância no sistema de produção animal. Dentro do contexto da produção animal o ambiente caracteriza-se como a soma do ambiente térmico (temperatura, umidade, velocidade e outros), acústico (ruídos), aéreo (gases e poeiras), social (hierarquia do grupo de aves) (VIGODERIS, 2007), incluindo-se ainda os fatores relacionados às condições de manejo (alimentação/nutrição oferecida e densidade), entre outros.

Contudo, levando em consideração o fato das aves possuírem um centro termorregulador no sistema nervoso central, capaz de manter sua homeotermia até certos limites de adversidade do ambiente, pode-se afirmar que um dos fatores de maior limitação para a sua produção é o ambiente térmico ao qual estão expostas. Assim, a manutenção da temperatura corporal é obtida por uma série de ajustes fisiológicos, morfológicos e comportamentais, no sentido de minimizar a diferença entre a produção e a dissipação de calor pelo organismo (MORO, 1995; SILVA, 2001, MACARI et al., 2008).

A susceptibilidade das aves ao estresse por calor está diretamente relacionada à umidade relativa do ar e à temperatura ambiente, as quais, quando expostas ao calor, apresentam respostas fisiológicas compensatórias que as permitem, até certo limite de

adversidade, voltar à zona de conforto térmico (TINÔCO e GATES, 2005; CAIRES et al., 2008; RABELLO, 2008). Para as aves de postura estas respostas fisiológicas indicativas de estresse térmico podem alterar o desempenho zootécnico, interferindo tanto no bem-estar quanto na qualidade do produto, podendo levar a elevados índices de mortalidade e inviabilizar a atividade.

No caso específico das instalações utilizadas na avicultura de postura do Brasil, país este de clima quente (tropical e sub-tropical), tem-se que a maioria maciça dos alojamentos são abertos, sem isolamento térmico e com uso apenas de ventilação natural, o que pode ser explicado pelo fato de que a depressão psicrométrica (variação entre a máxima e mínima temperaturas absolutas) seja pequena comparativamente as regiões temperadas do mundo. Contudo, ocorre que, em regiões mais quentes do país e especialmente nos períodos mais quentes do ano, as poedeiras na fase de postura, quando são mais vulneráveis ao estresse por calor, ficam expostas a situações de desconforto térmico muitas vezes prejudiciais à produção e ao seu bem-estar. Esta situação torna-se ainda mais grave nos sistemas de alojamentos verticais (sistemas estes em crescente expansão no Brasil), constituídos por maior número de andares de gaiolas e, portanto, por maior número de aves abrigadas por espaço de alojamento.

Com base no exposto, objetivou-se levantar principais fatores de influência do ambiente na resposta produtiva de galinhas poedeiras, com especial destaque às condições de estresse por calor.

## **2.2. FATORES DE INFLUÊNCIA DO AMBIENTE NA RESPOSTA PRODUTIVA DE GALINHAS POEDEIRAS**

### **2.2.1 O ambiente térmico**

Considera-se o termo ambiência térmica quando se analisa as características de meio ambiente em função da zona de conforto térmico da espécie, associado a características fisiológicas que atuam na regulação da temperatura interna do animal, bem como a minimização dos fatores estressantes como densidade animal, conforto e possibilidade de realizar comportamento natural, ausência de poluição sonora, ambiental e de gases tóxicos (BRIDI, 2006).

A zona de conforto térmico para galinha poedeiras adultas situa-se entre 20 a 24°C (CHEPETE e XIN, 2000; TURNPENNY et al., 2000; YANAGI JR et al., 2002), e a umidade relativa 50 a 70% (TICOCO, 2001; FERREIRA, 2005; BAETA e SOUZA, 2010). Esta zona é definida como uma faixa de temperatura ambiente em que a taxa metabólica é mínima e independente da temperatura.

As aves são classificadas como animais homeotermos por possuir a capacidade de manter a temperatura interna constante. Além disso, são também consideradas um sistema termodinâmico aberto, pois apresentam constante troca de energia com o ambiente (BAÊTA e SOUZA, 2010). Entretanto, este mecanismo possui maior eficiência quando a temperatura do ambiente encontra-se dentro de certos limites, pois as aves não se ajustam, perfeitamente, em extremos de temperatura. Dessa forma, é importante que estes animais sejam alojados em ambientes, onde seja possível o balanço térmico (RUTZ, 1994).

Existem diversos fatores que contribuem para a criação de um ambiente adequado para a produção, dentre os quais se destacam a temperatura e a umidade relativa do ar, a poeira, a ventilação, a concentração de amônia e a densidade de criação (TINÔCO, 2001; SARMENTO et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2006; NÄÄS et al., 2007, MENEGALI et al., 2009, DAMASCENO et al., 2010).

A temperatura e umidade são as variáveis climáticas mais altamente correlacionadas ao conforto térmico animal, uma vez que, em temperaturas muito elevadas (acima de 35°C), o principal meio de dissipação de calor das aves é a evaporação, que depende da umidade relativa do ar (BAETA e SOUZA, 2010).

De acordo com Oliveira et al. (2006), a capacidade das aves em suportar o calor é inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar. Dessa forma, quanto maior a umidade relativa do ar, maior a dificuldade da ave em remover calor interno pelas vias aéreas, o que leva ao aumento da frequência respiratória. Todo esse processo que a ave realiza no sentido de manutenção da homeotermia promove modificações fisiológicas que podem comprometer seu desempenho.

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 de ovos com má formação de casca e até o óbito. Em contrapartida, as aves atingem níveis ideais de produtividades quando expostas a condições adequadas de temperatura, nas quais não necessitam utilizar sua energia metabolizável tanto para compensar o frio como para acionar seu sistema de refrigeração a fim de resistir ao calor ambiental (NÄÄS, 1992).

Dessa forma, a condição ambiental deve ser manejada, na medida do possível, para evitar os efeitos negativos sobre o desempenho produtivo das aves, com consequente efeito sobre a produção animal (MACARI et al., 2002).

### **2.2.2 Zona de conforto térmico e homeotermia**

O conforto animal, até alguns anos atrás, era visto como um problema secundário, tanto do ponto de vista ecológico quanto produtivo. Acreditava-se que o desconforto seria resolvido com o uso de condicionamento artificial, sem considerar os custos e problemas de implantação de um sistema. Porém, nas últimas décadas, a preocupação com bem-estar animal vem crescendo notoriamente, sendo um dos assuntos mais discutidos, principalmente quando associado às respostas fisiológicas como indicadores de conforto térmico e ambiental (SILVA, 2001; OGUNTUNJI et al., 2008; VITORASSO e PEREIRA, 2009; TINOCO et al., 2014).

Desde então, a indústria avícola passou a buscar na ambiência a possibilidade de melhoria no conforto e desempenho animal como forma de manter o bem-estar das aves, assim como a competitividade de mercado. Dessa forma, os fatores ambientais passaram a ser considerados de grande importância no processo de produção, dando início a vários estudos que culminaram na proposta e criação de índices do ambiente térmico de produção.

Considerando-se o efeito da temperatura sobre o desempenho das aves de postura, diversos estudos demonstram que existe uma zona de conforto térmico na qual é aconselhável que o animal esteja. No entanto, para determinação dessa faixa de conforto térmico é necessário conhecer as interações entre as variáveis que podem influenciar nesse processo, tais como umidade, manejo, ventilação, instalações, genética, idade das aves, dentre outras. Em condições tropicais, Silva (1998) propôs modelos matemáticos para prever efeitos da temperatura e sistemas de climatização na produção de ovo. Segundo Yanagi Jr. (2006), outras técnicas matemáticas, como a lógica fuzzy e redes neurais também tem sido usadas para predição de condições de conforto e desconforto térmico de animais, bem como o seu desempenho produtivo e reprodutivo, além de permitir o controle de ambientes.

De acordo com Smith (1964), zona de conforto térmico, é aquela em que a resposta animal ao ambiente é positiva e a demanda ambiental é conciliada com a produção basal, acrescida da produção de calor equivalente à atividade normal e do incremento calórico da alimentação. Nessa zona, variável para cada tipo de fase e manejo, o animal alcança seu potencial máximo, e a temperatura corporal é mantida com a mínima utilização de mecanismos termorregulatórios. A Figura 1.2, obtida de alguns autores (BIANCA, 1968; HAFEZ, 1973; MÜLLER, 1989) e adaptada por Bridi (2006), ilustra as variações da temperatura corporal de um animal homeotérmico.

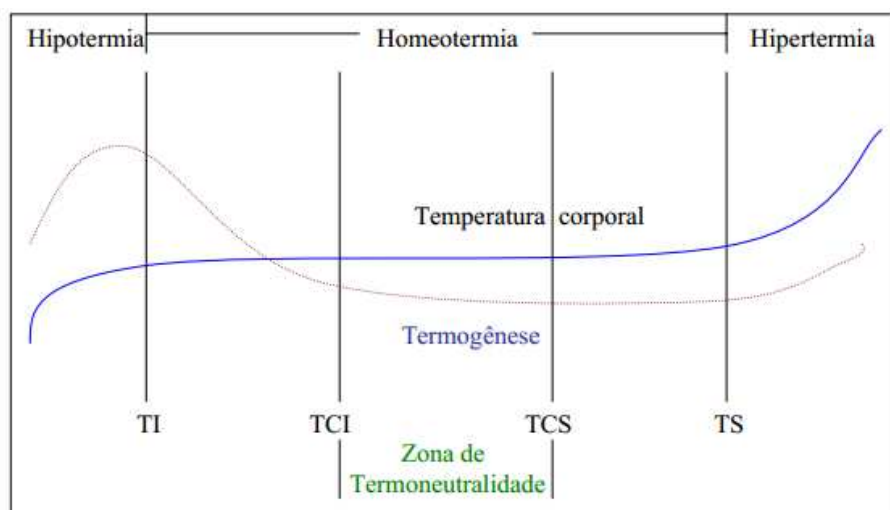


Figura 1.2. Variações da temperatura corporal de um animal homeotérmico em função da temperatura ambiente

Fonte: Bianca, 1968, Hafez, 1973; Müller (1989), Bridi, 2006

De acordo com o gráfico, existe uma faixa de temperatura ambiente em que o metabolismo do animal é mínimo, não tendo esse a necessidade de produzir ou perder calor corporal, sendo essa faixa denominada de zona de termoneutralidade. Nessa faixa os animais se encontram em conforto térmico e podem expressar seu máximo potencial genético. A zona de termoneutralidade é limitada em ambos os extremos pela Temperatura Crítica Inferior (TCI) e Temperatura Crítica Superior (TCS).

A zona de conforto térmico varia de acordo com a espécie e dentro da mesma espécie animal. Nas aves, essa faixa de temperatura pode mudar de acordo com sua constituição genética, idade, sexo, tamanho corporal, peso, dieta, estado fisiológico, variação da temperatura ambiente, radiação, umidade e velocidade do ar (FURTADO et al. 2003). Para aves em fase de produção, a zona termoneutra situa-se em torno entre 20 e 24°C (CHEPETE e XIN, 2000; TURNPENNY et al., 2000; YANAGI et al., 2002, BORGES, 2003; FERREIRA, 2005).

Também, existe uma zona de temperatura ambiental em que o animal consegue manter a sua temperatura corporal entre a Temperatura Inferior (TI) e a Temperatura Superior (TS). No entanto, é necessário que o animal lance mão de ajustes fisiológicos para manutenção da temperatura corporal.

De acordo com Moura (2001) quando a temperatura ambiente está acima da zona termoneutra ocorre redução na atividade física, além de diminuição da produção interna de calor das aves e o calor metabólico migra à superfície do corpo, na tentativa de liberar calor ao ambiente, pelos processos de condução, convecção e radiação. Também pode ocorrer redução no desempenho produtivo das aves, uma vez que ocorre

queda no consumo dos alimentos induzida pelo calor, o que de forma indireta, representa perda econômica para o produtor (TINÔCO, 2001).

Já quando a temperatura encontra-se abaixo da temperatura limite de conforto, o animal precisa produzir calor corporal, o que pode comprometer crescimento e produção das aves devido à redução da eficiência da conversão alimentar das mesmas (SILVA e SEVEGNANI, 2001).

Abaixo da TI, o animal não consegue aporte de energia térmica suficiente para compensar as perdas, e acima de TS, o organismo é incapaz de impedir a elevação de sua temperatura interna, ocorrendo hipotermia ou hipertermia respectivamente, ocasionando a morte do animal.

Como já exposto anteriormente, as aves necessitam manter a temperatura interna corporal em níveis relativamente constantes, em ambientes cujas condições térmicas são as mais variadas, através de mecanismos fisiológicos de controle. De acordo com Tinôco (2001), esses ajustes são feitos em detrimento da produção destes animais que, ao invés de empregar nutrientes para sua produção, mobiliza-os para compensar o estresse por calor a que estão submetidas.

### **2.3. RESPOSTAS FISIOLÓGICAS AO ESTRESSE POR CALOR**

A temperatura corporal de animais homeotérmicos é mantida dentro de limites estreitos por uma série de mecanismos de regulação térmica, os quais incluem respostas fisiológicas e comportamentais ao ambiente. Segundo Souza (2005), a manutenção da homeotermia, de acordo com os princípios da termodinâmica, significa que os animais estão em constante troca térmica com o ambiente. Nesse processo, os fatores externos do ambiente (temperatura, umidade relativa, vento, radiação, dentre outros) tendem a produzir variações internas nas aves, influenciando a quantidade de energia trocada entre ave e meio, havendo, muitas vezes, a necessidade de ajustes fisiológicos para a ocorrência do balanço de calor (BAÊTA e SOUZA, 2010).

O estresse causado pelo ambiente térmico, principalmente em condições elevadas de temperatura e umidade, influencia a produtividade dos animais por alterar sua troca de calor com o ambiente. Nesses casos, as aves terão dificuldade na transferência desse excedente de calor para o ambiente, ocasionando a elevação de temperatura corporal, modificações na taxa de consumo dos alimentos e ganho de peso, tendo como consequência, o desconforto térmico e a queda de produção (CURTIS, 1983; SOUZA, 2005).

Devido às características do metabolismo intenso da ave, de toda sua energia consumida, em torno de 20% são carregados para a sua produção e o restante se destina à sua manutenção (ABREU e ABREU, 2004). Porém, se o animal estiver em estresse por calor, a energia destinada à produção é desviada para manutenção da homeotermia.

Temperaturas elevadas afetam todo o organismo, pois alteram os processos fisiológicos que envolvem as aves. Dentre esses processos, pode-se incluir a vasodilatação periférica, na qual a ave consegue aumentar a área de troca de calor, na tentativa de aumentar a dissipação do mesmo através da manutenção das asas mais afastadas do corpo e intensificação da circulação periférica. Sendo assim, o calor metabólico pode ser dissipado para o ambiente através de processos tais como convecção, radiação e condução. O aumento da produção de urina também contribui na perda de calor não evaporativo, desde que esta perda de água seja compensada por um maior consumo de água fria (MOURA, 2001; BORGES et al., 2003).

O principal mecanismo de dissipação de calor empregado pelas aves é a evaporação. Uma vez que as aves não possuem glândulas sudoríparas, essa perda de calor ocorre, em maior parte, através da respiração. Em galinhas poedeiras, a evaporação respiratória elimina cerca de 8% do calor metabólico produzido em um ambiente a 5°C, ao passo que sob 35°C cerca de 40% é dissipado por essa via (SILVA, 2000).

Aves submetidas a altas temperaturas ambientais aumentam a frequência respiratória com intuito de reduzir a temperatura corporal. Esse processo provoca hiperventilação nos pulmões causando intensa perda de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) do sangue. Assim a pressão parcial de  $\text{CO}_2$  ( $\text{pCO}_2$ ) diminui, levando à queda na concentração de ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) e dos íons ( $\text{H}^+$ ). Inicialmente a concentração de  $\text{HCO}_3^-$  no plasma sanguíneo permanece inalterada, no entanto reações tamponantes, como tampões não bicarbonato, ocorrem imediatamente. Os rins reduzem a excreção de  $\text{H}^+$  pelos túbulos renais e a excreção de bicarbonato filtrado aumenta, permitindo, assim, maior perda de  $\text{HCO}_3^-$  na urina. Com a excreção progressiva de  $\text{HCO}_3^-$  a concentração no plasma tende a cair, chegando a níveis subnormais. Como resultado, a proporção  $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_2$  aproxima-se de valores normais (compensação renal), ajustando o pH sanguíneo, levando conseqüentemente ao quadro de alcalose respiratória (BOTTJE et al., 1985; SILVA, 1996; YAHAV et al., 1997; FURLAN et al., 2008).

A alcalose respiratória, por sua vez, influencia no equilíbrio eletrolítico e mineral das aves. Para compensar esse desequilíbrio ácido-básico, ocorre uma descarga de ácidos orgânicos no sangue que complexam o cálcio, diminuindo a quantidade de

cálcio livre ou ionizado que seria utilizado para a formação da casca do ovo. Como consequência, ocorre perda de peso do ovo, ocorrência de ovos pequenos, e de casca fina (BORGES et al., 2003; FRANCO e SAKAMOTO, 2007; JACOME, 2007). Na Figura 2.2, pode-se observar a resposta das aves ao estresse por calor.

A umidade relativa do ar também influencia a respiração ofegante, pois quanto maior a umidade ambiental, mais rápida é a taxa respiratória. De acordo com Macari et al. (2008), a umidade relativa do ar passa a ter importância quando a temperatura ultrapassa 25°C. Altos teores de umidade relativa, associados a temperaturas elevadas, dificultam a remoção de umidade pelas vias aéreas, tornando a respiração cada vez mais ofegante o que também pode acarretar o quadro de alcalose respiratória mencionado anteriormente.

O estresse por calor também aumenta a secreção renal de K<sup>+</sup>, diminuindo a sua concentração no plasma, resultando em queda no desempenho, visto que o K<sup>+</sup> está envolvido na condução nervosa, excitação e síntese de proteínas.

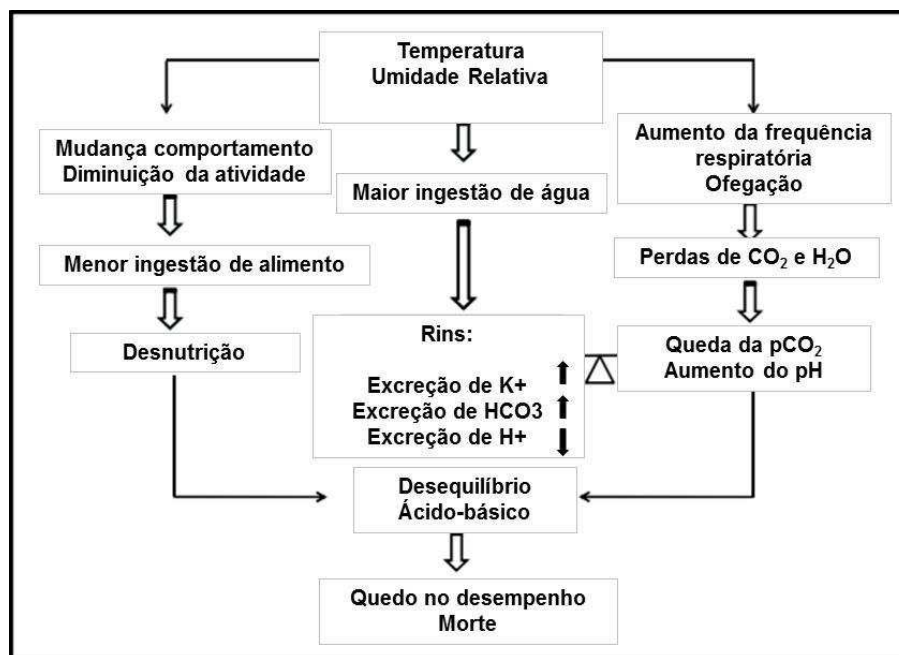


Figura 2.2. Resposta da ave ao estresse por calor  
Adaptado: BORGES et al., (2003).

Segundo Miller e Sunde (1975), as aves estressadas termicamente consomem menos alimento o que afeta o tamanho do ovo produzido. O calor também causa uma redução na secreção de hormônio folículo estimulante (FSH) o que, como consequência, diminui o tamanho da gema. Simultaneamente, faz com que o fluxo sanguíneo preferencialmente se dirija para a periferia, em detrimento da irrigação dos órgãos, o

que reduz a quantidade de cálcio levado à glândula da casca e também de aminoácidos ao magno. Sendo assim aves estressadas termicamente reduzem o consumo de ração e conseqüentemente reduzem a secreção de FSH, o depósito de aminoácidos no magno e a quantidade de cálcio na glândula da casca, o que promove o surgimento de ovos de tamanho menor e com casca de pior qualidade.

Payne (1967) demonstrou em seus trabalhos que a queda na produção de ovos em aves submetidas ao estresse térmico não necessariamente são provocadas diretamente por altas temperaturas. Mas são também resultados da diminuição na ingestão de alimentos e nutrientes essenciais às aves, ocasionados principalmente pela perda de apetite provocada pelo estresse.

A ocorrência de temperaturas ambientais elevadas não apresenta efeitos negativos somente no desempenho produtivo das aves, mas também na resistência a doenças. O estresse ambiental deprime a função imunológica das aves ao interferir na produção de anticorpos e na resposta imunológica celular (ZULKIFLI et al., 1994). O potencial fagocítico dos macrófagos das aves reduz durante exposição ao calor (MILLER e QURESHI, 1992).

Em ambientes frios, quando a temperatura ambiental está abaixo da crítica inferior, as aves, para manter o calor corporal, ativam através do centro termorregulador, certos processos fisiológicos, como a vasoconstrição periférica, aumentando a pressão sanguínea e acelerando os movimentos cardíacos. Dessa forma, fazem com que a transferência do calor oriundo do núcleo corporal para a periferia seja mais rápida (SWENSON e REECE, 1993).

De acordo com Medeiros (2001), em situações de estresse por frio, a presença da ventilação piora drasticamente a condição ambiental, uma vez que ocorre a aceleração na redução do calor corporal, o que leva a uma sensação mais intensa do frio.

Neste contexto, a primeira reação da ave é aumentar o consumo de ração e desviar a energia oriunda da alimentação para a produção de mais calor. Conseqüentemente, a eficiência alimentar diminui e a produção de ovos é reduzida. Em seguida, as aves ficam trêmulas e amontoam-se, o que acarreta o aumento da frequência respiratória, em torno de 45 para 47 respirações  $\text{min}^{-1}$  (MEDEIROS, et al., 2005).

## **2.4 TIPOLOGIAS CONSTRUTIVAS DOS AVIÁRIOS PRATICADOS NO BRASIL E INFLUÊNCIA NO AMBIENTE TÉRMICO**

De acordo com Baêta e Souza (2010) o ambiente interno de uma instalação normalmente é resultante das condições locais externas, das características construtivas

e dos materiais utilizados na construção, da espécie e do número de animais, do manejo, e das modificações causadas tanto pelos equipamentos componentes do sistema produtivo quanto por aqueles destinados ao condicionamento ambiental.

O ambiente de um mesmo aviário pode apresentar variações muito grandes de temperatura e umidade relativa do ar, em diferentes posições (diferentes alturas, diferentes afastamentos dos fechamentos laterais, etc). No caso da avicultura de postura a situação é ainda mais crítica, principalmente para os aviários com sistemas verticais de criação, em função de suas dimensões e números de aves alojadas (COELHO, 2014).

Diante dessa grande variação de temperatura e a fim de proporcionar melhorias no ambiente de criação das aves, nas últimas duas décadas têm sido crescente a tendência de novos projetos no que se refere às tipologias construtivas dos galpões avícolas. Na avicultura de postura, vem ocorrendo uma substituição de granjas de pequeno e médio porte por projetos de elevados investimentos e maior capacidade de alojamento. Essa inovação nas instalações foi fundamental para o aumento da produção de ovos e o estabelecimento de novos modelos de produção, tornando-se decisivo a adoção de sistemas ambientais e de manejo mais eficientes.

De acordo com Tinoco et al. (2014) os novos sistemas adotados são altamente tecnificados, nos quais os galpões são 100% automatizados, com comprimentos superiores a 100 metros, largas de 10 a 15 metros e pé-direito acima de 5 metros. No interior desses alojamentos as gaiolas apresentam-se distribuídas em baterias de até sete níveis de piso (sistemas verticais), sendo confeccionadas em diferentes materiais. Estes aviários são equipados com sistemas automáticos de abastecimento e distribuição uniforme da ração, e o fornecimento de água é realizado por meio de sistema tipo *nipple*. A coleta de ovos também é automatizada e realizada com a utilização de esteiras transportadoras, podendo ser recolhidos em todos os níveis da bateria, simultaneamente ou piso por piso. Os ovos são conduzidos diretamente até a sala de classificação e processamento. Da mesma forma, o recolhimento dos dejetos é realizado por meio de esteiras localizadas abaixo de cada nível de gaiola, duas vezes por semana. (FIGURA 3.2).



Figura 3.2. Aviários abertos com ventilação natural, instalações típicas da indústria brasileira: A) Vista das instalações e modelo de cobertura; B) Vista dos sistemas verticais de criação em baterias de gaiolas; C) Detalhe do sistema de distribuição de ração.

Com relação ao acondicionamento ambiental destas novas instalações, em sua grande maioria, são caracterizadas por adoção de sistema de ventilação natural em conjunto com uso de ventiladores e nebulização interna. A construção é realizada em estruturas metálicas ou pórticos em concreto armado, tanto no que diz respeito aos pilares quanto às estruturas de cobertura. Geralmente são utilizadas telhas metálicas, de aço ou de alumínio, sem a presença de isolamento térmico ou forro, embora algumas empresas já tenham iniciado construções de galpões com isolantes térmicos na cobertura. Quanto à orientação do abrigo animal, tem-se adotado a orientação leste-oeste, a fim de evitar que o sol entre dentro da instalação e afete desempenho e conforto dos animais (TINOCO et al., 2014).

Para Abreu et al. (2001), os materiais utilizados na confecção das coberturas devem permitir bom isolamento térmico para que o ambiente das instalações não seja tão influenciado pela variação climática, principalmente no Brasil, país de clima tropical com elevadas temperaturas no verão e que recebem intensa radiação solar.

De acordo com Bond et al. (1969) a quantidade de carga térmica radiante devido ao material de cobertura e sua sombra detém mais de 50% da radiação térmica total, uma vez que da radiação térmica recebida de várias partes da instalação que envolve um animal à sombra, 28% provém do céu, 21% do material de cobertura, 18% da área não sombreada e 33% da área sombreada.

Diante das afirmativas expostas anteriormente, evidencia-se a importância da utilização de materiais isolantes na cobertura das instalações, pois esses possuem grande capacidade de reduzir a transferência da radiação solar direta na cobertura para o interior da instalação, além de constituir uma barreira física que dificulta a transferência de calor em ambos os sentidos, e assim proporcionam temperaturas mais amenas em relação às demais coberturas. Nesses casos, é importante salientar que com a redução da temperatura no interior das instalações, pode-se alcançar uma economia significativa de energia, visto que haveria uma redução na utilização dos sistemas de arrefecimento térmico.

Segundo Tinôco et al., (2014) em regiões nas quais a temperatura é alta, é necessária a realização de modificações nas instalações, como uso de ventilação artificial, e/ou sistemas de resfriamento adiabático evaporativos. Nesse sentido, nos sistemas de produção de ovos em alta densidade de criação, tem sido proposto maior controle ambiental dos aviários via sistema de ventilação por pressão negativa. As modificações realizadas são a utilização de cortinas para fechamento lateral, isolante térmico abaixo da cobertura e uso constante da ventilação artificial, por meio de exaustores (posicionados em uma das extremidades do aviário) os quais forçam a passagem de massas de ar por placas porosas umedecidas (resfriamento adiabático evaporativo) posicionadas na extremidade oposta do aviário (FIGURA 4.3).



Figura 4.3. Aviários Fechados com Sistema de Ventilação por Pressão Negativa associada a sistema de resfriamento adiabático por placas evaporativas Instalações avícolas: A) Vista externa do sistema de resfriamento adiabático evaporativo B) Vista externa do grupo de exaustores; C) Detalhe dos fechamentos laterais, através de cortinas; D) Detalhe do interior da instalação, com destaque para o material isolante na cobertura e vista superior das baterias de gaiolas.

De acordo com Gates e Timmons (1988), a utilização de sistemas de resfriamento evaporativo tem sido, há muitos anos, uma opção de controle ambiental comumente utilizada nos Estados Unidos, e nesse sentido os autores realizaram trabalho no intuito de quantificar os benefícios do resfriamento evaporativo em aviários de galinhas poedeiras utilizando análise meteorológica estocástica de várias regiões geográficas dos EUA. O experimento foi realizado por meio de simulação (através de modelos matemáticos desenvolvidos pelos autores), tendo sido utilizados quatro aviários de postura em cada uma das sete localizações geográficas estudadas. Dentre esses aviários, dois deles possuíam sistema de resfriamento evaporativo e os outros dois não. Segundo os autores, os resultados das simulações indicaram que o resfriamento evaporativo pode proporcionar benefícios significativos de produção, mesmo em climas moderados, além de observarem um maior retorno econômico a partir da incorporação do sistema de resfriamento evaporativo, comparado aos custos para instalação do mesmo.

Em países de clima tropical, como é o caso do Brasil, se torna ainda mais interessante a adoção de sistemas híbridos de condicionamento térmico, o qual consiste na abertura das cortinas nas laterais dos referidos aviários em épocas de temperaturas mais amenas (como por exemplo no inverno), onde não seria necessário o acionamento do sistema de resfriamento adiabático evaporativo, e a ventilação natural se torna suficiente para manter a temperatura dentro dos alojamentos. Além de, nesse caso, ser possível manter uma melhor qualidade do ar no interior dos aviários, assim como economia de energia pela empresa, uma vez que os sistemas de arrefecimento térmico não se manteriam acionados em toda a parte do dia.

## **2.5. EFEITOS DA TEMPERATURA NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE OVOS**

Existem vários fatores ambientais que afetam a produção de galinhas poedeiras, no entanto, a mais debilitante é o estresse por calor. Altas temperaturas, especialmente quando combinadas com alta umidade relativa do ar, impõem estresse severo sobre as aves, o que resulta em redução nos parâmetros produtivos, principalmente devido à cobertura de penas e falta de glândulas sudoríparas, o que dificulta a dissipação de calor (GATES e TIMMONS, 1988; SIMMONS et al., 2003; ESTRADA-PAREJA et al., 2007).

Poedeiras mantidas em condições de elevadas temperatura e umidade relativa do ar, têm dificuldade de dissipar o excedente de calor corporal, o que acarreta aumento na

temperatura interna, decréscimo no consumo de ração e aumento da ingestão de água, diminuindo a disponibilidade de nutrientes essenciais para a produção, uma vez que, nesses casos, grande parte da energia ingerida será utilizada nos mecanismos de perda de calor corporal, com consequentes perdas no potencial produtivo e na qualidade dos ovos (COSTA et al., 2012; VERCESE et al., 2012; GUIMARÃES et al., 2014).

Em condições de elevada temperatura ambiente, pode ocorrer aumento da ingestão de água pelas aves, sendo que esse efeito pode desaparecer com a aclimatação das mesmas. Para Leeson e Summers et al. (2001) uma poedeira adulta normalmente ingere de 200 a 250 mL de água por dia a uma temperatura de até 25°C, dobrando este consumo quando a temperatura se eleva a 32°C (SILVA et al., 2012).

A temperatura da água fornecida às aves também é um fator de suma importância na regulação da temperatura corporal, já que a água está presente em um dos principais mecanismos de troca térmica utilizada pelas aves. Alguns autores sugerem que ao receber água mais fresca nos momentos de estresse por calor, as aves alteram seu comportamento alimentar na busca por melhores condições térmicas.

Neste contexto, Xin et al. (2002) avaliaram os efeitos da temperatura da água sobre as respostas fisiológicas de galinhas poedeiras submetidas a condições de estresse térmico, e concluíram que temperaturas de água mais baixas, até certos limites, tendem a estimular o consumo de água e ração durante a fase inicial de exposição ao estresse por calor. Os autores observaram que o consumo diário de ração foi de 82 e 86 g para a primeira e segunda semana de exposição ao calor, em aves recebendo água à temperatura de 18°C, enquanto àquelas que receberam água à temperatura de 27°C apresentaram consumo diário de ração de 77 e 81 g para a primeira e segunda semana de exposição ao calor, respectivamente. O consumo de água foi significativamente maior durante a exposição ao calor quando comparado a condições de termoneutralidade, sendo 33% maior quando as aves receberam água à 27°C e 44% quando receberam água a 18°C. Para os autores, a faixa ótima de temperatura de água fornecida às aves em estresse por calor deve ser em torno de 23°C, principalmente para obtenção de melhores resultados de consumo diário de ração e água.

Silva et al. (2012) analisaram a influência do resfriamento da água para fornecimento às aves em função da temperatura ambiente de 32°C e avaliaram a espessura e a força de ruptura da casca dos ovos. Os autores concluíram que a temperatura da água teve influência no parâmetro de qualidade do ovo, tendo as aves que receberam água resfriada (23°C), mesmo em condições de estresse por calor,

apresentado maiores valores de força de ruptura da casca em relação àquelas que receberam água sem resfriamento (29 e 30°C).

Oliveira et al. (2014) avaliaram o desempenho e a qualidade de ovos de poedeiras criadas sob temperaturas de 20, 26 e 32 °C e U.R de 60% e observaram que quando expostas a temperaturas de 20 e 26 °C as aves apresentaram efeitos positivos na qualidade dos ovos por estarem dentro da zona de conforto térmico. No entanto, na temperatura de 32 °C as aves apresentaram evidências de estresse térmico, propiciando aumento da ingestão de água, redução no consumo de ração, redução nos valores de percentual de produção e nos parâmetros de qualidade dos ovos.

Segundo os autores, a queda na produção, porcentagem e peso dos ovos pode estar associada à redução no consumo de alimento e ao aumento no consumo de água, com diminuição da disponibilidade de nutrientes para a produção. Os menores valores de gravidade específica do ovo podem estar associados à queda no peso dos mesmos e diminuição da espessura de casca já que existe relação entre esses parâmetros, tendo sido ambos afetados pelo aumento da temperatura.

Franco-Jimenez e Beck (2007) mostraram ocorrência de redução de 35, 27 e 28% no consumo de ração em aves das linhagens Hy-line Brown, Hy-Line W98 e Hy-Line W36, enquanto Kilic e Simsek (2013) observaram 16% (18 g) de redução no consumo de ração em aves expostas a estresse por calor.

Em estudo realizado por Deng et al. (2012), quando as aves foram submetidas à estresse térmico por um período de 12 dias, houve redução de 28,58 g.ave<sup>-1</sup> no consumo diário de ração, o que causou uma queda de 28,8% na produção de ovos. Star et al. (2009) observaram redução de 31,6% na conversão alimentar, 36,4% na produção de ovos e 3,41% no peso dos ovos de poedeiras submetidas a estresse por calor. Rozenboim et al. (2007) também avaliaram a produção e o peso dos ovos de aves submetidas ao estresse por calor e observaram redução em ambos os parâmetros.

Ao avaliar se a suplementação da dieta de galinhas poedeiras com vitamina E poderia aliviar a deterioração da qualidade do ovo associado à exposição das aves a altas temperaturas, Kirunda et al. (2001) submeteram 180 aves (60 aves/dieta) à duas condições ambientais (21 e 34 °C) e três níveis de suplementação com vitamina E ( 20, 60 e 120 UI kg<sup>-1</sup>). Os autores observaram que a exposição a altas temperaturas causou redução no consumo de ração, produção de ovos, unidade Haugh, peso dos ovos, cor da gema, capacidade de emulsificação e resistência da membrana vitelínica, não tendo sido observada melhorias com a suplementação da dieta. Por outro lado, Ciftci et al. (2005) que também avaliaram os possíveis efeitos benéficos da suplementação da dieta com

vitamina E e vitamina C em poedeiras expostas a um estresse por calor, mostraram que o consumo de ração para o grupo controle (92g) foi menor do que para o grupo suplementado com vitamina E (93 g), vitamina C (93 g) e Vitamina E + C (94g).

Vercese (2010), com o objetivo de avaliar o efeito da temperatura sobre o desempenho e qualidade de ovos de codornas japonesas, realizou um experimento utilizando 480 aves na fase de pós-pico de produção. As aves foram alojadas em uma câmara bioclimática com controle automático de temperatura, contendo duas baterias compostas de cinco andares e dez gaiolas, com capacidade para 24 aves cada gaiola, divididas em dois grupos: 240 aves no grupo controle (21°C) e 240 aves no grupo experimental, com temperaturas contínuas de 24, 27, 30, 33 e 36°C em períodos de 14 dias. O período experimental, com duração de 105 dias, foi dividido em cinco ciclos de 21 dias (um ciclo para cada temperatura), sendo 14 dias na temperatura teste e sete dias na temperatura termoneutra. Como resultados, o autor encontrou que não houve diferenças significativas para nenhuma das variáveis avaliadas dentro da comparação entre 21 e 24 °C. No entanto, houve redução no consumo de ração entre as aves expostas a 21 °C e àquelas expostas a temperaturas mais elevada, tais como 27°C (4,59%); 30°C (11,00%), 33°C (22,04%) e 36°C (38,92%).

De acordo com o autor, sob circunstâncias de estresse por calor uma das primeiras respostas é o decréscimo no consumo e, desta forma, as aves deixam de obter os nutrientes essenciais para a produção com consequentes perdas no potencial produtivo e na qualidade dos ovos. Confirmando essa afirmativa, o mesmo observou redução do percentual de postura em 3,84% a 30°C, 6,39% a 33°C e 16,67% a 36°C; assim como aumento no número de ovos quebrados, trincados e com casca mole/fina, quando as aves foram expostas a condições de estresse severo (33 °C). Esta influência reduziu, significativamente, o percentual de ovos viáveis em 5,5%, e aos 36 °C, esta redução foi ainda maior, chegando a 17,7%. A espessura da casca sofreu redução significativa a partir de 27 °C, sendo observadas reduções médias de 4,59%, 11,00%, 22,04% e 38,92%, respectivamente, para as temperaturas de 27, 30, 33 e 36°C. Para Vercese (2010), tais resultados justificam o aumento de ovos com casca fina e com presença de rachaduras, reforçando os dados encontrados para diminuição do percentual de ovos viáveis com a elevação da temperatura ambiente. Houve também, redução significativa no peso dos ovos a partir de 30°C, sendo de 4,05% nessa temperatura, 9,49% a 33 °C e 9,68% a 36 °C.

Em estudo realizado por Lin et al. (2004), os autores observaram redução no desempenho produtivo, assim como redução da espessura da casca do ovo e aumento da

quebra dos mesmos em situações de estresse térmico. Da mesma forma, Ebeid et al. (2012) demonstraram que o estresse térmico causou redução de 3,24% no peso do ovo, 1,2 % na espessura da casca, 9,93% no peso da casca e 0,66% na porcentagem de casca, corroborando com trabalho realizado por Mack et al. (2013) que também observaram redução da produção de ovos, peso e espessura da casca de ovos de poedeiras submetidas a estresse por calor.

Vercese (2010), também avaliou a qualidade interna do ovo e observou redução de 4,0% no índice de gema e 2,89% na unidade Haugh dos ovos provenientes de aves expostas à temperatura de 27°C. Com a elevação da temperatura, essa queda nos índices de qualidade dos ovos foi ainda mais acentuada alcançando valores de 4,0; 4,08 e 8,51% no índice de gema e em 8,75; 8,61 e 8,73% na unidade Haugh em temperaturas de 30, 33 e 36 °C, respectivamente.

Além da qualidade interna, é de suma importância a avaliação da qualidade externa dos ovos, uma vez que esses são expostos a danos na casca durante a postura, coleta e transporte (SILVA et al., 2012). Ovos trincados e/ou quebrados representam considerável causa de perdas econômicas na produção de ovos. Em alguns países estima-se percentual de até 6,70% de perda devido à má qualidade da casca integrada ao manejo. No Brasil, este percentual pode chegar a 7,40% devido à perda da qualidade dos ovos entre a postura e o consumo (TOGASHI et al., 2003).

Entendendo a importância de também se avaliar a qualidade externa dos ovos, Silva et al. (2012) analisaram a influência da temperatura do ambiente na força de ruptura da casca dos ovos de galinhas poedeiras, e observaram uma leve redução nos valores de resistência da casca à quebras com o aumento da temperatura ambiente, sendo esse efeito mais expressivo à temperatura de 32°C.

## **2.6. INTERAÇÃO ENTRE NUTRIÇÃO E AMBIENTE TÉRMICO E SEUS EFEITOS NO DESEMPENHO PRODUTIVO E NA QUALIDADE DOS OVOS**

### **2.6.1. Nutrição**

Segundo Stringhini et al. (2005), a interação entre a nutrição e a temperatura ambiental é de vital importância para se entender a exigência nutricional.

O estresse causado pelo calor em aves pode acarretar uma série de reações tanto comportamentais como fisiológicas que culminam em grandes perdas para as mesmas. Dentre essas perdas, destaca-se a redução no consumo de alimento, pois as aves tendem a diminuir a produção de calor interno, uma vez que tanto a digestão quanto a absorção de nutrientes geram energia, que é liberada na forma de calor.

Sendo a redução no consumo de alimentos a principal resposta do animal ao estresse por calor, essa é responsável pela queda na produção e redução dos nutrientes disponibilizados para o metabolismo (BAIÃO e CANÇADO, 2001; ABU-DIEYEH, 2006), resultando na diminuição do peso e queda na qualidade dos ovos (LIN et al., 2002).

Segundo Carcalho (2012), uma das formas de se amenizar a queda de produtividade ocasionada pelo estresse de calor é através da manipulação nutricional da dieta fornecida as aves. Neste sentido tem sido realizadas pesquisas com o objetivo de disponibilizar os nutrientes essenciais à manutenção e produção das aves mesmo quando estas, em resposta a adversidade ambiental, reduzem o consumo de alimentos.

## **2.6.2. Manipulação da dieta**

### **2.6.2.1. Energia**

A necessidade energética é um dos aspectos nutricionais que mais é afetado pela temperatura ambiental. Com o aumento da temperatura ambiental ocorre a redução no consumo energético. Em temperaturas acima de 28°C a queda no consumo energético é aumentada, uma vez que a ave se encontra em estresse por calor, o que aumenta a frequência respiratória, que por sua vez interfere no tempo disponível de consumo de ração diminuindo a energia disponível para produção. Quando os valores de temperatura atingem os 33°C o balanço energético se torna negativo, acarretando queda na produção de ovos (LEESON & SUMMER, 1997; FARIA & SANTOS, 2005).

Avaliando níveis crescentes de energia metabolizável, para poedeiras criadas em temperaturas de 16,1 a 31,1°C, Peguri & Coon (1991) observaram que houve aumento no peso dos ovos de 0,78g com o aumento da densidade energética e redução de 3,18g com aumento da temperatura ambiental. Foi constatada ainda uma queda de 5,9g no consumo de ração com o aumento da energia (de 2645 para 2976 kcal EM kg<sup>-1</sup>) e redução em 21,7g com a elevação da temperatura (de 16,1 para 31,1°C).

De acordo com Plavnik (2003), o consumo de ração se altera em aproximadamente 1,72% para cada 1°C de variação na temperatura ambiental entre 18 e 32°C, e, a queda é muito mais rápida (5% para cada 1°C) em temperaturas de 32-38°C.

Algumas medidas simples podem ser realizadas a fim de estimular o consumo de ração durante o período de calor, prevenindo a queda na produção. Maior frequência de distribuição de ração no decorrer do dia, disponibilizar a dieta nas horas mais frescas, adequação do manejo de luz durante a noite para estimular o consumo, assim como o

fornecimento de água de bebida fresca, que estimula o consumo de mais água e ração, contribuindo para baixar a temperatura corporal (ANCIUTI et al., 2005).

### **2.6.2.2 Gordura**

Uma das alternativas mais significativas para minimizar o efeito do estresse é a adição de gordura. Com o aumento da energia metabolizável por meio da gordura na dieta, reduz-se o incremento calórico, sendo recomendado, em climas quentes, substituir parte da energia dos carboidratos da dieta por gordura de alta qualidade, tendo em vista que as gorduras apresentam mais energia do que os carboidratos (2,25 vezes) e resultam em baixo incremento calórico (PENZ JR., 1989).

Além de disponibilizar calorias extras com redução do incremento calórico da dieta, a gordura, estimula o consumo de ração por ser palatável, facilita a absorção de vitaminas lipossolúveis, diminui a pulverulência da ração farelada, favorece a ingestão, deglutição e diminui a taxa de passagem do alimento no trato digestivo (BAIÃO e CANÇADO, 2001).

Em trabalho realizado por Rodrigues et al. (2005), os autores observaram benefícios na inclusão de óleo de soja (2, 4, 6 e 8%) na dieta de aves de segundo ciclo. Foi observado pelos autores um aumento significativo na produção de ovos, sendo que o nível máximo de inclusão de óleo de soja apresentou melhor resultado, enquanto uma menor produção ocorreu quando não houve suplementação de óleo na ração. Segundo os mesmos autores, o aumento da produção de ovos ocorre, possivelmente, em virtude da melhor utilização da energia da ração contendo níveis crescentes de óleo, pela diminuição do incremento calórico.

Da mesma forma, Bohnsack et al. (2002) ao suplementar a dieta de galinhas poedeiras com inclusão de 6% de óleo na ração, encontraram resultados positivos no desempenho das mesmas, como aumento de 2,5g no peso do ovo.

De acordo com Rabelo et al. (2007) a inclusão a partir de 2% de óleo de soja em ração a base de milho e farelo de soja aumenta o peso dos ovos, sugerindo que a suplementação de gordura via dieta estimula a síntese protéica no oviduto influenciada pelo estrógeno plasmático.

### **2.6.2.3 Proteína**

A proteína é o nutriente da dieta que gera maior quantidade de calor durante sua metabolização. Formulações de ração baseadas no conceito de proteína ideal e inclusão de aminoácidos industriais melhoram a produtividade dos animais em estresse térmico,

uma vez que contribuem para diminuição do incremento calórico (ANCIUTI et al., 2005).

Segundo Harms & Russel (1993), os níveis de aminoácidos na ração, especialmente aqueles que compõem os aminoácidos sulfurados (metionina + cistina) são importantes por influenciar o tamanho dos ovos. Assim, em clima quente quando os ovos de maior tamanho são desejados, a elevação da densidade na ração para os níveis de ingestão de aminoácidos auxiliará a manter o tamanho dos ovos (WELLENREITER, 1998).

O balanço correto de aminoácidos na dieta minimiza a deposição de gordura no fígado e aumenta a sobrevivência de aves sob estresse provocado por alta temperatura. Assim, o fornecimento de ração de baixa proteína suplementada com metionina e lisina é mais vantajoso que o fornecimento de ração de alta proteína para galinhas poedeiras durante períodos quentes (PLAVNIK, 2003).

#### **2.6.2.4 Água**

A água é um elemento de suma importância para todas as espécies, principalmente para as aves. A ingestão de água é fundamental para a manutenção do equilíbrio hídrico das aves expostas ao estresse por calor. Sendo assim, a ave consegue igualar por meio do consumo, a fração eliminada durante a exposição ao calor excessivo (ANCIUTI, 2005).

Em trabalho realizado por Gutierrez et al. (2009), os autores forneceram água gelada para poedeiras em estresse térmico constante e observaram que houve um aumento da ingestão de ração e produção de ovos. Dessa forma, os autores sugeriram que o maior consumo de ração afetou de forma positiva a quantidade de cálcio ingerida, e a maior concentração deste mineral contribuiu para aumentar produção de ovos.

Mohammed (2010) adicionou ácido acetil salicílico (AAS) à água de bebida de galinhas poedeiras em estresse térmico e observou um aumento da produção e peso dos ovos. Segundo Dragomir et al. (2004) o AAS suprime a síntese de prostaglandinas resultando em melhor desempenho na produção de ovos, uma vez que estas impedem que a calcificação da casca ocorra normalmente, ocasionando a ocorrência de ovos de casca mole. A supressão de prostaglandinas resultante da suplementação de AAS resulta em aumento dos níveis de LH e FSH, os quais ativam o ovário estimulando a produção de ovos (SABRIEA et al., 2006). No entanto, esse resultado positivo pode não ser observado quando a suplementação deste ácido é feita via ração (MCDANIEL et al., 1993).

Segundo Anciuti (2005), é provável que se as aves recebessem água mais fresca nas horas mais quentes do dia, elas poderiam alterar o seu comportamento alimentar. Para poedeiras, Xin et al. (2002) concluíram que temperaturas da água mais baixas tendem a estimular o consumo da água e da ração durante os estágios iniciais de exposição ao estresse de calor.

#### **2.6.2.5 Vitaminas**

As vitaminas são nutrientes essenciais que atuam em mais de 30 reações metabólicas celulares. A suplementação de vitaminas em dietas de aves submetidas a estresse por calor é controversa, uma vez que essas já são adicionadas em níveis acima do recomendado, como margem de segurança, na tentativa de diminuir possíveis perdas durante o processamento ou armazenamento da ração (ANCIUTI et al., 2005). No entanto, alguns trabalhos demonstram que a suplementação de vitaminas em dietas de aves estressadas por calor pode melhorar o desempenho das mesmas.

Para Lin et al. (2002), a suplementação extra de vitamina A resulta em melhora no desempenho produtivo e na capacidade imunológica das aves expostas ao estresse por calor.

De acordo com Moraes (2010) a suplementação de rações com vitamina C é capaz de promover um aumento dos níveis de hormônios tireoideanos circulantes resultando aceleração do metabolismo e conseqüentemente maior consumo de ração em aves mantidas sob estresse por calor, melhorando assim o desempenho. Quando em estresse por calor, há um acréscimo na concentração de corticosterona o que acelera a degradação da proteína corporal. A vitamina C inibe a síntese de glicocorticóides, sendo, portanto uma alternativa nutricional para melhorar o desempenho das aves nestas condições (CARCALHO, 2012).

Ajakaiyeet al. (2011) suplementaram de forma associada as vitaminas C e E à dieta de poedeiras e concluíram que houve melhora no desempenho e qualidade de ovos de aves submetidas a temperatura e umidade elevadas.

### **2.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A avicultura de postura tem se tornado, ao longo dos anos, um empreendimento de grande rentabilidade para o país, visto que o setor avícola constitui umas das principais atividades produtiva do Brasil. Acompanhando o crescimento dessa indústria, grandes avanços em genética, nutrição e manejo das aves tem contribuído, cada vez mais, para o acelerado crescimento desse setor. Contudo, para que as aves de postura

possam expressar seu potencial máximo de produção, é necessário e prioritário que, entre outros fatores, a temperatura e a umidade relativa do ar estejam dentro de níveis toleráveis. Para isto, medidas como melhorias das tipologias construtivas, sistemas de condicionamento ambiente, tanto para sistemas convencionais ou verticais de aviários, devam ser previstos. Da mesma forma, pode-se lançar mão de manejos zootécnicos, nutricionais, entre outros. Sendo assim, pode-se minimizar ou evitar que galinhas poedeiras tenham que fazer uso de processos físicos e fisiológicos de dissipação de calor, desviando para tal a energia fornecida na dieta, (que a priori deveria ser ao máximo utilizada para a formação do ovo), tendo assim, comprometida a produtividade e, como consequência, perdas econômicas aos produtores, elevação nos custos do produto e redução dos níveis de bem-estar animal até limites muitas vezes intoleráveis.

## **2. 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N.; DALLA COSTA, O.A. Avaliação de coberturas de cabanas de maternidade em sistema intensivo de suínos criados ao ar livre (Siscal), no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 1728-1734, 2001.

ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N. **Conforto térmico para aves**. Comunicado técnico. Concórdia, SC. Dezembro, 2004.

ABU-DIEYEH, Z.H.M. Effect of high temperature per se on growth performance of broilers. **International Journal Poultry Science**, v.5, n.1, p.19-21. 2006.

AJAKAIYE, J.J.; CUESTA-MAZORRA, M.; GARCIA-DIAZ, J.R. 2011 Vitamins C and E can alleviate adverse effects of heat stress on live weight and some egg quality profiles of layer hens. **Pakistan Veterinary Journal**. v. 31, n.10, p. 45-49.

ANCIUTI, M.A.; RUTZ, F.; RECH, J.L. **Manejo nutricional de poedeiras em estresse térmico**. Associação Brasileira de Zootecnia. 2005. <http://www.abz.org.br/publicacoes-tecnicas/anais-zootec/palestras/22761-Manejonutricional-poedeiras-estresse-calrico.html>> Acesso em: 26/03/13.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais, conforto animal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 269p.

BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V. **Artifícios biológicos para aliviar o estresse calórico em frangos de corte**. Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária (UFMG), Belo Horizonte, n.34, p.15-22, 2001.

BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; MENDONÇA, M.O.; FREITAS, E.R.; FERNANDES, J.B.K. Qualidade de ovos comerciais provenientes de poedeiras comerciais armazenados sob diferentes tempos e condições de ambientes. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.127-133, 2008.

BELDING, H.S.; HATCH, T.F. Index for evaluating heat stress in terms of resulting physiological strain. **Heating, Piping and Air Conditioning**, Cleaveland, v.3, n.27, p.129-136, 1955.

BIANCA, W. Thermoregulation. In: Adaptation of domestic animals. **Philadelphia: Lea & febiger**, 1968. p. 97-118.

BIAGGIONI, M.A.M.; MATTOS, J.M.; JASPER, S.P.; TARGA, L.A. Desempenho térmico de aviário de postura acondicionado naturalmente. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 29, n. 4, p. 961-972, 2008.

BOHNSACK, C.R.; HARMS, R.H.; MERKEL, W.D.; RUSSELL, G.B. Performance of commercial layers when fed diets with four levels of corn oil or poultry fat. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v.11, n.1, p.68-76, 2002.

BOND, T.E.; MORRISON, S.R.; GIVENS, R.L. Influence of surrounding on radiant heat load of animals. **Transactions of the ASAE**, v. 12, n. 2, p. 246- 248, 1969.

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

BOTTJE, W.G.; HARRISON, P.C. The effect os tap water, sodium bicarbonate and calcium chlorid on blood acid-base balance cockerels subjected to heat stress. **Poultry Science**, Champaing, v.64, n.1, p.107-113, 1985.

BRIDI, A.M. Instalações e Ambiência em Produção Animal. In: II Curso sobre a qualidade da carne suína. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006. **Anais...** Londrina, 2006

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

CAIRES, C. M.; CARVALHO, A. P.; CAIRES, R. M. Nutrição de frangos de corte em clima quente. **Revista eletrônica nutritime**, v.5, n°3, p.577-583, Maio/junho 2008. Disponível em: < [www.nutritime.com.br](http://www.nutritime.com.br)>. Acessado em 25/03/2013.

CARCALHO, LETÍCIA SOUZA SILVA. Nutrição de poedeiras em clima quente. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, n° 18, Janeiro 2012. Disponível em: <<http://www.revista.inf.br>>. Acesso em 25/03/2013.

CHEPETE, H.J.; XIN, H. Cooling laying hens by intermittent partial surface sprinkling. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.43, n.4, p.965-71, 2000.

CIFTI, M.; ERTAS, O.N.; GULER, T. Effects of vitamin E and vitamin C dietary supplementation on egg production and egg quality of laying hen exposed to a chronic heat stress. **Revue de Meecine Veterinaire**, v.156, p.107-111, 2005.

COSTA, E. M. S.; DOURADO, L. R. B.; MERVAL, R. R. Medidas para avaliar o conforto térmico em aves. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.6, 2018, 2012.

CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: The Iowa State University, 1983. P.409.

DAMASCENO, F.A.; SCHIASSI, L.; SARAZ, J.A.O.; GOMES, R.C.C.; BAÊTA, F.C. Concepções arquitetônicas das instalações utilizadas para a produção avícola visando o conforto térmico em climas tropicais e subtropicais. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 42, Ed. 147, Art. 991, 2010.

DENG, W.; DONG, X.F.; TONG, J.M.; ZHANG, Q. The probiotic *Bacillus licheniformis* ameliorates heat stress-induced impairment of egg production, gut morphology, and intestinal mucosal immunity in laying hens. **Poultry Science**. **2012**, *91*, 575–582.

DRAGOMIR, E.; MANDUTEANU, I.; VOINEA, M.; COSTACHE, G.; MANEA, A. SIMIONESCU, M. Aspirin rectifies calcium homeostasis, decreases reactive oxygen species, and increases production in high glucose exposed human. **Journal Diabetes Complications**, v.18, n. 5, p. 289-299, 2004.

EBEID, T.A.; SUZUKI, T.; SUGIYAMA, T. High temperature influences eggshell quality and calbindin-D28k localization of eggshell gland and all intestinal segments of laying hens. **Poultry Science**. 2012, *91*, 2282–2287.

ESTRADA-PAREJA, M. M., M. S. MARQUEZ-GIRON, L. S. RESTREPO-BETANCUR. Effect of temperature and relative humidity on the productive behavior and heat transfer in broilers. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**, v.20, p. 288-303, 2007.

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

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>>. Acessado em: 20/03/2013

FRANCO-JUMENEZ, D.J.; BECK, M.M. Physiological changes to transient exposure to heat stress observed in laying hens. **Poultry Science**, v.86, p.538-544, 2007.

FURLAN, R.L.; SILVA, A.V.F.; BORGES, S.A. et al. **Equilíbrio ácido básico**. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Eds.) Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2008. p.51-73.

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

GATES, R.S.; TIMMONS, M.B. Stochastic and deterministic analysis of evaporative cooling benefits for laying hens. **Transactions of the ASAE** v. 31, n.3, p.904-909, 1988.

GUIMARÃES, M.C.C.; FURTADO, D.A.; NASCIMENTO, J.W.B.; TOTA, L.C.A.; SILVA, C.M.; LOPES, K.B.P Efeito da estação do ano sobre o desempenho produtivo

de codornas no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.18, n.2, p.231–237, 2014.

GUTIERREZ, W.M.; MIN, W.; CHANG, H.H. Effects of chilled drinking water on performance of laying hens during constant high ambient temperature. Asian-Australasian **Journal of Animal Sciences**, v. 22, n. 5, p. 694-699, 2009.

HAFEZ, E.S.E. Adaptacion de los animales domésticos. Barcelona: Labor, 1973. 563p.

HARMS, R.H.; RUSSEL, G.B. Amino acid supplementation restores performance of commercial layers fed a low protein diet. **Poultry Science**, v.72, n.10, p.1892- 1896. 1993.

HOUGHTEN, F.C.; YAGLOU, C.P. Determining lines of equal comfort. **ASAE Transaction**, St. Joseph, v.29, n.4, p.163- 176, 1923.

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**. v.11, n.5, p.527–531, 2007.

KILIC, I.; SIMSEK, E. The Effects os Heat Stress on Egg Production and Quality of Laying Hens. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 12, p. 42 – 47, 2013.

KIRUNDA, D. F.; SCHEIDELER, S. E.; MCKEE, S. R. The efficacy of vitamin E (DL-alpha-tocopheryl acetate) supplementation in hen diets to alleviate eggquality deterioration associated with high temperature exposure. *Poultry Science*, v.80, p.1378-1383, 2001.

LEESON, S.; CASTON, L.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. University Books, 3 ed., 1997. 350p.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chicken**. Guelph: University Books, 2001, 763p.

LIN, H.; WANG, L.F.; SONG, J.L.; XIE, M.Y.; YANG, M.Q. Effect of Dietary Supplemental Levels of Vitamin A on the Egg Production and Immune Responses of Heat-Stressed Laying Hens. **Poultry Science**, v.81, p.458–465, 2002

LIN, H.; MERTENS, K.; KEMPS, B.; GOVAERTS, T.; DE KETELAERE, B.; DE BAERDEMAEKER, J.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. New approach of testing the effect of heat stress on eggshell quality: Mechanical and material properties of eggshell and membrane. **Bithshi Poultry Science**. 2004, 45, 476–482.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal, FUNEP/UNESP, 2008. 2ed. 375p.

MACK, L.A.; FELVER-GANT, J.N.; DENNIS, R.L.; CHENG, H.W. Genetic variation alter production and behavioral responses following heat stress in 2strains of laying hens. **Poultry Science**.

MCARDLE, B.; DUNHAM, W.; HOLLING, H.E. et al. The prediction of the physiological effects of warm and hot environments: the P4SR index. **London: Medical Research Council**, 1947. 47p.

MCDANIEL, C.D.; BALOG, J.M., FREED, M.; EL-KIN, R.G.; WELLENREITER, R.H.; HESTER, P.Y. 1.Effect on hen performance and eggshell quality. **Poultry Science**, v. 72, p. 1084-1092, 1993.

MEDEIROS, C.M. **Ajuste de modelos e determinação de índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte**. 2001. 125f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa.

MEDEIROS, C.M.; BAÊTA, F.C.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em Frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.13. n.4, 277-286, 2005.

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

MILLER, L., AND M. A. QURESHI. 1992. Induction of heat shock proteins and phagocytic function of chicken macrophage following in vitro heat exposure. **Vet. Immunol Immunopathol**.30:179–191.

MILLER, P.C.; SUNDE, M.L. The effects of precise constant and cyclic environments on shell quality and lay performance factors with leghorn pullets. **Poultry Science**, v.54, p.36-46, 1975.

MORAES, M.T.T. **Balço eletrolítico para codornas japonesas (coturnix Coturnix japonica) na fase de produção**. 2010. 59f. Dissertação (Pos-graduação em Ciências Veterinárias)- Universidade Federal do Paraná, 2010.

MORO, D. **Sistemas de aquecimento em instalações avícolas na fase inicial**. In: Simpósio internacional de ambiência e instalações na avicultura industrial, 1., 1995, Campinas. Anais... Campinas: FACTA, 1995. p.139.

MOURA, D. J. **Ambiência na avicultura de corte**. In: SILVA, I. J. O. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: FUNEP, 2001. p. 81-93.

MOHAMMED, A.A. Effect of acetyl salicylic acid (ASA) in drinking water on productive performance and blood characteristic of layer hens during heat stress. **International Journal of Poultry Science**, v. 9, n. 4, p. 382-385, 2010. **Int. J. Poultry Science**, v. 9, n.4, p. 382-385, 2010.

MÜLLER, P.B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3ª ed. Porto Alegre - RS: Editora Sulina, 1989.

NÄÄS, I. A. Fatores não nutricionais que afetam o desempenho de frangos de corte. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 1992. Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1992. 12p

NÄÄS, I. DE A.; MIRAGLIOTTA, M.Y.; BARACHO, M. DOS S.; MOURA, D. J. Ambiência aérea em alojamento de frangos de corte: poeira e gases. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.2, p.326-335, 2007.

OGUNTUNJI, A.O., LAWAL, T.E., ALABI, O.M. and ADEREMI, F.A. Effect of season on performance of egg-type chicken. **Proceedings of 13th Animal Science Association of Nigeria (ASAN)** September 2008, Ahmadu Bello University, Zaria. pp. 97-99.

OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T. et al. 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**, v.35, n.3, p.797-803, 2006.

OLIVEIRA, D.L.; NASCIMENTO, J.W.B.; CAMERINI, N.L.; SILVA, R.C.; FURTADO, D.F.; ARAUJO, T.G.P. Desempenho e qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.18, n.11, p.1186–1191, 2014

PASCOAL, L.A.F., BENTO, J.R, SANTOS, W.S., SILVA, R.S., DOURADO, L.R.B., BEZERRA, A.P.A. Qualidade de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na cidade de Imperatriz- MA. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.9, n.1, p.150-157, 2008.

PAYNE, G.V. **Environmental temperature and egg production – The physiology of the domestic fowl**. Edinburgh, 1967.p.235-241.

PEGURI, A.; COON, C.N. The effect of temperature and dietary energy on layer performance. **Poultry Science**, v. 70, p. 126-138, 1991.

PENZ JR., A.M. Estresse pelo calor: Efeitos em frangos e matrizes, e manipulação do equilíbrio ácido-base. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1989, Campinas. **Anais...** Campinas: APINCO, 1989. p.139-148.

PLAVNIK, I. Nutrição de aves em climas quentes. In: CONFERÊNCIA APINCO 2003 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. **Anais...**, Campinas, 2003, p. 235-245.

RABELLO, CARLOS B. V.; PINTO, ALEXSANDRO L.; SILVA, EDNEY P.; LIMA, STÉLIO B. P. de. Níveis de óleo de soja na dieta de poedeiras comerciais criadas em região de alta temperatura. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, n. 2, p. 174-182, 2007.

RABELLO, C.B.V. Produção de aves em clima quente. In: Zootec, 2008. **Anais...** João Pessoa, p. 11- 46, 2008.

ROLLER, W. L.; STOMBAUGH, D. P. The influence environmental factors on the reproduction of livestock. In: International Symposium Livestock Environment, 1976. **Anais...**Atlanta. Proceedings. Atlanta, v.1, 1976. p. 31-50.

ROZEMBOIM, I.; TAKO, E.; GAL-GARBER, O.; PROUDMAN J.A.; UNI, Z. The Effect of Heat Stress on Ovarian Function of Laying Hens. **Poultry Science** v.86, p.1760–1765, 2007.

RUTZ, F. Aspectos fisiológicos que regulam o conforto térmico das aves. In: CONFERÊNCIA APINCO 1994 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, São Paulo. **Anais...**, São Paulo: FACTA, 1994.p.99-136.

SABRIEA, B. A. EL-S.; TAREK, A. E.; YAHYA Z. E. Physiological and Antioxidative Effects of Dietary Acetyl Salicylic Acid in Laying Japanese Quail (*Coturnix japonica*) under High Ambient Temperature. **Journal Poultry Science**, v. 43, n. 3, p. 255-265, 2006.

SARMENTO, L.G.V.; DANTAS, R.T.; FURTADO, D.A.; NASCIMENTO, J.W.B.; SILVA, J.H.V. Efeito da pintura externa do telhado sobre o ambiente climático e o desempenho de frangos de corte. **Agropecuária Técnica**, v.26, n.2, p.117–122, 2005.

SILVA, P. L. **O ambiente de criação: aspectos fisiológicos**. Cadernos técnicos da Escola de Veterinária. UFMG, n.17, p.25-41, 1996.

SILVA, I.J.O. **Desenvolvimento de modelos matemáticos para avaliar a influência das condições ambientais na produção industrial de ovos**. Campinas, 1998. Tese (Doutorado) – Feagri, Universidade de Campinas. 145p.

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

SILVA, R. C.; NASCIMENTO, J. W. B. DO; OLIVEIRA, D. L.; CAMERINI, N. L.; FURTADO, D. A. Força de ruptura da casca do ovo em função das temperaturas da água e do ambiente. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.27, p.13-18, 2012.

SMITH, C.V.A. Quantitative relationship between environment, comfort and animal productivity. **Agricultural Meteorology**. V. 1, p.249-270, 1964.

SOUZA, P. Avicultura e clima quente: como administrar o bem-estar às aves? **Avicultura Industrial**, Porto Feliz, ano 96, n.4, p.52-58, edição 1133, 2005.

SIMMONS, J. D.; LOTT, B. D.; MILES, D. M. The effects of high-air velocity on broiler performance. **Poultry Science**. v. 82, p. 232-234, 2003.

STAR, L.; JUUL-MADSEN, H.R.; DECUYPERE, E.; NIEUWLAND, M.G.; DE VRIES REILINGH, G.; VAN DEN BRAND, H.; KEMP, B.; PARMENTIER, H.K. Effect of early life thermal conditioning and immune challenge on thermotolerance and humoral immune competence in adult laying hens. **Poultry Science**. 2009, 88, 2253–2261.

STRINGHINI, J.H.; FILHO, R.M.J.; PEDROSO, A.A. et al. Nutrição no período de pré-postura, pico e pós-pico de poedeiras comerciais. In: CONFERÊNCIA APINCO 2005 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2005, Santos. **Anais...** Santos: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2005. v.2., p.171-189.

SWENSON, M.J.; REECE, W. O. **Fisiologia dos Animais Domésticos**. Editora Guanabara Koogan S.A. 11<sup>o</sup> edição. Rio de Janeiro, 1993. p. 805-813.

Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA UNICAMP.- 4. ed. rev. e ampl.. Campinas: NEPAUNICAMP, 2011.161 p.

THOM, E.C. **The discomfort index**. Weatherwise, Washington, v.12, n.2, p.57- 60, 1959.

TINOCO, IFF. Avicultura Industrial: Novos Conceitos de Materiais, Concepções e Técnicas Construtivas Disponíveis para Galpões Avícolas Brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n<sup>o</sup>.1, p. 01-26, Campinas,2001.

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

TINÔCO, I.F.F.; SOUZA, C.F.; BAÊTA, F.C.; COELHO, D.J.R.; MENDES, M.A.S.A. Ambiência e Instalações na Avicultura de Postura Brasileira – Avanços e Perspectivas. **Animal Business Brasil**. v.4, n. 14, p. 6-9, 2014.

TOGASHI, C. K. et al. Avaliação dos danos nas cascas de ovos da postura ao processamento, 2003. Disponível em: <[http://www.avisite.com.br/cet/img/20090515\\_danoscascadeovo.pdf](http://www.avisite.com.br/cet/img/20090515_danoscascadeovo.pdf)> Acesso em: 20 dez.2014.

TURNPENNY, J.R.; McARTHUR, A.J.; CLARK, J. A.; WATHES, C.M. Thermal balance of livestock, 1. A parsimonious model.**Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.101, p. 15-27, 2000.

UBABEF, União Brasileira de Avicultura. Relatório anual 2014.Disponível em:<[http://www.abef.com.br/ubabef/publicacoes\\_relatoriosanuais.php](http://www.abef.com.br/ubabef/publicacoes_relatoriosanuais.php)> Acesso em: 06 de abril 2014.

VERCESE, F. **Efeito da temperatura sobre o desempenho e A qualidade dos ovos de codornas japonesas**. 2010. 59f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Campus de Botucatu. Botucatu, jan/2010.

VERCESE, F.; GARCIA, E.A.; SARTORI, A.P.; FAITARONE, A.B.G.; BERTO, D.A.; MOLINHO, A.B.; PELÍCIA. K. Performance and Egg Quality of Japanese Quails Submitted to Cyclic Heat Stress. **Brazilian Journal of Poultry Science**. v.14, n.1, p.37-41, 2012.

VIGODERIS, R.B. Ambiência e bem-estar animal em instalações zootécnicas – aplicações práticas. In: I Jornada Universitária da Unidade Acadêmica de Garanhuns - I JUAG, Garanhuns 2007. **Anais...**, Garanhuns – Pernambuco, 2007.

XIN, H.; GATES, R.S.; PUMA, M.C.; AHN, D.U. Drinking Water Temperature Effects on Laying Hens Subjected to Warm Cyclic Environments. **Poultry Science** v. 81, p.608–617, 2002.

YAHAV, S. et al. Blood system responses of chickens to changes in environmental temperature. **Poultry Science**, Ithaca, v.76, p.627-633, 1997.

YANAGI JUNIOR, T.; XIN, H.; GATES, R.S. Optimization of partial surface wetting to cool caged laying hens. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 45, n. 5, 2002.

YANAGI JUNIOR, T. **Inovações tecnológicas na bioclimatologia animal visando aumento da produção animal: relação bem estar animal x clima**. 2006. Artigo em Hipertexto. Disponível em :<[http://www.infobibos.com /Artigos/2006\\_2/ITBA/Inde x .htm](http://www.infobibos.com /Artigos/2006_2/ITBA/Inde x .htm)>. Acesso em : 23/3/2013

WELLNREITER, R. Melhoradores de desempenho para poedeiras comerciais. In: VIII Simpósio técnico de produção de ovos, São Paulo, 1998. **Anais...** São Paulo: VIII Simpósio Técnico de Produção de Ovos – APA, 1998, p.139-161.

ZULKIFLI, I., E. A. DUNNINGTON, W. B. GROSS, AND P. B. SIEGEL. Inhibition of adrenal steroidogenesis, food restriction and acclimation of high ambient temperatures in chickens. **British Poultry Science**, v.35, p.417-426, 1994.

### **3. ARTIGO II: INFLUÊNCIA DE DUAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS SOBRE O DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE GALINHAS POEDEIRAS DAS LINHAGENS DEKALB WHITE E HY-LINE W36, ALOJADAS EM INSTALAÇÕES ABERTAS, COM SISTEMA VERTICAL DE CRIAÇÃO E SUBMETIDAS A CONDICIONAMENTO TÉRMICO NATURAL, DURANTE O PICO DE POSTURA.**

#### **3.1. RESUMO:**

Diante da relevância do avícola no Brasil é fundamental o estudo das condições ambientais e de alojamento das aves, pois estas exercem grande influência na produtividade, qualidade de ovos e bem-estar das aves. Outro aspecto a considerar é que as aves de postura de diferentes linhagens apresentam respostas diferenciadas a situações de estresse por calor. Objetivou-se diagnosticar e avaliar os resultados históricos de uma das maiores indústrias de produção de ovos do Brasil, quanto ao desempenho zootécnico de galinhas poedeiras das linhagens Dekalb White e Hy-Line W36, alojadas em instalações abertas, em sistema vertical de criação e submetidas a acondicionamento térmico natural, durante o pico de postura. Verificou-se que as aves da linhagem Hy-Line W36 apresentaram maior consumo de ração (3,64%,  $P = 0.403$ ), maior produção de ovos (1,09%,  $P = 0.26$ ), melhor conversão alimentar (3,17%,  $P = 0.30$ ) e menor mortalidade (60%,  $P = 0.09$ ) durante o período frio (PF) quando comparadas às que encontravam no pico de postura no período quente (PQ). As aves da linhagem Dekalb White apresentaram maior consumo de ração (7,59%,  $P = 0.103$ ), maior produção de ovos (2,22%,  $P = 0.37$ ), menor número de ovos trincados (66,67%,  $P = 0.03$ ) e menor mortalidade (33,33%,  $P = 0.006$ ) durante o PF comparadas às que encontravam no pico de postura no PQ. Em temperaturas mais baixas, as aves apresentam melhor desempenho zootécnico, para ambas as linhagens. As aves da linhagem Hy-Line apresentaram maior produção de ovos para os dois períodos: PQ 2,22%,  $P = 0.664$  e PF (1,09%,  $P = 0.716$ ); menor mortalidade: PQ (33,33%,  $P < 0.14$ ) e PF (60%,  $P < 0.0001$ ); e menor consumo de ração: PQ (5,47%  $P = 0.411$ ), PF (8,94%,  $P = 0.0004$ ), e ainda que tenha apresentado um maior número de ovos trincados no PQ (3,33%,  $P = 0.173$ ) e no PF (300%,  $P = 0.026$ ), pode-se afirmar que, em termos gerais, a linhagem Hy-Line W36 apresentou melhor desempenho, comparada à Dekalb White.

**PALAVRAS-CHAVE:** Avicultura de postura, estresse térmico, desempenho produtivo, sistemas verticais, sistemas de acondicionamento ambiente.

### **3.2. ABSTRACT:**

Because of the relevance of the poultry in Brazil, there is the need to study the effects of environmental conditions on productivity, egg quality, and welfare. In addition, laying hens of different strains have different responses to situations of heat stress. This study aimed to diagnose and evaluate the historical results of one of the largest Brazilian egg industries, on the Hy-Line and Dekalb White performance, housed in open facilities in vertical system and submitted to natural thermal conditioning during peak production. It was found that the Hy-Line W36 showed higher feed intake (3.64%,  $P = 0.403$ ), higher egg production (1.09%,  $P = 0.26$ ), better feed conversion (3.17 %,  $P = 12:30$ ) and lower mortality (60%,  $P = 12:09$ ) during the cold period (PF) when compared to that found in peak production in the warm period (PQ). Similarly, the Dekalb White have a higher feed intake (7.59%,  $P = 0.103$ ), higher egg production (2.22%,  $P = 0.37$ ), fewer cracked eggs (66.67 %,  $P = 0.03$ ) and lower mortality (33.33%,  $P = 0.006$ ) during the PF compared to that found in the peak position in the PQ. At lower temperatures, the laying hens have better performance, for both strains. The Hy-Line have higher egg production for the two periods: PQ (2.22%,  $P = 0.664$ ) and PF (1.09%,  $P = 0.716$ ); lower mortality: PQ (33.33%,  $P < 0:14$ ) and PF (60%,  $P < 0.0001$ ); and lower feed intake: PQ (5.47%  $P = 0411$ ), PF (8.94%,  $P = 0.0004$ ), and although has a larger number of cracked eggs in the PQ (3.33%,  $P = 0173$ ) and PF (300%,  $P = 0.026$ ), it can be said that, in general terms, the Hy-Line W36 strain showed better performance compared to the Dekalb White.

**KEYWORDS:** Poultry posture, heat stress, productive performance, vertical systems, environmental conditioning systems.

### 3.3. INTRODUÇÃO

O Brasil é hoje um dos maiores produtores de ovos do mundo e possui ainda um grande potencial de crescimento nesse setor, principalmente devido aos avanços alcançados nas áreas de manejo, ambiência, sanidade, genética e nutrição, o que mantém a avicultura de postura como um valioso empreendimento econômico na produção de proteína de origem animal para a população.

Diante da relevância do setor, a busca pelo desenvolvimento de tecnologias mais confiáveis e adequadas às especificações arquitetônico-construtivas e de clima do local, tornou-se fundamental para a avicultura de postura. Nesse sentido, é imprescindível o estudo do ambiente de criação, a fim de melhorar as condições de conforto do animal, principalmente no que se refere às condições ambientais e de alojamento, pois estas exercem grande influência na produtividade, qualidade de ovos e bem-estar das aves.

De acordo com Baeta e Souza (2010), a temperatura e umidade relativa do ar são as variáveis climáticas mais altamente correlacionadas ao conforto térmico animal, uma vez que, em temperaturas muito elevadas, o principal meio de dissipação de calor das aves é a evaporação, que depende da umidade relativa do ar.

Na fase de postura, pode-se observar uma correlação inversa entre a temperatura e produtividade das aves, visto que altas temperaturas ambientais afetam negativamente o desempenho do animal (TINÔCO, 2001, CAIRES et al., 2001; XIN et al., 2011), provocando dificuldade de dissipação de calor (UGURLE et al., 2002), redução no consumo de ração e alteração na conversão alimentar, com conseqüente queda de produção (UGURLE et al., 2002; STERLING et al., 2003; MASHALY et al., 2004; FRANCO-JIMENEZ et al., 2007; HUSSEN, 2011; KILIK e SIMSEK, 2013), redução no peso e piora na qualidade de casca dos ovos (MASHALY et al., 2004; TRINDADE et al., 2007; FEIZIL et al., 2012), aumento do consumo de água (XIN et al. 2002) e da mortalidade das aves (UGURLE et al., 2002; VITORASSO e PEREIRA, 2009; PEREIRA et al., 2010).

A zona de conforto térmico para galinhas poedeiras adultas situa-se entre 20 a 24°C e umidade relativa igual a 40±5% (CHAPETE; XIN, 2000; TURNPENNY et al., 2000; YANAGI JR et al., 2002). Esta zona é definida como uma faixa de temperatura ambiente em que a taxa metabólica é mínima e independente da temperatura. Alguns autores, no entanto, consideram que a faixa de temperatura ideal, na qual as aves apresentam melhor desempenho produtivo, situa-se abaixo da referida zona de conforto térmico, como, por exemplo, Charles & Walker (2002) que admitem que a faixa de temperatura ideal encontra-se entre 19 e 22°.

Considerando-se que o Brasil localiza-se até a latitude de 30° sul, ou seja, na faixa mais quente do planeta, verifica-se que o país inspira uma situação de maior cuidado com o estresse por calor. Como as instalações avícolas brasileiras, em sua maioria, não são isoladas termicamente, por serem abertas, as condições ambientais externas, principalmente amplitudes críticas de temperatura e umidade são imediatamente transferidas para o interior dos galpões. Caso não se atente para esse fato ao se planejar as instalações, ocorrerá uma situação de desconforto térmico por calor que comprometerá o desempenho das aves (TINÔCO, 2001). Sendo assim, torna-se indispensável o estudo das características ambientais de cada região produtora de ovos.

No caso específico das instalações utilizadas na avicultura de postura do Brasil, país este de clima quente (tropical e sub-tropical), tem-se que a maioria maciça dos alojamentos são abertos, sem isolamento térmico e com uso apenas de ventilação natural, o que pode ser explicado pelo fato de que a depressão psicrométrica (variação entre a máxima e mínima temperaturas absolutas) seja pequena comparativamente as regiões temperadas do mundo. Contudo, ocorre que, em regiões mais quentes do país e especialmente nos períodos mais quentes do ano, as galinhas, especialmente na fase de postura quando são mais vulneráveis ao estresse por calor, ficam expostas a situações de desconforto térmico muitas vezes prejudiciais à produção e ao seu bem-estar. Esta situação torna-se ainda mais grave nos sistemas de alojamentos verticais (sistemas estes em crescente expansão no Brasil), constituídos por maior número de andares de gaiolas e, portanto, por maior número de aves abrigadas por espaço de alojamento.

Outro aspecto a considerar é que as aves de postura de diferentes linhagens apresentam respostas diferenciadas a situações de estresse por calor. No entanto, ainda não se encontram estudos que correlacionam o comportamento e a produtividade, durante o estresse por calor, de galinhas poedeiras das linhagens Hy-Line W36 e Dekalb White, comparativamente, considerando que são estas as linhagens mais utilizadas na avicultura de postura do Brasil.

Da mesma forma, ainda são carentes os estudos relativos aos alojamentos de aves de postura em sistemas verticais quanto aos fatores térmicos em condições de frio e de calor sobre o desempenho produtivo de galinhas poedeiras das linhagens Dekalb White e Hy-Line W36, especificamente.

Com base no exposto, este trabalho buscou:

- 1) Diagnosticar e avaliar os resultados históricos de campo de uma das maiores indústrias de produção de ovos do Brasil, quanto ao desempenho zootécnico de galinhas poedeiras das linhagens Dekalb White e Hy-line W36, alojadas em instalações abertas,

em sistema vertical de criação e submetidas a acondicionamento térmico natural, (ventilação natural), durante o pico de postura. Este levantamento foi feito com base em duas diferentes condições climáticas anuais: de frio e de calor, para uma serie histórica de 9 anos.

2) Analisar, comparativamente, os resultados de desempenho de ambas linhagens (Dekalb White e Hy-line W36) sob condições climáticas e idades de postura equivalentes, no intuito de se destacar àquela que apresenta maior adaptabilidade às condições climáticas da região estudada.

### **3.4. MATERIAL E MÉTODOS**

O presente estudo foi realizado em duas etapas e apoiado em parceria entre o Núcleo de Pesquisa em Ambiente e Engenharia de Sistemas Agroindustriais – AMBIAGRO, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa e uma das maiores empresas comerciais de aves de postura do Brasil, cujas instalações são representativas do que se pratica no Brasil no caso de sistemas verticais.

As instalações avícolas localizam-se no município de Pouso Alto – Minas Gerais, Serra da Mantiqueira, a 884 metros de altitude, latitude de 22°11'38'' S e longitude 44°58'22''W. A região possui clima tropical de altitude, sendo caracterizado como do tipo Cwb (clima temperado úmido com inverno seco e verão temperado) pela classificação de Koppen, apresentando temperatura média de 18°C. No inverno as temperaturas podem chegar a 0°C, enquanto a média no verão é de 22°C, podendo atingir 35,8°C nos dias mais quentes. Pouso Alto localiza-se na Microrregião de São Lourenço, onde está compreendida grande parte da avicultura de postura do estado de Minas Gerais.

Na primeira etapa, foi realizado um estudo das variáveis climáticas (temperatura e umidade relativa do ar) da região e seu comportamento nos últimos 9 anos, a fim de compreender e estabelecer em quais períodos do ano a temperatura apresenta os maiores e menores valores médios e absolutos registrados.

Na segunda etapa, foi realizada análise comparativa dos dados históricos (últimos 9 anos) de desempenho produtivo de galinhas poedeiras das linhagens Dekalb White e Hy-Line W36, alojadas em instalações abertas, durante o pico de postura (25 a 40 semanas) e para cada diferente período climático, definido como sendo aquele mais quente e aquele mais frio do ano. O estudo foi realizado inicialmente para cada

linhagem, sendo posteriormente realizada a análise comparativa do desempenho produtivo entre as linhagens, para cada período estabelecido na etapa anterior.

#### **3.4.1 Generalidades dos galpões avícolas**

Foram estudados 8 galpões avícolas comerciais representativos de núcleos de produção de poedeiras em sistemas verticais. Estes possuíam afastamentos similares, cerca de somente 7 metros entre si, orientados no sentido Leste-Oeste, abertos nas faces Norte e Sul e ventilados naturalmente, conforme tipologia representativa do padrão usualmente praticado no Brasil. Os alojamentos são concebidos em sistema vertical de criação, com dimensões de 108 m de comprimento, 15,7 m de largura, 5 m de pé direito, 0,5 m de beiral, em estrutura metálica e cobertura com telhas onduladas de aço galvanizado, com presença de lanternim com abertura de 1,5 metros.

Os aviários possuem sistema de arrefecimento térmico operado através de nebulização posicionado a 4,5m de altura, com bicos nebulizadores de média pressão (100 a 200 psi) a cada 1,5m um do outro.

As aves foram alojadas em gaiolas com dimensões 0,73 m x 0,73 m x 0,43 m cada, distribuídas em cinco baterias de gaiolas, distantes 1,57 m entre si, com seis níveis de altura cada, o que permitia o alojamento de aproximadamente 100 mil aves dentro de cada galpão, com densidade média de  $380 \text{ cm}^2 \text{ ave}^{-1}$ .

O fornecimento de ração era realizado através de funis autopropulsados, o que permite uma maior uniformidade na distribuição, garantindo que as aves recebam ração de forma igualitária e equilibrada. O arraçoamento era realizado duas vezes ao dia, uma vez no período da manhã e outra à tarde, sendo fornecida a mesma ração para ambas as linhagens e nos dois períodos avaliados. A água era fornecida através de bebedouros do tipo nipple, dispostos no interior das gaiolas.

O transporte dos ovos era realizado de forma automática, por meio de esteiras mecanizadas desde as baterias de gaiolas até a sala de classificação de ovos. Este recolhimento era realizado duas vezes ao dia, sendo uma vez no período da manhã e outra à tarde. Da mesma forma como realizado para o transporte de ovos, a retirada dos dejetos também era realizada por meio de esteiras mecanizadas, o que ocorria duas vezes por semana.

#### **3.4.2 Avaliação das condições climáticas**

Para realização do estudo climático da região foi utilizada uma base de dados de umidade relativa e temperatura do ar das séries históricas de dados climatológicos

obtidas das Estações Meteorológicas de Observação de Superfície Automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Foram utilizadas médias diárias para um período de 9 anos (2006 a 2014 – período este comum a todas as estações). Foi utilizado um total de 60 estações meteorológicas distribuídas por toda região Sudeste do país.

A partir da base de dados obtida, utilizou-se o programa computacional MapInfo Professional 11.5 para elaboração dos mapas e determinação das médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar referentes à região onde estão situados os aviários de postura estudados.

Os mapas temáticos foram criados pela técnica de interpolação IDW (Inverse Distance Weighting). Este interpolador assume que cada amostra de um ponto tem uma influência local que diminui com a distância. Este método admite que os pontos mais próximos para o processamento da célula, influem mais fortemente que aqueles mais afastados (WEI & MCGUINNESS, 1973). Neste caso, os dados obtidos das estações meteorológicas mais próximas à região de estudo, configuram maior influência na determinação das médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar da microrregião estudada, comparados aos dados obtidos de estações meteorológicas mais afastadas. O uso do interpolador IDW é recomendado quando a variável a ser mapeada diminui a correlação espacial com a distância amostrada.

Trabalhou-se com a temperatura média diária para se avaliar as épocas do ano em que as médias de temperatura atingissem o seu máximo e com isso identificar qual o período mais crítico em se tratando de estresse por calor para as aves. Da mesma forma, avaliou-se a época na qual se obteve as menores médias de temperatura, a fim de realizar a comparação entre os dois períodos avaliados e compreender, para a região em estudo, qual o comportamento do desempenho zootécnico das aves quando as mesmas estão exposta a esses dois extremos de temperatura.

### **3.4.3 Avaliação do desempenho produtivo das aves**

A avaliação dos dados históricos de 9 anos (2006-2014), foi realizada através de banco de dados fornecido pela empresa comercial para todo o período de produção das linhagens Dekalb White e Hy-Line W36. As análises do desempenho produtivo dessas duas linhagens foram realizadas para a fase de pico de postura (25 a 40 semanas de idade), alojadas em instalações abertas com sistema vertical de criação e sujeitas a acondicionamento térmico natural.

Com base nesse banco de dados, e na análise da temperatura do ar na região onde estão localizados os aviários, foi possível definir dois grupos de lotes de produção

de galinhas poedeiras em pico de postura, sendo um grupo com 5 lotes da linhagem Hy-Line W36 e 2 lotes da linhagem Dekalb White em produção máxima de ovos no período quente (PQ) e outro grupo com 4 lotes de Hy-Line W36 e 3 lotes de Dekalb White na mesma fase de produção, porém no período frio (PF). Os referidos lotes de aves dos quais se avaliou o desempenho zootécnico, foram alojados em 8 diferentes galpões, tendo alguns desses recebido mais de um lote, visto que utilizou-se uma base de dados históricos de 9 anos. A partir daí foi realizada a comparação do desempenho zootécnico das aves entre os referidos períodos (PQ e PF), para cada linhagem estudada. Em outra etapa, realizou-se a comparação do desempenho entre as linhagens, para cada período de temperatura, quente e frio.

Os parâmetros utilizados para avaliação e análise dos dados de desempenho produtivo das aves foram número de ovos produzidos (ovos. ave<sup>-1</sup>. dia<sup>-1</sup>), número de ovos trincados (ovos. ave<sup>-1</sup>. dia<sup>-1</sup>), consumo de ração (g. ave<sup>-1</sup>. dia<sup>-1</sup>), conversão alimentar (kg de ração. dúzia de ovos<sup>-1</sup>) e mortalidade das aves (%).

O consumo médio de ração, para cada período climático considerado (quente e frio) e para cada linhagem (Dekalb White e Hy-Line W36) foi obtido pela diferença entre a quantidade de ração fornecida e a consumida a cada semana considerada. A conversão alimentar foi avaliada por meio da relação entre a quantidade de alimento consumido (kg) e a produção de ovos (em dúzia). O número de ovos produzidos, número de ovos trincados e mortalidade das aves foram avaliados diariamente.

Para análise dos dados coletados, utilizou-se o teste t de Student para amostras independentes e variâncias desiguais, com o propósito de verificar se há diferença estatística quanto aos dados de desempenho zootécnico das linhagens Dekalb White e Hy-line W36 entre as duas diferentes condições climáticas anuais: de frio e de calor. Assim como analisar, comparativamente, os resultados de desempenho de ambas as linhagens, e dessa forma destacar aquela que apresenta maior adaptabilidade às condições climáticas da região.

### **3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.5.1 Variáveis climatológicas - Temperaturas médias mensais e umidade relativa do ar para a região em estudo**

Após a obtenção dos dados das médias de temperatura e umidade relativa do ar das estações meteorológicas da região Sudeste do país foi possível realizar a interpolação dos mesmos, utilizando o programa computacional MapInfo e, através

dessa interpolação, encontrar as médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar para a região onde estão situados os aviários de postura. De posse desses dados identificou-se o período no qual as médias de temperatura atingiram o seu máximo, sendo esse denominado período quente, bem como àquele no qual as médias de temperatura atingiram os menores valores, período frio (TABELA 1.3).

Tabela 1.3. Valores médios mensais de Temperatura Média, Temperatura Máxima e Umidade Relativa do ar, dados obtidos de um total de 9 anos de avaliação (2006 -2014).

Mês	Temperatura			Umidade Relativa (%)
	Média	Média Máxima	Média Máxima estimada COELHO (2014)	
<b>Janeiro</b>	22,6	29,0	32,0	77,0
<b>Fevereiro</b>	23,1	30,3	33,3	75,4
<b>Março</b>	22,4	29,2	32,2	78,2
<b>Abril</b>	20,4	27,5	30,5	78,7
<b>Mai</b>	17,2	24,9	27,9	78,6
<b>Junho</b>	16,1	24,2	27,2	80,3
<b>Julho</b>	16,0	24,9	27,9	74,8
<b>Agosto</b>	17,5	26,6	29,6	67,5
<b>Setembro</b>	19,5	27,8	30,8	65,9
<b>Outubro</b>	21,3	28,4	31,4	71,0
<b>Novembro</b>	21,6	28,2	31,2	76,0
<b>Dezembro</b>	22,6	29,1	32,1	78,3

Como pode ser observado na Tabela 1.3, o período mais quente do ano, para a região em estudo, durante todo o período de avaliação, de 2006 a 2014, compreende os meses de Dezembro a Março, nos quais as médias mensais de temperatura atingem valor máximo de 23,1°C. Apesar de os valores de temperatura média observados nesse período situarem dentro dos limites críticos estabelecidos na literatura, as médias de temperatura máxima ultrapassaram os limites críticos superiores em praticamente todo o período, chegando a alcançar, nas horas mais quentes do dia, valores superiores a 30°C. Segundo COELHO (2014), os valores de temperatura do ar no interior dos alojamentos avícolas com bom isolamento térmico são, em geral, cerca de 3°C superior aqueles registrados nos abrigos meteorológicos, devido, entre outros fatores, a própria dissipação de calor pelos animais. Daí, infere-se que os valores estimados de temperatura do ar no ambiente interno dos aviários avaliados neste trabalho são iguais ou superiores àquelas indicadas na Tabela 1.3, demonstrando que as aves estiveram sob

severo estresse por calor nesta época do ano. Por outro lado, o período mais frio engloba os meses de Maio a Julho, no qual as médias mensais de temperatura atingiram 16,0 °C.

De acordo com INMET, em São Lourenço, município mais próximo à região onde estão localizados os aviários estudados e que possui Estação Meteorológica, o trimestre que apresenta os maiores registros de temperatura média compreende os meses de Dezembro a Fevereiro, com média de 22<sup>o</sup>C. Enquanto o trimestre que apresenta os menores registros de temperatura, com média de 15<sup>o</sup>C, compreende os meses de Maio a Julho.

Pelo fato de os aviários em estudo localizarem em importante região produtora de ovos, foram gerados para a Microrregião de São Lourenço, mapas de temperatura média e máxima para cada período, quente e frio, a fim de ilustrar e melhor compreender a variação de temperatura entre as duas situações avaliadas (FIGURA 1.3).

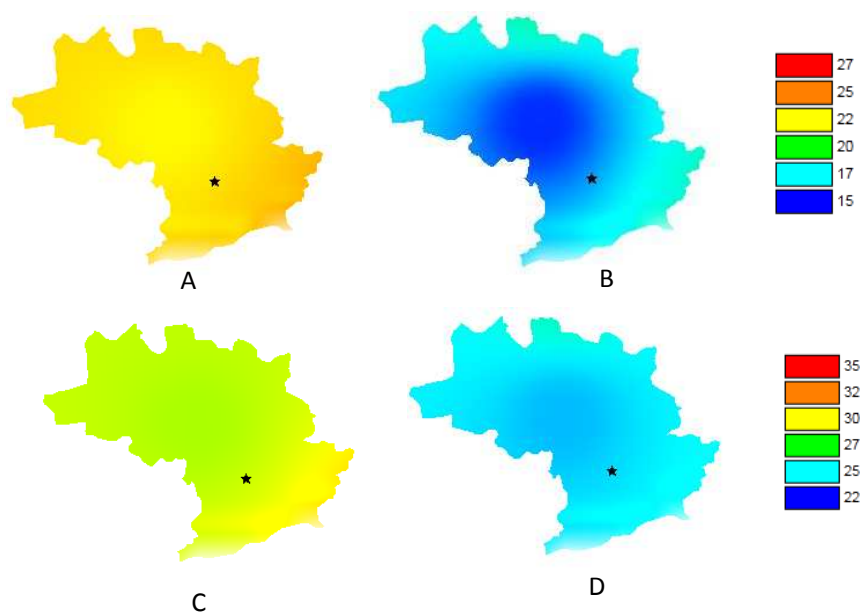


FIGURA 1.3: Mapas de temperatura média e máxima para cada período, quente (Dezembro a Fevereiro) e frio (Maio a Julho), da Microrregião de São Lourenço - MG (área aproximada de 4 mil km<sup>2</sup>). A) Temperatura média, período quente; B) Temperatura média, período frio; C) Temperatura máxima, período quente; D) Temperatura máxima, período frio.

Seguindo a premissa de que a temperatura no interior dos galpões é, em média 3°C acima da temperatura externa, conforme mencionado anteriormente, no período quente, a temperatura média no interior dos galpões permanece em torno de 26,0°C, temperatura essa já considerada elevada para aves na fase de pico de postura. Quando

consideradas as temperaturas máximas do ambiente, a temperatura no interior dos aviários chega a atingir valores críticos, muito superiores a 26,0°C.

Da mesma forma como foram analisadas as médias de temperatura para a Microrregião de São Lourenço-MG, foram gerados também, mapas de umidade relativa do ar para os períodos, quente e frio, a fim de melhor compreender essa variação nas duas situações avaliadas (FIGURA 2.3).

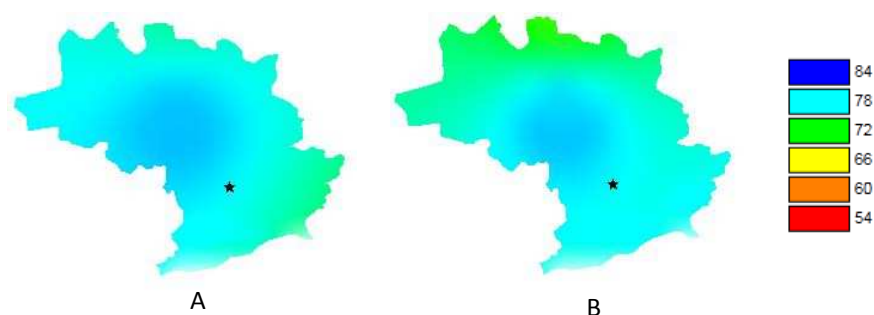


FIGURA 2.3: Mapas de umidade relativa do ar para cada período, quente e frio, da Microrregião de São Lourenço-MG (área aproximada de 4 mil km<sup>2</sup>). A) Período quente (Dezembro a Fevereiro); B) Período frio (Maio a Julho).

A média de umidade relativa do ar para o período quente foi de 76,9%, e para o período frio foi encontrada uma média de umidade relativa de 77,9%. Ao analisar as médias de umidade relativa do ar para a região em estudo, verifica-se que em todos os meses do ano encontra-se superior a 60%, estando na maioria deles acima de 70% e atingindo valores de aproximadamente 78% no período mais quente, o que pode dificultar a perda de calor através dos processos evaporativos, agravando o estresse sofrido pelas aves quando submetidas a altas temperaturas.

### 3.5.2 Análise comparativa do desempenho produtivo das aves entre os períodos avaliados (Período Quente x Período Frio)

Com base nos dados históricos (9 anos de observação) do desempenho produtivo de 5 lotes de Hy-Line W36 e 2 lotes de Dekalb White em produção máxima de ovos no período quente e 4 lotes de Hy-Line W36 e 3 lotes de Dekalb White na mesma fase de produção no período frio, dados esses fornecidos pela empresa, e na análise das variáveis climáticas da região, foi possível realizar a análise comparativa do desempenho produtivo das aves, durante a fase de pico de postura (galinhas de 25 a 40 semanas de idade), entre os dois períodos descritos no item 3.1, a saber, período quente e período frio.

Para obtenção dos valores médios de desempenho produtivo das aves (TABELA 2.3) foram realizadas as médias, diárias, das variáveis: consumo de ração (CR), produção de ovos (PO), número de ovos trincados (OT), conversão alimentar (CA) e mortalidade (M), entre os lotes de cada período. Em seguida foi realizado o teste t de Student para verificar se há diferença estatística quanto aos dados de desempenho zootécnico das linhagens Dekalb White e Hy-Line W36 entre os dois referidos períodos: Período Quente e Período Frio.

**Tabela 2.3:** Valores médios e coeficiente de variação (CV) do desempenho produtivo de galinhas poedeiras das linhagens Dekalb White e Hy-Line W36, consumo de ração (CR), produção de ovos (PO), número de ovos trincados (OT), conversão alimentar (CA) e mortalidade (M), para cada um dos dois períodos avaliados (período quente e período frio). Médias diárias obtidas de 5 lotes de Hy-Line W36 e 2 lotes de Dekalb White no período quente e 4 lotes de Hy-Line W36 e 4 lotes de Dekalb White no período frio, durante um período de 9 anos.

Parâmetro	Período Quente (PQ)		Período Frio (PF)		Diferença $\left(\frac{PF - PQ}{PQ}\right) \times 100$
	Média	CV(%)	Média	CV(%)	
<b>Hy-Line W36</b>	<i>5 lotes</i>		<i>4 lotes</i>		
CR (g.ave <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )	93,4	19,9	96,8	14,5	+ 3,64
PO (ovos.ave <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )	0,92	0,09	0,93	0,01	+ 1,09
OT (ovos.ave <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )	0,04	0,02	0,04	0,01	0
CA (kg.dz <sup>-1</sup> )	1,26	0,004	1,22	0,01	+ 3,17
M (%)	0,02	0,0000004	0,008	0,00000003	- 60***
<b>Dekalb White</b>	<i>2 lotes</i>		<i>3 lotes</i>		
CR (g.ave <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )	98,8	69,2	106,3	4,6	+ 7,59***
PO (ovos.ave <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )	0,90	0,007	0,92	0,002	+ 2,22
OT (ovos.ave <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )	0,03	0,002	0,01	0,001	- 66,67*
CA (kg.dz <sup>-1</sup> )	1,4	0,013	1,4	0,009	0
M (%)	0,03	0,00000006	0,02	0,00000002	- 33,33*

As médias seguidas de \* diferem entre si pelo teste t de Student a 5% de significância \*\*\* para 10% de significância.

Verificou-se, para as aves da linhagem Hy-Line W36, diferença estatística, em nível de 10% de significância entre os períodos (PQ e PF), para o parâmetro mortalidade (M). Para as aves da linhagem Dekalb White, verificou-se que houve diferença estatística, em nível de 5% de significância, para os parâmetros número de ovos trincados (OT) e mortalidade (M) indicando uma redução na quantidade de ovos

trincados e também de mortalidade no período frio para a ave de linhagem Dekalb White, e, em nível de 10% de significância, para o parâmetro consumo de ração.

Observou-se que, em ambas as linhagens, os lotes de aves que se encontravam em pico de postura no período frio, (quando as médias de temperatura mantiveram-se em torno de 19,3°C) apresentaram em média, maior consumo de ração comparado aos lotes que se encontravam no pico de postura durante o período quente. As aves da linhagem Hy-Line W36 apresentaram um consumo de ração 3,64% maior ( $P = 0.14$ ) durante o período frio comparado ao período mais quente do ano. E para as aves Dekalb White esse consumo foi 7,59% maior ( $P = 0.103$ ) quando expostas à menores temperaturas. De acordo com Baião e Caçado (2001) e Abu-Dieyeh (2006) o estresse por calor pode acarretar uma série de reações tanto comportamentais como fisiológicas que culminam em grandes perdas para as aves, sendo a redução no consumo de alimentos a principal resposta do animal a esse estresse, pois as aves tendem a diminuir a produção de calor interno, uma vez que tanto a digestão quanto a absorção de nutrientes geram energia, que é liberada na forma de calor.

Outros autores mostram também que aves submetidas a temperaturas mais elevadas, tendem a diminuir o consumo de alimento como uma alternativa para diminuição da produção de calor metabólico e, dessa forma, manutenção da homeotermia. Fukayama et al. (2005) trabalhando com duas linhagens de postura na fase de crescimento (10<sup>a</sup> a 13<sup>a</sup> semana) submetidas a várias temperaturas (12, 18, 24, 30 e 36°C), constataram redução no consumo de alimento, à medida que a temperatura aumentou, independente da linhagem. Segundo os autores, a cada aumento de 1°C na temperatura, houve redução de 46,94g (1,5%) no consumo de aves semipesadas e de 36,88g (1,5%) para as aves leves.

Bozkurt et al. (2012) verificaram redução de 10% no consumo de ração, com redução de mais de 12 g.ave<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, quando em aves submetidas a estresse por calor. Resultados semelhantes foram encontrados também por Balnave et al. (1997), Mashaly et al. (2004), Lin et al. (2004), Franco-Jimenes et al. (2007), Karaman et al. (2007), Yoshida et al. (2011), Feizil et al. (2012).

Conforme apresentado na Tabela 2.3, pode-se verificar que as aves da linhagem Hy-Line W36 obtiveram produção de ovos 1,09% maior ( $P = 0.264$ ) quando expostas à temperaturas menores (período frio) durante o pico de postura. Observou-se também que houve maior variação entre as médias de produção no período quente ( $CV = 0,09\%$ ) quando comparado ao período frio ( $CV = 0,01\%$ ).

Para as aves da linhagem Dekalb White a produção de ovos no período frio foi maior, em média, 2,22% ( $P = 0.376$ ) comparado ao período quente. Observou-se também que as aves expostas à temperaturas mais elevadas durante o pico de postura apresentam maior variação na sua produção, conforme demonstrado na Tabela 2.3, onde é possível verificar que houve variação de 0,007% entre as médias diárias de produção, enquanto que para as aves expostas ao período frio essa variação foi de apenas 0,002%.

Hussen (2011) ao avaliar a resposta produtiva de galinhas poedeiras em fase de pico de postura, alojadas em gaiolas convencionais sob duas diferentes condições térmicas: temperatura padrão (17-18°C) e microclima superaquecido (27-29°C), verificaram que durante todo o período observado (4 semanas), o rendimento diário variou entre 447,14 - 453,71 ovos para as aves acomodados sob condições de temperatura padrão, enquanto a produção das galinhas mantida a temperaturas mais elevadas variou dentro do 435,43 - 438,71 ovos.dia<sup>-1</sup>.grupo<sup>-1</sup>, o que corresponde a uma queda de 2,7 a 3,4% na produção quando as aves foram mantidas em condições de estresse por calor. Segundo os autores, o menor rendimento das aves submetidas a temperaturas mais elevadas pode ter ocorrido, também, devido à redução do consumo alimentar, assim como observado no presente trabalho.

Em estudo realizado por Ugurluet al. (2002) em Konya, Turquia, foi relatado que o consumo de ração diminuiu de 113,3 para 96,5 g.ave<sup>-1</sup>, assim como produção de ovos também reduziu de 84,6 para 77,3% quando a temperatura ambiente aumentou de 21,4 para 27,6 °C. Da mesma forma, Franco-Jimenez et al. (2007), Karaman et al. (2007), Zavarize et al. (2011), Feizi et al. (2012), Kilic e Simsek (2013) e Allahverdi et al. (2013) também encontraram menores taxas de produção de ovos durante o estresse por calor.

Observou-se, para as aves da linhagem Dekalb White, que além da redução no consumo de alimento e na produção de ovos, a ocorrência de menor número de ovos trincados (66,67%,  $P = 0.031$ ) e redução da mortalidade (33,33%,  $P = 0.006$ ) quando as aves são expostas a temperaturas mais baixas (período frio), Tabela 2.3.

Ao estudar os efeitos de dois sistemas de criação (gaiolas e cama) no desempenho produtivo e na qualidade de ovos de aves poedeiras, Alves et al. (2007) observaram que, em períodos de maior estresse por calor, os ovos apresentaram casca mais fina, principalmente aqueles provenientes das aves alojadas em gaiolas, o que para os autores pode explicar o fato de terem observado maior ocorrência de ovos trincados nesse mesmo sistema de criação das aves. Barbosa Filho et al. (2006), também encontraram diferença significativa na espessura da casca quando compararam aves

submetidas a duas condições ambientais (26°C e 60% UR ou 35°C e 70% UR), tendo a espessura da casca dos ovos diminuída acentuadamente durante o estresse por calor. Lin et al. (2004) observaram que o aumento da temperatura de 20°C para 32°C resultou numa diminuição da espessura da casca de ovo de  $346,5 \pm 5,8$  para  $326,6 \pm 5,4$   $\mu\text{m}$  e aumento na quebra de ovos, de  $8,7 \pm 6,0\%$  para  $33,3 \pm 9,2\%$ , estudos esses que corroboram com os resultados encontrados nesse trabalho para as aves da linhagem Dekal White.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Mashaly et al. (2004), Yardibi e Hosturk (2008), Hussen (2011), Yoshida et al. (2011) e Ebeid et al. (2012), indicando que a densidade e a espessura da casca diminuem significativamente em ambientes de alta temperatura, contribuindo, dessa forma, para maior ocorrência de ovos trincados e de casca quebrada.

Segundo Allahverdi et al. (2013), durante o período de estresse por calor há um aumento nos níveis de pH e uma redução na concentração de Ca no plasma sanguíneo, o que pode explicar a redução da qualidade da casca dos ovos. Em períodos de estresse por calor as aves aumentam a frequência respiratória no intuito de dissipar calor para o ambiente, e, com isso, ocorre perda excessiva de CO<sub>2</sub> dos seus pulmões causando uma elevação do pH sanguíneo, o que, por conseguinte, reduz a quantidade de Ca ionizado disponível para formação da casca. Sendo assim, pode-se inferir que o estresse térmico altera o processo de formação da casca do ovo, deixando-a mais susceptível a quebras e trincas através de processos mecânicos, o que consequentemente contribui pra a ocorrência de um maior número de ovos trincados no final do processo de produção.

Mashaly et al. (2004) ao avaliar o desempenho produtivo, qualidade de ovos e função imunológica de galinhas poedeiras no pico de produção (31 semanas) em três diferentes tratamentos, controle (23,9°C e 50% UR), temperatura cíclica (23,9 a 35°C, 50 a 15% UR), e estresse térmico (35°C e 15%UR) durante 5 semanas, verificaram que o estresse térmico aumentou significativamente a mortalidade das aves. De acordo com os autores, a mortalidade no grupo submetido ao calor e umidade constante (31,7%) foi muito maior do que para o grupo cíclico (6,7%) ou tratamento controle (5%), o que poderia estar relacionado à inibição de algumas respostas imunitárias, também causadas pelo estresse por calor.

Bozkurt et al. (2012) avaliaram o desempenho e a qualidade de ovos de galinhas poedeiras suplementadas com manano-oligossacarídeos ou uma mistura de óleos essenciais, em duas condições ambientais (temperatura moderada e estresse por calor) e verificaram taxa de mortalidade de 1,38; 3,47 e 0,69% para o tratamento controle,

tratamento com manano-oligossacarídeos e mistura de óleos essenciais, respectivamente. No entanto, segundo os autores, a maioria do total de mortalidade (6 entre 8 mortes) aconteceu no período mais quente do experimento.

### 3.5.3 Análise comparativa do desempenho produtivo das aves entre as linhagens estudadas (Hy-Line W36 e Dekalb White)

Diante dos dados avaliados anteriormente realizou-se a análise comparativa do desempenho produtivo das aves entre as duas linhagens estudadas (Hy-Line W36 e Dekalb White) em cada período discutido no item 3.1.

Os valores de desempenho produtivo das aves, calculados da mesma forma como descrito no item anterior: consumo de ração, produção de ovos, número de ovos trincados, conversão alimentar e mortalidade, das duas linhagens avaliadas, para cada período, estão apresentados nas Tabelas 3.3.

**Tabela 3.3:** Valores médios e coeficiente de variação (CV) de desempenho produtivo de galinhas poedeiras das linhagens Dekalb White e Hy-Line W36, consumo de ração (CR), produção de ovos (PO), número de ovos trincados (OT), conversão alimentar (CA) e mortalidade, para cada uma das linhagens avaliadas nos dois diferentes períodos considerados (período quente e período frio). Médias diárias obtidas de 5 lotes de Hy-Line W36 e 2 lotes de Dekalb White no período quente e 2 lotes de Hy-Line W36 e 3 lotes de Dekalb White no período frio, durante um período de 9 anos.

Parâmetro	Hy-Line W36		Dekalb White		Diferença $\left(\frac{HL - DK}{DK}\right) \times 100$
	Média	CV(%)	Média	CV(%)	
<b>Período Quente</b>	<i>5 lotes</i>		<i>4 lotes</i>		
CR (g.ave <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )	93,4	19,9	98,8	69,2	-5,47
PO (ovos.ave <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )	0,92	0,09	0,90	0,007	+2,22
OT (ovos.ave <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )	0,04	0,02	0,03	0,002	+33,3
CA (kg.dz <sup>-1</sup> )	1,26	0,004	1,4	0,013	-10
M (%)	0,02	0,0000004	0,03	0,00000006	-33,33
<b>Período Frio</b>	<i>2 lotes</i>		<i>3 lotes</i>		
CR (g.ave <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )	96,8	14,5	106,3	4,6	-8,94*
PO (ovos.ave <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )	0,93	0,01	0,92	0,002	+1,09
OT (ovos.ave <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )	0,04	0,01	0,01	0,001	+300*
CA (kg.dz <sup>-1</sup> )	1,22	0,01	1,4	0,009	-12,86***
M (%)	0,008	0,00000003	0,02	0,00000002	-60*

As médias seguidas de \* diferem entre si pelo teste t de Student a 5% de significância e \*\*\* para 10% de significância.

Conforme pode ser observado na Tabela 3.3, não houve diferença estatística entre as duas linhagens avaliadas durante o período quente. No entanto, é possível observar, pelas médias diárias, que durante o período mais quente do ano, as aves da linhagem Hy-Line W36 apresentaram menor consumo de ração (5,47%,  $P = 0.412$ ), maior produção de ovos (2,22%,  $P = 0.664$ ), melhor conversão alimentar (10,0%,  $P = 0.106$ ) e menor mortalidade (33,33%,  $P = 0.140$ ) quando comparadas àquelas da linhagem Dekalb White. No entanto, verifica-se que, para o mesmo período foi encontrado menor número de ovos trincados (33,33%,  $P = 0.173$ ) para as aves da linhagem Dekalb White.

Durante o período frio, verificou-se que houve diferença estatística entre as linhagens, para os parâmetros consumo de ração (8,94%,  $P = 0,0004$ ), número de ovos trincados (300%,  $P = 0.026$ ), mortalidade (60%,  $P < 0.0001$ ), e conversão alimentar (12,86%,  $P = 0,069$ ).

De acordo com alguns autores (MAZZUCO et al., 2002; BAIÃO e LÚCIO, 2005; FRANCO e SAKOMOTO, 2007; CARVALHO e FERNANDES, 2013) as linhagens existentes no mercado apresentam diferenças relacionadas à qualidade da casca, principalmente devido às diferenças na capacidade de transporte e utilização de nutrientes. Sendo assim, MAZZUCO et al., 2002 afirmaram que a resistência à quebra possui correlação genética negativa com outras características tais como produtividade, peso e massa de ovos, o que pode explicar o fato de no presente estudo, as aves Hy-Line W36 terem apresentado melhores resultados de produção, maior adaptabilidade às condições climáticas da região estudada e, no entanto, maior número de ovos trincados, comparada às aves Dekalb White.

Em estudo realizado por Franco-Jimenez et al. (2007), os autores compararam o desempenho produtivo (produção de ovos, consumo de ração, qualidade do ovo e mortalidade), de três linhagens de galinhas poedeiras (Hy-Line Brown, W36 e W38), submetidas 3 diferentes condições térmicas. As aves foram alojadas a 22°C por duas semanas, em seguida expostas a 35°C (estresse por calor) por duas semanas e voltaram à condição de conforto (22°C) por mais duas semanas. De acordo com os autores houve redução em todos os parâmetros de produção, com exceção da mortalidade, quando as aves foram expostas à condição de estresse por calor, para todas as linhagens. Os autores observaram também que houve interação entre as linhagens e a temperatura, para os parâmetros produção de ovos, consumo de ração, espessura da casca, gravidade específica e peso da gema, os quais apresentaram redução menos graves as aves da

linhagem Hy-Line W98. No referido estudo, as aves da linhagem Hy-Line W36 apresentaram valores intermediários para produção de ovos e consumo de ração.

Para Cheng e Muir (2005) e Felver-Gant et al. (2012), diferentes linhagens apresentam respostas fisiológicas diferentes em função do ambiente ao qual estão inseridas, o que pode afetar a fisiologia e a produção das aves. Diante dessa afirmativa, Pereira et al. (2007) analisaram a interação entre fatores como temperatura, linhagem e período do dia no comportamento de matrizes pesadas alojadas em câmaras climáticas, e concluíram que existe interação entre os fatores linhagem e temperatura para todos os comportamentos avaliados, o que confirma a hipótese lançada pelos mesmos de que diferentes linhagens reagem de maneira diferente ao ambiente de criação, assim como observado no presente estudo.

Silva et al. (2006) avaliaram o comportamento de duas linhagens de poedeiras (Hy-Line W36 e Hy-Line Brown) em duas condições ambientais (26°C e 60% UR e 35°C e 70%UR) e dois sistemas de criação (baterias de gaiolas e cama) e verificaram que em condições de estresse por calor, as aves Hy-Line W36 passaram mais tempo comendo, empoleiradas, em postura e menos tempo paradas, e concluíram que esta linhagem é mais resistente às condições de estresse, corroborando com os resultados encontrados no presente estudo.

Neste mesmo contexto, e reforçando os resultados encontrados no presente trabalho, Rech et al. (2010) avaliaram os efeitos da linhagem sobre o desempenho produtivo de poedeiras comerciais leves e concluíram que existem diferenças entre as linhagens para as características produção de ovos, massa de ovos e mortalidade. Segundo Cheng et al. (2001) e Cheng e Muir (2007) os genes determinam as funções do sistema neuroendócrino de poedeiras e controlam seus artifícios de adaptação e produtividade ao meio em que estão inseridas, apresentando grandes variações nas concentrações de dopamina e serotonina em resposta a situações de estresse.

Diante dos resultados encontrados é possível afirmar que é de suma importância a escolha da linhagem para a região de produção, suas condições climáticas e sistema de criação, para que se possa alcançar melhores níveis de produtividade e condições de bem-estar das aves.

### **3.6. CONCLUSÕES**

Com base neste trabalho, verificou-se que as aves da linhagem Hy-Line W36 apresentaram maior consumo de ração (3,64%,  $P = 0.403$ ), maior produção de ovos (1,09%,  $P = 0.264$ ), melhor conversão alimentar (3,17%,  $P = 0.298$ ) e menor

mortalidade (60%,  $P = 0.09$ ) durante o período frio (PF) quando comparadas às aves que encontravam, no pico de postura no período quente (PQ). Da mesma forma, as aves da linhagem Dekalb White apresentaram maior consumo de ração (7,59%,  $P = 0.103$ ), maior produção de ovos (2,22%,  $P = 0.376$ ), menor número de ovos trincados (66,67%,  $P = 0.031$ ) e menor mortalidade (33,33%,  $P = 0.0063$ ) durante o período frio quando comparadas àquelas que se encontravam no pico de postura no período quente. Dessa forma, conclui-se que em temperaturas mais baixas, as aves apresentam melhor desempenho zootécnico, para ambas as linhagens.

Na comparação entre linhagens, observou-se que as poedeiras de linhagem Hy-Line W36 apresentaram melhores resultados de produção de ovos para os dois períodos: PQ (2,22%,  $P = 0.664$ ) e PF (1,09%,  $P = 0.718$ ); menor mortalidade para o PQ (33,33%,  $P = 0.140$ ) e para o PF (60%,  $P = 0.001$ ), e menor consumo de ração no PQ (5,47%,  $P = 0.412$ ) e PF (8,94%,  $P = 0.0004$ ). No entanto, há um maior número de ovos trincados para a linhagem Hy-Line W36 para o PQ (3,33%,  $P = 0.173$ ) e PF (300%,  $P = 0.026$ ). Em geral, pode-se afirmar que a linhagem Hy-Line W36 apresentou melhor desempenho, comparada à Dekalb White.

### 3.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ABU-DIEYEH, Z. H. M. Effect of high temperature per se on growth performance of broilers. **International Journal of Poultry Science**, v. 5, n. 1, p. 19-21, 2006.

ALLAHVERDI, A.; FEIZI, A.; TAKHTFOOLADI, H. A.; NIKPIRAN, H. Effects of Heat Stress on Acid-Base Imbalance, Plasma Calcium Concentration, Egg Production and Egg Quality in Commercial Layers. **Global Veterinária** v.10, n.2, p.203-207, 2013.

ALVES, S. P.; SILVA, I. D.; PIEDADE, S. D. S. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1388-1394, 2007.

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

BAIÃO, N.; CANCADO, S. Artíficos biológicos para aliviar o estresse calórico em frangos de corte. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária (UFMG)**, Belo Horizonte, n. 34, p. 15-22, 2001.

BAIÃO, N. C.; LÚCIO, C. G.. Nutrição de matrizes pesadas. In MACARI, M.; MENDES, A. A. **Manejo de matrizes de corte**. 1. ed. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, p. 197-212. 2005.

BALNAVE, D.; MUHEEREZA, S. Improving eggshell quality at high temperatures with dietary sodium bicarbonate. **Poultry Science**, v. 76, n. 4, p. 588-593, 1997.

BARBOSA FILHO, J.; SILVA, M.; SILVA, I.; COELHO, A. Egg quality in layers housed in diferente production systems and submitted environmental conditions. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v. 8, n. 1, p. 23-28, 2006.

BOZKURT, M.; KÜÇÜKYILMAZ, K.; CATLI, A.; ÇNAR, M.; BINTAŞ, E.; ÇÖVEN, F. Performance, egg quality, and immune response of laying hens fed diets supplemented with mannan-oligosaccharide or an essential oil mixture under moderate and hot environmental conditions. *Poultry Science*, v. 91, n. 6, p. 1379-1386, 2012.

CAIRES, C. M.; CARVALHO, A.; CAIRES, R. M. Nutrição de frangos de corte em clima quente. *Revista Eletrônica Nutritime*, v. 5, n. 3, p. 577-583, 2008.

CARVALHO, L. S. S.; FERNANDES, E. A. Formação e qualidade da casca de ovos de reprodutoras e poedeiras comerciais. *Revista Medicina Veterinária*. v. 7, n.1, p.35 –44, 2013.

CHARLES, D.; WALKER, A. Responses to the thermal environment. *Poultry Environment Problem, A guide to solution*. Nottingham University Press, Nottingham, United Kingdom, p. 1-16, 2002.

CHENG, H. W.; DILLWORTH, G.; SINGLETON, P.; CHEN, Y.; MIUTH, W. M. Effects of group selection for productivity and longevity on blood concentrations of serotonin, catecholamines, and corticosterone of laying hens. *Poultry Science*, Champaign, v. 80, n. 9, p. 1278-1285, 2001.

CHENG, H.; MUIR, W.M. The effects of genetic selection for survivability and productivity on chicken physiological homeostasis. *World's Poultry Science Journal*, Beekbergen, v.61, n.3, p.383-98, 2005.

CHENG, H. W.; MUIR, W. M. Mechanisms of aggression and production in chickens: Genetic variations in the functions of serotonin, catecholamine, and corticosterone. *World's Poultry Science Journal*. v.63, p.233–254, 2007.

CHEPETE, H. J.; XIN, H. Cooling Laying Hens by Intermittent Partial Surface Spraying. *Transactions of the ASAE*, v. 43, n. 4, p. 965, 2000.

COELHO, D.J.R.. **Mapeamento e análise espacial do ambiente térmico de aviários de postura abertos em sistemas verticais**. 2014. 53f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Fevereiro, 2014.

EBEID, T.; SUZUKI, T.; SUGIYAMA, T. High ambiente temperature influence eggshell quality and calbindin-D28k localization of eggshell gland and all intestinal segments of laying hens. *Poultry Science*, v. 91, n. 9, p. 2282-2287, 2012.

FEIZIL, A.; SHAHBAZI, M.; TAIFEBAGERLU, J.; HAGHIGAT, A. Effect of Heat Stress (HS) on Production of Hy-Line Layers. *Research Journal of Biological Sciences*, v. 7, n. 5, p. 206-208, 2012.

FELVER-GANT, J.N.; MACK, L.A.; DENNIS, R.L.; EICHER, S.D.; CHENG, H.W. Genetic variation salter physiological responses following great stress in 2 strains of laying hens. *Poultry Science*, v.91, p.1542–1551, 2012.

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

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>>. Acesso em: 20 dez. 2014.

FUKAYAMA, E. H.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R.; FREITAS, E. R. Efeito da temperatura ambiente e do empenamento sobre o desempenho de frangas leves e semipesadas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 6, p. 1272-1280, 2005.

HUSSEN, T. S. Productive response of the laying hens subjected to thermal stress in conventional cages system. *Lucraris tiintifice. Seria Zootehnie-LucrăriȘtiințifice* - vol. 56, p.82-87 Seria Zootehnie (Romania), 2011.

KARAMAN, S.; TARHAN, S.; ERGUNES, G. Analysis of indoor climatic data to assess the heat stress of laying hens. **IJNES**, v. 1, n. 2, p. 65-68, 2007.

KILIC, I.; SIMSEK, E. The Effects of Heat Stress on Egg Production and Quality of Laying Hens. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 12, n. 1, p. 42-47, 2013.

LIN, H.; MERTENS, K.; KEMPS, B.; GOVAERTS, T.; DE KETELAERE, B.; DE BAERDEMAEKER, J.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. New approach of testing the effect of heat stress on eggshell quality: mechanical and material properties of eggshell and membrane. **British Poultry Science**, v. 45, n. 4, p. 476-482, 2004.

MASHALY, M.; HENDRICKS, G.; KALAMA, M.; GEHAD, A.; ABBAS, A.; PATTERSON, P. Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. **Poultry Science**, v. 83, n. 6, p. 889-894, 2004.

MAZZUCO, H.; ROSA, P.S.; JAENISCH, F.R. Má qualidade da casca. **Informe Embrapa. Avicultura Industrial**, Campinas, n.7, p. 14-18, 2002.

PEREIRA, D.; SALGADO, D.D.; NÄÄS, I.A.; PENHA, N.L.J.; BIGHI, C.A. Efeitos da temperatura do ar, linhagem e período do dia nas frequências de ocorrências e tempos de expressão comportamental de matrizes pesadas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.596-610, 2007.

PEREIRA, D.; DO VALE, M.; ZEVOLLI, B.; SALGADO, D. Estimating mortality in laying hens as the environmental temperature increases. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 12, n. 4, p. 265-271, 2010.

RECH, O.A.; PINHEIRO, J.W.; FONSECA, N.A.N.; SILVA, C.A.; OBA, A. Efeito da linhagem, espaço na gaiola e nível de triptofano dietético no desempenho de poedeiras comerciais. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 1051-1058, 2010.

SILVA, I.J.O.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; SILVA, M.A.N.; 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.

STERLING, K.; BELL, D.; PESTI, G.; AGGREY, S. Relationships among strain, performance, and environmental temperature in commercial laying hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 12, n. 1, p. 85-91, 2003.

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, n. 1, p. 1-26, 2001.

TRINDADE, J. L.; NASCIMENTO, J. W.; FURTADO, D. A. Qualidade do ovo de galinhas poedeiras criadas em galpões no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira De Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 6, p. 652-657, 2007.

TURNPENNY, J.; MCARTHUR, A.; CLARK, J.; WATHES, C. Thermal balance of livestock: 1. A parsimonious model. **Agricultural and forest meteorology**, v. 101, n. 1, p. 15-27, 2000.

UGURLU, N.; ACAR, B.; TOPAK, R. Production performance of caged layer sunder different environmental temperatures. **Archiv für Geflügelkunde**, v. 66, n. 1, p. 43-46, 2002.

VITORASSO, G.; PEREIRA, D. F. Análise comparativa do ambiente de aviários de postura com diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira De Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 6, p. 788-794, 2009.

XIN, H.; GATES, R.; PUMA, M.; AHN, D. Drinking water temperature effect on laying hens subjected to warm cyclic environments. **Poultry Science**, v. 81, n. 5, p. 608-617, 2002.

XIN, H.; GATES, R. S.; GREEN, A. R.; MITLOEHNER, F. M.; MOORE, P.; WATHES, C. M. Environmental impacts and sustainability of egg production systems. **Poultry Science**, v. 90, n. 1, p. 263-277, 2011.

YANAGI JR, T.; XIN, H.; GATES, R. S. Optimization of partial surface wetting to cool caged laying hens. **Transactions of the ASAE**, v. 45, n. 4, p. 1091, 2002.

YARDIBI, H.; HOŞTÜRK, G. T. The effects of vitamin E on the antioxidant system, egg production, and egg quality in heat stressed laying hens. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v. 32, n. 5, p. 319-325, 2008.

YOSHIDA, N.; FUJITA, M.; NAKAHARA, M.; KUWAHARA, T.; KAWAKAMI, S.-I.; BUNGO, T. Effect of high environmental temperature on egg production, serum lipoproteins and follicles teroid hormones in laying hens. **The Journal of Poultry Science**, v. 48, n. 3, p. 207-211, 2011.

ZAVARIZE, K. C.; SARTORI, J. R.; PEZZATO, A. C.; GARCIA, E. A.; CRUZ, V. C. Glutamina na dieta de poedeiras leves submetidas ao estresse pelo calor e à termoneutralidade. **Ciência Animal Brasileira**, v. 12, n. 3, p. 400-406, 2011.

#### **4. ARTIGO III: ANÁLISE COMPARATIVA DE AVIÁRIOS DE POSTURA FECHADOS COM SISTEMA DE VENTILAÇÃO POR PRESSÃO NEGATIVA E AVIÁRIOS ABERTOS COM VENTILAÇÃO NATURAL QUANTO AO DESEMPENHO PRODUTIVO DE GALINHAS POEDEIRAS DA LINHAGEM DEKALB WHITE**

##### **4.1 RESUMO:**

A busca pelo desenvolvimento de tecnologias mais confiáveis e adequadas às especificações arquitetônico-constructivas e de clima do local tornou-se fundamental para a avicultura de postura do Brasil, diante da importância desse setor como valioso empreendimento na produção de proteína de origem animal. Galpões fechados sujeitos a ventilação mecânica por pressão negativa em modo túnel, associados ou não a resfriamento adiabático evaporativo vem sendo introduzidos no país para os sistemas verticais de criação e com base nesse fato, objetivou-se com o presente estudo realizar análise comparativa do desempenho produtivo de galinhas poedeiras da linhagem Dekalb White, em pico de postura no período de verão, alojadas em galpões munidos por dois diferentes sistemas de condicionamento ambiente em sistema vertical de criação: a) instalações abertas com ventilação natural e, b) instalações fechadas com sistema de ventilação por pressão negativa em modo túnel e resfriados através de placas evaporativas. Também se procedeu a análise comparativa do ambiente térmico das referidas instalações. A avaliação do ambiente térmico e do desempenho zootécnico das aves, para os diferentes aviários, foi feita de forma descritiva, utilizando-se gráficos Box-plot. Verificou-se menor oscilação das variáveis térmicas nos galpões fechados, apesar de ambos os aviários apresentarem temperatura média dentro da faixa de conforto para as aves. Apesar de não haver diferença significativa entre os dois sistemas de alojamentos, para os parâmetros avaliados, pelo teste t de Student, as aves alojadas nas instalações fechadas apresentaram grandes diferenças numéricas entre as médias, demonstrando melhores resultados de desempenho zootécnico, como maior produção de ovos (4,45%,  $P= 0,670$ ), menor consumo de ração (3,6%,  $P=0,692$ ), melhor conversão alimentar (16,7%,  $P= 0,286$ ), e menor mortalidade (66,7%,  $P= 0,128$ ), comparadas àquelas alojadas em galpões abertos com condicionamento térmico natural.

**Palavras-chave:** Ambiente térmico, avicultura de postura, desempenho zootécnico, sistemas verticais.

#### **4.2. ABSTRACT:**

The structural design and environmental control technologies as applied to the Brazil's egg production, adapted to Brazil's climate conditions is of critical importance to improve the overall production efficiency of this large industrial sector. Naturally ventilated buildings represent the majority of ventilation systems used by this industry, however, mechanically ventilated buildings subject to negative pressure (in tunnel mode, with or without adiabatic evaporative cooling), has been introduced in the country as an alternative of environmental control of stacked laying cage systems. The present study conduct comparative analysis of the Dekalb White performance in peak production in the summer period, housed in barns equipped by two different environment conditioning systems in two stacked laying hen systems: a) Open facilities with natural ventilation, and b) closed facilities mechanically ventilated subjected to negative pressure in tunnel mode and with evaporative cooling. A comparative analysis of the thermal environment of these facilities was also conducted. The evaluation of the thermal environment and Dekalb White performance the two ventilation systems was made using descriptive statistics and represented via Box-plots. The mechanically ventilated facilities showed lower fluctuations of thermal variables, although both systems presented average temperature within the comfort range for laying hens. There was no significant difference between the two housings systems for a confidence level of 95%, however,, hens housed in mechanically ventilated facilities showed better performance for other significance levels: increased egg production (4.45%,  $P = 0.670$ ), lower feed intake (3.6%,  $P = 0.692$ ), higher feed conversion (16.7%,  $P = 0.286$ ), and lower mortality (66.7%,  $P = 0.128$ ), as compared to laying hens housed in naturally ventilated open facilities.

**Keywords:** Thermal environment, laying poultry, production performance

### **4.3. INTRODUÇÃO:**

O setor avícola é um dos mais relevantes do setor agropecuário mundial e nacional. Neste cenário, o Brasil encontra-se entre os maiores produtores de ovos do mundo, tendo alcançado, em 2013, uma produção 7,4% superior à do ano anterior (UBABEF, 2014). Assim, diante da relevância do setor, a busca pelo desenvolvimento de tecnologias mais confiáveis e adequadas às especificações arquitetônico-construtivas e de clima do local, tornou-se fundamental para a avicultura de postura nacional. Nesse sentido, é imprescindível o estudo do ambiente de criação, a fim de melhorar as condições de conforto do animal, principalmente no que se refere às condições ambientais e de alojamento, pois estas exercem grande influência na produtividade, qualidade de ovos e bem-estar das aves.

O ambiente de produção é um dos principais causadores de perdas na produção animal em escala industrial, o que torna muito importante os estudos relacionados às condições ambientais oferecidas às aves. Em relação à variável temperatura do ar, esta se apresenta como o principal fator do ambiente causador de perdas (VITORASSO e PEREIRA, 2009, TINOCO, 2001).

Para Tinoco (2001) as tipologias arquitetônicas dos galpões, assim como os materiais de construção dos mesmos, são determinantes para uma condição térmica adequada com vistas à produção de aves. O calor gerado pelas aves e aquele proveniente da radiação solar, são as duas fontes principais de calor no interior dos edifícios.

Nesse caso busca-se a construção de edificações capazes de minimizar eventuais problemas de desconforto térmico tanto nos períodos mais quentes do ano quanto nos períodos mais frios, com grande versatilidade de maneira a se adaptar a condições opostas, tais como: permitir proteção máxima de radiação solar e ter um bom sistema de ventilação no verão e, por outro lado, fazer uso da radiação solar e controlar a circulação do ar de maneira a reduzir a perda de calor gerado internamente durante o inverno.

Comparativamente ao que ocorria há menos de uma década atrás, atualmente, a avicultura de postura brasileira apresenta maior nível de tecnificação, sendo que boa parte dos novos projetos estão optando por automatização dos processos de produção. Assim, a qualidade da produção se tornou um dos fatores mais desejados, tanto pelos produtores quanto pelos consumidores de ovos, estando diretamente relacionado às áreas de higiene, sanidade, saúde e bem-estar animal (TRINDADE et al, 2007).

No caso específico das instalações utilizadas na avicultura de postura do Brasil, país este de clima quente (tropical e sub-tropical), tem-se que a maioria maciça dos alojamentos são abertos, sem isolamento térmico e com uso apenas de ventilação natural, o que pode ser explicado pelo fato de que a depressão psicrométrica (variação entre a máxima e mínima temperaturas absolutas) seja pequena comparativamente as regiões temperadas do mundo. Contudo, ocorre que, em regiões mais quentes do país e especialmente nos períodos mais quentes do ano, as galinhas, especialmente na fase de postura quando são mais vulneráveis ao estresse por calor, ficam expostas a situações de desconforto térmico, muitas vezes prejudicial à produção e ao seu bem-estar. Esta situação torna-se ainda mais grave nos sistemas de alojamentos verticais (sistemas estes em crescente expansão no Brasil), constituídos por maior número de andares de gaiolas e, portanto, por maior número de aves abrigadas por espaço de alojamento.

Neste sentido, para os sistemas de alojamentos verticais de galinhas poedeiras, muito recentemente vem sendo introduzidos sistemas de criação concebidos com uso de instalações fechadas operadas por ventilação mecânica e com o uso de pressão negativa em modo túnel, associados ou não a sistemas de resfriamento adiabático evaporativo. Contudo, ainda não existem estudos sobre os efeitos destes novos sistemas de condicionamento ambiente por ventilação mecânica por pressão negativa nos resultados térmicos ambientais e de desempenho produtivo e bem-estar de galinhas poedeiras, comparativamente ou não com os sistemas verticais com ventilação natural ainda predominantes no Brasil.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo realizar análise comparativa do desempenho produtivo de galinhas poedeiras da linhagem Dekalb White, em pico de postura no período de verão, alojadas em aviários verticais de diferentes tipologias, munidos de diferentes sistemas de arrefecimento térmico: 1) instalações abertas com condicionamento térmico natural e 2) instalações fechadas com sistema de ventilação por pressão negativa associada a sistema de resfriamento adiabático por placas evaporativas. Também se procedeu a análise comparativa do ambiente térmico das referidas instalações.

#### **4.4 MATERIAL e MÉTODOS**

O presente estudo foi realizado em parceria entre o Núcleo de Pesquisa em Ambiência e Engenharia de Sistemas Agroindustriais – AMBIAGRO, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa e uma granja

comercial de produção de ovos, representativa do padrão de sistemas verticais praticados no Brasil.

As instalações avícolas localizam-se no município de Pouso Alto – Minas Gerais, Serra da Mantiqueira, a 884 metros de altitude, latitude de 22°11'38" S e longitude 44°58'22" W. A região possui clima tropical de altitude, sendo caracterizado como do tipo Cwb (clima temperado úmido com inverno seco e verão temperado) pela classificação de Köppen, apresentando temperatura média de 18°C. No inverno as temperaturas podem chegar a 0°C, enquanto a média no verão é de 22°C, podendo atingir 35,8°C nos dias mais quentes. Pouso Alto localiza-se na Microrregião de São Lourenço, onde está compreendida grande parte da avicultura de postura do estado de Minas Gerais.

#### **4.4.1 Generalidades dos galpões avícolas**

Os aviários comerciais verticais nos quais foram alojadas as aves possuem tipologias diferenciadas e são munidos de dois sistemas de arrefecimento térmico: a) instalações abertas com condicionamento térmico natural e b) instalações fechadas com sistema de ventilação por pressão negativa associada a sistema de resfriamento adiabático por placas evaporativas, os quais serão detalhados a seguir.

Foram estudados 4 galpões avícolas comerciais representativos de núcleos de produção de poedeiras em sistemas verticais, sendo dois abertos com ventilação natural (AANV) e dois fechados com sistemas de ventilação por pressão negativa associada a sistema de resfriamento adiabático por placas evaporativas (AFVNe).

##### **4.4.1.1 Aviários abertos com ventilação natural (AAVN)**

Os Aviários Abertos com Ventilação Natural (AAVN), ou seja, com condicionamento térmico natural, são afastados somente 7 metros entre si, orientados no sentido Leste-Oeste, sendo totalmente abertos nas faces Norte e Sul e ventilados naturalmente, conforme tipologia representativa do padrão usualmente praticado no Brasil. Os alojamentos assim constituídos possuem dimensões de 108 m de comprimento, 15,7 m de largura, 5 m de pé direito, pilares em estrutura metálica, com cobertura com de telhas onduladas de aço galvanizado, beirais de 0,5 m e presença de lanternim, apoiados em estrutura também metálica.

As aves dos AAVN foram alojadas em gaiolas com dimensões 0,73 m x 0,73 m x 0,43 m cada, distribuídas em cinco baterias de gaiolas, distantes 1,57 m entre si, com seis níveis de altura cada, o que permitia o alojamento de 100 mil aves dentro de cada

galpão, com densidade média de  $380 \text{ cm}^2 \text{ ave}^{-1}$ . O fornecimento de ração e água, e o recolhimento e o transporte dos ovos são processos automatizados, bem como a retirada de dejetos por meio de esteiras mecanizadas. Os mesmos possuem sistema de arrefecimento térmico operado através de nebulização posicionado a 4,5m de altura, com bicos nebulizadores de média pressão (100 a 200 psi) espaçados a 1,5m um do outro.

#### **4.4.1.2 Aviários fechados com sistema de ventilação por pressão negativa associada a sistema de resfriamento adiabático por placas evaporativas (AFVNe)**

Os aviários fechados com sistema de ventilação negativa (AFVNe) possuem afastamentos similares de 14 metros entre si, orientados no sentido Leste-Oeste, construídos em alvenaria nas faces Leste/Oeste e laterais fechadas por cortinas, com sistema de ventilação por pressão negativa através de dezoito exaustores de 1,38 m de diâmetro e 3 kW de potência em uma das faces, tendo a outra uma área de  $122,98 \text{ m}^2$  de painéis evaporativos. As dimensões dos aviários são de 110 m de comprimento, 15,7 m de largura, 5,1 m de pé direito, 0,5 m de beiral, em estrutura metálica e cobertura com telhas onduladas de aço galvanizado revestida por isolante térmico de 3 cm de espessura constituído por poliestireno extrudado (XPS) produzido pela Owens Corning.

As aves foram alojadas em gaiolas com dimensões 0,74 m x 0,51 m x 0,63 m cada, distribuídas em cinco baterias de gaiolas, distantes 1,57 m entre si, com seis níveis de altura cada, o que permitia o alojamento de 110 mil aves dentro de cada galpão, com densidade média de  $310 \text{ cm}^2 \text{ ave}^{-1}$ . Assim como praticado nos galpões abertos, o fornecimento de ração e água, o recolhimento e o transporte dos ovos, e a retirada de dejetos por meio de esteiras mecanizadas são todos processos automatizados.

#### **4.4.2 Avaliação do ambiente térmico:**

A fim de realizar a comparação entre os diferentes tipos de alojamentos estudados foram realizadas análises das variáveis ambientais temperatura e umidade relativa do ar. Os referidos dados foram obtidos em trabalho paralelo, no qual se realizou o mapeamento dos galpões avícolas. Foram coletados dados em 60 pontos no interior de cada instalação, através de sistema de aquisição de dados utilizando a tecnologia 1-Wire<sup>TM</sup>, durante o verão. A temperatura diária média e a média das temperaturas máximas e mínimas de cada instalação foram calculadas a partir da análise dos dados dos pontos de coleta distribuídos no interior das mesmas. Foram também

calculadas as médias diárias de temperatura do ambiente externo, coletadas em abrigo meteorológico instalado entre os aviários.

#### **4.4.3 Avaliação do desempenho produtivo das aves**

A avaliação dos dados de desempenho produtivo das aves da linhagem Dekalb White, em pico de postura durante o verão, alojadas nas duas diferentes tipologias aviárias, foi realizada através de banco de dados fornecido pela empresa. Foram utilizados dados históricos de dois lotes de aves no pico de postura e em condições de verão, para cada tipo de aviário estudado.

Os parâmetros utilizados para avaliação e análise dos dados de desempenho produtivo das aves foram número de ovos produzidos ( $\text{ovos.ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ), número de ovos trincados ( $\text{ovos.ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ), consumo de ração ( $\text{g ave}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), conversão alimentar ( $\text{kg de ração dúzia de ovos}^{-1}$ ) e mortalidade das aves (%).

O consumo médio de ração foi obtido pela diferença entre a quantidade de ração fornecida e a consumida a cada semana. A conversão alimentar foi avaliada por meio da relação entre a quantidade de alimento consumido (kg) e a produção semanal de ovos (em dúzia). O número de ovos produzidos, número de ovos trincados e mortalidade das aves foram avaliados diariamente.

#### **4.4.4. Análise estatística**

A análise do ambiente térmico dos diferentes aviários foi feita de forma descritiva, utilizando-se gráficos Boxplot dos valores observados, que mostra os valores centrais (mediana), a dispersão (primeiro e terceiros quartis) e os valores máximos e mínimos. O Boxplot é também utilizado para ilustrar graficamente a distribuição da variável de frequência. A elaboração dos gráficos Boxplot foi realizada no software de análises gráficas e estatísticas Sigmaplot 12.0.

Para análise dos dados de desempenho zootécnico das aves utilizou-se o teste t de Student para amostras independentes, com o propósito de se verificar se há diferença estatística entre os dois sistemas de alojamento. Também foi realizada a análise descritiva dos dados de desempenho zootécnico das aves da linhagem Dekalb White, utilizando os gráficos Boxplot dos valores observados, de forma semelhante ao realizado para os dados de ambiente térmico.

## 4.5 RESULTADOS e DISCUSSÃO

### 4.5.1 Ambiente Térmico:

#### Valores Médios Diários de Temperatura e Umidade

Após a obtenção das médias diárias de temperatura, das médias das mínimas absolutas diárias, das médias das máximas absolutas diárias e umidade relativa do ar no interior de cada aviário estudado, assim como do abrigo meteorológico, foi possível elaborar os gráficos de caixa, também conhecidos como Boxplots, para análise e interpretação dos dados. Nesses gráficos constam o valor mínimo, máximo, mediana e o primeiro e terceiro quartil. A comparação da dispersão pode ser feita utilizando-se os comprimentos das caixas.

Por meio da Figura 1.4, é possível observar as médias diárias de temperatura (1.4A), as médias das mínimas absolutas diárias e as médias das máximas absolutas diárias (1.4B) e umidade relativa do ar (1.4C) no interior dos aviários estudados.

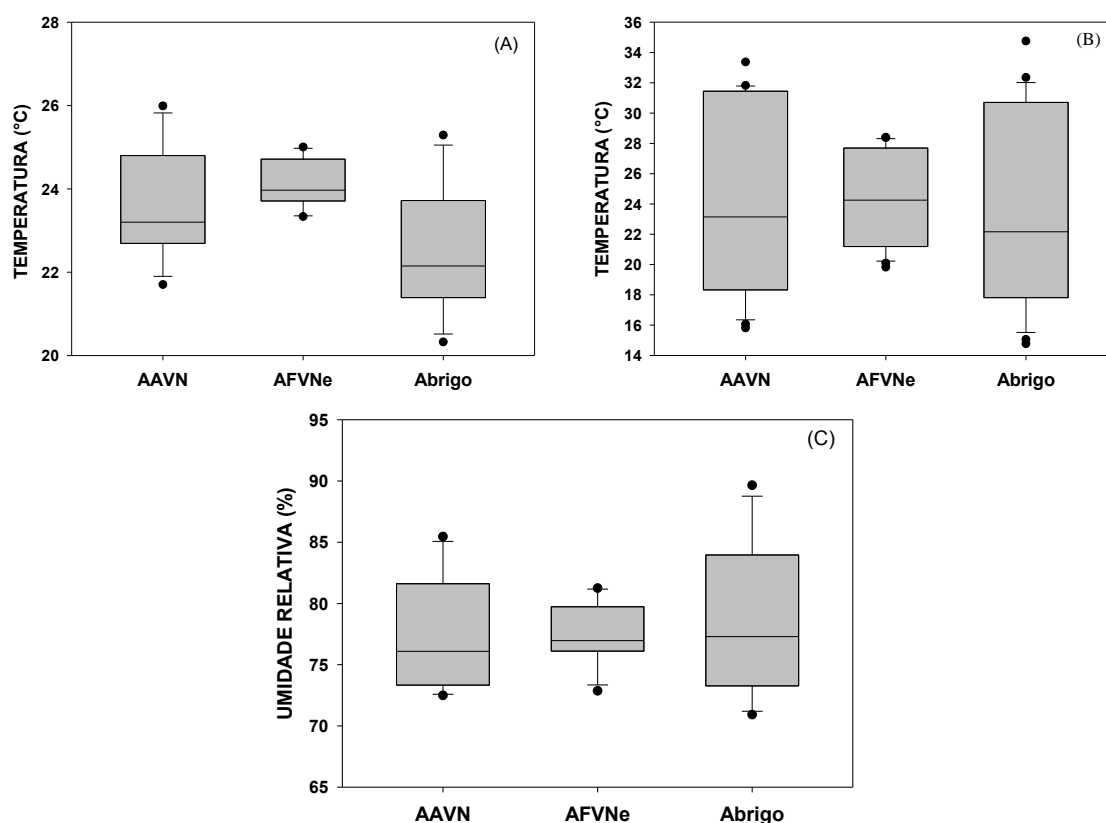


Figura 1.4. Distribuição das médias diárias de temperatura (A), médias das máximas e mínimas absolutas (B) e média da umidade relativa do ar (C) do ambiente externo (Abrigo meteorológico localizado entre os dois galpões) e dentro das duas diferentes tipologias de aviários estudados: AFVNe (Aviário Fechado com Ventilação Forçada Negativa) e AAVN (Aviário Aberto com Ventilação Natural).

De acordo com o recomendado, o intervalo de temperatura considerado confortável para aves de postura em pico de produção situa-se entre 20 a 24°C (CHEPETE e XIN, 2000; TURNPENNY et al., 2000; YANAGI JR et al., 2002) e a umidade relativa 50 a 70% (TICOCO, 2001; FERREIRA, 2005; BAETA e SOUZA, 2010).

Verificou-se que as médias diárias de temperatura apresentaram valores mínimo e máximo entre 21,9 e 25,8 °C para AAVN, 23,4 e 24,9 °C para AFVNe e, 20,5 e 25,0 °C para o abrigo meteorológico. Por meio da Figura 1.4A é possível observar que 50% dos dados encontram-se entre 22,7 e 24,8 °C em AAVN, 23,7 e 24,7°C em AFVNe e 21,4 e 23,7 °C no abrigo. Verificou-se também que nos aviários abertos (AAVN) 36% dos dados encontram-se acima da temperatura de conforto recomendada para as aves em pico de postura (24 °C), e nos aviários fechados (AFVNe) 27% dos dados encontram-se acima da zona de conforto das aves em pico de produção.

A mediana da temperatura permaneceu dentro da faixa de temperatura recomendada nos dois galpões avaliados. Entretanto, temperaturas médias somente não são suficientes para diagnosticar corretamente se os animais estão ou não submetidos a estresse por calor e, diante disso, foram realizadas análises das médias das máximas e mínimas observadas no interior dos aviários.

Observou-se, também, que a temperatura dentro dos aviários esteve a maior parte do tempo, acima da temperatura externa, conforme esperado, fato este que corrobora com estudo realizado por Coelho (2014), o qual relata que a temperatura no interior de um aviário bem planejado é, em média, cerca de 3 °C superior àquela observada dentro de abrigos meteorológicos, o que é atribuído, em grande parte, ao próprio desprendimento de calor pelas aves no interior dos alojamentos.

Conforme relatado anteriormente, ainda que ambos os galpões tenham apresentaram médias diárias dentro da faixa de conforto térmico das aves, observa-se na Figura 1.4 B, ocorrência de maior amplitude térmica nos aviários abertos (AANV) nos quais a temperatura atingiu 33 °C nas horas mais quentes do dia, com mínima de 16 °C. Enquanto nos aviários fechados (AFVNe) houve menor amplitude térmica, com média das mínimas absolutas atingindo cerca de 19 °C e média das máximas absolutas atingindo valor máximo de 28 °C.

Fato este que pode ser explicado devido ao fato de AFVNe ser fechado e climatizado (o que cria um volume de ar de controle, o qual é renovado em períodos de

tempo iguais e resfriados de forma uniforme e artificial), o que estabiliza mais as condições térmicas ambientais dentro de faixas estabelecidas pelos sensores e controles de acionamento de equipamentos de resfriamento e ventilação. Assim, o ambiente térmico é controlado por sensores responsáveis por acionar os exaustores e os painéis de resfriamento evaporativo sempre que a temperatura do ar atinge valores acima do desejado. Em adição, as cortinas nas laterais, sempre fechadas, minimizam a troca térmica com o exterior, proporcionando condições térmicas mais constantes no interior deste aviário.

A menor variação da temperatura interna em AFVNe, comparativamente ao AAVN, também pode ser explicada em razão da influência dos diferentes tipos de telhados utilizados nos galpões, visto que em AFVNe os telhados de estrutura metálica eram revestidos por isolante térmico constituído por poliestireno extrudado, enquanto em AAVN as telhas não possuíam tal revestimento. Este fato corrobora com Tinoco (2001) quando diz que as tipologias dos galpões e os materiais utilizados na cobertura são determinantes para uma condição térmica adequada à produção de aves.

Nesse sentido, Moraes et al. (1999) avaliaram o conforto térmico em modelos reduzidos de galpões avícolas, com telhas de cimento-amianto em associação com a aspersão, forro de polietileno, dupla lâmina reflexiva de alumínio, pintura branca na face superior da cobertura, poliuretano na face superior da cobertura, poliuretano na face inferior da cobertura e testemunha, com base no índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e na carga térmica radiante (CTR) durante o verão, e verificaram que todos os tratamentos possibilitaram redução nos valores de ITGU, sendo o mais eficiente a aspersão, seguido do forro de polietileno. Para a CTR, o mais eficiente foi com forro de polietileno, seguido por aspersão. A eficiência mínima foi observada no tratamento de poliuretano na face inferior da cobertura.

Carvalho (2013) ao testar diferentes tipos de coberturas e suas associações em materiais isolantes e forros quanto a possível redução na temperatura do ar interior de abrigos abertos e fechados, em escala reduzida, durante os horários mais quentes do dia, verificaram que os maiores valores de temperatura, em todos os horários de observação, ocorreram para os tratamentos que não receberam forros sob a cobertura. Os autores verificaram também que os menores valores de temperatura ocorreram para os tratamentos que receberam isolante térmico, os quais atribuem ao fato de que os isolantes além de dificultar a transferência de calor oriundo da radiação solar direta pela cobertura, em direção ao interior do abrigo, ainda constituem uma barreira física que

dificulta a transferência de calor, nos dois sentidos, e conseqüentemente, proporciona temperaturas mais amenas em relação aos demais. Resultados esses que corroboram com o encontrado no presente estudo, no qual os galpões que possuíam isolantes na cobertura apresentaram menor amplitude térmica, comparados àqueles que não possuíam isolamento na cobertura.

Os dados de umidade relativa do ar foram avaliados da mesma forma que os dados de temperatura e apresentados na Figura 1.4C.

As médias diárias de umidade relativa do ar apresentaram valores mínimos e máximos entre 72,5 e 85,1 para AAVN; 73,4 e 81,2 para AFVNe e; 71,2 e 88,7 para o abrigo meteorológico. Observa-se, pela Figura 1.4C, que 50% dos dados encontram-se entre 73,3 e 81,6 em AAVN; 76,1 e 79,7 em AFVNe e 73,3 e 84,0 no abrigo. Para mediana dos dados apresentados, foram encontrados valores de 76,1 para AAVN, 77,0 para AFVNe e 77,3 para o abrigo meteorológico.

Verifica-se que, em ambos os tipos de aviários, assim como no ambiente externo, as médias de umidade relativa do ar estiveram acima da faixa recomendada pela literatura. No entanto, é possível observar nos gráficos de caixa, que houve uma menor dispersão dos dados em AFVNe, ou seja, ainda que tenha apresentado valores acima do recomendado para as aves neste a umidade manteve-se mais uniforme, seguindo o mesmo comportamento da temperatura, o que era esperado.

#### **4.5.2. Desempenho produtivo das aves**

Com base nos dados históricos fornecidos pela empresa foi possível realizar a análise comparativa do desempenho produtivo das aves da linhagem Dekalb White, em pico de postura durante o verão, alojadas nas duas diferentes tipologias aviárias, a saber, instalações abertas com ventilação natural (AAVN) e instalações fechadas com sistema de ventilação por pressão negativa associado à sistema de resfriamento adiabático por placas evaporativas (AFVNe).

Os valores médios de desempenho produtivo das aves: consumo de ração ( $\text{g. ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ), produção de ovos ( $\text{ovos. ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ), conversão alimentar ( $\text{kg. dúzia}^{-1}$ ), mortalidade (%) e número de ovos trincados ( $\text{ovos. ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ), nas diferentes tipologias avaliadas, estão apresentados na Tabela 1.4.

**Tabela 1.4:** Valores médios diários de desempenho produtivo de galinhas poedeiras da linhagem Dekalb White: consumo de ração (CR), produção de ovos (PO), número de ovos trincados (OT), conversão alimentar (CA) e mortalidade (M), para cada uma das tipologias avaliadas (AAVN e AFVNe) no período de pico de postura, durante o verão.

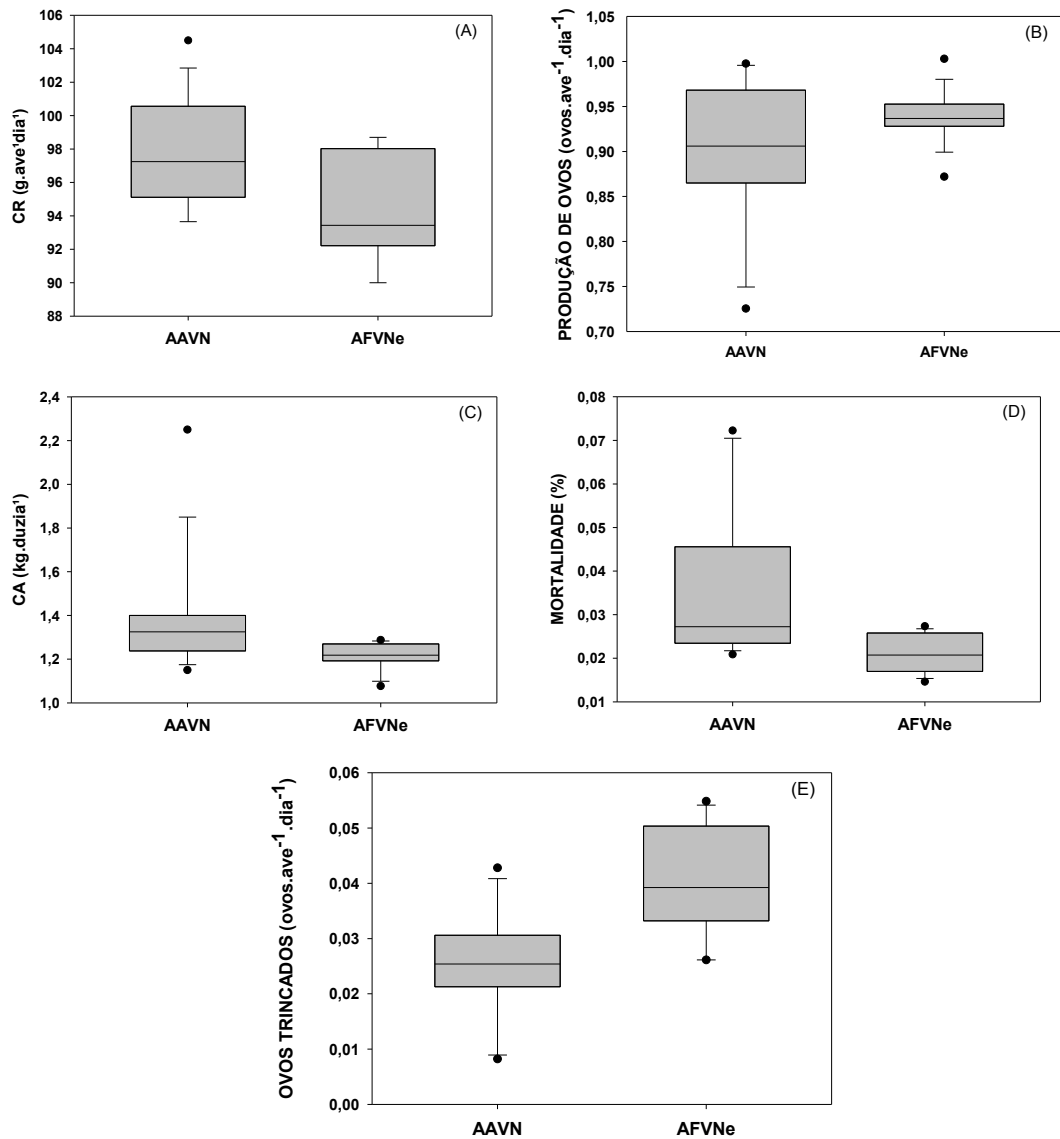
Parâmetros	AAVN		AFVNe		Diferença $\left(\frac{AAVN - AFVNe}{AFVNe}\right) \times 100$
	2 lotes		2 lotes		
	Média	CV(%)	Média	CV(%)	
CR (g.ave <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )	97.7	3.3	94.3	3.4	3.6
PO (ovos.ave <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )	0.90	8.9	0.94	2.9	- 4.25
OT (ovos.ave <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )	0.025	37.8	0.040	24.2	- 37.5**
CA (kg.dz <sup>-1</sup> )	1.4	19.3	1.2	4.9	16.7
M (%)	0.035	48.8	0.021	19.9	66.7**

As médias seguidas de \* diferem entre si pelo teste t de Student a 5% de significância \*\* para 10% de significância.

AAVN – Aviários abertos com ventilação natural; AFVNe- Aviários fechados com sistema de ventilação por pressão negativa associada a sistemas de resfriamento adiabático por placas evaporativas

Verificou-se que as aves alojadas em AAVN apresentaram menor número de ovos trincados (37,5%, P = 0,068) e maior mortalidade (66,7%, P = 0,064), quando comparadas às aves alojadas em AFVNe.

Assim como procedido para os dados de ambiente térmico, os dados de desempenho produtivos das aves foram avaliados através de análise descritiva pelos gráficos de caixa, os quais fornecem o valor mínimo, máximo, mediana, o primeiro e terceiro quartil, assim como a comparação da dispersão dos dados utilizando o comprimento das caixas (FIGURA 2.4).



**Figura 2.4.** Distribuição dos valores médios diários de desempenho produtivo de galinhas poedeiras da linhagem Dekalb White, na fase de pico de postura durante o verão, nas duas diferentes tipologias de galpões avícolas estudados: AFVNe (Aviário Fechado com Ventilação Forçada Negativa) e AAVN (Aviário Aberto com Ventilação Natural). Consumo de ração (A), Produção de ovos (B), Conversão alimentar (C), Mortalidade (D) e Número de ovos trincados (E).

Verifica-se que as médias de consumo de ração entre os lotes apresentaram valores mínimo e máximo entre 93,65 e 104,5 g.ave<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> em AAVN e entre 92,95 e 98,7 g.ave<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> em AFVNe. Observa-se, pela Figura 2.4A, que 50% dos dados, ou seja, aqueles que se encontram no intervalo entre o quartil 1 (Q1) e o quartil 3 (Q3), encontram-se entre 95,11 e 100,56 g.ave<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> em AAVN e entre 92,21 e 98,03 g.ave<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> em AFVNe, com mediana de 97,3 em AAVN e 93,4 em AFVNe. Diante dos

dados apresentados verifica-se que houve menor consumo de ração pelas aves alojadas nos aviários fechados.

Assim como observado para consumo de ração, as aves alojadas nos aviários fechados apresentaram melhores valores de produção de ovos na fase de pico de postura durante o verão. Foram verificados valores mínimos de 0,73 e 0,9 ovos.  $\text{ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$  assim como valores máximos de 0,99 e 1 ovos.  $\text{ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$  nos galpões AAVN e AFVNe respectivamente. As aves alojadas nos aviários abertos apresentaram mediana de 0,91 ovos.  $\text{ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$  e 50% dos valores encontrados entre 0,87 e 0,97 ovos.  $\text{ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ , enquanto aquelas alojadas nos galpões fechados apresentaram mediana de 0,94 ovos.  $\text{ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$  e 50% dos valores encontrados entre 0,93 e 0,95 ovos.  $\text{ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ . Pela Figura 2.4B verifica-se, também, que em AAVN houve uma assimetria dos dados tendendo a menor produção de ovos, além de uma maior dispersão dos dados, quando comparados aos galpões fechados.

Visto que as aves alojadas nos galpões fechados apresentaram menor consumo de ração e maior produção de ovos, apresentaram então, melhor conversão alimentar. Nesse caso houve uma menor oscilação dos dados, o que mostra que houve pouca variação na conversão alimentar, além de uma assimetria dos dados tendendo à melhor conversão (Figura 2C).

Baseado nos resultados apresentados na Figura 2.4D, observa-se que a mortalidade apresentou valores mínimo e máximo entre 0,02 e 0,07 aves.  $\text{dia}^{-1}$  em AAVN e entre 0,02 e 0,03 aves.  $\text{dia}^{-1}$  em AFVNe. As medianas apresentaram valores de 0,03 e 0,02 aves em AAVN e AFVNe, respectivamente, o que indica que houve maior ocorrência de mortalidade das aves alojadas nos galpões abertos, os quais apresentaram 50% dos dados entre 0,02 e 0,05 aves.  $\text{dia}^{-1}$ , enquanto para o galpão fechado esses valores ficaram entre 0,02 e 0,03 aves.  $\text{dia}^{-1}$ . Os gráficos de caixa também nos permitem avaliar que além da ocorrência de maior mortalidade de aves nos galpões abertos, houve para os mesmos, maior dispersão dos dados, o que nos mostra maior variação da mortalidade durante o período estudado, dado este que também pode ser observado na Tabela 1.4.

Assim como indicado pelos parâmetros anteriores, verifica-se que os galpões fechados, com sistema de ventilação por pressão negativa e placas evaporativas, apresentaram melhores resultados de desempenho produtivo das aves. Diante dos resultados encontrados para avaliação do ambiente térmico nas diferentes tipologias, nos quais AFVNe apresentaram melhores condições térmicas para aves, os resultados de

produção, até então avaliados, demonstram que em condições de menor variação térmica e de umidade relativa do ar, as aves respondem positivamente, com melhores índices produtivos.

Os resultados encontrados no presente estudo estão de acordo com aqueles encontrados por Mashaly et al. (2004), que, ao avaliar três diferentes condições térmicas, controle (23,9°C e 50% UR), temperatura cíclica (23,9 a 35°C, 50 a 15% UR), e estresse térmico (35°C e 15%UR), observaram menor consumo de ração, assim como menor produção e peso dos ovos, piora na qualidade dos mesmos e maior mortalidade em condições de temperaturas cíclicas, onde a amplitude térmica é maior, quando comparadas ao ambiente controle, com temperaturas constantes. Os autores observou que o desempenho produtivo das aves e a qualidade dos ovos foram mais comprometidos em situações de estresse por calor.

Emery et al. (1984) avaliaram o desempenho produtivo de aves alojadas em três diferentes condições ambientais: temperatura constante de 23,9 °C, variação de temperatura entre 15,6 e 37,7 °C ( média de 26,7 °C), e variação entre 21,1 e 37,7 °C (média de 29,4 °C). Os autores verificaram que o consumo de ração, peso dos ovos e a espessura da casca foram significativamente reduzidos nos ambientes onde houve variação de temperatura, assim como observado no presente estudo. Para os autores, as reduções de peso e espessura das cascas observadas em temperaturas cíclicas não foram efeito somente da redução na ingestão de alimentos em altas temperaturas, mas também o efeito direto do estresse térmico sobre as galinhas.

De acordo com alguns autores (AL-SAFFAR e ROSE, 2002; BALNAVE e BRAKE, 2005; LIN et al., 2006) a flutuação de temperatura, principalmente em regiões de clima quente, representa uma séria ameaça para a saúde, o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos das aves de linhagens modernas. Afirmativa essa que pode ser comprovada no presente estudo, no qual as aves alojadas em galpões que tiveram maior amplitude térmica entre a máxima e a mínima diária obtiveram piores resultados de desempenho, tais como menor produção, pior conversão alimentar e maior mortalidade, quando comparadas àquelas alojadas em galpões com menor amplitude térmica.

Diante da maior amplitude térmica verificada no interior dos galpões abertos, os quais apresentaram em certas horas do dia temperaturas de até 33 °C, as aves ficam expostas a condições de estresse por calor, o que pode ter contribuído para a redução no desempenho zootécnico.

Em estudo realizado por Ugurlu et al. (2002) em Konya, Turquia, os autores verificaram redução de 113,3 para 96,5 g. ave<sup>-1</sup> no consumo de ração, assim como redução na produção de ovos (de 84,6 para 77,3%) quando a temperatura ambiente aumentou de 21,4 para 27,6°C. Fukayama et al. (2005) trabalhando com duas linhagens de postura na fase de crescimento (10<sup>a</sup> a 13<sup>a</sup> semana), submetidas à várias temperaturas (12, 18, 24, 30 e 36°C), também constataram redução no consumo de alimento, à medida que a temperatura aumentou, independente das linhagens estudadas. Segundo os autores, a cada aumento de 1°C na temperatura, houve redução de 46,94g (1,5%) no consumo de aves semipesadas e de 36,88g (1,5%) para as aves leves, resultados que corroboram com presente estudo, no qual também pode-se observar aumento da temperatura, dentro da faixa citada, ao longo de um mesmo dia avaliado. Em conformidade com o relatado, Franco-Jimenez et al. (2007), Karaman et al. (2007), Zavarize et al. (2011), Feizi et al. (2012), Kilic e Simsek (2013) e Allahverdi et al. (2013) também encontraram menores taxas de produção de ovos durante o estresse por calor.

De acordo com os gráficos da Figura 2.4E, verifica-se que as médias de ovos trincados entre os lotes apresentaram valores mínimo e máximo entre 0,01 e 0,04 ovos.ave<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> em AAVN e entre 0,03 e 0,05 ovos.ave<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> trincados em AFVNe. Observa-se, pela Figura 2E, que 50% dos dados, ou seja, aqueles que se encontram no intervalo entre o quartil 1 (Q1) e o quartil 3 (Q3) encontram-se entre 0,02 e 0,03 ovos.ave<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> em AAVN e entre 0,03 e 0,05 ovos.ave<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> em AFVNe, com mediana de 0,03 ovos.ave<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> em AAVN e 0,04 ovos.ave<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> em AFVNe. Diante dos dados apresentados verifica-se que houve maior incidência de ovos trincados nos galpões fechados, o contrário do esperado, visto que, em situações de temperaturas elevadas há maior ocorrência de piora na qualidade da casca do ovo, conforme verificado por Mashaly et al. (2004), Yardibi e Hosturk (2008), Hussen (2011), Yoshida et al. (2011) e Ebeid et al. (2012).

Assim, também, ao contrário do que foi observado no presente estudo, Alves et al. (2007) observaram que, em períodos de maior estresse por calor houve maior ocorrência de ovos trincados devido a incidência de ovos de casca mais finas. Barbosa Filho et al. (2006), também encontraram diferença significativa na espessura da casca quando compararam aves submetidas a duas condições ambientais (26°C e 60% UR ou 35°C e 70% UR), tendo a espessura da casca dos ovos diminuída acentuadamente durante o estresse por calor. Lin et al. (2004) observaram que o aumento da

temperatura de 20°C para 32°C resultou numa diminuição da espessura da casca de ovo de  $346,5 \pm 5,8$  para  $326,6 \pm 5,4$   $\mu\text{m}$  e aumento na quebra de ovos, de  $8,7 \pm 6,0\%$  para  $33,3 \pm 9,2\%$ .

A maior incidência de ovos trincados nos galpões fechados, onde houve menores variações das condições ambientais, pode ser atribuído aos diferentes sistemas de coleta nos diferentes galpões. Ainda que em ambos os aviários estudados o sistema de coleta de ovos seja automatizado e realizado por meio de esteiras transportadoras, nos galpões abertos a coleta é realizada em cada nível de gaiola, sendo que a esteira transportadora se desloca em altura, de acordo com o nível de gaiola no qual está sendo realizada a coleta de ovos. No caso dos aviários fechados essa coleta é realizada simultaneamente em todos os níveis, ou seja, a esteira transportadora é fixa no nível superior (último nível de gaiolas), e os ovos são transferidos até ela por meio de um sistema elevador, onde nem sempre os ovos se encaixam perfeitamente, o que aumenta a probabilidade de incidência de trincas, assim como permite um maior contato entre os ovos, já que são coletados simultaneamente em todo o aviário.

#### **4.5 CONCLUSÕES:**

Apesar de terem sido observadas médias diárias de temperatura dentro da faixa de conforto térmico das aves para ambos os aviários, verificou-se uma menor variabilidade dos dados térmicos no interior dos galpões fechados. O que nos permite concluir que em condições de menor variação térmica e de umidade relativa do ar, as aves respondem positivamente, com melhores índices produtivos

Observou-se também que, apesar de não haver diferença significativa entre os dois sistemas de alojamentos, para os parâmetros avaliados, pelo teste t de Student, tanto em níveis de 5% e 10 % de significância, as aves alojadas nas instalações fechadas apresentaram grandes diferenças numéricas entre as médias, demonstrando melhores resultados de desempenho zootécnico, como maior produção de ovos (4,44%,  $P=0,670$ ), menor consumo de ração (3,48%,  $P=0,692$ ), melhor conversão alimentar (14,3%,  $P=0,286$ ), e menor mortalidade (400%,  $P=0,128$ ), comparadas àquelas alojadas em galpões abertos com acondicionamento térmico natural.

Ainda que tenha apresentado maior número de ovos trincados (60%,  $P=0,068$ ), do ponto de vista de desempenho zootécnico das aves, os galpões fechados (climatizados) se mostraram mais satisfatórios à criação de aves de postura em sistemas

verticais de criação, para a região estudada, com rendimento de 286% a mais de ovos produzidos sem danos à casca.

#### **4.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

ALLAHVERDI, A.; FEIZI, A.; TAKHTFOOLADI, H. A.; NIKPIRAN, H. Effects of Heat Stress on Acid-Base Imbalance, Plasma Calcium Concentration, Egg Production and Egg Quality in Commercial Layers. **Global Veterinaria** v.10, n.2, p.203-207, 2013.

ALVES, S. P.; SILVA, I. D.; PIEDADE, S. D. S. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1388-1394, 2007.

AL-SAFFAR, A. A., ROSE, S. P. Ambient temperature and the egg laying characteristics of laying fowl. **World's Poultry Science**. J. 58:317–331, 2002.

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

BALNAVE, D., BRAKE, J.. Nutrition and management of heatstressed pullets and laying hens. **World's Poultry Science**. J. 61:399– 406, 2005.

BARBOSA FILHO, J.; SILVA, M.; SILVA, I.; COELHO, A. Egg quality in layers housed in different production systems and submitted to two environmental conditions. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 8, n. 1, p. 23-28, 2006.

CARVALHO, H.G.. **Materiais de cobertura e suas associações a forros e materiais isolantes no ambiente térmico de protótipos abertos e fechados com vistas a produção de frangos de corte em clima quente**. 2013. 97f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, 2013.

CHEPETE, H. J.; XIN, H. Cooling Laying Hens by Intermittent Partial Surface Spraying. **Transactions of the ASAE**, v. 43, n. 4, p. 965, 2000.

COELHO, D.J.R.. **Mapeamento e análise espacial do ambiente térmico de aviários de postura abertos em sistemas verticais**. 2014. 53f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Fevereiro, 2014.

EBEID, T.; SUZUKI, T.; SUGIYAMA, T. High ambient temperature influences eggshell quality and calbindin-D28k localization of eggshell gland and all intestinal segments of laying hens. **Poultry Science**, v. 91, n. 9, p. 2282-2287, 2012.

EMERY, D.A., VOHRA, P., ERNS, R. A. The Effect of Cyclic and Constant Ambient Temperatures on Feed Consumption, Egg Production, Egg Weight, and Shell Thickness of Hens. **Oxford Journals Science & Mathematics Poultry Science**. v. 63, n.10, p. 2027-2035. 1984.

FEIZIL, A.; SHAHBAZI, M.; TAIFEBAGERLU, J.; HAGHIGAT, A. Effect of Heat Stress (HS) on Production of Hy-Line Layers. **Research Journal of Biological Sciences**, v. 7, n. 5, p. 206-208, 2012.

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

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

FUKAYAMA, E. H.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R.; FREITAS, E. R. Efeito da temperatura ambiente e do empenamento sobre o desempenho de frangas leves e semipesadas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 6, p. 1272-1280, 2005.

HUSSEN, T. S. Productive response of the laying hens subjected to thermal stress in conventional cages system. *Lucrari stiintifice. Seria Zootehnie- Lucrări Științifice* - vol. 56, p.82-87 Seria Zootehnie (Romania), 2011.

KARAMAN, S.; TARHAN, S.; ERGUNES, G. Analysis of indoor climatic data to assess the heat stress of laying hens. **IJNES**, v. 1, n. 2, p. 65-68, 2007.

KILIC, I.; SIMSEK, E. The Effects of Heat Stress on Egg Production and Quality of Laying Hens. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 12, n. 1, p. 42-47, 2013.

LIN, H.; MERTENS, K.; KEMPS, B.; GOVAERTS, T.; DE KETELAERE, B.; DE BAERDEMAEKER, J.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. New approach of testing the effect of heat stress on eggshell quality: mechanical and material properties of eggshell and membrane. **British Poultry Science**, v. 45, n. 4, p. 476-482, 2004.

LIN, H., H. C., BUYSR, J. J.; DECUYPERE, E.. Strategies for preventing heat stress in poultry. **World's Poultry Science. J.** 62:71–87, 2006.

MASHALY, M.; HENDRICKS, G.; KALAMA, M.; GEHAD, A.; ABBAS, A.; PATTERSON, P. Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. **Poultry Science**, v. 83, n. 6, p. 889-894, 2004.

MORAES, S. R. P.; TINÔCO, I. F. F.; CECON, P. R.; BAÊTA, F. C.. Conforto térmico em galpões avícolas, sob coberturas de cimento-amianto e suas diferentes associações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.1, p.89-92, 1999. Campina Grande, PB, DEAg/UFPB.

TINOCO, IFF. Avicultura Industrial: Novos Conceitos de Materiais, Concepções e Técnicas Construtivas Disponíveis para Galpões Avícolas Brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.º.1, p. 01-26, Campinas, 2001.

TRINDADE, J.L.; NASCIMENTO, J.W.B.; FURTADO, D.A. Qualidade do ovo de galinhas poedeiras criadas em galpões no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.11, n.6, p.652–657, 2007.

TURNPENNY, J.; MCARTHUR, A.; CLARK, J.; WATHES, C. Thermal balance of livestock: 1. A parsimonious model. **Agricultural and forest meteorology**, v. 101, n. 1, p. 15-27, 2000.

UBABEF, União Brasileira de Avicultura. Relatório anual 2014. Disponível em: <[http://www.abef.com.br/ubabef/publicacoes\\_relatoriosanuais.php](http://www.abef.com.br/ubabef/publicacoes_relatoriosanuais.php)> Acesso em: 06 de abril 2014.

UGURLU, N.; ACAR, B.; TOPAK, R. Production performance of caged layers under different environmental temperatures. **Archiv für Geflügelkunde**, v. 66, n. 1, p. 43-46, 2002.

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

YANAGI JR, T.; XIN, H.; GATES, R. S. Optimization of partial surface wetting to cool caged laying hens. **Transactions of the ASAE**, v. 45, n. 4, p. 1091, 2002.

YARDIBI, H.; HOŞTÜRK, G. T. The effects of vitamin E on the antioxidant system, egg production, and egg quality in heat stressed laying hens. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v. 32, n. 5, p. 319-325, 2008.

YOSHIDA, N.; FUJITA, M.; NAKAHARA, M.; KUWAHARA, T.; KAWAKAMI, S.-I.; BUNGO, T. Effect of high environmental temperature on egg production, serum lipoproteins and follicle steroid hormones in laying hens. **The Journal of Poultry Science**, v. 48, n. 3, p. 207-211, 2011.

ZAVARIZE, K. C.; SARTORI, J. R.; PEZZATO, A. C.; GARCIA, E. A.; CRUZ, V. C. Glutamina na dieta de poedeiras leves submetidas ao estresse pelo calor e à termoneutralidade. **Ciência Animal Brasileira**, v. 12, n. 3, p. 400-406, 2011.

## 5. CONCLUSÕES GERAIS

Diante do apresentado no presente estudo fica evidente que para que aves de postura possam expressar seu potencial máximo de produção, é necessário e prioritário que, entre outros fatores, a temperatura e a umidade relativa do ar estejam dentro de níveis toleráveis. Para isso, devem ser previstas medidas como melhorias das tipologias construtivas e utilização de sistemas de condicionamento ambiente.

Foi possível também concluir que em temperaturas mais baixas, as aves apresentam melhor desempenho zootécnico, independente da linhagem. E que as aves da linhagem Hy-Line W36 apresentam melhor desempenho, comparadas às aves da linhagem Dekalb White, nas condições avaliadas.

Ao comparar, para a linhagem Dekalb White, resultados médios diários de desempenho produtivo históricos obtidos em dois sistemas de ventilação: Aviários Abertos com Ventilação Natural (AAVN) e Aviários Fechados com Sistema de Ventilação Negativa (AFVM), verificou-se que os galpões fechados (climatizados) se

mostraram mais satisfatórios à criação de aves de postura em sistemas verticais de criação, para a região estudada.

Com base neste trabalho ficou evidente a importância de se conhecer os efeitos do ambiente térmico e sua influência sobre o desempenho produtivo das aves de postura e a qualidade dos ovos, de forma a se adotar satisfatoriamente medidas corretivas de modificações ambientais a fim de minimizar eventuais efeitos deletérios sobre a produção e ainda promover máximo desempenho associado com adequados padrões de bem-estar animal e linhagem. Assim como a importância de se realizar mais estudos, a fim de melhor avaliar essas novas tipologias aviárias e seus efeitos na produtividade e bem-estar das aves.