

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**Jaime Augusto de Oliveira**

**PERDAS PRODUTIVAS EM POEDEIRAS COMERCIAIS EM  
DECORRÊNCIA DE ESTRESSE POR CALOR**

**Santa Maria, RS  
2017**

**Jaime Augusto de Oliveira**

**PERDAS PRODUTIVAS EM POEDEIRAS COMERCIAIS EM DECORRÊNCIA DE  
ESTRESSE POR CALOR**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Zootecnia**.

**Orientador: Profº. Dr. Marcos Martinez do Vale**

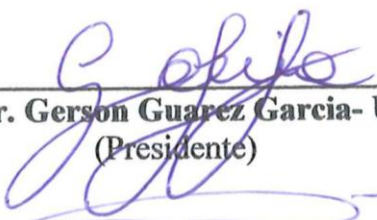
**Santa Maria, RS  
2017**

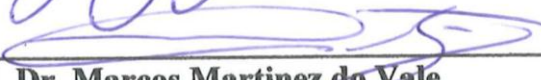
**Jaime Augusto de Oliveira**

**PERDAS PRODUTIVAS EM POEDEIRAS COMERCIAIS EM  
DECORRÊNCIA DE ESTRESSE POR CALOR**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Zootecnia**.

**Aprovado em 27 de março de 2017:**

  
\_\_\_\_\_  
**Profº Dr. Gerson Guarez Garcia- UFSM**  
(Presidente)

  
\_\_\_\_\_  
**Profº. Dr. Marcos Martinez do Vale**  
(Orientador)

  
\_\_\_\_\_  
**Profº. Dr. Frederico Marcio Corrêa Vieira- UTFPR**

  
\_\_\_\_\_  
**Profº. Dra. Juliana Sarubb- UFSM**

  
\_\_\_\_\_  
**Profº. Dr. Berilo Brum Junior- IFF**

## **AGRADECIMENTOS**

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)- Campus Dois Vizinhos, pela oportunidade de realização deste Curso.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (PPGZ/UFSM), pelos conhecimentos transmitidos.

Ao meu Orientador, Prof<sup>o</sup>. Dr. Marcos Martinez do Vale, pela paciência, compreensão, ensinamentos e troca de experiências que levaram à realização desse trabalho.

Aos colegas do Grupo de Estudos, Maurício Portela dos Santos, Paola Feltrin, João Paulo Aquino dos Santos, Daniela Regina Klein e Tatiane Branco pela parceria, momentos de estudos, de descontração, viagens para coleta de dados e ajudas mútuas.

Finalmente agradeço e dedico esse trabalho a toda minha Família, especialmente a minha esposa Silvia Maria Petry de Oliveira e minhas filhas Renata Petry de Oliveira e Andressa Petry de Oliveira pelo apoio, incentivo.

## RESUMO

### PERDAS PRODUTIVAS EM POEDEIRAS COMERCIAIS EM DECORRÊNCIA DE ESTRESSE POR CALOR

AUTOR: Jaime Augusto de Oliveira  
ORIENTADOR: Prof<sup>o</sup>. Dr. Marcos Martinez do Vale

Apesar da evolução do consumo e produção e ovos no Brasil nos últimos anos, os investimentos em ambiência bem-estar são poucos, tornando a atividade vulnerável a variações climáticas. Esta tese teve por objetivo revisar o impacto do calor na produção de ovos, avaliar as respostas produtivas de mortalidade de poedeiras e de perda produtiva devido ao clima, usando dados medidos em estações meteorológicas. Os resultados e a revisão que fazem parte desta tese estão apresentados sob a forma artigos científicos. A revisão bibliográfica estuda a questão do bem-estar animal e o impacto das variações climáticas na produtividade de poedeiras. O segundo artigo avalia a influência das variáveis ambientais do mesmo dia e de dias anteriores à postura, sobre a produtividade de ovos. E o terceiro artigo classifica a ocorrência de mortalidade elevada de poedeiras em condições meteorológicas potencialmente desencadeadoras de estresse térmico. O banco de dados utilizado foi composto por dados de uma empresa de produção de ovos para consumo, incorporados aos dados de produção esperada obtidos de manuais de linhagens e aos dados de estações meteorológicas próximas às granjas. A análise dos dados foi com a técnica de mineração de dados, utilizando duas classes tanto para produtividade como para mortalidade. O nó raiz das árvores de classificação da produtividade e da mortalidade, reforça que a ocorrência de valores de ITU iguais ou acima a 23° C, desencadeia o estresse por calor, influenciando a produtividade e a mortalidade de poedeiras comerciais. Os dados meteorológicos de estações próximas e os registros zootécnicos de granjas de galinhas poedeiras comerciais apresentam padrões que permitiram desenvolver modelos compreensíveis e relevantes para estimar quedas na produção e a ocorrência de mortalidade elevada, causadas por eventos climáticos de calor. Aves poedeiras comerciais leves e semipesadas tiveram redução na produtividade com valores de ITU maiores que 23 °C. Aves poedeiras alojadas em granjas com idade superior a 21 semanas apresentaram elevação da mortalidade quando ocorreu pelo menos uma hora com 23 °C de ITU.

**Palavras-chave:** mineração de dados, produtividade, mortalidade, bem-estar animal

## ABSTRACT

### PRODUCTIVE LOSSES IN COMMERCIAL LAYING HENS DUE TO HEAT STRESS

AUTHOR: Jaime Augusto de Oliveira  
ADVISOR: Prof<sup>o</sup>. Dr. Marcos Martinez do Vale

Despite the evolution of consumption and egg production in Brazil in recent years, investments in welfare and animal environment are few, making the activity vulnerable to climatic variations. This thesis aims review the heat impact in egg production, evaluate productive losses and laying mortality due heat stress, using data from meteorological stations. The results and the review that are part of this thesis are presented in scientific articles. The literature review discusses the issue of animal welfare and the impact of climatic variations on egg production and consumption. The second article evaluates the influence of environmental variables of the same day and days before the posture, on productivity. And the third article classifies the occurrence of high mortality of laying hens in weather conditions that could potentially trigger thermal stress. The database used consisted of data from an egg producing company, incorporated into the expected production data obtained from lineage manuals and data from meteorological stations near the farms. Data analysis was done using the data mining technique, using two classes for both productivity and mortality. The root node of the trees of productivity and mortality classification reinforces that the occurrence of Temperature Humidity Index (THI) values equal or above 23 °C, triggers heat stress, influencing the productivity and mortality of commercial laying hens. The meteorological data from nearby stations and the producing data of commercial laying hens farms present patterns that allowed the development of understandable and relevant models to estimate falls in production and the occurrence of high mortality caused by climatic events of heat. Light and semi-heavy commercial laying hens had a reduction in productivity with THI values greater than 23° C. Layers housed on farms over 21 weeks showed increased mortality when it occurred for at least one hour with 23° C of THI.

**Keywords:** data mining, productivity, mortality, animal welfare

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Artigo I

Figura 1 - Produção de calor/m <sup>2</sup> em diferentes sistemas de alojamento para poedeiras semipesadas.....	17
Figura 2 - Produção de calor/m <sup>2</sup> em diferentes sistemas de alojamento para poedeiras leves.....	18

### Artigo II

Figure 1 - Localização das estações meteorológicas e das granjas de produção no Rio Grande do Sul .....	31
Figura 2 – Curva típica de porcentagem de produção de ovos de poedeiras comerciais leves e semipesadas utilizada na preparação identificando os períodos de expectativa de razão da variação de produção menor que um, próxima de um e maior que um, conforme a idade do lote de poedeiras. ....	34
Figura 3 – Diagrama de caixa das distribuições dos valores de porcentagem de produção de ovos de poedeiras leves e semipesadas (A), e do índice de temperatura e umidade (ITU) máximo, médio, mínimo e da temperatura do ar média (B).....	35
Figura 4 – Árvore de classificação da queda de produtividade de poedeiras comerciais leves em função de estresse por calor.....	36
Figura 5 – Árvore de classificação da diminuição da produtividade de poedeiras comerciais semipesadas em função de estresse por calor.....	38

### Artigo III

Figura 1 – Diagrama de caixa dos valores de ITU médio, mínimo e máximo .....	47
Figura 2 - Matriz das correlações entre as variáveis meteorológicas, idade e mortalidade média diária de lotes de poedeiras alojadas a campo. ....	49
Figura 3 – Árvore de classificação da mortalidade média diária de poedeiras comerciais alojadas em condições de campo.....	50

## LISTA DE TABELAS

### Artigo II

Tabela 1- Variáveis utilizadas na formação do banco de dados analisado.....32

### Artigo III

Tabela 1- Variáveis utilizadas na formação do banco de dados analisado.....46

Tabela 2 - Mortalidade média diária de poedeiras comerciais conforme as classes mortalidade alta (MA) e mortalidade normal (MN) aplicados no processo de mineração de dados.....48



## SUMÁRIO

1 - APRESENTAÇÃO .....	10
2- ARTIGO I .....	11
3- ARTIGO II.....	27
4- ARTIGO III.....	42
5 – DISCUSSÃO GERAL.....	55
6 – CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	58
ANEXOS .....	59

## 1 – APRESENTAÇÃO

A avicultura de postura no Brasil se desenvolveu muito nos últimos anos. Em 2015, a produção de ovos passou de 39 bilhões de unidades e o consumo chegou a 191 unidades per capita, representando um aumento de mais 20% comparado à produção e o consumo de 2010 (ABPA, 2016).

Apesar da evolução do consumo e produção e ovos no Brasil, os investimentos para melhorar a ambiência das instalações são poucos, tornando a atividade vulnerável a variações climáticas. As variáveis ambientais podem constituir-se em efeitos positivos ou negativos para a produção de aves de postura, cabendo aos produtores buscar garantir as condições térmicas e ambientais dentro da faixa de conforto.

As soluções técnicas e administrativas para evitar os efeitos negativos dos fenômenos climáticos adversos nem sempre são acessíveis ou, podem não ser economicamente eficazes sem um conhecimento mais específico das respostas fisiológicas e comportamentais das aves ao calor.

Com o aumento da preocupação do mercado consumidor quanto às questões que envolvem o bem-estar das aves, os sistemas convencionais de criação de poedeiras em gaiolas estão sendo substituídos por sistemas alternativos, com melhores práticas de criação das aves estão sendo utilizados, como o sistema de criação com gaiolas enriquecidas ou o “*cage-free*” (livre de gaiolas), que favorecem a movimentação das aves oferecendo espaço e liberdade para a execução de comportamentos que lhes são considerados de conforto e essenciais (XIN e LIU, 2017).

O objetivo deste estudo foi revisar o impacto do calor na produção de ovos, avaliar as respostas produtivas de mortalidade de poedeiras comerciais e de perda produtiva devido ao clima.

Os resultados e a revisão que fazem parte desta tese estão apresentados sob a forma artigos científicos. O artigo introdutório é uma revisão bibliográfica sobre a situação da avicultura de postura e discutindo a questão do bem-estar animal e o impacto das variações climáticas na produção de ovos de consumo. O segundo artigo avaliar a influência das variáveis ambientais do mesmo dia e de dias anteriores à postura, sobre a produtividade de poedeiras leves e semipesadas. Por fim, o terceiro artigo classifica a ocorrência de mortalidade elevada de poedeiras em condições meteorológicas potencialmente desencadeadoras de estresse térmico.

## **2- ARTIGO I**

Artigo formatado nas normas da Revista Ciência Rural.

## **PERDAS PRODUTIVAS EM POEDEIRAS COMERCIAIS EM DECORRÊNCIA DE ESTRESSE POR CALOR**

**Jaime Augusto de Oliveira<sup>I</sup>, Marcos Martinez do Vale<sup>II</sup>.**

### **-REVISÃO BIBLIOGRÁFICA-**

#### **RESUMO**

Apesar da evolução na avicultura de postura, os investimentos em melhorar a ambiência das instalações e o bem-estar das aves ainda são escassos, tornando a atividade vulnerável ao clima e o bem-estar é um aspecto importante para a produção avícola, sendo uma das exigências a comercialização em vários mercados internacionais. Todas as variações climáticas representam um desafio em manter a produção, visto que as aves, animais homeotérmicos, são sensíveis a alterações na temperatura, prejudicando o seu bem-estar e desempenho produtivo. Observando a influência do sistema de criação na questão da densidade de alojamento e da produção de calor, tanto para poedeiras leves como semipesadas, o sistema convencional de criação de aves em gaiolas produz maior quantidade de calor que o sistema *cage-free*. Com a possibilidade de aumento de variações climáticas é necessário o uso de sistemas de condicionamento ambiental das instalações para evitar perdas produtivas. Extremos climáticos causam severas perdas no mundo, e no Brasil estudos comparando normais climatológicas identificaram, principalmente na região sul, temperaturas máximas de até 4 °C acima da média nas últimas décadas, reforçando a importância de repensar a densidade de criação e na climatização dos aviários. Concluindo, a possibilidade de aumento de variações climáticas reforça a importância de repensar o sistema de produção, alternativas aos sistemas de produção de ovos convencionais, como os livres de gaiola geram menos calor/m<sup>2</sup>, e são mais eficientes em manter a ambiências das instalações.

Palavras-chave: variações climáticas, avicultura de postura, bem-estar animal, ambiência animal

<sup>(I)</sup>Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS.  
E-mail: jaimeaoliveira@hotmail.com

<sup>(II)</sup>Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR.  
E-mail: mmdovale@hotmail.com

## ABSTRACT

Despite the evolution in poultry farming, few investments in improving the facilities environment and the welfare of poultry making the activity vulnerable to climate, and welfare is an important requirements to commercialization in international markets. All climatic variations represent a challenge in maintaining production, poultry are homeothermic animals, and sensitive to changes in temperature, damaging their welfare and their productive performance. Observing the influence of the breeding system on the issue of housing density and heat production, for both light and semi-heavy hens, the conventional cage system generated the highest amount of heat and the lowest cage free system. With the possibility of increasing climatic variations, it is necessary to use environmental conditioning systems to avoid productive losses. Climatic extremes are responsible for most of the material losses in the world. In Brazil, studies comparing climatological normal have identified, mainly in the south, maximum temperatures up to 4 °C above the average in the last decades, reinforcing the importance of rethinking the stoking density and facility climatization. In conclusion, the possibility of more climatic variations, increase the importance of change the conventional production system, alternative systems like cage-free produce less heat/m<sup>2</sup>, and are more efficient to maintain animal environment in facilities.

Keywords: climate changes, egg-production poultry, animal welfare, animal environment

## INTRODUÇÃO

A avicultura de postura no Brasil se desenvolveu muito nos últimos anos. Em 2015, a produção de ovos passou de 39 bilhões de unidades e o consumo chegou a 191 unidades per capita, um aumento de mais 20% comparando a produção e o consumo de 2010 (ABPA, 2016).

Apesar dessa evolução, os investimentos em ambiência das instalações e o bem-estar das aves ainda são poucos, tornando a atividade vulnerável. E a compreensão dos mecanismos básicos associados aos efeitos de condições de estresse térmico sob o bem-estar é escassa (LARA & ROSTAGNO, 2013). Atualmente, as duas maiores preocupações do setor de produção de ovos mundial são o bem-estar das aves e o impacto das variações climáticas na produção.

O bem-estar animal é um aspecto importante para a produção avícola, sendo exigência para a comercialização de ovos em vários mercados internacionais (PEREIRA et al., 2015). Além disso, o bem-estar dos animais vem se tornando um dos temas mais discutidos na cadeia produtiva animal, por associar que altos índices de produção, são possíveis observando a qualidade de vida do animal, incluindo o conforto térmico (GARCIA et al., 2015).

O baixo investimento em ambiência para o conforto térmico dos animais acarreta em estresse térmico, reduzindo o bem-estar. Com altas temperaturas a produtividade das poedeiras fica limitada, devido ao aumento no gasto de energia para manter a temperatura corporal constante, reduzindo a produção de ovos e aumentando a mortalidade (PEREIRA et al., 2008; PEREIRA et al., 2010; KILIC & SIMSEK, 2013) acarretando o aumento do custo de produção e perdas econômicas.

Para piorar essa situação, existe uma tendência, segundo os registros meteorológicos históricos, de aumento das temperaturas globais, até o fim do século (COUMOU & ROBINSON, 2013; STOTT, 2013; NOAA, 2014). Uma análise de dados da Região Sul do Brasil aponta para uma tendência de elevação na umidade e temperatura (MENDONÇA, 2006), o que deverá exigir dos produtores maior atenção com o clima.

Todas essas mudanças e variações climáticas representam um desafio em manter a produção animal, visto que as aves, animais homeotérmicos, são sensíveis a alterações na temperatura do ambiente (DAMASCENO, et al., 2010). Caso sejam submetidas a condições de estresse térmico, o seu bem-estar e o seu desempenho produtivo serão significativamente afetados (BAÊTA & SOUZA, 2010).

Conseqüentemente, estratégias para minimizar os impactos do estresse térmico são necessários para otimizar a produtividade (KILIC & SIMSEK, 2013). Estratégias com diferentes abordagens têm sido estudadas, como gestão ambiental (ventilação, aspersão, sombreamento), manipulação da nutrição (formulação de dieta de acordo com a condição metabólica das aves), inclusão de aditivos na dieta (antioxidantes, vitaminas, minerais, probióticos, prebióticos) e suplementação de água com eletrólitos. No entanto, a eficácia é variável ou inconsistente (LARA & ROSTAGNO, 2013). Mais recentemente, a aclimação térmica perinatal (STAR, et al., 2009; BAARENDSE, et al., 2006) e a seleção genética de raças com maior tolerância ao calor (HOFFMANN, 2010) têm sido estudadas nos últimos anos.

As soluções para evitar os efeitos negativos dos fenômenos climáticos adversos nem sempre são acessíveis ou, podem não ser economicamente eficazes. Apesar do grande número de estudos sobre estresse por calor, é difícil sintetizar os resultados por causa da

heterogeneidade da intensidade do estresse térmico e das variações cíclicas durante períodos de estresse (MIGNON-GRASTEAU, et al., 2015).

Pouca atenção tem sido dada pelos pesquisadores aos efeitos do clima sobre o bem-estar e a resposta dos animais selecionados para alta produtividade. A maioria dos trabalhos que trata da produção de calor de poedeiras tem mais de 20 anos e tem lacunas nos dados de certos estágios produtivos, confirmando a necessidade de atualização levando em conta as características atuais dos animais e das instalações (CHEPETE, et al., 2004).

A revisão bibliográfica discute a questão do bem-estar animal e o impacto das variações climáticas na produção de calor de poedeiras.

### **Estresse por calor e bem-estar em poedeiras**

Elevados valores de temperatura são os principais causadores de estresse na produção avícola, sendo o estresse por calor resultante das interações entre temperatura do ar, umidade relativa, radiação e velocidade do vento (LIN et al., 2006).

As aves são organismos extremamente sensíveis, necessitando um controle preciso da temperatura, bem como umidade relativa do ar e velocidade do ar dentro das instalações (RENAUDEAU et al., 2012). As aves não conseguem dissipar calor de forma eficiente, pois não possuem glândulas sudoríparas e do isolamento das penas. Aves adultas apresentam maior capacidade de manter o calor corporal, o que é uma desvantagem quando em temperaturas elevadas (ZUIDHOF et al., 2014). Os mecanismos termorregulatórios das aves são acionados em temperaturas acima de 24 °C (CELIK et al., 2004; ETCHESS et al., 2008), mas St-Pierre et al. (2003) mostraram que essa temperatura limite pode ser menor dependendo da umidade relativa.

Além dos aspectos bioclimáticos, o bem-estar das poedeiras, questiona o sistema de criação intensivo com o uso de gaiolas. O sistema de criação de poedeiras em gaiolas se iniciou na década de 1970, permitindo maior automatização do manejo, melhoria na conversão alimentar e na qualidade sanitária dos ovos. Nos anos 90 começaram a surgir na Europa os primeiros questionamentos sobre o bem-estar das galinhas poedeiras. As críticas se embasavam na impossibilidade das galinhas criadas em gaiolas manifestarem formas de comportamento como empoleirar, realizar a postura dos ovos em ninhos, tomar banho de areia, ciscar o chão e bater as asas (APPLEBY, 1998). A partir de então, o bem-estar dos animais de produção está cada vez mais sendo incluído como parte das exigências requisitadas pelos consumidores e pelas empresas processadoras e fornecedoras de alimentos.

Com base nessas mudanças, sistemas alternativos aos convencionais, com melhores práticas de criação das aves estão sendo utilizados, como o sistema de criação em gaiolas enriquecidas e o sistema livre de gaiolas, o *cage-free*, que favorece a movimentação das aves oferecendo espaço e liberdade para a execução de comportamentos que lhes são considerados de conforto e essenciais (XIN & LIU, 2017). Nos Estados Unidos 6% dos ovos são produzidos em sistemas *cage-free*, e muitos produtores ainda utilizam os dois sistemas, com e sem gaiola (UEP, 2016). Na Europa as gaiolas convencionais foram proibidas no início de 2012 (Directive, E.U., 1999), e a maior parte dos ovos é produzida em sistemas de gaiolas enriquecidas. O mercado brasileiro lançou o protocolo de bem-estar para poedeiras em 2008 (UBA, 2008), buscando atender a demanda crescente de um mercado consumidor por produtos que prezem pelo bem-estar animal.

No sistema convencional, alvo de críticas relacionadas ao bem-estar animal, a criação é feita com o uso de gaiolas de 350 a 500 cm<sup>2</sup> por ave (UEP, 2016), podendo-se empilhar até sete gaiolas sobrepostas, oferecendo espaço reduzido à ave, limitando a expressão de seus comportamentos naturais.

A União Europeia criou o conceito de gaiolas enriquecidas, sendo a Council Directive EC/74 (1999), principal norma sobre o bem-estar animal das aves poedeiras, que previa a proibição da criação de poedeiras em gaiolas convencionais a partir de janeiro de 2012, substituindo por gaiolas enriquecidas, contendo um poleiro, um ninho e área de 750 cm<sup>2</sup> para cada poedeira ou por sistemas alternativos.

O sistema *cage-free*, que prevê a criação em galpões assim como os de criação de frangos, possui cama, um ninho para cada sete galinhas e poleiros (ANDERSON, 2014), cumprindo com todos os requisitos previstos para as gaiolas enriquecidas, como garantir acesso igualitário à alimentação por todas as aves e área de 1169 cm<sup>2</sup> por ave. Todas estas alternativas implicam em uma mudança na concentração de calor e as susceptibilidades de aves e instalações ao clima.

A densidade de alojamento tem sido tópico de debates no setor de produção de ovos, sendo adotadas densidades menores. O aumento do espaço pode oferecer um benefício para as galinhas durante períodos de calor, quando as temperaturas sobem dentro dos aviários (Green & Xin, 2009). A densidade tem grande influência na quantidade total de calor produzida pelo metabolismo das aves, interferindo na temperatura no interior dos aviários (CHEPETTE et al., 2004).

Calculando a produção de calor de poedeiras total pelas equações do CIGR (1999), uma ave poedeira na fase de produção produz em média 10 a 11 watts de calor por hora.



$$\phi_{\text{Tot}} = 6,28m^{0,76} + 25Y$$

Onde:

$\phi_{\text{Tot}}$ : calor total dissipado

m: peso (kg)

Y: produção de ovos (kg/dia)

A partir da produção de calor total é possível estimar e comparar a produção de calor dentro dos diferentes sistemas de alojamento (516 cm<sup>2</sup> para sistema convencional, 754 cm<sup>2</sup> para gaiolas enriquecidas e 1169 cm<sup>2</sup> para sistema *cage-free*), utilizando dados produtivos dos manuais das linhagens (HY-LINE, 2014; HY-LINE, 2015; Figura 1 e 2).

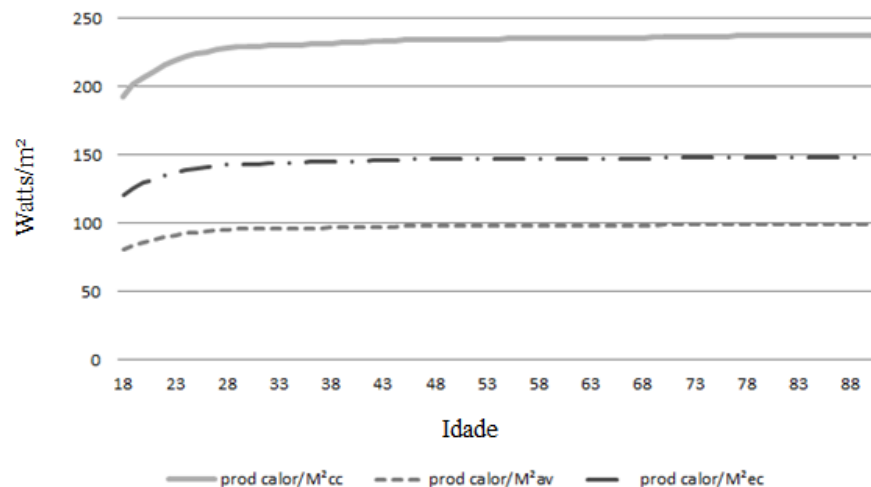


Figura 1—Estimativa da produção de calor em watts por m<sup>2</sup> em diferentes sistemas de alojamento para poedeiras semipesadas em função da idade.

Legenda: prod calor/m<sup>2</sup> cc: produção de calor por m<sup>2</sup> em sistema convencional; prod calor/m<sup>2</sup> av: produção de calor por m<sup>2</sup> em sistema *cage-free*; prod calor/m<sup>2</sup> ec: produção de calor por m<sup>2</sup> em sistema de gaiolas enriquecidas.

Nas comparações de produção de calor/m<sup>2</sup>, tanto para poedeiras leves como semipesadas, o sistema convencional de criação de aves em gaiolas gerou a maior quantidade de calor que o sistema *cage-free*, em função da densidade de alojamento no sistema convencional ser maior. Um menor número de aves por m<sup>2</sup> indica mais espaço por ave, facilitando a manutenção do conforto térmico durante períodos de calor (Green & Xin, 2009).

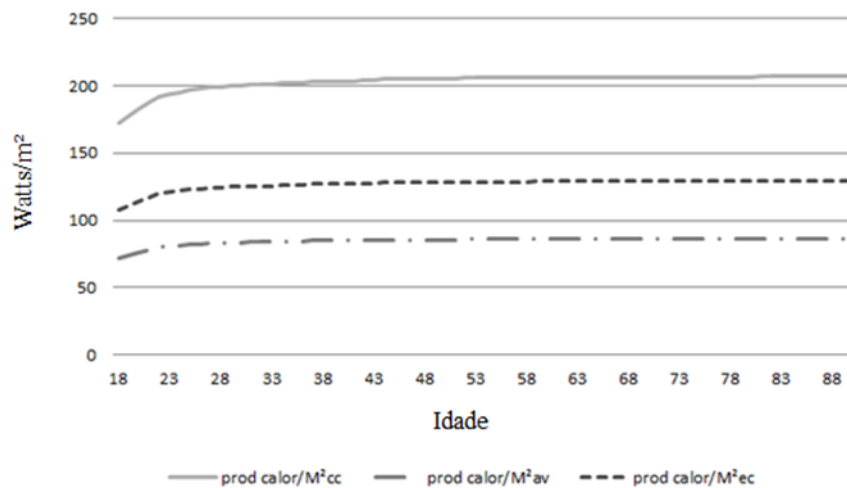


Figura 2 - Produção de calor/m<sup>2</sup> em diferentes sistemas de alojamento para poedeiras leves.  
 Legenda: prod calor/m<sup>2</sup> cc: produção de calor por m<sup>2</sup> em sistema convencional; prod calor/m<sup>2</sup> av: produção de calor por m<sup>2</sup> em sistema *cage free*; prod calor/m<sup>2</sup> ec: produção de calor por m<sup>2</sup> em sistema de gaiolas enriquecidas.

A produção de calor entre os diferentes genótipos é maior nas poedeiras semipesadas, em função do maior peso, que dificulta as trocas térmicas. Essa dificuldade também pode indicar menor habilidade de termorregulação (MIGNON-GRASTEAU et al., 2015; MELESSE et al., 2013).

Além da densidade de alojamento e do genótipo, a intensidade e duração do período de calor afeta o bem-estar das aves, principalmente de aves mais novas, que tem sua produção mais afetada (T<sup>o</sup>UMOVA & GOUS, 2012). As variações cíclicas de temperatura reduzem o efeito do estresse por calor, por proporcionar períodos de recuperação quando as temperaturas baixam (MASHALY et al., 2004), ou por proporcionar uma adaptação ao calor pela exposição anterior (GREEN & XIN, 2009).

As respostas termorreguladoras de longo prazo, ou aclimatização ao calor, aumentam as tensões fisiológicas, que na maioria dos casos são acompanhadas por queda do desempenho (NARDONE et al., 2006). Incluindo uma redução da taxa metabólica, alterações no sistema cardiovascular e mudanças de comportamento (RENAUDEAU et al., 2012).

As perdas de calor sensível diminuem com o aumento da temperatura e com a idade da ave. A troca de calor latente ocorrendo através da evaporação da água corporal durante a respiração passa a ser mais eficiente em ambientes onde a temperatura do ar tende a ser igual ou inferior à temperatura da ave. Em temperaturas muito elevadas, o principal meio de dissipação de calor das aves é a evaporação, mecanismo este que é dependente da umidade relativa do ar (SANTOS et al., 2009). A eficiência de o animal perder calor latente diminui

como aumento da umidade relativa do ar, independente da temperatura do ambiente, podendo inclusive ser nulas, quando temos temperaturas entre 30 a 35° C com umidade relativa de 90% (GENÇ & PORTIER, 2005).

O desequilíbrio fisiológico causado por estresse por calor tem efeito direto sobre as reservas de glicogênio muscular, responsável pelas reações bioquímicas (PETRACCI et al., 2006). Exposições prolongadas de aves a temperaturas fora de sua zona de conforto levarão a mortalidade, sendo as aves mais pesadas as mais atingidas (VALE et al., 2008).

Os efeitos adversos das altas temperaturas e umidade relativa sobre o desempenho de poedeiras são a redução do peso corporal e do consumo de ração, levando a uma menor produção de ovos, menor peso do ovo e piora da qualidade da casca dos ovos (MASHALY et al., 2004).

Segundo YAHAV et al. (2000), ao estudar o efeito da alta temperatura (35 °C) e diferentes índices de umidade relativa do ar (40 a 70%), sobre o desempenho de poedeiras, encontrou como principal fator ambiental que afeta aves poedeiras jovens e velhas a temperatura ambiente, sendo menor o efeito da umidade relativa.

Ao estudar o efeito do estresse térmico sobre a função do ovário em galinhas poedeiras ROZENBOIM et al. (2007), encontraram que a longa exposição ao calor causou hipertermia e significativa redução na produção de ovos (20% após 2 dias de exposição ao calor), e redução também no peso dos ovos.

### **Perdas produtivas devido a extremos de calor**

Os extremos climáticos são um dos responsáveis pela maioria das perdas materiais no mundo, principalmente extremos de calor (NIENABER & HAHN, 2004). Devido às muitas perdas econômicas, órgãos de monitoramento climatológico e governos têm aumentado sua preocupação sobre estes eventos com a finalidade de mensurar e minimizar o seu impacto.

A produtividade de poedeiras pode ser prejudicada por diversos fatores, sendo o estresse térmico o que mais causa prejuízos, ocorre queda na produtividade e qualidade dos ovos (MASHALY et al., 2004). Em períodos mais longos de estresse térmico, como 12 dias de temperaturas altas, uma redução na ingestão de ração de 28,58 g/ave, resulta em 28,8% de queda na produção de ovos (DROGE, 2002). Outros estudos observaram redução de 31,6% na conversão alimentar, 36,4% na produção de ovos e 3,4% no peso de ovo (STAR et al., 2009), 1,2% na espessura da casca e 9,9% no peso da casca (EBEID et al., 2012) em aves submetidas a estresse térmico. Avaliando poedeiras submetidas a diferentes períodos de estresse por calor

(8–14 dias, 30–42 dias e 43–56 dias) houve redução na produção de 13,2%, 26,4% e 57%, respectivamente (FARNELL et al., 2001). Muitas variações são observadas nos estudos, e a constatação de impactos significativos do estresse térmico na produção e qualidade dos ovos é notável (LARA & ROSTAGNO, 2013).

Nos Estados Unidos da América (EUA), os prejuízos econômicos provenientes de estresse por calor foram estimados por ST-PIERRE et al. (2003), baseados na estimativa da redução de desempenho (ingestão de ração, crescimento, produção de leite e ovos), no aumento da mortalidade e na diminuição da reprodução em bovinos leiteiros, bovinos de corte, frangos de corte, poedeiras e perus. As perdas anuais médias estimadas foram de 897, 369, 299 e 128 milhões de dólares, respectivamente, para as produções de leite, carne bovina, suína e aves. Para a estimativa destes dados, uma das ferramentas utilizadas foi o ITU (Índice de Temperatura e Umidade), calculado a partir de dados históricos de 257 estações meteorológicas americanas.

No Brasil, Sant’Ana Neto e Tommaselli (2012) compararam séries de dados das normais climatológicas do período de 1961 a 1990 testando a possibilidade de haver diferença entre as temperaturas observadas no período 1991 a 2010. Os autores identificaram para várias regiões do Brasil (Caxias do Sul, RS; Cruz Alta, RS; Concórdia, SC; e Catalão, GO) temperaturas máximas diferentes entre os períodos, sendo que esta diferença foi superior em até 4 °C, sendo que um dos impactos é que nas últimas décadas, nas estações do Centro Sul houve um aquecimento generalizado que reflete um aumento no número das horas mais quente no dia.

### **Amenização do calor**

Nos modernos sistemas de criação de aves há a necessidade do condicionamento ambiental das instalações devido à maior produtividade e densidade de criação. Temperaturas elevadas prevalecem na maior parte das zonas tropicais e intertropicais ao longo do ano, o que causa uma vulnerabilidade maior ao estresse térmico, e há estimativas para mudanças na frequência de episódios de calor (IPCC, 2007), o que exigirá sistemas de ventilação e arrefecimento evaporativo.

Estes sistemas utilizam as trocas térmicas entre uma massa de ar e a água nela contida ou em contato pela mudança de estado físico, podendo melhorar o bem-estar e a produtividade das aves. Dentre os sistemas de resfriamento evaporativo os sistemas de ventilação normal e de alta rotação, associados ao nebulizador, proporcionaram os melhores

desempenhos produtivos (SARTOR, et al. 2001; WELKER, et al. 2008). Quando não encontramos a situação de saturação do ar dentro das instalações, pode-se utilizar o sistema de resfriamento evaporativo, constituído pelo uso de nebulizadores, permitindo que o ar não saturado do ambiente entre em contato com a água em temperatura mais baixa, ocorrendo então a troca de calor entre o ar e a água (FURTADO et al., 2003).

Para a produção intensiva de poedeiras e o aumento da densidade da criação, faz-se necessário o uso de equipamentos de climatização e controle ambiental, destacando o uso de ventilação mecânica, favorecendo a perda de calor corporal das aves para o ambiente por processos convectivos. Todavia, o controle da velocidade e homogeneidade da ventilação é um dos grandes problemas de climatização na avicultura.

Para se alcançar o ambiente adequado aos animais no interior das instalações, é necessário um bom gerenciamento. Aviários modernos são totalmente automatizados, alguns com sistemas informatizados para a verificação e controle das variáveis ambientais no interior do aviário (DAGHIR, 2008).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pressões para atender o bem-estar animal tornam-se viáveis com a utilização de sistemas alternativos de criação de aves. Até nas comparações de produção de calor/m<sup>2</sup>, os sistemas alternativos são mais eficientes em manter a ambiências das instalações.

A possibilidade de aumento de variações climáticas reforça a importância de repensar a densidade de criação e na climatização dos aviários.

## REFERÊNCIAS

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual 2016. 2016.

ANDERSON, K. E. Time study examining the effect of range, cage-free, and cage environments on man-hours committed to bird care in 3 brown egg layer strains. *The Journal of Applied Poultry Research*, Athens, v. 23, p. 108-115, 2014.

APPLEBY, M.C. Modification of laying hen cages to improve behavior. *Poultry Science*. v.77, p.1828-1832. 1998.

BAARENDSE, P. J. J., KEMP, B., & VAN DEN BRAND, H.. Early-age housing temperature affects subsequent broiler chicken performance. *British poultry science*, 47(2), 125-130, 2006.

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

C. I. G. R. - CIGR Handbook of Agricultural Engineering, Volume II. Animal Production & Aquacultural Engineering. Published by American Society of Agricultural Engineers, 1999.

CELIK, L. B., A. TEKELI, O. OZT<sup>U</sup>URKCAN.. Effect of supplemental L-carnitine in drinking water on performance and egg quality of laying hens exposed to a high ambient temperature. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 88:229–233, 2004.

CHEPETE, H. J., XIN, H., PUMA, M. C., GATES, R. S.. Heat and moisture production of poultry and their housing systems: Pullets and layers. *ASHRAE Transactions*, 110(2), 286, 2004.

COUMOU, D.; ROBINSON A. Historic and future increase in the global land área affected by montly heat extremes. *Environmental Research Letters*, v.8, 2013.

DAGHIR, N. J. *Poultry production in hot climates*. 2. ed. CAB International Nosworthy Way, Wallingford, Oxfordshire, 2008.

DAMASCENO, F.A.; GOMES. R. C.C.; TINÔCO, I. F.; SOUZA, F. F. Mudanças climáticas e sua influência na produção avícola. *PUBVET*, Londrina, V. 4, N. 28, Ed. 133, Art. 901, 2010.

DIRECTIVE, E. U.. Council Directive 99/74/EC of 19 July 1999 laying down minimum standards for the protection of laying hens. *Official Journal of the European Communities*, 53-57, 1999.

DROGE, W. Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiol. Rev.* 82, 47–95, 2002.

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. *Poult. Sci.*, 91, 2282–2287, 2012.

ETCHES, R. J., JOHN, T. M., GIBBINS, V.. Behavioural, physiological, neuroendocrine and molecular responses to heat stress. Pages 48–79 in *Poultry Production in Hot Climates*. 2nd ed. N. J. Dagher, ed. CAB International, Wallingford, UK, 2008.

FARNELL, M.B.; MOORE, R.W.; MCELROY, A.P.; HARGIS, B.M.; CALDWELL, D.J. Effect of prolonged heat stress in single-comb white leghorn hens on progeny resistance to *Salmonella enteritidis* organ invasion. *Avian Dis.* 45, 479–485, 2001.

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, p.559-564. 2003.

GARCIA, E. R. M., NUNES, K. C., DA CRUZ, F. K., FERRAZ, A. L. J., BATISTA, N. R., BARBOSA FILHO, J. A.. Comportamento de poedeiras criadas em diferentes densidades populacionais de alojamento. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia*, 18(2), 87-93, 2015.

GENÇ, L.; PORTER, K. M. Sensible and latent heat productions from broilers in laboratory conditions. *Turkish of Veterinary e Animal Scienses*, n. 29, p. 635-643, 2005.

GREEN, A. R., XIN, H. Effects of stocking density and group size on thermoregulatory responses of laying hens under heat challenging conditions. *Transactions of the ASABE*, 52(6), 2033-2038, 2009.

HOFFMANN, I. Climate change and the characterization, breeding and conservation of animal genetic resources. *Animal genetics*, 41(s1), 32-46, 2010.

HY-LINE, Manual de Manejo poedeiras comerciais Brown, 2014.

HY-LINE, Manual de Manejo W-36 poedeiras comerciais, 2015.

IPCC, Intergovernmental Painel on Climate Change. Mudança do clima 2007: A Base das Ciências Físicas: Contribuição do Grupo de Trabalho I ao Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. 25 p., 2007. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/portuguese/ar4-wg1-spm.pdf>>. Acesso em: 14 jan.2015.

KILIC, I., SIMSEK, E.. The effects of heat stress on egg production and quality of laying hens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 12(1), 42-7, 2013.

KILIC, I.; SIMSEK, E. The effect of stress on egg production and quality of laying hens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, v.12, n. 1, p.42-47, 2013.

LARA, L. J., ROSTAGNO, M. H.. Impact of heat stress on poultry production. *Animals*, 3(2), 356-369, 2013.

- LIN, H.; JIAO, H.C.; BUYSE, J.; DECUYPERE, E.; Strategies for prevent heat stress in poultry. *Word Science Journal*, v. 62, p. 71-85, 2006.
- MASHALY, M.M.; HENDRICKS, G.L.; KALAMA, M.A.; GEHAD, A.E.; ABBAS, A.O.; PATTERSON, P.H. Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. *Poultry Science*, v.83, p. 889-894, 2004.
- MELESSE, A., MAAK, S., PINGEL, H., VON LENGERKEN, G.. Assessing the thermotolerance potentials of five commercial layer chicken genotypes under longterm heat stress environment as measured by their performance traits. *Acta Agriculturae Slovenica*, 102(1), 29, 2013.
- MENDONÇA, F. Aquecimento global e suas manifestações regionais e locais: alguns indicadores da região sul do Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, v.2, p. 71-86, 2006.
- MIGNON-GRASTEAU, S., MORERI, U., NARCY, A., ROUSSEAU, X., RODENBURG, T. B., TIXIER-BOICHARD, M., ZERJAL, T.. Robustness to chronic heat stress in laying hens: a meta-analysis. *Poultry science*, 94(4), 586-600, 2015.
- NARDONE, A., RONCHI, B., LACETERA, N., & BERNABUCCI, U.. Climatic effects on productive traits in livestock. *Veterinary Research Communications*, 30(1), 75-81, 2006.
- NIENABER, J. A.; HAHN, G. L. Engineering and management practices to ameliorate livestock heat stress. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF THE CIGR. 2nd Technical Section. NEW TRENDS IN FARM BUILDINGS. Proceedings... Evora, Portugal. May, 2004.
- NOAA. National Climatic Data Center, State of the Climate. Global Analysis for December 2014, Publicação online. jan. 2015, disponível em: <<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/2014/12>>. Acesso em 16 jan.2015.
- PEREIRA, D. F., DOS SANTOS BATISTA, E., SANCHES, F. T., GABRIEL FILHO, L. R. A., DE FREITAS BUENO, L. G.. Diferenças comportamentais de poedeiras em diferentes ambientes térmicos. *Energia na Agricultura*, 30(1), 33-40, 2015.
- PEREIRA, D. F., VITORASSO, G., OLIVEIRA, S. C., KAKIMOTO, S. K., TOGASHI, C. K., SOARES, N. M..Correlations between thermal environment and egg quality of two layer commercial strains. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 10(2), 81-88, 2008.



PEREIRA, D.F.; do VALE, M.M.; ZEVOLLI, B.R.; SALGADO, D.D. Estimating mortality in laying hens as the environmental temperature increases. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v. 12, n. 4, p. 265-271, 2010.

PETRACCI, M.; BIANCHI, M.; CAVANI, C.; GASPARI, P.; LAVAZZA, A. Preslaughter mortality in broiler chickens, turkeys and spent hens under commercial slaughtering. *Poultry Science*, v.85, p. 1660-1664, 2006.

RENAUDEAU, D., COLLIN, A., YAHAV, S., DE BASILIO, V., GOURDINE, J. L., COLLIER, R. J.. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*, 6(05), 707-728, 2012.

ROZENBOIM, 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.

SANT'ANA NETO, J.L.; TOMMASELLI, J.T.G. Variabilidade e mudanças climáticas e seus efeitos na avicultura brasileira. In: MACARI, M.; SOARES, N.M. *Água na avicultura brasileira*. 2. ed. Campinas-SP: Facta, p. 25-38, 2012.

SANTOS, P. A.; BAÊTA, F. C.; TINÔCO, I.F.F.; ALBINO, L.F.T.; CECON, P.R. Ventilação em modos túnel e lateral em galpões avícolas e seus efeitos no conforto térmico, na qualidade do ar e no desempenho das aves. *Revista CERES*, v.56, n.2, p. 172-180, 2009.

SARTOR, V.; BAETA, F. C.; LUZ, M. L.; ORLANDO, R. C. Sistemas de resfriamento evaporativo e o desempenho de frangos de corte. *Scientia Agrícola*, v.58, n.1, p. 17-20, 2001.

STAR, L., JUUL-MADSEN, H. R., DECUYPERE, E., NIEUWLAND, M. G. B., DE VRIES REILINGH, G., VAN DEN BRAND, H., PARMENTIER, H. K.. Effect of early life thermal conditioning and immune challenge on thermotolerance and humoral immune competence in adult laying hens. *Poultry science*, 88(11), 2253-2261, 2009.

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. *Poult. Sci.* 2009, 88, 2253–2261.

STOTT, P. Global-average temperature records. Met Office, 2 Outubro 2013. Disponível em: <<http://www.meteoffice.org.uk/climate-guide/science/temp-records>>. Acesso em: 30 dez.2014.

ST-PIERRE, N. R.; COBANOV, B.; SCHNITKEY, G. Economic losses from heat stress by livestock industries. *Journal of Dairy Science, E. Suppl.*, p. 52-77, 2003.

TUMOVA, E., GOUS, R. M.. Interaction of hen production type, age, and temperature on laying pattern and egg quality. *Poult. Sci.* 91:1269–1275, 2012.

U.E.P. - United Egg Producers. *Animal Husbandry Guidelines for US Egg Laying Flocks (2016 Edition)*, 2016.

UBA - União Brasileira de Avicultura. *Protocolo de bem-estar para aves poedeiras*. São Paulo: União Brasileira de Avicultura, 2008. 23p

VALE, M.M. *Caracterização e previsão de ondas de calor com impacto na mortalidade de frangos de corte*. 2008. 101p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

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

XIN, H.,; LIU, K.. Precision livestock farming in egg production. *Animal Frontiers*, 7(1), 24-31, 2017.

YAHAV, S.; SHINDER, D.; RAZPAKOVSKI, V.; RUSAL, M.; BAR, A. Lack of response of laying hens to relative humidity at high ambient temperature. *British Poultry Science*, v.41, p.660-663, 2000.

ZUIDHOF, M. J.; SCHNEIDER, B. L.; CARNEY, V. L.; KORVER, D. R.; ROBINSON F. E. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. *Poultry Science*, n.93, p.2970-2982, 2014.

### **3- ARTIGO II**

Artigo formatado nas normas da Revista Brasileira de Ciência Avícola.

## INFLUENCE OF THERMAL ENVIRONMENT MEASURED IN METEOROLOGICAL STATIONS AT LAYING HENS PRODUCTIVITY

Jaime Augusto de Oliveira<sup>1</sup>, Marcos Martinez do Vale<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria

<sup>2</sup>Universidade Federal do Paraná

### ABSTRACT

Although Brazil egg-producing poultry developed a lot in recent years, had few investments to improving animal environment and welfare, making the activity vulnerable to climatic variations. The objective of this study was to evaluate the influence of humid subtropical climate environmental variables, from the same day and in the days prior laying, on the productivity of strains of light and semi-heavy laying hens. There was used a database of an egg producing company, with performance data between 2011 and 2014 hottest months was used, and incorporated into the expected production data obtained from lineage manuals and data from meteorological stations near the farms. After data descriptive analysis, data mining technique was applied, using two classes, decrease production and normal production. Due characteristic differences in production, subdivided analysis in light and semi-heavy laying hens. The classification variable with the greatest power to identify conditions of productive losses, for both light and semi-heavy laying hens, was Temperature and Humidity Index (THI) hours sum greater than 23° C in the day. The meteorological data of near stations and the productive records of commercial laying hens present patterns that allowed estimate production decrease by heat stress conditions.

**Keywords:** Egg-producing poultry, egg production, data mining

### INTRODUCTION

Poultry production in Brazil has greatly developed in recent years, in 2015 the production of eggs went from 39 billion units and consumption reached 191 units per capita, an increase of 20% more compared to 2010 (ABPA, 2016).

Despite this evolution, few investments in facilities are made, making the activity vulnerable to climatic variations. Climate change, especially global warming, affects the performance of animal production worldwide (Nienaber & Hahn, 2007). There is a tendency, according to historical meteorological records, to increase global temperatures by the end of the century (Coumou & Robinson, 2013, Stott, 2013, NOAA, 2014). A data analysis of the southern region of Brazil points to a trend of elevation in humidity and temperature, which should require producers to pay more attention to the thermal comfort of the animals (Mendonça, 2006).

The heat stress limits laying hens productivity, due to the increase in energy expenditure to maintain body temperature constant, reducing the production of eggs (Pereira et al., 2008, Kilic & Simsek, 2013) causing economic losses. To help predict productivity losses under thermal stress conditions, Zulovich (1989) and Zulovich & Desharer (1990) developed an ITU for laying hens.

In this way, the analysis of production databases and meteorological variables through data mining, allows the discovery of patterns to aid the development of strategies to mitigate productive losses due to climatic events (Vale et al. 2010; Pereira et al. 2010).

The objective of this study was to evaluate the influence of the thermal conditions of the humid subtropical climate region, on the same day and days before the laying, on light and semi-heavy laying hens strains.

## MATERIAL AND METHODS

The database was obtained from an egg producing company, consisting of daily data of production performance and mortality of 32 flocks of light and semi-heavy commercial laying hens, aged 18 to 90 weeks, in Californian type facilities.

The farms are located in eight municipalities in Rio Grande do Sul state, 2 in the Northeast Region of Rio Grande do Sul, 5 in the Metropolitan Mesorregion of Porto Alegre and, 1 in the Middle Eastern Region of Rio Grande do Sul state. The climate is subtropical humid, being Cfb, temperate summer, in the mesoregion Northeast of Rio Grande, where average temperatures of the summer months are below 22 °C and for at least four months they are below 10 °C; And Cfa type, hot summer, in the other two mesoregions, where the average temperature of the warmer month exceeds 22 ° C (Alvares et al., 2013).

The meteorological data come from the National Institute of Meteorology (INMET) stations, the closest to the location of the aviaries, with a maximum of 80 km between the station and the farm (Figure 1). The data recorded in automatic station, counted on hourly data of dry bulb temperature (Tbd) and relative humidity of the air (RH). The wet bulb temperature (Tbw) was obtained through the Stull equation (2011) and the laying THI was calculated according to the Zulovich equation (1989) and validated by Zulovich and Desharer (1990; Equation 1).

$$\text{THI} = 0,40 \text{ Tbw} + 0,60 \text{ Tbd}$$

Where:

THI: Temperature and humidity index

Tbw= wet bulb temperature

Tbd= dry bulb temperature.

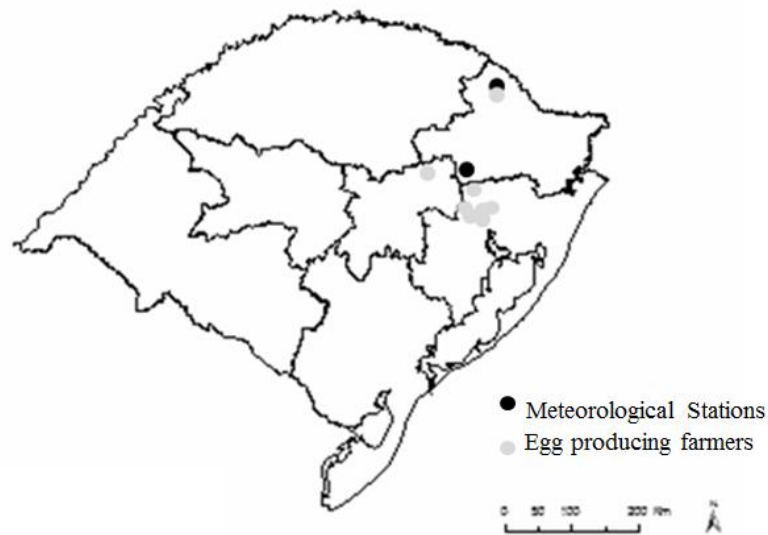


Figure 1 – Localization of meteorological stations and egg producing farmers in Rio Grande do Sul state.

We also used the expected performance from lineage manuals (Dekalb, 2009; Isa, 2010; Isa, 2011; Lohmann, 2011a; Lohmann, 2011b; Hy-Line, 2014; Hy-Line, 2015; Novogen, 2015) to verify the differences between the performance goal and the results obtained in the farms in the period.

Database cleanup detected errors, and inconsistencies, improving data quality by excluding missing, invalid or duplicate data observations (Rahm & Do, 2000). In order to reduce the number of errors in the database, weekend data (Saturday, Sunday and Monday) were excluded, as well as posture data of less than 5% of production.

The data analyzed were the integration of productivity data, with meteorological station data and with performance expectative of light and semi-heavy laying hens, during the hottest months (October, November, December, January, February, March, April; Souza et al. 2010; Feltrin, 2015), from the end of the year 2011 to 2014 (Table 1).

Table 1- Variables used in analyzed data base formation.

<b>From</b>	<b>Original data base</b>	<b>Calculate</b>
Flocks	Daily mortality (n° birds)	Daily mortality (%)
	Daily production (n° eggs)	Daily production (%)
	Feed consume (kg/day)	Consume variation (g/bird/day)
Lineage	Expectative of mortality (weekly)	Expectative of mortality (daily)
manuals	Expectative of production (weekly)	Expectative of production (daily)
Meteorological station	Dry bulb temperature (hourly) Air relative humidity (hourly)	Daily THI average
		Daily maximum THI
		Daily minimum THI
		Daily average temperature
		Daily average relative humidity
		Sum THI hours <sup>1</sup> > 21°C
		Sum THI hours <sup>1</sup> > 23 °C
Sum THI hours <sup>1</sup> > 25 °C		

<sup>1</sup> Sum of hourly THI values above 21, 23 or 25 ° C limit during the 24 hours of the day.

Due to lack of references for laying hens, there is only 23° C of ITU for broilers according to Vale et al. (2008), calculated according to Chepete et al. (2005), it was decided to include the derivation of plus or minus 2 °C of this reference, considering that the ITU calculation according to Zulovich and Desharer (1990) corrects the weighting between wet and dry bulb temperatures for laying hens.

In order to identify associations between the production and environmental variables recorded on the same day or in up to four days prior to laying, that is, egg production variables were compared with environmental variables recorded on the same day of laying, until 4 days before laying.

The data analysis approach was the one of mining with the application of the classification algorithm J48, using Weka® software. The classes for data mining were elaborated according to the ratio between the daily variation of the observed production compared to the daily variation of the expected production according to the manuals of



lineages, which represents the expected slope of the production curve at the time of the lot age of laying hens (Equation 2).

$$R = (\%P_{EBef} / \%P_{EDay})$$

Where:

R = ratio of daily egg production variation;

$\%P_{EBef}$  = percentage of day before posture;

$\%P_{EDay}$  = percentage of day posture.

For calculations of production reasons and expectations, the age of laying lots was divided into three periods where there is a different expectation between the ratio of production obtained and expected, aiming to identify changes in production. The ages were divided into three periods: I - from 18 to 28 weeks, beginning of posture with expectation of constant increase of production and ratio between expected and observed production variation always less than 1; II - from 29 to 44 weeks of production, stability period of production and ratio close to 1; III - from 45 to 90 weeks the production, period of decrease of production and expected ratio greater than 1 (Figure 1).

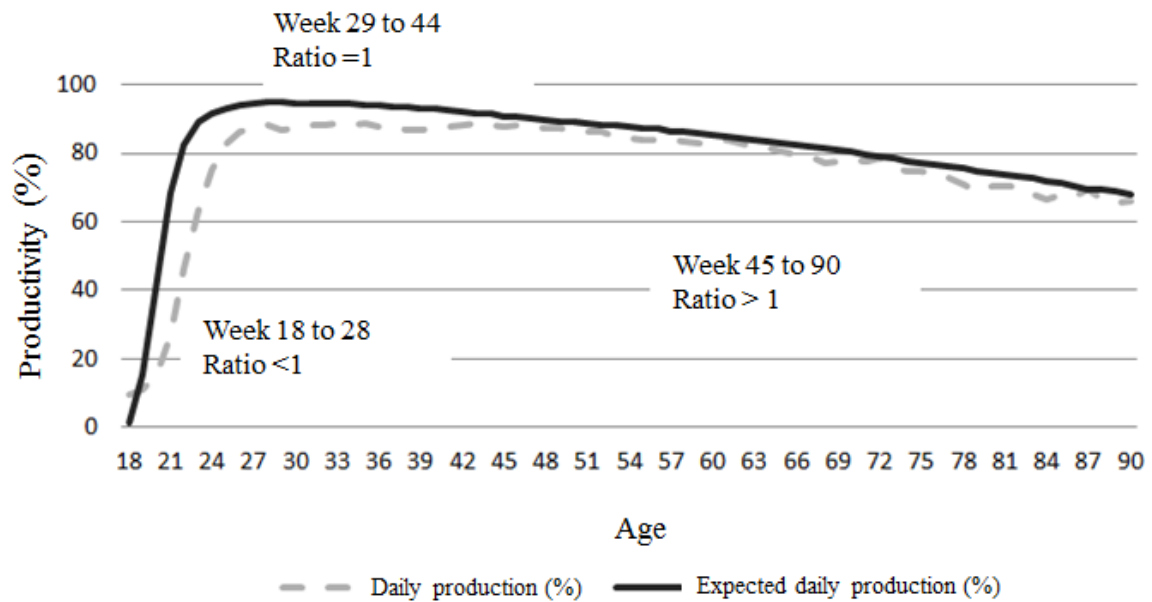


Figure 2 – Typical egg production curve used to identify the expectative of egg production ratio periods, according flock age.

Two classes were defined for the data mining according to posture ratio, age and potentially stressful meteorological variations. After the changes in the expectations of the ratio were identified, the production were compared to the occurrence of maximum THI greater or equal to 23° C, forming the two classes of decrease in production and normal production, considering that posture decrease in moments of condition other than are associated with other factors not related to thermal stress.

Due to the characteristic differences in production, the analyzes were subdivided into light and semi-heavy laying hens. The models were evaluated for their accuracy and correctness as presented by Vale et al. (2008) through the contingency matrix of the model.

## RESULTS AND DISCUSSION

In the descriptive analysis of productivity data, the average daily production of light laying hens is slightly higher than that of the semi-heavy layers, 79.3 and 77.3%, respectively (Figure 2A), values similar to those presented in the strain manuals and by different authors

(Vasconcelos et al., 2016; Bastos-Leite, et al., 2016). The records of the meteorological variables close to the production farms showed a maximum THI average of 20.4 ° C and the average air temperature of 17.6 ° C (Figure 2B). The climatic conditions during the period of laying of the birds were not extreme with days of average THI of 16.5° C, with no extreme climatic events and favorable conditions for breeding (Feltrin, 2015).

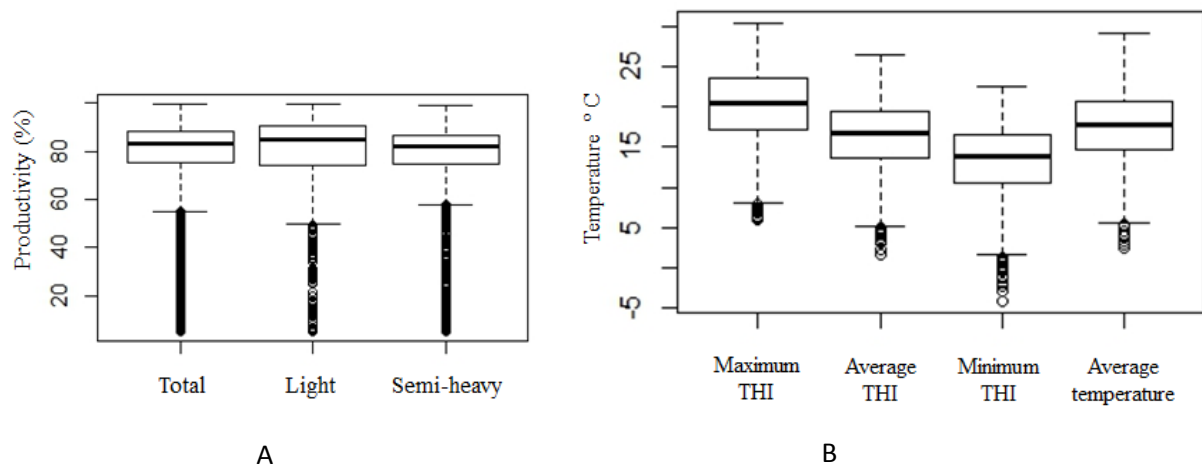


Figure 3 – Boxplot of egg production percentage values from light and semi-heavy layers (A), and maximum, average and minimum Temperature and Humidity Index (THI) and average temperature (B).

The productivity of light commercial laying hens was affected by conditions associated with the THI comfort index, related to age, meteorological variables and batch posture percentage (Figure 3). The first classification variable was the sum of the THI hours greater than 23 °C in the day (SomaDia23), the root node of the classification tree with the greatest power to identify conditions of productive loss.

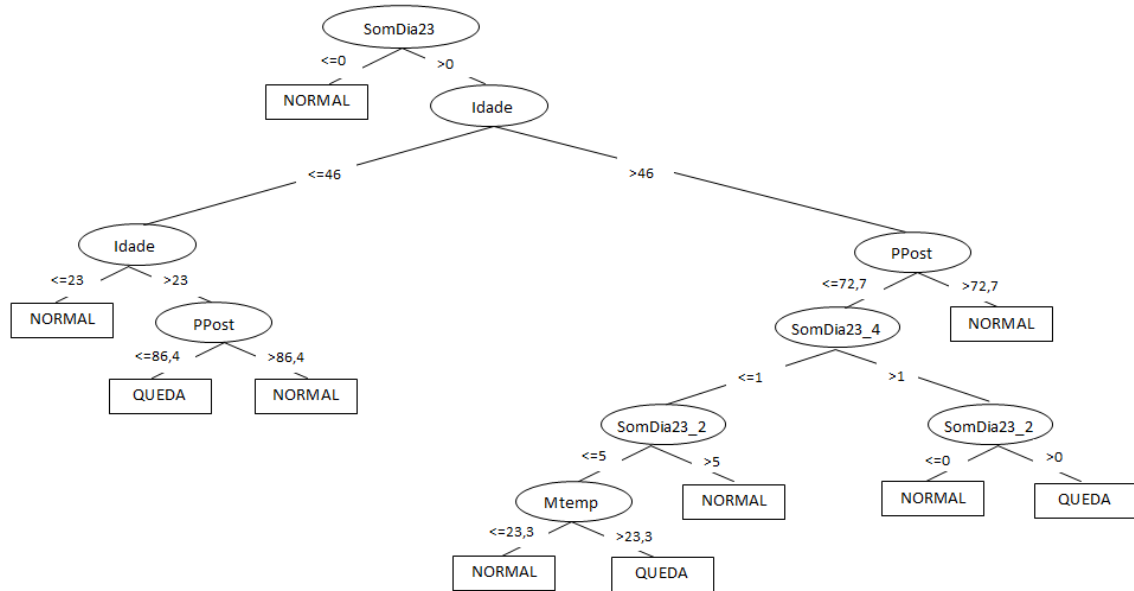


Figure 4 – Classification tree of decrease in productivity of commercial light laying hens because heat stress, with model precision: 91.80% and class accuracy Decrease: 0.37 and Normal: 0.94. Legend: SomDia23: Sum of daily hours of THI greater than 23°C; PPost: Posture percentage; SomDia23\_2: Sum of hours THI greater than 23°C 2 before posture; SomDia23\_4: Sum of hours THI greater than 23°C 4 before posture; Mtemp: Average temperature.

When the meteorological condition observed in the next stations presented at least one hour of the day the ITU equal to or greater than 23 °C there was a possibility of productive loss (Figure 3). This result was found by Vale et al., (2008) for broiler chickens, with ITU values stipulated by Chepete et al. (2005), indicating that the ITU value of 23 ° C triggers thermal stress in birds.

Above the 46 weeks of age of laying hens, the production curve declines. The drop in production occurred when the percentage of posture (PPost) was lower than 72.7%, since there was one hour of UTI above 23 °C two or four days before posture (SomDia23\_2 and SomDia23\_4 respectively). These conditions in which days prior to that of the posture affect the production are consistent with the aging phase and greater physiological wear. There is an increase in the interval between ovipositions due to follicular atresia or internal ovulation of the oocyte into the peritoneal cavity instead of the oviduct. The causes of these processes are

still unclear, however, evidence in wild birds suggests that stress stimulates oocyte losses (Navara et al., 2015).

The low influence of the environmental variables recorded on the day of oviposition can be explained by the fact that these variables have little or no consequence in the production of the day (Pereira et al., 2008), with pre-ovulatory follicles classified in at least four phases of (Ferreira et al., 2014), and ovulation occurring on average 26 hours before the moment of posture.

For birds between 23 and 46 weeks of age, the decrease in productivity occurred when the percentage of posture was below 86.4%. During this period there is a rapid increase in productivity, peak production and stability for a few weeks, phases defined in this study as I and II, requiring a greater physiological effort of the bird, which may justify a greater susceptibility of the bird to the climate. Taken together with this increase in production, peak plasma corticosterone levels occur (Davami et al., 1987; Koelkebeck et al., 1987), related to metabolic effects to provide energy to meet the peak physiological needs of production (Davis et al. Al., 2000).

The productivity of semi-heavy laying hens was also affected when the meteorological conditions showed a sum of ITU hours greater than 23 ° C in the day (Figure 4). In laying hens under 44 weeks, the decrease in production as a function of adverse climatic conditions occurred when the mean ITU (MedITU) was higher than 24.3 °C, and when two days before the sum of hours of UTI greater than 23 Daily C was greater than 8 hours. The intervals between ovulations are close to 26 hours, justifying a meteorological event occurred two days before impact the production. The next ovulation occurs approximately 6 hours after the luteinizing hormone (LH) wave and about 30 minutes (15 to 75 minutes) after the posture, during periods of thermal stress, more cortisol is released, decreasing the synthesis of LH, which triggers ovulation (Silva et al., 2010).

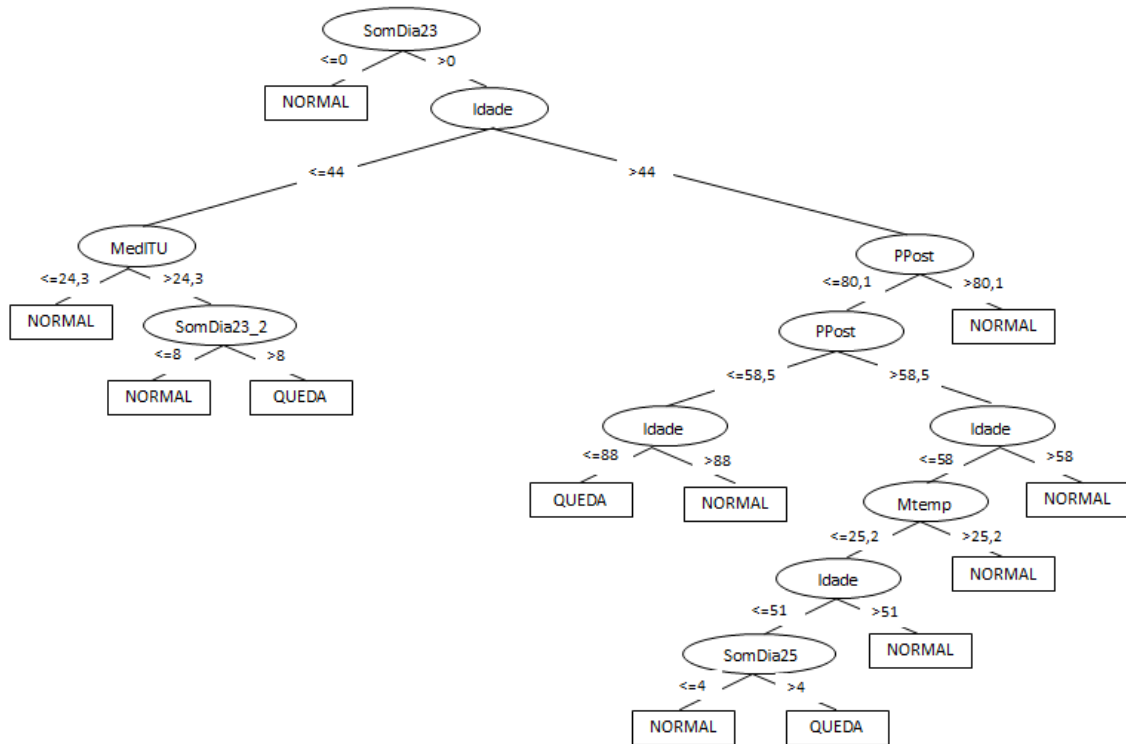


Figure 5 – Classification tree of decrease in productivity of commercial light laying hens because heat stress, with model precision: 94.32 % and class accuracy Decrease: 0.48 and Normal: 0.95. Legend: SomDia23: Sum of daily hours of THI greater than 23 °C; PPost: Posture percentage; SomDia25: Sum of daily hours of THI greater than 25 °C; MedITU: average THI; Mtemp: Average temperature.

Although the accuracy of the production drop class has not been very high, the rules are consistent. These lower accuracies in interest classes indicate that other factors have interfered with the productivity of laying hens, not just the weather. In addition to this climate hypothesis, the balance between the normal and falling classes (92.7 and 7.3% of the data for light and 94.4 and 5.6% for semi-heavy layers, respectively) negatively affects the performance of the models. Other studies in regions with a greater number of extreme weather events may help to evidence the patterns during hot weather conditions.

The results of this study allowed increasing the knowledge of the relations between productivity data of commercial laying hens and those of meteorological stations near the farms. More studies need to be conducted on the response of laying hens to dynamic

meteorological conditions under controlled conditions and where climatic variables reach extremes more relevant than those observed in this study.

## CONCLUSION

Commercial light and semi-heavy laying hens had their productivity affected with THI values greater than 23 °C, with at least one hour of THI above 23 °C occurring two days before laying.

Meteorological data from nearby stations and productive data commercial laying hens farms present patterns that allowed the estimation of production declines caused by climatic events of heat.

## REFERENCES

- ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual 2016. 2016.
- ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., DE MORAES, G., LEONARDO, J., SPAROVEK, G.. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728, 2013.
- BASTOS-LEITE, S. C., GOMES, J. V., ALVES, M. G. M., DE CASTRO GOULART, C., SILVA, J. D. B., & DE MEDEIROS, F. M.. Desempenho produtivo e qualidade de ovos de poedeiras leves submetidas a diferentes níveis de debicagem. *Acta Veterinaria Brasilica*, 10(2), 110-115, 2016.
- CHEPETE, H.J.; CHIMBOMBI, E.M.; TSHEKO, R. Production performance and temperature humidity index of broilers reared in naturally ventilated houses in Botswana. *Botswana Journal of Agriculture and Applied Sciences*, v.1, p.19-28, 2005.
- COUMOU, D.; ROBINSON A. Historic and future increase in the global land área affected by montly heat extremes. *Environmental Research Letters*, v.8, 2013.
- DAVAMI, A., M. J. WINELAND, W. T. JONES, R. L. ILARDI, R. A. PETERSON.. Effects of population size, floor space, and feeder space upon productive performance, external appearance, and plasma corticosterone concentration of laying hens. *Poultry Sci.* 66:251–257, 1987.
- DAVIS, G. S.; ANDERSON, K. E.; CARROLL, A. S. The effects of long-term caging and molt of Single Comb White Leghorn hens on heterophil to lymphocyte ratios, corticosterone and thyroid hormones. *Poultry Science*, v. 79, n. 4, p. 514-518, 2000.
- DEKALB, Manual de manejo das poedeiras Dekalb White, 2009.

- FELTRIN, P. F. Caracterização de ondas de calor com impacto potencial na produção de frangos de corte no Rio Grande do Sul. 2015. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.
- FERREIRA, P. B., FAVERO, A., ROSA, A. P., MACEDO, A., TASCETTO, D., BARBOSA, J. G. M.. Follicular development and productive performance at the onset of production in two egg-laying breeds. *Ciência Rural*, 44(3), 548-554, 2014.
- HY-LINE, Manual de Manejo poedeiras comerciais Brown, 2014.
- HY-LINE, Manual de Manejo W-36 poedeiras comerciais, 2015.
- IBGE. Divisão Territorial do Brasil. Divisão Territorial do Brasil e Limites Territoriais. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2008.
- ISA, Guía de manejo sistemas de producción en jaula Bovans White, 2011.
- ISA, Product Guide Cage Production Systems Hisex White, 2011.
- KILIC, I.; SIMSEK, E. The effect of stress on egg production and quality of laying hens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, v.12, n. 1, p.42-47, 2013.
- KOELKEBECK, K. W., M. S. AMOSS, JR., AND J. R. CAIN,. Production, physiological, and behavioral responses of laying hens in different management environments. *Poultry Sci.* 66:397–407, 1987.
- LOHMANN, Guia de Manejo LOHMANN BROWN, 2011b.
- LOHMANN, Guia de Manejo LOHMANN LSL, 2011a.
- MENDONÇA, F. Aquecimento global e suas manifestações regionais e locais: alguns indicadores da região sul do Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, v.2, p. 71-86, 2006.
- NAVARA, K. J., PINSON, S. E., CHARY, P., TAUBE, P. C.. Higher rates of internal ovulations occur in broiler breeder hens treated with testosterone. *Poultry science*, 94(6), 1346-1352, 2015.
- NIENABER, J.A., HAHN, G.L.. Livestock production system management responses to thermal challenges. *International Journal of Biometeorology*, 52, 149–157, 2007.
- NOAA. National Climatic Data Center, State of the Climate. Global Analysis for December 2014, Publicação online. jan. 2015, disponível em: <<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/2014/12>>. Acesso em 16 jan.2015.
- NOVOGEN, Cage systems production chart of the Novogen brown commercial layers, 2015.
- PEREIRA, D. F., VITORASSO, G., OLIVEIRA, S. C., KAKIMOTO, S. K., TOGASHI, C. K., SOARES, N. M.. Correlations between thermal environment and egg quality of two layer commercial strains. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 10(2), 81-88, 2008.



- PEREIRA, D.F.; do VALE, M.M.; ZEVOLLI, B.R.; SALGADO, D.D. Estimating mortality in laying hens as the environmental temperature increases. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v. 12, n. 4, p. 265-271, 2010.
- RAHM, E.; DO, H. H.. Data cleaning: Problems and current approaches. *IEEE Data Eng. Bull.*, v. 23, n. 4, p. 3-13, 2000.
- SILVA, E. V. C.; KATAYAMA, K. A.; MACEDO, G. G.; RUEDA, P. M.; ABREU, U. G. P.; ZÚCCARI, C. E. S. N. Efeito do manejo e de variáveis bioclimáticas sobre a taxa de gestação em vacas receptoras de embriões. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v.11, n.2, p.280-291, 2010.
- SOUZA, A.; PAVÃO, H.G.; LASTORIA, G.; GABAS, S.G.; CAVAZZANA, G.H.; FILHO, A.C.P. Um estudo de conforto e desconforto térmico para o Mato Grosso do Sul. *Revista de Estudos Ambientais (online)*, v.12, n.2, p.15-25, 2010.
- STOTT, P. Global-average temperature records. Met Office, 2 Outubro 2013. Disponível em: <<http://www.meteoffice.org.uk/climate-guide/science/temp-records>>. Acesso em: 30 dez.2014.
- VALE, M. M., MOURA, D. J., NÄÄS, I. A., OLIVEIRA, S. R. M., RODRIGUES, L. H. A.. Data mining to estimate broiler mortality when exposed to heat wave. *Scientia Agricola*, v.65, n.3, p.223-229, 2008.
- VALE, M.M.; MOURA, D.J.I; NÄÄS, I.A.; PEREIRA, D.F. Characterization of heat waves affecting mortality rates of broilers between 29 days and market age. *Brazilian Journal of Poultry Science* v.12, n.4, p.279-285, 2010.
- VASCONCELOS, F. C., BASTOS-LEITE, S. C., GOMES, T. C. L., DE CASTRO GOULART, C., DE SOUSA, A. M., & FONTENELE, G. S. P.. Ácidos orgânicos, óleos essenciais e simbiótico na dieta de poedeiras semipesadas: desempenho produtivo e análise econômica. *Acta Veterinaria Brasilica*, 10(3), 194-200, 2016.
- ZULOVICH, J. M.. Response of the laying hen to aerial moisture and ammonia concentrations at high environmental temperatures. PhD dissertation, University of Nebraska-Lincoln, 1989.
- ZULOVICH, J. M.; DESHAZER, J. A. Estimating egg production declines at high environmental temperatures and humidities. *ASAE Paper*, n. 904021. St. Joseph, Mich. 1990.

#### **4- ARTIGO III**

Artigo formatado nas normas da Revista Brasileira de Ciência Avícola.

## ESTIMATION OF LAYING HENS HIGH MORTALITY DUE HEAT STRESS

Jaime Augusto de Oliveira<sup>1</sup>, Marcos Martinez do Vale<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria

<sup>2</sup>Universidade Federal do Paraná

**Abstract:** Mortality of laying hens due heat stress is a significant production and economical losses. The aim of this study was classify the occurrence of high mortality of commercial laying hens, in meteorological heat stress conditions. A database from an egg producing company, between 2011 and 2014, was integrated with expected production data obtained from lineage manuals and data from meteorological stations near the farms. After a descriptive analysis, was applied the data mining technique to determine the patterns of mortality according to climate and production variables, using a classification task. The classifier was the daily flock mortality, divided into two classes defined by the conditions: HM (high mortality), lot mortality greater than expected from the lineage, and the maximum temperature and air humidity index (THI) of the day greater or equal to 23°C; NM (normal mortality), flock mortality less or equal to lineage expected. Statistical descriptive and correlation statistical analyzes allowed increase the knowledge about the database and helps in data mining process. Was possible develop an understandable and relevant model to estimate the occurrence of high mortality of laying hens using production data and meteorological stations data. HM occurred when the meteorological condition observed next the station showed daily THI hours sum greater than 23 °C at least one hour per day, with hens over 21 weeks of age, a period of intense physiological stress with a fast increase in egg production.

**Keywords:** data mining, light hens, semi-heavy hens, thermal comfort

### INTRODUCTION

Posture poultry farming is one of the most important economic activities in Brazil, and increasing the productivity of the sector depends on the reduction of climatic effects. During the production process, large production losses occur due to heat stress, reducing zootechnical

indexes and increasing mortality (Mashaly et al., 2004, Rozenboim et al., 2007). Production and economic losses (Pereira et al., 2010).

There is a tendency, according to historical meteorological records, to increase global temperatures by the end of the century (Coumou & Robinson, 2013, Stott, 2013, NOAA, 2014). A data analysis of the southern region of Brazil points to a trend of elevation in humidity and temperature, which should require producers to pay more attention to the thermal comfort of the animals (Mendonça, 2006).

No method is available to assess the influence of warm and humid environments on laying hens. To evaluate the thermal comfort of laying hens, Zulovich (1989) developed the Temperature and Humidity Index (ITU), which combines dry bulb temperature and wet bulb temperature.

Historical data from weather and production stations, such as laying mortality, may contain patterns that may allow prediction of heat extremes with impact on animal productivity in advance, aiding in decision-making.

The exploitation of productivity data from the production of eggs in combination with meteorological data from stations close to the facilities, using the data mining technique, help to understand behaviors against climatic extremes. In order to obtain useful knowledge for climate monitoring and the development of decision support systems in animal production (Vale et al., 2008; Vale et al., 2010; Pereira et al., 2010).

The objective of this study was to classify the occurrence of high mortality of commercial laying hens, in meteorological conditions potentially triggering thermal stress.

## MATERIAL AND METHODS

The database was obtained from a company producing eggs for consumption, consisting of daily data of production performance and mortality of 32 commercial laying hens flocks, from August 2011 to November 2014.

The farms are located in eight municipalities in Rio Grande do Sul state, two in the Northeast Region of Rio Grande do Sul and five in the Metropolitan Mesoregion of Porto Alegre and one in the Central Region of Rio Grande do Sul (IBGE, 2008). The climate is humid subtropical, being Cfb in the Northeast mesoregion, with average temperatures of the summer months are below 22 ° C; And Cfa type in the other two mesoregions, where the average temperature of the warmer month exceeds 22 ° C (Alvares et al., 2013).

The meteorological data comes from the stations of the National Institute of Meteorology (INMET) in the cities of Vacaria and Bento Gonçalves, the closest to the location of the facilities. The data recorded in automatic station, counted on hourly data of dry bulb temperature ( $T_{bd}$ ) and relative humidity of the air (RH). The wet bulb temperature ( $T_{bw}$ ) was obtained through the Stull equation (2011) and the laying THI was calculated according to the Zulovich equation (1989) and validated by Zulovich and Desharer (1990):

$$THI = 0,40 T_{bw} + 0,60 T_{bd}$$

Where:

THI= Temperature and Humidity Index

$T_{bw}$ = Wet bulb temperature

$T_{bd}$ = Dry bulb temperature.

The daily mortality rates were integrated to the meteorological data, together with the expected performance expectations from lineage manuals (Dekalb, 2009; Isa, 2010; Isa, 2011; Lohmann, 2011a; Lohmann, 2011b; Hy-Line, 2014; Hy -Line, 2015; Novogen, 2015) to verify the differences between the performance expectative and the results obtained in the farms in the period.

Database cleanup detected errors and inconsistencies, improving data quality, excluding observations with missing values, invalid data, or duplicates (Rahm & Do, 2000).

The analyzed database consisted of 12,138 observations and 24 parameters, from 32 flocks of laying hens with 14 to 108 weeks of age, and six different light and semi-heavy commercial lineages. These data were integrated to those of the meteorological stations and those of the estimation of the performance of the lineages, having as reference for the synchronization the age of the lot and the date of the records of the mortality and meteorological occurrences (Table 1).

Table 1- Variables used in analyzed data base formation.

<b>From</b>	<b>Original data base</b>	<b>Calculate</b>
Flocks	Daily mortality (n° birds)	Daily mortality (%)
Lineage manuals	Expectative of mortality (weekly)	Expectative of mortality (daily)
		Daily THI average
		Daily maximum THI
		Daily minimum THI
Meteorological station	Dry bulb temperature (hourly)	Daily average temperature
	Air relative humidity (hourly)	Daily average relative humidity
		Sum THI hours <sup>1</sup> > 21°C
		Sum THI hours <sup>1</sup> > 23 °C
		Sum THI hours <sup>1</sup> > 25 °C

<sup>1</sup> Sum of hourly THI values above 21, 23 or 25 ° C limit during the 24 hours of the day. because lack of references for laying hens, there is only 23° C of ITU for broilers according to Vale et al. (2008), it was chosen to include in the data mining the derivation of plus or minus 2° C of this reference.

Firstly, a descriptive and correlation analysis was performed to verify the distribution and variability of the data and to classify the daily mortalities of each flock of laying hens using the R (R Core Team, 2016) software.

After the data mining technique was applied to determine if there are standards of commercial laying hens due to climate and zootechnical variables. The data mining technique was applied according to the CRISP-DM methodology and following the procedures of mining and selection of attributes proceeded by Vale et al. (2008) and Vale et al. (2010). The software used was the Weka® version 3.7.7 (Witten et al., 2011), and the classification algorithm J48, to generate a classification tree.

The classifier was the daily mortality of the lot, divided into two classes (NM or normal mortality and HM or high mortality), defined from the functions: I) IF flock mortality > expected mortality of the lineage, AND THI > 23 °C THEN HM; II) IF flock mortality ≤ expected lineage mortality AND THI < 23 °C THEN NM. Climatic events with THI status below 23° C were considered incapable of causing stress mortality in laying hens.

## RESULTS AND DISCUSSION

In the period of data collection, the THI observed from meteorological stations was on average 16.5, 13.2 and 20.4° C for the averages of the means, average of the minimum and average of the maximum occurrences up to 30.4 °C (Figure 1).

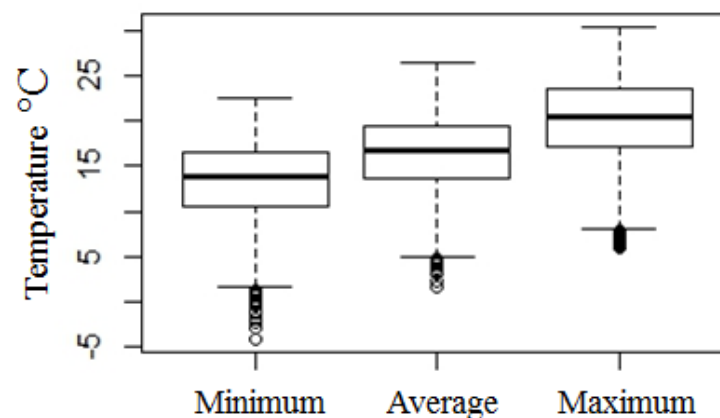


Figure 1 – Boxplot of THI minimum, average and maximum values.

The mortality distribution of laying hens in the high mortality (HM) and normal mortality (NM) classes, used as classes in the data mining are presented in Table 2.

Table 2 – Daily average mortality of laying hens in classes: High mortality (HM) and Normal mortality (NM) applied in data mining processes.

Mortality	Minimum (%)	Average (%)	Maximum (%)
HM	0.01	0.08	3.89
NM	0.00	0.03	0.77

The strongest correlations among analyzed parameters are among the meteorological variables, such as average temperatures and sums of daily THI hours greater than 21 °C, 23 °C and 25 °C and the average, minimum and maximum THI (Figure 2). There was a strong negative correlation between daily mean air humidity and mean temperature, maximum and average THI, and hourly sums of daily THIs. The negative correlations between relative air humidity and temperature variables can be explained from Mollier's psychrometric diagram, when the temperature rises the humidity drops, or vice versa. The strong correlations between the meteorological values are expected because the average temperature and the average relative humidity are present in the formulas for the calculation of the other meteorological variables, and they are correlated to indices of animal comfort (Oliveira, R. et al., 2006 ).



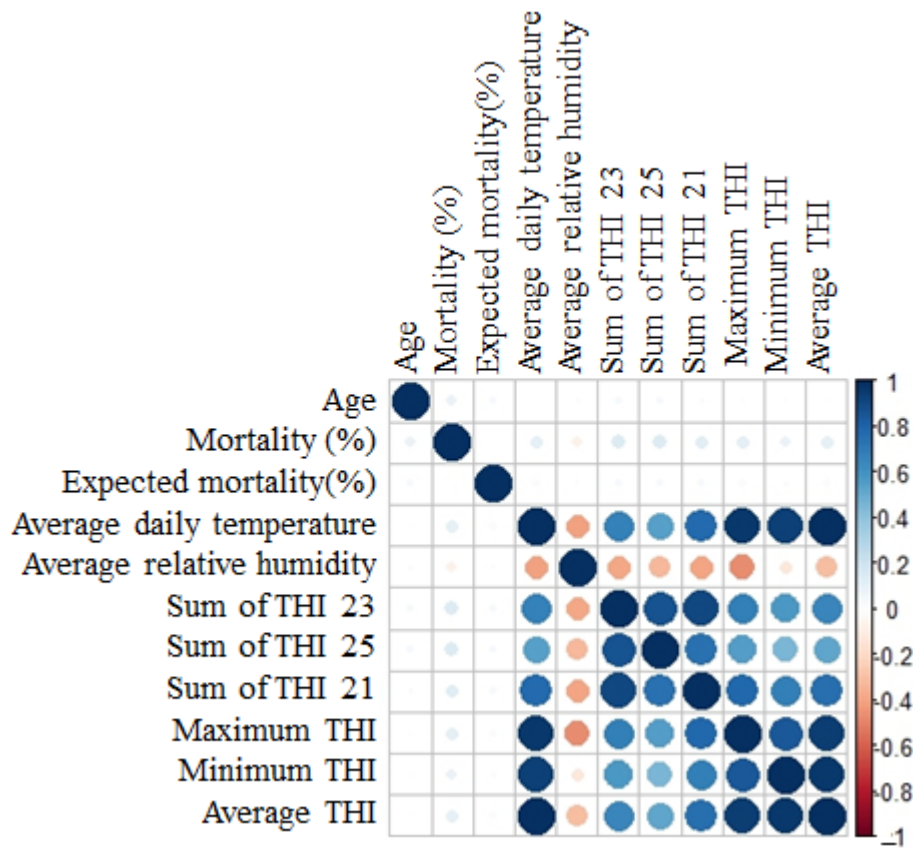


Figure 2 – Correlation matrix between meteorological and daily mortality variables from commercial laying hens flocks.

Blue and red schedules means positive or negative correlations, and white means not correlation.

The percentage of daily mortality correlates poorly with the meteorological variables of sum of THI, with sums of THI above 23 and 25° C are better and Pearson's correlation coefficient was respectively 0.145 and 0.143. As the sum of THI higher than 23 °C had the best correlation, was chosen as a meteorological variable that triggered mortality in laying hens. Due to the absence of THI references for laying hens, the closest reference is THI 23 °C, found by Vale et al. (2008) for broilers with the occurrence of high mortality due to extremes of heat.

Preliminary statistical analyzes and correlation analysis allowed to increase the knowledge about the database and the domain, for classification of the database by data mining, with classes previously defined based on common properties (Oliveira, S. et al. .., 2006).

Data mining followed the attributes selection strategies to improve the performance of the model according to Vale et al. (2008) and Vale et al. (2010), obtaining an understandable and relevant model (Figure 3). In this paper, we used a recursive approach to the exclusion of meteorological variables with a high correlation with each other. Due to highly correlated parameters, they aggregated little information to the model, compromising its accuracy (Oliveira, S. et al., 2006).

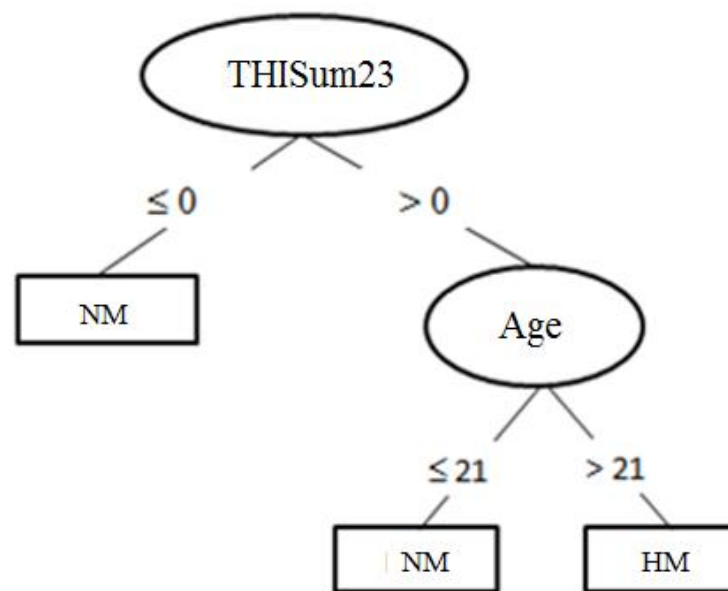


Figure 3 – Classification tree from daily mortality of commercial laying hens. Model precision: 95.73 %; HM accuracy: 0.87 and NM: 0.98, Kappa value 0.89.

Legend: THISum23: SUM of THI hours above 23 °C during the day; Age: age in weeks; HM: high mortality; NM: normal mortality.

The daily high mortality of commercial laying hens occurred when the meteorological condition observed in the next seasons showed a sum of THI hours greater than 23 °C in the day (THISum23) and bird age over 21 weeks. The occurrence of daily THI hours greater than 23 °C greater than zero means that the day had at least one hour with THI above 23 °C, a consistent condition for a heat stress event in laying hens. HM above 21 weeks of age may be justified by the onset of poultry production, a period of intense physiological stress. The onset of oviposition occurs around 18 weeks of age and increases from 37.7% at the 20<sup>th</sup> week to

90.3% at the 26<sup>th</sup> week of laying hens (Davis et al., 2000). At the 20th and 21st week, there is a peak in plasma corticosterone levels, indicating a period of physiological stress (Mench et al., 1986, Davami et al., 1987; Koelkebeck et al., 1987). Corticosterone is a gluconeogenic hormone, and increases in its levels are related to metabolic effects to provide metabolic energy to meet the physiological needs of peak production (Davis et al, 2000).

The increase of the weight and, consequently, the reduction of the body surface, make difficult thermal exchanges, being able to configure a factor that increases the physiological difficulties. Pigs with lower weight have a greater surface area of exchange in relation to their weight, and as age increases, body weight increases in relation to body surface area (Zuidhof, et al., 2014). Heat exchanges of sensible heat depend on the surface area of the bird, decreasing the heat exchange capacity by these mechanisms as the body weight increases.

The results of this study allow to increase the knowledge of the relations of housed hens and their relations with the meteorology, particularly with those observed in nearby seasons. The relationships of conventional meteorological data, dry bulb temperature and relative air humidity, with zootechnical results obtained in commercial farms indicate the possibility of applying these records. Further studies under controlled conditions and on the response of laying hens to dynamic meteorological conditions need to be conducted.

## CONCLUSIONS

With the data mining it was possible to develop an understandable and relevant model to estimate the occurrence of high mortality of laying hens using zootechnical data and meteorological stations.

Laying hens housed under commercial conditions older than 21 weeks showed increased mortality when they occurred for at least one hour daily at 23 °C of THI.

## REFERENCES

ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., DE MORAES, G., LEONARDO, J., SPAROVEK, G.. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728, 2013.

CHEPETE, H.J.; CHIMBOMBI, E.M.; TSHEKO, R. Production performance and temperature humidity index of broilers reared in naturally ventilated houses in Botswana. *Botswana Journal of Agriculture and Applied Sciences*, v.1, p.19-28, 2005.

COUMOU, D.; ROBINSON A. Historic and future increase in the global land área affected by montly heat extremes. *Environmental Research Letters*, v.8, 2013.

DAVAMI, A., M. J. WINELAND, W. T. JONES, R. L. ILARDI, AND R. A. PETERSON, 1987. Effects of population size, floor space, and feeder space upon productive performance, external appearance, and plasma corticosterone concentration of laying hens. *Poultry Sci.* 66:251–257.

DAVIS, G. S.; ANDERSON, K. E.; CARROLL, A. S. The effects of long-term caging and molt of Single Comb White Leghorn hens on heterophil to lymphocyte ratios, corticosterone and thyroid hormones. *Poultry Science*, v. 79, n. 4, p. 514-518, 2000.

DEKALB, Manual de manejo das poedeiras Dekalb White, 2009.

HY-LINE, Manual de Manejo poedeiras comerciais Brown, 2014.

HY-LINE, Manual de Manejo W-36 poedeiras comerciais, 2015.

IBGE. Divisão Territorial do Brasil. Divisão Territorial do Brasil e Limites Territoriais. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2008.

ISA, Guía de manejo sistemas de producción en jaula Bovans White, 2011.

ISA, Product Guide Cage Production SystemsHisex White, 2011.

KILIC, I.; SIMSEK, E. The effect of stress on egg production and quality of laying hens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, v.12, n. 1, p.42-47, 2013.

KOELKEBECK, K. W.,M. S. AMOSS, JR., AND J. R. CAIN,. Production, physiological, and behavioral responses of laying hens in different management environments. *Poultry Sci.* 66:397–407, 1987.

LOHMANN, Guia de Manejo LOHMANN BROWN, 2011b.

LOHMANN, Guia de Manejo LOHMANN LSL, 2011a.

MASHALY, M.M.; HENDRICKS, G.L.; KALAMA, M.A.; GEHAD, A.E.; ABBAS, A.O.; PATTERSON, P.H. Effect of heat stress on production parameters and imune responses of comercial laying hens. *Poultry Science*, v.83, p. 889-894, 2004.

MENCH, J. A., A. VAN TIENHOVEN, J. A. MARSH, C. C. MCCORMICK, D. L. CUNNINGHAM, AND R. C. BAKER, 1986. Effects of cage and floor pen management on

behavior, production, and physiological stress responses of laying hens. *Poultry Sci.* 65:1058–1069.

MENDONÇA, F. Aquecimento global e suas manifestações regionais e locais: alguns indicadores da região sul do Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, v.2, p. 71-86, 2006.

NOAA. National Climatic Data Center, State of the Climate. Global Analysis for December 2014, Publicação online. jan. 2015, disponível em: <<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/2014/12>>. Acesso em 16 jan.2015.

NOVOGEN, Cage systems production chart of the Novogen brown commercial layers, 2015.

OLIVEIRA, R. D., DONZELE, J. L., ABREU, M. D., FERREIRA, R. A., VAZ, R. G. M. V., CELLA, P. S.. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(3), 797-803, 2006.

OLIVEIRA, S. D. M., YAMAGISHI, M. E. B., BORRO, L. C., FALCÃO, P. R. K., DOS SANTOS, E. H., VIEIRA, F. D., MAZONI, I., JARDINE, J.G., NESHICH, G.. Uma metodologia para seleção de parâmetros em modelos de classificação de proteínas. *Embrapa Informática Agropecuária. Boletim de pesquisa e desenvolvimento*, 2006.

PEREIRA, D.F.; do VALE, M.M.; ZEVOLLI, B.R.; SALGADO, D.D. Estimating mortality in laying hens as the environmental temperature increases. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v. 12, n. 4, p. 265-271, 2010.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2016.

RAHM, E.; DO, H. H.. Data cleaning: Problems and current approaches. *IEEE Data Eng. Bull.*, v. 23, n. 4, p. 3-13, 2000.

ROZENBOIM, 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.

STOTT, P. Global-average temperature records. Met Office, 2 Outubro 2013. Disponível em: <<http://www.meteoffice.org.uk/climate-guide/science/temp-records>>. Acesso em: 30 dez.2014.

STULL, R. Wet-Bulb Temperature from Relative Humidity and Air Temperature. *American Meteorological Society*, 2011.

VALE, M. M., MOURA, D. J., NÄÄS, I. A., OLIVEIRA, S. R. M., RODRIGUES, L. H. A.. Data mining to estimate broiler mortality when exposed to heat wave. *Scientia Agricola*, v.65, n.3, p.223-229, 2008.

VALE, M.M.; MOURA, D.J.I; NÄÄS, I.A.; PEREIRA, D.F. Characterization of heat waves affecting mortality rates of broilers between 29 days and market age. *Brazilian Journal of Poultry Science* v.12, n.4, p.279-285, 2010.

WITTEN, I.; FRANK, E.; HALL, M.A. Data Mining – Practical Machine Learning Tools. Morgan Kaufmann, 3<sup>a</sup> edition, 2011.

ZUIDHOF, M. J.; SCHNEIDER, B. L.; CARNEY, V. L.; KORVER, D. R.; ROBINSON F. E. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. Poultry Science, n.93, p.2970-2982, 2014.

ZULOVICH, J. M.. Response of the laying hen to aerial moisture and ammonia concentrations at high environmental temperatures. PhD dissertation, University of Nebraska-Lincoln, 1989.

ZULOVICH, J. M.; DESHAZER, J. A. Estimating egg production declines at high environmental temperatures and humidities. ASAE Paper, n. 904021. St. Joseph, Mich. 1990.

## 5 – DISCUSSÃO GERAL

A produtividade de poedeiras comerciais leves foi afetada por condições associadas ao índice de temperatura e umidade (ITU), a primeira variável de classificação foi a soma das horas de ITU maior que 23 °C no dia, nó raiz da árvore de classificação com maior poder de identificar condições de perda produtiva. Desta forma, quando a condição meteorológica observada nas estações próximas apresentou em pelo menos uma hora do dia o ITU igual ou maior que 23 °C, houve possibilidade de perda produtiva. Este resultado foi encontrado por Vale et al., (2008) para frangos de corte, com ITU calculado conforme Chepete et al. (2005). Os valores do ITU deste estudo foram calculados segundo Zulovich e DeShazer (1990). As equações ponderam a temperatura de bulbo seco em 71 e 60% respectivamente para as equações, estipuladas em função das respostas fisiológicas e produtivas às variáveis de temperatura do ar e de bulbo úmido.

A mortalidade alta (MA) diária de poedeiras comerciais ocorreu em condições semelhantes as quedas produtivas, quando a condição meteorológica observada nas estações próximas apresentou soma das horas de ITU maior que 23 °C no dia para poedeiras com idade das aves acima das 21 semanas. A MA acima das 21 semanas de idade pode ser justificada pelo início da produção das aves, período de intenso estresse fisiológico. O início da oviposição ocorre em torno das 18 semanas de idade, e aumenta de 37,7% na 20ª semana para 90,3% na 26ª semana de idade das poedeiras (DAVIS et al., 2000). Na 20ª e 21ª semana ocorre um pico nos níveis de corticosterona no plasma, indicando ser um período de estresse fisiológico (MENCH, et al., 1986; DAVAMI et al., 1987; KOELKEBECK et al., 1987). A corticosterona é um hormônio gluconeogênico, e o aumento nos seus níveis estão relacionados a efeitos metabólicos para disponibilizar energia metabólica para atender as necessidades fisiológicas do pico de produção (DAVIS et al, 2000).

O nó raiz da árvore de classificação resultante da mineração de dados tanto avaliando a produção com a mortalidade, reforça que a ocorrência de valores de ITU iguais ou acima a 23°C, desencadeia o estresse por calor com potencial efeito sobre a produtividade e a mortalidade de poedeiras comerciais.

Avaliando a influência de condições de calor em dias anteriores ao da postura, afetaram a produção de aves leves e semipesadas em torno das 40 semanas de idade (46 e 44 semanas respectivamente). Esses resultados são coerentes com a fase de envelhecimento e maior desgaste fisiológico. Ocorre um aumento no intervalo entre oviposições devido a atresia folicular ou ovulação interna do oócito para a cavidade peritoneal em vez do oviduto, as

causas desses processos ainda não são claras, entretanto, evidências em aves silvestres sugerem que o estresse estimula perdas de oócitos (NAVARA et al., 2015). Quando as aves são mais jovens, a partir das 23 semanas, período em que ocorre um rápido aumento na produtividade, o pico de produção e a estabilidade por algumas semanas, exigindo maior esforço fisiológico da ave, justificando maior susceptibilidade ao calor.

A pouca influência de parâmetros ambientais registrados no dia da ocorrência da oviposição pode ser explicada por essas variáveis terem pouca ou nenhuma influência na produção do dia (PEREIRA et al., 2008), sendo os folículos pré-ovulatórios classificados em pelo menos quatro fases de desenvolvimento (FERREIRA et al., 2014), e a ovulação ocorrendo em média 26 horas antes do momento da postura. Após a postura, a próxima ovulação acontece aproximadamente 6 horas após a onda de hormônio luteinizante (LH) e cerca de 30 minutos (15 a 75min) após a postura, durante períodos de estresse térmico é liberado mais cortisol diminuindo a síntese de LH, que desencadeia a ovulação (SILVA et al., 2010).

As condições climáticas durante o período produtivo das aves não foram extremas, com dias de ITU diário médio de 16,5° C, por ser uma região em que comumente não ocorrem eventos climáticos extremos, apresentando condições favoráveis para a criação (Feltrin, 2015). Outros estudos em regiões onde o número de eventos climáticos extremos for maior podem auxiliar a evidenciar os padrões durante condições de clima quente.

Os resultados desta tese permitiram ampliar o conhecimento das relações entre dados de produtividade e de mortalidade de poedeiras comerciais, e os de estações meteorológicas próximas às granjas. Desta forma, as relações de dados meteorológicos convencionais, temperatura de bulbo seco e umidade relativa do ar, com resultados zootécnicos obtidos em granjas comerciais indicam a possibilidade de aplicação destes registros.



## 6 – CONCLUSÃO

Os dados meteorológicos de estações próximas e os registros zootécnicos de granjas de galinhas poedeiras comerciais apresentam padrões que permitiram desenvolver modelos compreensíveis e relevantes permitindo melhorar a compreensão da influência de parâmetros climáticos e auxiliam a compreender quedas na produção e a ocorrência de mortalidade elevada causadas por eventos climáticos de calor.

Aves poedeiras comerciais leves e semipesadas tiveram redução na produtividade com valores de ITU maiores que 23°C.

Aves poedeiras alojadas em granjas com idade superior a 21 semanas apresentaram elevação da mortalidade quando ocorreu pelo menos uma hora com 23° C de ITU.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual 2016. 2016.
- DAVAMI, A., M. J. WINELAND, W. T. JONES, R. L. ILARDI, R. A. PETERSON.. Effects of population size, floor space, and feeder space upon productive performance, external appearance, and plasma corticosterone concentration of laying hens. *Poultry Sci.* 66:251–257, 1987.
- DAVIS, G. S.; ANDERSON, K. E.; CARROLL, A. S. The effects of long-term caging and molt of Single Comb White Leghorn hens on heterophil to lymphocyte ratios, corticosterone and thyroid hormones. *Poultry Science*, v. 79, n. 4, p. 514-518, 2000.
- FELTRIN, P. F. Caracterização de ondas de calor com impacto potencial na produção de frangos de corte no Rio Grande do Sul. 2015. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.
- FERREIRA, P. B., FAVERO, A., ROSA, A. P., MACEDO, A., TASCHETTO, D., BARBOSA, J. G. M.. Follicular development and productive performance at the onset of production in two egg-laying breeds. *Ciência Rural*, 44(3), 548-554, 2014.
- KOELKEBECK, K. W., M. S. AMOSS, JR., AND J. R. CAIN,. Production, physiological, and behavioral responses of laying hens in different management environments. *Poultry Sci.* 66:397–407, 1987.
- NAVARA, K. J., PINSON, S. E., CHARY, P., TAUBE, P. C.. Higher rates of internal ovulations occur in broiler breeder hens treated with testosterone. *Poultry science*, 94(6), 1346-1352, 2015.
- PEREIRA, D. F., VITORASSO, G., OLIVEIRA, S. C., KAKIMOTO, S. K., TOGASHI, C. K., SOARES, N. M.. Correlations between thermal environment and egg quality of two layer commercial strains. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 10(2), 81-88, 2008.
- SILVA, E. V. C.; KATAYAMA, K. A.; MACEDO, G. G.; RUEDA, P. M.; ABREU, U. G. P.; ZÚCCARI, C. E. S. N. Efeito do manejo e de variáveis bioclimáticas sobre a taxa de gestação em vacas receptoras de embriões. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v.11, n.2, p.280-291, 2010.
- VALE, M. M., MOURA, D. J., NÄÄS, I. A., OLIVEIRA, S. R. M., RODRIGUES, L. H. A.. Data mining to estimate broiler mortality when exposed to heat wave. *Scientia Agricola*, v.65, n.3, p.223-229, 2008.
- XIN, H.; LIU, K.. Precision livestock farming in egg production. *Animal Frontiers*, 7(1), 24-31, 2017.
- ZULOVICH, J. M.; DESHAZER, J. A. Estimating egg production declines at high environmental temperatures and humidities. *ASAE Paper*, n. 904021. St. Joseph, Mich. 1990.

## **ANEXOS**

Normas das revistas para formatação dos artigos científicos.



ISSN Eletrônico: 1678-4596

Português | English | ESR

Página inicial Artigos publicados Indexação Consultores  
 Fale conosco Iniciar submissão Iniciar avaliação Normas Quem somos Taxas

## Normas para publicação

1. CIÊNCIA RURAL - Revista Científica do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria publica artigos científicos, revisões bibliográficas e notas referentes à área de Ciências Agrárias, que deverão ser destinados com exclusividade.

2. Os artigos científicos, revisões e notas devem ser encaminhados via eletrônica e editados preferencialmente em idioma Inglês. Os encaminhados em Português poderão ser traduzidos após a 1ª rodada de avaliação para que ainda sejam revisados pelos consultores ad hoc e editor associado em rodada subsequente. Entretanto, caso não traduzidos nesta etapa e se aprovados para publicação, terão que ser obrigatoriamente traduzidos para o Inglês por empresas credenciadas pela Ciência Rural e obrigatoriamente terão que apresentar o certificado de tradução pelas mesmas para seguir tramitação na CR.

Empresas credenciadas:

- American Journal Express (<http://www.journalexpress.com/>)
- Bioedit Científica Edição (<http://www.bioedit.co.uk/>)
- BioMed Proofreading (<http://www.biomedproofreading.com/>)
- Edanz (<http://www.edanzediting.com/>)
- Editage (<http://www.editage.com.br/>) 10% discount for CR clients. Please inform Crural10 code.
- Enago (<http://www.enago.com.br/forjournal/>) Please inform CIRURAL for special rates.
- GlobalEdico (<http://www.globaledico.com/>)
- JournalPrep (<http://www.journalprep.com/>)
- Paulo Boschcov ([paulo@bridgetextos.com.br](mailto:paulo@bridgetextos.com.br), [bridge.textecn@gmail.com](mailto:bridge.textecn@gmail.com))
- Proof-Reading-Service.com (<http://www.proof-reading-service.com/pt/>)

As despesas de tradução serão por conta dos autores. Todas as linhas deverão ser numeradas e paginadas no lado inferior direito. O trabalho deverá ser digitado em tamanho A4 210 x 297mm com, no máximo, 25 linhas por página em espaço duplo, com margens superior, inferior, esquerda e direita em 2,5cm, fonte Times New Roman e tamanho 12. O máximo de páginas será 15 para artigo científico, 20 para revisão bibliográfica e 8 para nota, incluindo tabelas, gráficos e figuras. Figuras, gráficos e tabelas devem ser disponibilizados ao final do texto e individualmente por página, sendo que não poderão ultrapassar as margens e nem estar com apresentação paisagem.

3. O artigo científico (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)) deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução com Revisão de Literatura; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusão e Referências; Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição; Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão. Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado ([Declaração Modelo Humano](#), [Declaração Modelo Animal](#)).

4. A revisão bibliográfica (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)) deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução; Desenvolvimento; Conclusão; e Referências. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão. Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado ([Declaração Modelo Humano](#), [Declaração Modelo Animal](#)).

5. A nota (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)) deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Texto (sem subdivisão, porém com introdução; metodologia; resultados e discussão e conclusão; podendo conter tabelas ou figuras); Referências. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão. Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado ([Declaração Modelo Humano](#), [Declaração Modelo Animal](#)).

6. O preenchimento do campo "cover letter" deve apresentar, obrigatoriamente, as seguintes informações em inglês, exceto para artigos submetidos em português (lembrando que preferencialmente os artigos devem ser submetidos em inglês).

- a) What is the major scientific accomplishment of your study?
- b) The questions on your research answers?
- c) Your major experimental results and overall findings?
- d) The most important conclusions that can be drawn from your research?
- e) Any other details that will encourage the editor to send your manuscript for review?

Para maiores informações acesse o seguinte [tutorial](#).

7. Não serão fornecidas separatas. Os artigos encontram-se disponíveis no formato pdf no endereço eletrônico da revista [www.scielo.br/cr](http://www.scielo.br/cr).

8. Descrever o título em português e inglês (caso o artigo seja em português) - inglês e português (caso o artigo seja em inglês). Somente a primeira letra do título do artigo deve ser maiúscula exceto no caso de nomes próprios. Evitar abreviaturas e nomes científicos no título. O nome científico só deve ser empregado quando estritamente necessário. Esses devem aparecer nas palavras-chave, resumo e demais seções quando necessários.

9. As citações dos autores, no texto, deverão ser feitas com letras maiúsculas seguidas do ano de publicação, conforme exemplos: Esses resultados estão de acordo com os reportados por MILLER & KIPLINGER (1966) e LEE et al. (1996), como uma má formação congênita

(MOULTON, 1978).

10. Nesse [link](#) é disponibilizado o arquivo de es lo para uso com o so ware EndNote (o EndNote é um so ware de gerenciamento de referências, usado para gerenciar bibliografias ao escrever ensaios e ar gos).

11. As Referências deverão ser efetuadas no es lo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

11.1. Citação de livro:

JENNINGS, P.B. The prac ce of large animal surgery . Philadelphia : Saunders, 1985. 2v.

TOKARNIA, C.H. et al. (Mais de dois autores) Plantas tóxicas da Amazônia a bovinos e outros herbívoros . Manaus : INPA, 1979. 95p.

11.2. Capítulo de livro com autoria:

GORBAMAN, A. A compara ve pathology of thyroid. In: HAZARD, J.B.; SMITH, D.E. The thyroid. Bal more : Williams & Wilkins, 1964. Cap.2, p.32-48.

11.3. Capítulo de livro sem autoria:

COCHRAN, W.C. The es ma on of sample size. In: \_\_\_\_\_. Sampling techniques. 3.ed. New York : John Willey, 1977. Cap.4, p.72-90.

TURNER, A.S.; McILWRAITH, C.W. Fluidoterapia. In: \_\_\_\_\_. Técnicas cirúrgicas em animais de grande porte. São Paulo : Roca, 1985. p.29-40.

11.4. Ar go completo:

O autor deverá acrescentar a url para o ar go referenciado e o número de iden ficação DOI (Digital Object Iden fiers), conforme exemplos abaixo:

MEWIS, I.; ULRICH, CH. Ac on of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests Tribolium confusum (Coleoptera: Tenebrionidae), Tenebrio molitor (Coleoptera: Tenebrionidae), Sitophilus granarius (Coleoptera: Curculionidae) and Plodia interpunctella (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of Stored Product Research , Amsterdam (Cidade opcional), v.37, p.153-164, 2001. Disponível em: <h p://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(00)00016-3>. Acesso em: 20 nov. 2008. doi: 10.1016/S0022-474X(00)00016-3.

PINTO JUNIOR, A.R. et al (Mais de 2 autores). Response of Sitophilus oryzae (L.), Cryptolestes ferrugineus (Stephens) and Oryzaephilus surinamensis (L.) to different concentra ons of diatomaceous earth in bulk stored wheat. Ciência Rural , Santa Maria (Cidade opcional), v. 38, n. 8, p.2103-2108, nov. 2008. Disponível em: <h p://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\_ar\_ext&pid=S0103-84782008000800002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 nov. 2008. doi: 10.1590/S0103-84782008000800002.

SENA, D. A. et al. Vigor tests to evaluate the physiological quality of corn seeds cv. 'Sertanejo'. Ciência Rural , Santa Maria , v. 47, n. 3, e20150705, 2017. Disponível em <h p://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\_ar\_ext&pid=S0103-84782017000300151&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 15 fev. 2017. Epub 15-Dez-2016. doi: 10.1590/0103-8478cr20150705 (Ar go publicado eletronicamente).

11.5. Resumos:

RIZZARDI, M.A.; MILGIORANÇA, M.E. Avaliação de cul vares do ensaio nacional de girassol, Passo Fundo, RS, 1991/92. In: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 1., 1992, Santa Maria, RS. Anais... Santa Maria : Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, 1992. V.1.420p. p.236. (OBS.: tentar evitar esse po de citação).

11.6. Tese, dissertação:

COSTA, J.M.B. Estudo compara vo de algumas caracterísitcas díges vas entre bovinos (Charolês) e bubalinos (Jafarabad) . 1986. 132f. Monografia/Dissertação/Tese (Especialização/Mestrado/Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria. (OBS.: tentar evitar esse po de citação).

11.7. Bole m:

ROGICK, F.A. Indústria da lactose . São Paulo : Departamento de Produção Animal, 1942. 20p. (Bole m Técnico, 20). (OBS.: tentar evitar esse po de citação).

11.8. Informação verbal:

Iden ficada no próprio texto logo após a informação, através da expressão entre parênteses. Exemplo: ... são achados descritos por Vieira (1991 - Informe verbal). Ao final do texto, antes das Referências Bibliográficas, citar o endereço completo do autor (incluir E-mail), e/ou local, evento, data e po de apresentação na qual foi emi da a informação.

11.9. Documentos eletrônicos:

MATERA, J.M. Afecções cirúrgicas da coluna vertebral: análise sobre as possibilidades do tratamento cirúrgico. São Paulo : Departamento de Cirurgia, FMVZ-USP, 1997. 1 CD. (OBS.: tentar evitar esse po de citação).

GRIFON, D.M. Arthroscopic diagnosis of elbow dysplasia. In: WORLD SMALL ANIMAL VETERINARY CONGRESS, 31., 2006, Prague, Czech Republic. Proceedings... Prague: WSAVA, 2006. p.630-636. Acessado em 12 fev. 2007. Online. Disponível em: h p://www.ivis.org/proceedings/wsava/2006/lecture22/Griffon1.pdf?LA=1 (OBS.: tentar evitar esse po de citação).

UFRGS. Transgênicos. Zero Hora Digital, Porto Alegre, 23 mar. 2000. Especiais. Acessado em 23 mar. 2000. Online. Disponível em:

h p://www.zh.com.br/especial/index.htm (OBS.: tentar evitar esse po de citação).

ONGPHIPHADHANAKUL, B. Preven on of postmenopausal bone loss by low and conven onal doses of calcitriol or conjugated equine estrogen. Maturitas, (Ireland), v.34, n.2, p.179-184, Feb 15, 2000. Ob do via base de dados MEDLINE. 1994-2000. Acessado em 23 mar. 2000. Online. Disponível em: h p://www.Medscape.com/server-java/MedlineSearchForm

MARCHIONATTI, A.; PIPPI, N.L. Análise compara va entre duas técnicas de recuperação de úlcera de córnea não infectada em nível de estroma médio. In: SEMINÁRIO LATINOAMERICANO DE CIRURGIA VETERINÁRIA, 3., 1997, Corrientes, Argen na. Anais... Corrientes : Facultad de Ciencias Veterinarias - UNNE, 1997. Disquete. 1 disquete de 31/2. Para uso em PC. (OBS.: tentar evitar esse po de citação).

12. Desenhos, gráficos e fotografias serão denominados figuras e terão o número de ordem em algarismos arábicos. A revista não usa a denominação quadro. As figuras devem ser disponibilizadas individualmente por página. Os desenhos figuras e gráficos (com largura de no máximo 16cm) devem ser feitos em editor gráfico sempre em qualidade máxima com pelo menos 300 dpi em extensão . ff. As tabelas devem conter a palavra tabela, seguida do número de ordem em algarismo arábico e não devem exceder uma lauda.

13. Os conceitos e afirmações con dos nos ar gos serão de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

14. Será obrigatório o cadastro de todos autores nos metadados de submissão. O ar go não tramitará enquanto o referido item não for atendido. Excepcionalmente, mediante consulta prévia para a Comissão Editorial outro expediente poderá ser u lizado.

15. Lista de verificação (Checklist [\\_doc](#), [\\_pdf](#)).

16. Os ar gos serão publicados em ordem de aprovação.

17. Os ar gos não aprovados serão arquivados havendo, no entanto, o encaminhamento de uma jus fica va pelo indeferimento.

18. Em caso de dúvida, consultar ar gos de fascículos já publicados antes de dirigir-se à Comissão Editorial.

15/03/2017

## Normas

19. Todos os artigos encaminhados devem pagar a [taxa de tramitação](#). Artigos reencaminhados (com decisão de Reject and Resubmit) deverão pagar a taxa de tramitação novamente. Artigos arquivados por decurso de prazo não terão a taxa de tramitação reembolsada.
20. Todos os artigos submetidos passarão por um processo de verificação de plágio usando o programa "Cross Check".



Ciência Rural  
Universidade Federal de Santa Maria - Centro de Ciências Rurais  
Prédio 42, Sala 3104 97105-900 - Santa Maria, RS, Brasil  
E-mail: [cienciarural@mail.ufsm.br](mailto:cienciarural@mail.ufsm.br)  
Fone/Fax: (55) 32208698  
Fax: (55) 32208695



ISSN 1516-635X printed version  
ISSN 1806-9061 online version

## INSTRUCTIONS TO AUTHORS

- [Scope and policy](#)
- [Preparing the manuscript](#)
- [Layout of the articles](#)

### Scope and policy

The publication of the Brazilian Journal of Poultry Science is coordinated by the Publishing Committee of FACTA (APINCO Foundation of Poultry Science and Technology). All published research data and conclusions are of authors' full responsibility.

The Brazilian Journal of Poultry Science is published quarterly and the journal will consider for publication only original research material relevant to the field of poultry science. Considered subject areas will include: Immunology, Biochemistry and Cellular Biology, Housing and Environment, Wasting Control, Avian Diseases, Nutrition, Genetic Improvement, Physiology and Breeding, Management, Egg Production, Meat Technology, and Wild and Exotic Birds and Quail Production.

The journal's main objective is to publish complete scientific and technical papers as well as literature reviews in the area of poultry science written by researchers and poultry science specialists. Authors wishing to submit a review, guest editorial or technical review should contact the journal's editor.

All submitted manuscripts are evaluated in a blind peer-review, and in a total confidential and impartial way. Manuscripts should be submitted in the English language only.

Submission of a manuscript to the Brazilian Journal of Poultry Science implies that:

1. it has not been previously published;
2. it has not being submitted for publication elsewhere;
3. all authors have approved the submission;
4. all authors have obtained permission from their employer or institution to publish it, and
5. that relevant permissions, including ethical approval, has been obtained. Papers describing experiments which demonstrate a lack of concern of current ethical and welfare standards will not be considered for publication.

The manuscript and other correspondence should be sent preferentially by e-mail: <https://mc04.manuscriptcentral.com/rbca-scielo>

The Journal uses the software Grammarly/Plagiarism for identifying plagiarism.

The process of review of manuscripts adopted by the journal is blind peer review.

### Preparing the manuscript

Full length article

It should contain the results of original research which contributes in a relevant way to the development of poultry science. If part of the results has been published previously as a summary or short paper in scientific events, it must be stated. Priority will be given to manuscript presenting new concepts, methodologies or innovative experimental approaches.

The manuscript should have the following sections:

Title  
Abstract  
Introduction  
Material and Methods  
Results  
Discussion  
References  
Acknowledgements should be included after Discussion.

The sections Results and Discussion can be presented jointly if preferred. The Abstract should contain up to 250 (two hundred and fifty) words, followed by the key words in alphabetic order, limited to 5 (five) words which correspond to words or expressions that identify the contents of the article.

Short communications and Case Reports should have the same layout as full length papers, including the headings (Introduction, Abstract, Material and Methods, Result, Discussion, Acknowledgments and References). They should be presented in a text with up to 1000 words (plus Abstract and References) and should contain no more than three tables and/or figures.

**Technical article**  
Technical articles should present the development of new methodologies and/or techniques that can be applied to improve poultry production. These should follow the editorial norms including all sections of the scientific article.

**Guest Editorial and Invited Review**  
Both Guest Editorial and Invited Review will be published by invitation only. The review should follow the norms of the scientific article without the sub-items of Material and Methods, Results and Discussion and preserving all others present in a full length manuscript.

### Layout of the articles

1. Cover Page: all manuscripts should have a cover page with the title, complete name(s) of the author(s) and institution of origin. A footnote mentioning the complete address (e-mail is essential) of the author to whom correspondence should be addressed.
2. Tables: must be numbered consecutively with Arabic numerals in the text. Tables must have a descriptive title. All explanatory information should be given in a footnote below the table. All abbreviations must be defined in this footnote, even if they are explained in the text. Tables must be understandable without referring to the text.
3. Illustrations (photographs, graphs, drawings) : must be numbered consecutively with Arabic numerals. All figures should be submitted on separate pages with the title of the article, name(s) of the author(s) and indication of the part of the text where they should appear.  
Photographs, figures and scanned material must be sent in high



resolution (minimum 600 dpi, .tif or .jpg format). The figures will be published in black and white. Previous expenses agreement is needed if the author wishes to publish color photos and or figures.

4. Units: the International Metric System must be used for units and abbreviations.

5. References: these should be arranged in alphabetic order by the author's last name. The complete title of the journal should be mentioned. All authors of the article must be cited.

Examples:

Bakst MR, Gupta K, Akuffo V. Comparative development of the turkey and chicken embryo from cleavage through hypoblast formation. *Poultry Science* 1997; 76(1):83-90.

Bouzoubaa K, Nagaraja KV. Epidemiological studies on the incidence of salmonellosis in chicken breeder/hatchery operations in Marocco. In: Snoeyenbos GH, editor. *Proceedings of the International Symposium on Salmonella*; 1984; Kenneth Square, PA: American Association Avian Pathologists; 1985. p.337.

Briceno WNO, Guimarães FCR, Cruz FGG. Efeitos da densidade populacional de frangos de corte em época quente no município de Manaus. In: *10o Congresso Brasileiro de Avicultura*; 1987; Natal, Rio Grande do Norte. Brasil. p. 131-2.

Gabriel JE. Efeitos do nível energético da ração e do estresse térmico na expressão da proteína de choque térmico Hsp70 e nos níveis do seu mRNA no fígado de frangos de corte em diferentes estágios de desenvolvimento. [Dissertation]. Jaboticabal (SP): Universidade Estadual Paulista; 1996.

Ginsburg M. Primordial germ cell development in avians. *Poultry Science* 1997; 76(1):91-5.

Simon VA, Oliveira C. Vacinação em avicultura através da água de bebida. In: Macari M, editor. *Água na avicultura industrial*. Jaboticabal: Funep-Unesp; 1996. p. 73-85.

Summers JD, Leeson S. *Commercial poultry nutrition*. 2 ed. New York; N.Y / State Manual Book & Periodical Services; 1997.

6. Quotations in the text: state the last name of the author followed by the year in parenthesis. In the case of two authors both should be stated. In the case of more than two authors the quotation should be given by the last name of the first author followed by the expression et al. (in italic).

Examples:

Simon (1996)

Silva & Silva (1988)

Briceno et al. (1987)

7. Scientific names of microorganisms: must follow Berg's Manual recommendation.

8. Fees: The BJPS do not charge to submit the article, we only charge if your article was approved to publication. The author(s) will be charged US\$ 400,00 (four hundred dollars) per edited article and the payment should be made previously the publication. No reprints will be supplied to authors as the articles are shown at [www.scielo.br/rbca](http://www.scielo.br/rbca)

9. Manuscript Proof: will be sent to the corresponding author, who should be identified on the cover page of the manuscript. Corrected proof should return within three days, preferable by fax. The Editor reserves the right to forward the manuscript to press without

submitting the final proof to the author. The Editor shall not be hold responsible for any mistakes shown in the final publication.

10. Offsprings: There is no free offsprings. They can be provided after Editor consultation.

11. Copyright: it is a condition of publication that the authors issue copyright of their article to FACTA. Authors may use the article after the publication without prior permission from FACTA, provided that acknowledgement is given to the journal as its original source of publication. Authors are responsible for obtaining permission to reproduce in the text copyright material from other sources.

11. Submission: manuscript should be submitted via ScholarOne at: <https://mc04.manuscriptcentral.com/rbca-scielo>.

[\[Home\]](#) [\[About the journal\]](#) [\[Editorial Board\]](#) [\[Subscription\]](#)



All the contents of the journal, except where otherwise noted, is licensed under a [Creative Commons Attribution License](#)

Av. Andrade Neves, 2501 - Castelo  
13070-002 Campinas SP Brasil  
Tel.: (55 19) 3243-6555  
Fax.: (55 19) 3243-8542



[rvfacta@terra.com.br](mailto:rvfacta@terra.com.br)