

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

**Daniela Regina Klein**

**COMPORTAMENTO DE FRANGOS DE CORTE EM DIFERENTES  
CONDIÇÕES TÉRMICAS**

**Santa Maria, RS  
2016**

**Daniela Regina Klein**

**COMPORTAMENTO DE FRANGOS DE CORTE EM DIFERENTES CONDIÇÕES  
TÉRMICAS**

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

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

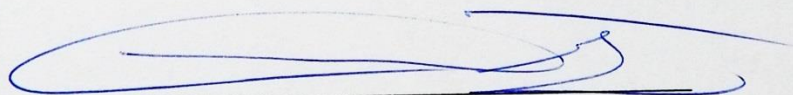
**Santa Maria, RS  
2016**

**Daniela Regina Klein**

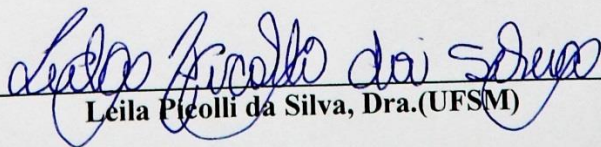
**COMPORTAMENTO DE FRANGOS DE CORTE EM DIFERENTES CONDIÇÕES  
TÉRMICAS**

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

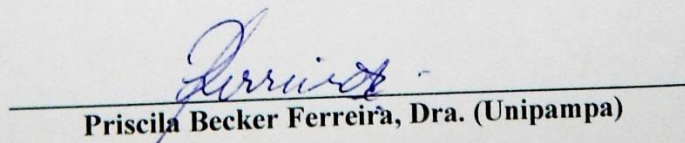
**Aprovada em 25 de fevereiro de 2016:**



**Prof. Dr. Marcos Martinez do Vale**  
(Presidente/Orientador)



**Leila Piccoli da Silva, Dra.(UFSM)**



**Priscila Becker Ferreira, Dra. (Unipampa)**

**Santa Maria, RS  
2016**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Klein, Daniela

Comportamento de frangos de corte em diferentes condições térmicas / Daniela Klein.-2016.  
70 p.: 30cm

Orientador: Marcos Martinez do Vale

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, RS, 2016

1. Bem estar animal 2. Comportamento animal 3. Ambiência I. Vale, Marcos Martinez do II. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos familiares, que são os pilares de nossa existência, especialmente à minha mãe Marlene, meu pai José Mildor e meu irmão Diego, pela educação, amor, e por sempre estarem ao meu lado nos momentos que precisei.

Ao meu namorado Victor, pelo amor, amizade, compreensão, paciência e companheirismo em todos os momentos.

Ao orientador Prof<sup>o</sup>. Marcos Martinez do Vale pelas oportunidades, ensinamentos e conselhos.

Aos amigos e colegas do grupo de pesquisa João, Mauricio, Bernardo e Tatiane pelo companheirismo e ajuda.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e a todos os professores que contribuíram para minha formação.

Ao Colégio Politécnico da UFSM, principalmente ao Prof<sup>o</sup>. Antônio Mortari, o apoio para realização do experimento.

A Fapergs/Capes pela bolsa de mestrado.

Enfim, agradeço de coração a todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para que eu chegasse até aqui.

## **EPIGRAFE**

*“Talvez não tenha  
conseguido fazer o melhor,  
mas lutei para que o melhor  
fosse feito.”*

*Martin Luther King*

## RESUMO

### COMPORTAMENTO DE FRANGOS DE CORTE EM DIFERENTES CONDIÇÕES TÉRMICAS

AUTORA: Daniela Regina Klein

ORIENTADOR: Prof<sup>o</sup>. Dr. Marcos Martinez do Vale

As mudanças e variações climáticas representam um desafio em manter a produção de frangos de corte, e encontrar um equilíbrio entre os custos de manter a temperatura ambiente adequada e otimizar a produção. O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento de frangos de corte em três condições térmicas distintas: frio, conforto e calor, analisando o comportamento, o desempenho produtivo e descrevendo padrões de comportamento. O experimento foi realizado em três câmaras climáticas monitoradas por câmeras de vídeo. Em cada semana foram utilizadas 27 aves, com identificação individual. O período experimental foi de quatro semanas, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> semana de idade. As aves permaneciam alojadas nas câmaras durante cinco dias, 48 horas de adaptação e 72 horas de coleta de dados. Cada câmara proporcionava uma temperatura distinta: conforto (recomendação da linhagem), baixa (8°C abaixo do conforto) e alta (8°C acima do conforto) simulando condições convencionais em granjas. Para a avaliação do comportamento dos frangos de corte foram analisados 15 minutos de vídeos a cada 3 horas, e os dados de desempenho mensurados a cada 24 horas. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com análise de variância e teste de médias de Tukey a 5%. Os comportamentos também foram avaliados por mineração de dados utilizando como classe as condições térmicas, aplicando o algoritmo J48. O comportamento de frangos de corte foi eficiente para manter a produtividade em condições de estresse em curto prazo. A mineração de dados possibilitou estabelecer padrões de comportamento aplicáveis como indicadores de condição térmica das aves. Estes são conhecimentos importantes para a sustentabilidade da produção de frangos de corte, pois auxiliam na tomada de decisão em medidas de mitigação.

**Palavras-chave:** análise comportamental, estresse térmico, mineração de dados.

## ABSTRACT

### BROILER BEHAVIOR IN DIFFERENT THERMAL CONDITIONS

AUTHOR: Daniela Regina Klein  
ADVISOR: Prof<sup>o</sup>. Dr. Marcos Martinez do Vale

The climate changes are a challenge to maintain the production of broiler, and find a balance between the costs of maintaining the proper temperature and optimize production. The aim of this study was to evaluate broiler behavior in three different thermal conditions: comfort, cold and heat, analyzing the behavior and production performance. The experiment was conducted in three climatic chambers, and monitored by video cameras. Each week were used 27 birds, divided between the chambers and individually identified. The experiment period was: 3<sup>rd</sup>, 4<sup>th</sup>, 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> week of age from broilers. The birds remained housed in the chamber for five days, 48 hours of adaptation and 72 hours to collect data. Each compartment of the chamber provides a different temperature: comfort (recommendation strain), low (8 °C below the comfort) and high (8 °C above the comfort) simulating conventional housing conditions. To evaluate the broiler behavior were analyzed 15 minutes of video every 3 hours, and the performance data. The experimental design was completely randomized with variance analysis and Tukey test at 5%. The behaviors were evaluated too with data mining, using thermal conditions class, applying J48 algorithm. The broiler behaviors were efficient to maintain productivity in short-term stress conditions. With data mining was possible to establish behavior standards applicable to thermal condition indicators of broilers. These are important knowledge for the sustainability of broilers production, helping in decision making for mitigation measures.

**Keywords:** Behavior analysis, heat stress, cold stress, data mining



## SUMÁRIO

1 - APRESENTAÇÃO .....	10
2 - REFERENCIAL TEÓRICO .....	12
2.1 Ambiente térmico de frangos de corte .....	12
2.2 Trocas de calor com o ambiente .....	13
2.3 Respostas comportamentais de frangos de corte em diferentes temperaturas .....	15
2.4 Respostas fisiológicas dos frangos de corte ao estresse.....	16
3- ARTIGO I .....	18
3- ARTIGO II .....	32
4 - DISCUSSÃO.....	47
5 - CONCLUSÃO .....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50
ANEXOS .....	55

## 1 - APRESENTAÇÃO

A produção de frangos de corte tem crescido nas últimas décadas, assim como a busca por maior produtividade e qualidade do produto, com o Brasil despontando como o segundo maior produtor mundial ao final de 2015, de acordo com dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) (AVICULTURA INDUSTRIAL, 2015).

Os extremos climáticos são uma das principais causas de perdas produtivas atualmente no mundo (St-PIERRE, 2003; NARDONE, et al., 2010), sendo a ambiência ponto de interesse público e dos governantes (LARA e ROSTAGNO, 2013).

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) e, caso essas sejam submetidas a condições de estresse térmico, o seu bem-estar e o seu desempenho produtivo serão significativamente afetados (BAÊTA e SOUZA, 2010).

O melhoramento genético para frangos de corte promoveu o crescimento mais rápido, elevando o metabolismo basal dos animais. Mas o aumento na eficiência produtiva também elevou a suscetibilidade ao estresse térmico, resultando em sérias perdas produtivas (MOHAMED, et al., 2012) e econômicas(MAHMOUD, et al., 2015).

Para o bem-estar de frangos de corte é necessário manter a temperatura em níveis adequados, uma vez que esses animais necessitam de temperaturas ambientais específicas para cada fase de vida (CASSUCE, 2011). Além dos aspectos produtivos, as medidas de comportamento dos animais são fundamentais para avaliar a resposta global do animal ao ambiente e o seu bem estar (DAWKINS, 2003). A análise conjunta de informações relativas ao ambiente térmico, respostas produtivas e comportamento das aves propicia a análise mais detalhada dos processos envolvidos, permitindo a busca de soluções para amenizar ou eliminar condições estressantes (SCHIASI, 2013).

O desenvolvimento de indicadores ou índices de condições estressantes pode ser obtido a partir do estudo de frangos de frangos de corte em diferentes condições térmicas de ocorrência frequente nos aviários, evitando perdas produtivas e permitindo automações e mitigação, auxiliando na sustentabilidade dos sistemas de produção de frangos de corte.

O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento e a produtividade de frangos de corte em três condições térmicas distintas: conforto, frio e calor, na 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> semanas de idade.

Os resultados que fazem parte desta dissertação estão apresentados sob a forma artigos científicos. O primeiro artigo analisa o comportamento e o desempenho de frangos de corte da 3<sup>a</sup> a 6<sup>a</sup> semanas de idade, em condições térmicas distintas (conforto, frio e calor). O segundo artigo busca identificar padrões comportamentais de cada condição térmica, utilizando técnicas de mineração de dados.

## 2 - REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 AMBIENTE TÉRMICO DE FRANGOS DE CORTE

Os frangos de corte necessitam de ambiente adequado para expressar totalmente o seu potencial de produção. Entre os fatores físicos ambientais, o que mais afeta as aves é a temperatura, por comprometer a manutenção da homeotermia.

As aves, sendo animais homeotermos, dispõem de um centro termorregulador, localizado no hipotálamo, capaz de controlar a temperatura corporal através de mecanismos fisiológicos e respostas comportamentais, mediante a produção e liberação de calor (MACARI, et al., 2002). Em alguns casos, são respostas de curto prazo que resistem a um breve período de temperatura extrema. Mas podem ser respostas de longo prazo, como a aclimação a temperaturas superiores a zona de termorregulação (DAGHIR, 2008).

O excesso de frio ou de calor influencia a manutenção da temperatura corporal, fazendo com que o animal altere seu comportamento e seus parâmetros fisiológicos para adaptar-se ao estresse (SCHIASI, et al., 2015). Esse dispêndio de energia resulta em redução na eficiência produtiva, pois o deslocamento de energia necessário para a manutenção da temperatura corporal significa menor energia disponível para o crescimento (HAYNE et al., 1986; NAZARENO, et al., 2009).

Os animais mantidos na zona de conforto térmico evitam o desperdício de energia, seja ela na forma de energia metabólica contida na dieta fornecida para os animais e gasta para a manutenção da temperatura corporal, seja na forma de energia elétrica que é utilizada no funcionamento dos sistemas de climatização que são acionados indevidamente (PONCIANO, et al., 2011).

As aves necessitam de temperaturas adequadas para cada fase da criação. Essas temperaturas podem ser influenciadas pela evolução genética, manejo, densidade de alojamento, adaptação e aclimação (CASSUCE, 2011). Vários autores têm preconizado faixas de temperatura consideradas como ideais (Tabela 1).

Tabela 1. Faixas de temperatura de conforto térmico para frangos de corte em diferentes idades.

<b>Idade</b>	<b>Faixa de temperatura (°C)</b>
1ª semana	35 – 32
2ª semana	32 – 29
3ª semana	29 – 21
4ª semana	26 – 20
5ª semana	23 – 18
6ª semana	20 – 18

Adaptado de HUBBARD (2014); ROSS (2014); COBB (2012); CASSUCE (2011); ABREU e ABREU (2004); ABREU e ABREU (2011).

Baseando-se no comportamento entre 21 e 42 dias de idade em diferentes ambientes térmicos, as aves apresentaram os melhores resultados com temperaturas entre 21 e 27°C (MEDEIROS, 2001). Em decorrência de alterações na genética, nutrição e a aclimatização, as temperaturas atualmente preconizadas como ótimas para criação podem estar defasadas (CASSUCE, et al., 2013).

A temperatura tem efeitos positivos ou negativos sobre o desempenho de frangos de corte. Para manter a temperatura corporal, as aves utilizam compensações fisiológicas (MARIA, et al., 2004), gastando a energia do alimento para produzir ou dissipar calor em detrimento da síntese de tecidos corporais (CASSUCE, et al., 2013). Quando a ave não precisa produzir ou dissipar calor, ela está em sua zona de conforto térmico (RENAUDEAU, et al., 2012), e sua produtividade e seu bem estar serão máximos.

## 2.2 TROCAS DE CALOR COM O AMBIENTE

A quantidade de calor que precisa ser produzida ou dissipada pelo organismo do animal varia em função da taxa de metabolismo basal, da atividade muscular, do processo de digestão do alimento e do meio ambiente térmico a que a ave está exposta. As trocas de calor

sensível ocorrem através da radiação, convecção e condução, e as trocas de calor latente, pela evaporação.

Nas aves as trocas de calor sensível estão relacionadas com comportamentos típicos. Em condições térmicas de frio, as aves tendem a se agrupar e eriçar as penas (SCHIASSI, 2013; BAÊTA e SOUZA, 2010). Em condição de altas temperaturas ficam mais dispersas e prostradas (AMARAL, 2001).

Quanto menor a diferença entre a temperatura da pele e do ambiente, menor a capacidade de dissipação de calor pelos mecanismos sensíveis (MACARI, 2007). Com o acúmulo de calor no organismo, devido à deficiência nos mecanismos sensíveis de troca, ocorre o aumento da temperatura interna e as aves ativam os mecanismos latentes, ou seja, o calor é eliminado por processos evaporativos, principalmente pela ofegação.

O peso corporal dos frangos de corte também influencia os processo de troca de calor, principalmente os mecanismos sensíveis. As aves com menor peso possuem uma área de superfície de troca maior em relação ao seu peso, e conforme a idade aumenta, o peso corporal aumenta em relação à área de superfície corporal (ZUIDHOF, et al., 2014).

Com a evolução genética dos frangos de corte, o crescimento das aves é acelerado, antecipando a inversão na relação superfície/volume. O ponto de inversão na linhagem de 1957 ocorreu os 56 dias de idade, na de 1978 aos 40 dias e na de 2005 aos 15 dias (ZUIDHOF, et al., 2014). E como a trocas sensíveis dependem da área superficial da ave, a medida que o peso aumenta, diminui a capacidade de troca de calor por esses mecanismos.

O grau de empenamento das aves também influencia as trocas térmicas sensíveis (NÄÄS, et al., 2010). O frango de corte sofre com altas temperaturas porque a sua cobertura de penas impede a dissipação de calor, e para reduzir a produção de calor endógeno reduzem a ingestão de alimento, resultando em diminuição de desempenho (YAHAV, et al., 1996). A diminuição na cobertura de penas modifica a faixa de conforto térmico das aves, tornando-as mais adaptadas a altas temperaturas (FUKAYAMA, et al., 2005).

A troca de calor latente ocorre através da evaporação pela respiração, e é a forma mais eficiente de dissipação em ambientes onde a temperatura ambiente tende a ser igual ou superior à das aves. A eficiência da ave em dissipar calor latente diminui com o aumento da umidade relativa do ar e, em ambientes com temperaturas de 30 a 35°C com umidade relativa de 90%, a dissipação chega a ser nula (GENÇ e PORTIER, 2005).

## 2.3 RESPOSTAS COMPORTAMENTAIS DE FRANGOS DE CORTE EM DIFERENTES TEMPERATURAS

A observação do comportamento dos animais é o ponto de partida para avaliar a resposta do animal ao meio ambiente e o seu bem-estar (DAWKINS, 2003). É uma ferramenta não invasiva e capaz de fornecer informações em tempo real sobre o conforto térmico das aves, evitando possíveis perdas de produção para granjas em escala comercial (SCHIASSI, et al., 2015).

A avaliação do conforto térmico através da análise do comportamento é mais eficiente que o método convencional, com o uso de termômetros. Pois na análise de comportamento os próprios animais são os sensores (CORDEIRO et al., 2011). Vários estudos têm utilizado técnicas de avaliação do comportamento de aves (PEREIRA, et al., 2005; SEVEGNANI, et al., 2005; SCHIASSI, et al., 2015), sendo este conhecimento fundamental para o desenvolvimento de equipamentos de automação.

O ambiente externo influencia fortemente o comportamento animal, e sua observação possibilita a identificação e quantificação do bem estar animal (PEREIRA, et al., 2005). Aves submetidas a condições de temperaturas fora da zona de termoneutralidade modificam o seu comportamento e sua fisiologia para manter a temperatura corporal. Em condições de estresse, ocorrem variações de comportamento individuais na duração e na intensidade das respostas (LARA e ROSTAGNO, 2013).

O estresse pelo calor afeta significativamente o comportamento de frangos de corte, afetando o consumo de ração e de água, o tempo de ócio e de caminhar (LI, et al., 2015). Aves em altas temperaturas ambientais diminuem o tempo de consumo de alimento, e aumentam a ingestão de água, o que resulta em menor ganho de peso (CORDEIRO, et al., 2011; DAGHIR, 2008; SEVEGNANI, et al., 2005; PEREIRA, et al., 2002), ocorre também maior dispersão das aves, maior movimentação e prostração das aves (MACK et al., 2013; AMARAL et al., 2011; MEDEIROS, 2001), resultando em aumento da frequência respiratória para ampliar a dissipação de calor para o ambiente, e levando ao desequilíbrio ácido-básico do organismo (BORGES, et al., 2003).

Quando os frangos de corte estão expostos a temperaturas baixas, precisam aumentar a produção de calor para manter a homeotermia. Dessa forma, inversamente aos processos do estresse por calor, ativam processos como vasoconstrição, redução da frequência respiratória, elevação da taxa metabólica, ampliação do isolamento da pele com ereção das penas e produção de calor através da ocorrência de tremor muscular e arrepio (SCHIASSI, 2013).

Outro mecanismo é aumentar o consumo de ração e beber menos água, permanecendo mais tempo agrupadas (BAÊTA e SOUZA, 2010).

Ajustes de comportamento podem ocorrer mais rapidamente e com menor gasto de energia do que respostas fisiológicas. No caso de estresse por calor, quando as aves permanecem sentadas e com as asas abertas, aumentam a dissipação de calor pela maximização da área de superfície corporal (FURLAN, 2006).

Os frangos de corte utilizam alterações comportamentais primeiramente para a manutenção da temperatura corporal. Depois regulam a quantidade de energia ingerida, aumentando a perda de energia para o meio, ou combinam as duas ações (NASCIMENTO, 2015).

Os comportamentos mais frequentemente observados em frangos de corte para identificar situações de estresse térmico, além do consumo de água e de alimento, são bicar penas, banhos de poeira, ciscar, prostrar, atividades de locomoção e agrupamento. O comportamento das aves é o reflexo do seu estado de bem-estar em um determinado momento, e está relacionado a fatores fisiológicos e ambientais (COSTA, et al., 2012), o que justifica o aprofundamento do conhecimento das respostas comportamentais ao ambiente térmico.

A análise conjunta de informações relativas ao ambiente térmico, respostas produtivas e comportamento das aves propicia a análise mais detalhada dos processos envolvidos, permitindo a busca de soluções para amenizar ou eliminar o problema (SCHIASI, 2013).

## 2.4 RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DOS FRANGOS DE CORTE AO ESTRESSE

Frangos de corte são animais homeotermos, ou seja, possuem a capacidade de manter a temperatura corporal dentro de uma faixa estreita quando sujeitos a variações do ambiente térmico, dentro de certos limites. Isso significa que esses animais estão em troca térmica contínua com o ambiente em estado dinâmico de equilíbrio. Entretanto, o mecanismo é eficiente somente quando a temperatura ambiental está dentro da zona de termoneutralidade, onde o organismo animal se ajusta fisiologicamente para manter sua homeotermia (MARIA, et al., 2004), seja para conservar ou dissipar calor.

O sistema de termorregulação nas aves é baseado em e uma unidade funcional receptora, responsável pela percepção dos estímulos e sua integração com o sistema nervoso, induzindo a ativação dos mecanismos controladores da temperatura corporal (FURLAN,



2006). O controle da temperatura nas aves depende do balanço de duas variáveis: uma associada às respostas desencadeadas pelo aumento de temperatura e a outra, devido à redução da temperatura. Quando as atividades dos neurônios responsivos ao calor e ao frio se igualam, a produção será igual à perda de calor e a temperatura será mantida estável, isto é, a ave se encontra em um estado de homeostase térmica. À medida que a temperatura corporal se eleva, durante o estresse por calor, processos fisiológicos são ativados com a finalidade de aumentar a dissipação de calor e reduzir a produção metabólica de calor.

Algumas alterações devido ao estresse térmico estão associadas a mecanismos rápidos, ou seja, que envolvem o sistema nervoso central, especialmente, o sistema nervoso autônomo, que através dos sistemas simpático e parassimpático preparam o organismo (MACARI, 2007). Essas reações são o aumento da frequência respiratória e cardíaca, aumento da pressão arterial e o eriçamento das penas.

Durante situações de estresse crônico, além das atividades neurais, respostas hormonais são ativadas, tendo uma ação mais lenta e interferindo no desenvolvimento do animal (MACARI, 2007). Para impedir um aumento excessivo da temperatura corporal, o principal mecanismo endócrino é a diminuição dos hormônios tireoidianos circulantes, particularmente o T3, a forma metabolicamente ativa dos hormônios da tireóide (YAHAV, et al., 1996). A atividade da tireóide parece tornar-se menor com o aumento da temperatura ambiente e as aves apresentam maior tolerância ao calor quando os níveis circulantes de hormônios tireoidianos diminuem.

Em temperaturas acima de 35°C, a reação neural foi observada 2 horas após a exposição e a fase hormonal, apenas após 2 dias após a exposição inicial (HARRISON e BIELLIER, 1969).

### **3- ARTIGO I**

Artigo formatado nas normas da Applied Journal of Animal Behavior Science.

## BROILER BEHAVIOR IN DIFFERENT THERMIC CONDICIONS

Daniela Regina Klein<sup>1</sup>; Marcos Martinez do Vale<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Master in Animal Science, Federal University of Santa Maria, [danniwk@yahoo.com.br](mailto:danniwk@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Professor Department of Animal Science, Federal University of Santa Maria, [mmdovale@hotmail.com](mailto:mmdovale@hotmail.com)

**ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate the behavior and the productivity of broiler performance in three different thermal conditions: comfort, cold and heat, with broilers in the 3rd, 4th, 5th and 6th weeks of age. The experiment was conducted in three climatic chambers, with video cameras. Each week, 27 birds were used, divided between the chambers and individually marked. The experimental period was four weeks, 3rd, 4th, 5th and 6th week of age. The birds remained housed in the chamber for five days, 48 hours to adaptation and 72 hours to data collection. Each chamber was regulated to provide a different temperature: comfort (lineage recommendation), low (8 °C below comfort) and high (8 °C above comfort). To evaluate the behavior of broilers were analyzed 15 minutes of video every 3 hours, and the performance data measured every 24 hours. The experimental design was completely randomized with three treats and nine replications, making analysis of variance by means of Tukey test at 5% significance. The behaviors compensate the potential loss of performance due to stress by cold or heat, not affecting the productivity of broilers in short-term periods. Further studies are needed to determine temperature ranges and the stress duration in which productivity is not affected, improving the cost-effectiveness and sustainability of broiler production.

**KEYWORDS:** thermal stress, thermoregulation, poultry.

27

## 28 INTRODUCTION

29 The production losses due to heat stress became more severe in the production of  
30 broilers, the fastest growing, with high basal metabolism, which increases susceptibility in  
31 environments outside the thermal comfort zone (MOHAMED, et al., 2012), resulting in  
32 economic losses (MAHMOUD, et al., 2015). The challenge is to maintain the balance  
33 between operating costs to maintain the ideal environment for the birds and optimize the  
34 production (PEREIRA and NÄÄS, 2008), making the broiler production system more  
35 sustainable.

36 In addition to the productive responses, measures of behavior are fundamental to  
37 assessing the animal response to the environment and their welfare (DAWKINS, 2003). The  
38 behavior is a noninvasive tool and provides real-time information on the thermal conditions of  
39 the birds, avoiding production losses in commercial farms (SCHIASSI, et al., 2015).

40 Several studies have used behavior techniques to evaluate poultry (PEREIRA, et al.,  
41 2005; SEVEGNANI, et al., 2005; SCHIASSI, et al., 2015). The evaluation of thermal comfort  
42 through behavior analysis is more efficient than the measurement of the thermal condition,  
43 because use the animals themselves as sensors (CORDEIRO, et al., 2011).

44 Poultry subjected to conditions of temperature out the thermoneutral zone change their  
45 behavior and physiology to maintain body temperature. In stress conditions, there are  
46 individual variations in behavior on the duration and intensity of responses (LARA and  
47 ROSTAGNO, 2013) that can be applied in controlling systems based on image capture.

48 The aim of this study was to evaluate the behavior and the productivity of broiler in  
49 three different thermal conditions: comfort, cold and heat, with broilers in the 3rd, 4th, 5th  
50 and 6th weeks of age.

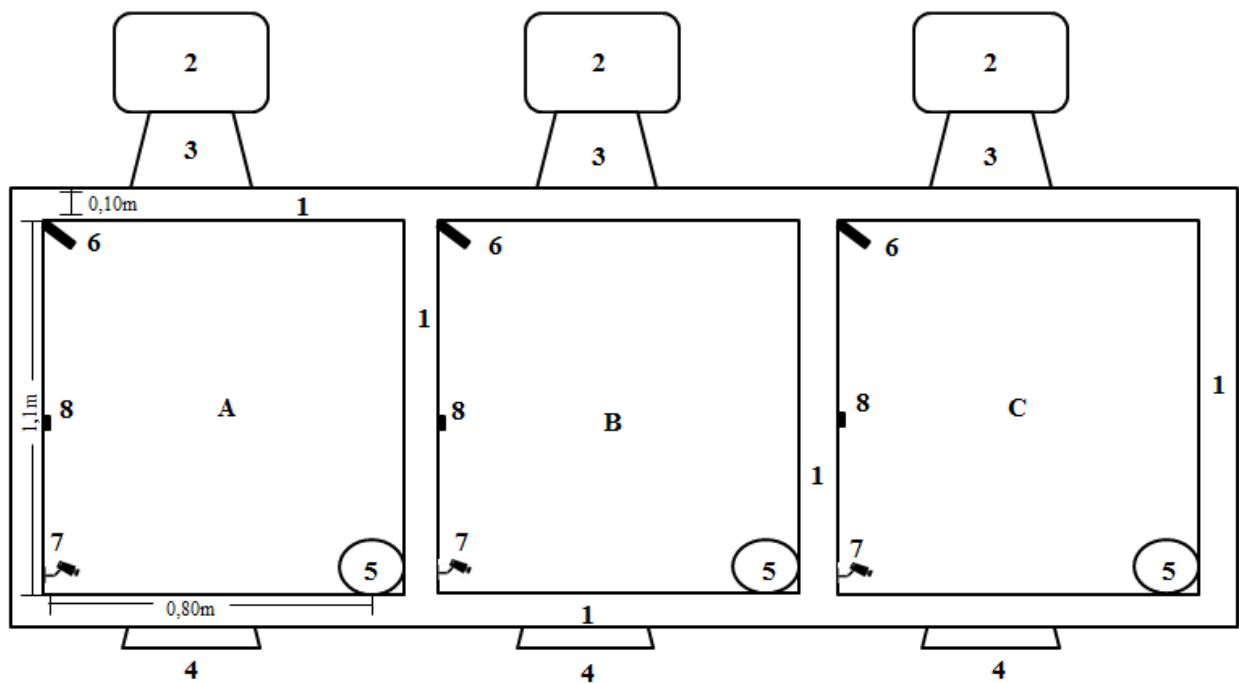
51

52

## 53 MATERIAL AND METHODS

54 The experiment was conducted from September to October 2015 in three climatic  
 55 chambers, measuring 0.8m x 1.1m x 1.1m width, depth and height, respectively. The chamber  
 56 was built with wooden boards agglomerated with double walls, and internal polystyrene  
 57 insulation with 0.10m thick (Figure 1).

58



59

60 **Figure 1:** Scheme of climate chambers. Legend: A: Chamber with high temperature; B:  
 61 Chamber with comfort temperature; C: Chamber with cold temperature; 1: Internal  
 62 polystyrene insulation; 2: Air conditioning; 3: Air intake; 4: Air outlet; 5: Feeder; 6: Drinker;  
 63 7: Video camera; 8: Data logger and thermometer sensor.

64

65 The climatization of chambers was made with individual air conditioning system, and  
 66 temperature controlled with digital thermometers, with an external display. The temperature  
 67 and relative humidity of the chambers were measured with data loggers every 30 minutes.

68 Each chamber was equipped with a feeder (3 cm per broiler), and a nipple drinker adapted to  
69 the number of broilers housed and positioned in opposite diagonal (Figure 1).

70 In each chamber was installed a monitoring video camera with infrared positioned on  
71 the upper side to obtain total visualization of chamber. Videos were generated with a  
72 resolution of 704 x 480 pixels and 30 frames per minute, recorded 24 hours a day.

73 We used 108 male broilers, of Hubbard lineage, from a batch created in conventional  
74 house annexes the climate chambers. Each week 27 birds were selected on homogeneity basis  
75 ( $\pm 2,5\%$ ) nine broilers were housed in each chamber. On housing, the birds were marked in  
76 different parts of the body, for individual recognition while viewing the collected videos. At  
77 the end of the data collection period the birds returned to origin house.

78 The experimental period was four weeks using birds in the 3rd, 4th, 5th and 6th week  
79 of age. The birds remained housed in the chamber for five days, two days (48 hours) for  
80 adaptation and three days (72 hours) of data collection.

81 Water and feed were provided ad libitum. The diet was formulated according to the  
82 nutritional requirements of Rostagno et al. (2011), for each phase. The lighting program used  
83 was 16 hours light and 8 hours dark (16L: 8E).

84 Each chamber was regulated to provide a different temperature, constituting the  
85 experimental treatments: comfort (lineage recommendation), low (8 °C below comfort) and  
86 high (8 °C above comfort) (Table 1).

87

88

89

90

91

92

93 **Table 1:** Temperature ranges maintained in the climatic chambers.

<b>Broilers age</b>	<b>Comfort*</b>	<b>High</b>	<b>Low</b>
3 <sup>rd</sup> week	21°C ± 1,1	29°C ± 1,1	13°C ± 0,8
4 <sup>th</sup> week	20°C ± 1,3	28°C ± 1,0	12°C ± 2,3
5 <sup>th</sup> week	19°C ± 0,9	27°C ± 1,1	11°C ± 1,4
6 <sup>th</sup> week	18°C ± 0,7	26°C ± 0,9	10°C ± 1,2

94 \*Lineage recommendation (Hubbard, 2014).

95

96 The relative humidity during high, low and thermal comfort temperature conditions  
97 was maintained between 50 to 80%; 67 to 86%; and 64 and 80%, respectively.

98 To evaluate the behavior of broilers were analyzed 15 minutes of video every 3 hours,  
99 throughout the data collection period (72 hours) where the birds received light. The time  
100 behavior of each was collected in minutes, by one observer (BIZERAY et al., 2002). Images  
101 analyzed 9: 30h, 12: 30h and 15: 30h, observing ethogram shown in Table 2.

102

103 **Table 2.** Ethogram of observed behaviors.

<b>Behavior</b>	<b>Description</b>
Feeder presence	Consuming feed on feeder
Drinker presence	Consuming water on drinker
Opening wings	Bird apart wings from the body
Prostrate	Bird lying open beak, panting, and opened wings
Scratching	Dragging the bed back and explore the bed with beak
Stretching	Stretch a wing and a leg in the same hemisphere of the body
Walk	Bird moves from one point to another
Feather pecking	Explore the feathers with beak
Resting	Birds remain standing or lying

104

105           The performance data were measured every 24 hours during the evaluation period.  
106 Individual weighing of birds and the average feed intake and water were performed at begin  
107 (time zero), at 24 hours, at 48 hours and 72 hours (final) data collection period. During these  
108 measurements the stress of the birds was minimal, because they were accustomed to human  
109 presence and manipulation, so that did not have escape behavior.

110           The design was completely randomized, consisting of three treatments (thermal  
111 conditions) with nine replicates (broilers). For statistical analysis, the data of the behavior  
112 collected in minutes, were transformed into decimal. The variance analysis was applied to the  
113 mean Tukey test at 5% significance level, using SAS software (SAS, 2009).

114

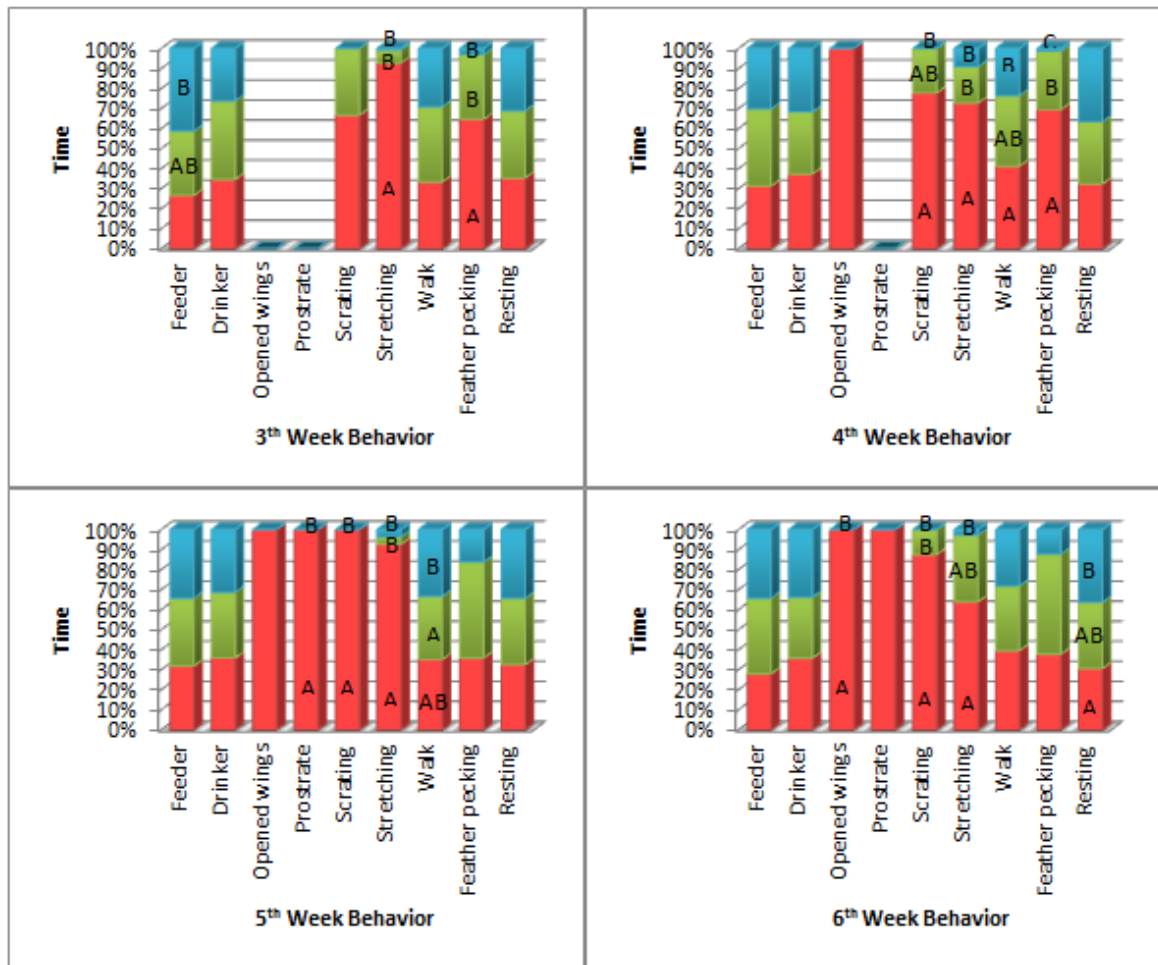
## 115           RESULTS

116           The results of the analysis of time each observed behavior are demonstrated in Figure  
117 2. There were no significant differences in the presence of behavior at the water fountain and  
118 trough between the different temperature conditions, the periods of the 4<sup>th</sup>, 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> weeks  
119 of age. In the 3<sup>rd</sup> week the broilers of cold condition showed greater presence at the feeder  
120 than the birds in high temperature ( $P < 0.05$ ).

121           The time spent in the behavior of stretch was significantly higher in thermal conditions  
122 of high temperatures, in all evaluated ages. The stretching behavior was significantly higher in  
123 high temperatures, in all evaluated ages. Scratching behavior is higher in high temperature  
124 from the 4<sup>th</sup> week. And in the 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> weeks broilers remained more prostrate and opening  
125 wings ( $P > 0.05$ ) (Figure 2).



126



127

■ Hight ■ Confort ■ Low

128

129

Different letters represent significant difference between the values by Tukey test at 5% significance.

130

**Figure 2:** Mean of time of each analyzed behavior for broilers submitted to different thermal

131

conditions.

132

133

Data productive performance (Table 3) showed no significant difference in the 3<sup>rd</sup>, 4<sup>th</sup>

134

and 5<sup>th</sup> week of age of broilers.

135

136

137

138 **Table 3:** Initial and final average weights, feed and water consumption and weight gain of  
 139 broiler chickens submitted of different thermal conditions in the 3<sup>rd</sup>, 4<sup>th</sup>, 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> weeks of  
 140 age.

	<b>Temperatura</b>		
	<b>Alta</b>	<b>Conforto</b>	<b>Baixa</b>
<b>3ª semana</b>			
Initial average weight (g)	931.67	923.44	919.78
Final average weight (g)	1178.89	1168.67	1129.89
Feed consumption (g)	47.33	48.47	47.38
Water consumption (mL)	142.68	151.84	156.09
Weight gain (g)	82.41	82.96	68.82
<b>4ª semana</b>			
Initial average weight (g)	1467.11	1425.44	1434.11
Final average weight (g)	1740.56	1696.33	1647.89
Feed consumption (g)	59.28	58.31	58.32
Water consumption (mL)	187.51	194.16	175.29
Weight gain (g)	91.15	90.30	71.26
<b>5ª semana</b>			
Initial average weight (g)	1889.44	1879.11	1986.00
Final average weight (g)	2220.89	2203.78	2188.33
Feed consumption (g)	58.04	57.00	59.06
Water consumption (mL)	179.76	173.87	185.65
Weight gain (g)	77.15	108.22	67.44
<b>6ª semana</b>			
Initial average weight (g)	2597.89	2608.11	2605.22
Final average weight (g)	2970.67	2938.89	2898.22
Feed consumption (g)	84.74	80.97	76.64
Water consumption (mL)	255.03 <sup>A</sup>	221.21 <sup>A</sup>	171.25 <sup>B</sup>
Weight gain (g)	124.26	110.26	97.67

141 Different letters represent significant difference between the values by Tukey test at 5% significance.

142

143 DISCUSSION

144 In the 3<sup>rd</sup> week the broilers of cold condition showed greater presence at the feeder,  
145 which may be associated with lower coverage of feathers on the body of the birds at that age.  
146 As the birds grow, the temperature of the body surface reduces from 36 to 28 ° C depending  
147 on the thermal insulation feathers cover (CANGAR. et al., 2008). Another combination is the  
148 weight of the chickens at 21 days lower, which increases the exchange surface area per unit  
149 body weight (ZUIDHOF et al., 2014).

150 Stretching behavior was significantly higher in high temperatures, in all evaluated  
151 ages. Scratching behavior is higher in high temperature from the 4th week. These behaviors  
152 are indicative of heat stress, with the bird increasing its surface sensible heat exchange during  
153 the act of stretching (YAHAV, et al., 2005; PEREIRA, et al., 2007) and at the scratching,  
154 revolving and search cooler parts of the bed. The behavior of scratching this experiment may  
155 be indicative of thermal stress due to the bed being new, not present fermentation.

156 In the 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> weeks broilers remained more prostrate and opening wings,  
157 characteristic behaviors of heat stress (LI, et al., 2015). It also confirms that the broilers  
158 nearest slaughter age are more sensitive to heat, and the higher body weight and higher  
159 feathering difficult thermal exchanges (ZUIDHOF, et al., 2014; CANGAR, et al., 2008).

160 In the 6<sup>th</sup> week of life the low temperature submitted chickens remained more resting,  
161 indicative of increase time spent in grouping characteristic behavior of cold stress  
162 (SCHIASI, et al., 2015). At 42 days of age the thermal comfort temperature range is narrow,  
163 that is, the temperature range tolerated without affecting homeothermy is smaller  
164 (HUBBARD, 2014; Ross, 2014; COBB, 2012; ABREU and ABREU, 2011), justifying  
165 behavior differences in the 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> weeks of age.

166 Data of productive performance indicates that the behaviors were enough to keep  
167 homeothermy without causing significant effects on productivity of broilers at the heat and

168 cold temperatures, in the short term for up to three days. The process of acclimatization, when  
169 production or heat dissipation change to maintain body temperature within safe margin will  
170 need four to seven days in poultry to be completed (YAHAV, et al ., 2005; YAHAV 2000 ),  
171 however, this condition is acute, with chickens exhibition in 7th week at 35 °C, different  
172 condition of this study.

173 At 6 weeks of age, the broilers had a lower consumption of water in low temperature  
174 condition, indicating that the temperature of 26 °C initiated a condition of more intense  
175 thermal stress without affecting productivity. Birds in high ambient temperatures increase  
176 water intake, to facilitate latent heat exchange by increasing the respiratory rate (CORDEIRO,  
177 et al., 2011; SEVEGNANI, et al., 2005; PEREIRA, et al., 2002).

178 As the measured temperatures are to low stress, behaviors compensate the production  
179 requirements or heat dissipation in the short term. Indicating that there is a chance for these  
180 short term mechanisms of the broiler are used as a way to reduce or better control energy  
181 demand for air-conditioning systems.

182 Further studies are needed on intensity of cold and heat levels to identify the start of  
183 production losses to justify mitigating actions to stress. Avoiding the waste of energy, be it in  
184 the form of metabolizable energy contained in the diet of animals, or in the form of electricity  
185 that is used in the operation of air conditioning systems operated improperly (PONCIANO, et  
186 al., 2011).

187 It must also determine the temperature ranges and exposure periods in which short  
188 term thermoregulatory mechanisms of birds, physiological and / or behavioral, are affected to  
189 maintain homeothermy with minimum production cost. This study contributes to indicate  
190 there is a level of behavioral compensation for the effects of stress by heat or cold in short  
191 term.

192

## 193 CONCLUSIONS

194 Behavioral adjustments were enough to maintain homeothermy of broilers without  
195 affecting productivity in the short term.

196 Further studies are needed to determine temperature ranges and stress duration where  
197 productivity is not affected, avoiding the waste of energy in mitigating actions unnecessarily.

198

## 199 REFERENCES

200 ABREU. V.M.N.; ABREU. P.G.; 2011. **Os desafios da ambiência sobre os sistemas de**  
201 **aves no Brasil**. Revista Brasileira de Zootecnia. v.40. p.1-14.

202 BIZERAY. D. ESTEVEZ. I. LETERRIER. C. FAURE. J M.. 2002. Effects of increasing  
203 environmental complexity on the physical activity of broiler chickens. **Applied Animal**  
204 **Behavior Science**. v. 79. p.27-41.

205 CANGAR. Ö. AERTS. J-M.; BUYSE. J.; BERCKMANS. D. 2008. Quantification of the  
206 spatial distribution of surface temperatures of broilers. **Poultry Science**. v.87. p.2493-2499.

207 COBB. 2012. **Broiler Management Guide**.

208 CORDEIRO. M. B.; TINÔCO. I.F.F.; MESQUITA FILHO. R.M.; SOUSA. F.C.. 2011.  
209 Análise de imagens digitais para a avaliação do comportamento de pintainhos de corte.  
210 **Engenharia Agrícola**. v.31. n.3. p.418-426.

211 DAWKINS. M.S. 2003. Behaviour as a tool in the assessment of animal welfare. **Zoology**.  
212 v.106. p.383-387.

213 HUBBARD. 2014. **Management guide broiler**. Hubbard. Available at:  
214 <[http://www.hubbardbreeders.com/managementguides/Hubbard%20Broiler%20Management](http://www.hubbardbreeders.com/managementguides/Hubbard%20Broiler%20Management%20Guide.pdf)  
215 [%20Guide.pdf](http://www.hubbardbreeders.com/managementguides/Hubbard%20Broiler%20Management%20Guide.pdf)>Accessed: 20 set. 2015.

216 LARA. L.J.; ROSTAGNO. M.H.. 2013. Impact of Heat Stress on Poultry Production.  
217 **Animals**. 3. 356-369.

- 218 LI. M.; WU. J.; CHEN.Z.. 2015. Effects of Heat Stress on the Daily Behavior of Wenchang  
219 Chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science**. v.17 / n.4 / 559-566.
- 220 MAHMOUD. U.T.; ABDEL-RAHMAN. M.A.M.; DARWISH. M.H.A.; APPLGATE. T.J.;  
221 CHENG. H.. 2015. Behavioral changes and feathering score in heat stressed broiler chickens  
222 fed diets containing different levels of propolis. **Applied Animal Behavior Science**. 166 98–  
223 105.
- 224 MOHAMED. O.H.A.; ALI. H.; MALIK.E.E.; YOUSIF.I.A.. 2012. Effect of season and  
225 dietary protein level on some hematological parameters and blood biochemical compositions  
226 of three broiler strains. **International Journal of Poultry Science**. 11.787–793.
- 227 PEREIRA. D.F.; NÄÄS. I.A.. 2008. Estimating the thermoneutral zone for broiler breeders  
228 using behavioral analysis. **Computers and Electronics in Agriculture**. V. 62 - 1. pg 2–7.
- 229 PEREIRA. D.F.; SALGADO. D.D.; NAAS. I. DE A.; CURTO. F.P.F.; MURAYAMA. M.C.  
230 2002. Determinação de um padrão de uso de bebedouro em função da temperatura para  
231 matrizes pesadas. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Suplemento 4. p.79.
- 232 PEREIRA. D.F.; NÄÄS. I.A.; ROMANINI.C.B.; SALGADO. D.D.; PEREIRA. G.O.T.  
233 Indicadores de bem-estar baseados em reações comportamentais de matrizes pesadas.  
234 **Engenharia Agrícola**. v.25. n.2. p.308-14.
- 235 PEREIRA. D.F.; NÄÄS. I.A.; ROMANINI. C.E.B.; SALGADO. D.D.; PEREIRA. G.O.T..  
236 2007. Broiler breeder behavior and egg production as function of environmental  
237 temperature. **Brazilian Journal of Poultry Science**. v.9 . n.1. 09 – 16.
- 238 PONCIANO. P.F. LOPES. M.A. YANAGI JUNIOR. T. FERRAZ. G.A.S. 2011. Analise do  
239 ambiente para frangos por meio da logica fuzzy: uma revisão. **Archivos de Zootecnia**. 60:1-  
240 13.
- 241 ROSS. 2014. **Broiler management handbook**.

- 242 ROSTAGNO. H. S.; ALBINO. L. F. T.; DONZELE. J. L.; GOMES. P. C.; OLIVEIRA. R. F.;
- 243 LOPES. D. C.; FERREIRA. A. S.; BARRETO. S. L. T.; EUCLIDES. R. F. 2011 **Tabelas**
- 244 **Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais.**
- 245 Viçosa: UFV. 3ª Edição.
- 246 SAS. 2009. **Statistical Analysis System.** User'guide: Stat Version. Ed. Cary: SAS Institute.
- 247 USA.
- 248 SCHIASSI. L.; YANAGI JUNIOR. T.; FERRAZ. P.F.P.; CAMPOS. A.T.; SILVA. G.R.;
- 249 ABREU. L.H.P.. 2015. Comportamento de frangos de corte submetidos a diferentes
- 250 ambientes térmicos. **Engenharia Agrícola.** v.35. n.3. p.390-396.
- 251 SEVEGNANI. K.B.; CARO. I.W.; PANDORFI. H.; SILVA. I.J.O.; MOURA. D.J.. 2005.
- 252 Zootecnia de precisão: análise de imagens no estudo do comportamento de frangos de corte
- 253 em estresse térmico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** v.9. n.1.
- 254 p.115-119.
- 255 YAHAV. S.; SHINDER. D.; TANNY. J.; COHEN. S.. 2005. Sensible heat loss: the broiler's
- 256 paradox. **World's Poultry Science Journal.** Vol. 61.
- 257 YAHAV. S.. 2000. Domestic fowl – strategies to confront environmental conditions. **Poultry**
- 258 **and Avian Biology Review.** 11: 81-95.
- 259 ZUIDHOF. M. J.; SCHNEIDER. B. L.; CARNEY. V. L.; KORVER. D. R.; ROBINSON F.
- 260 E.. 2014. Growth. efficiency. and yield of commercial broilers from 1957. 1978. and 2005.
- 261 **Poultry Science.** n.93. p.2970-2982.

### **3- ARTIGO II**

Artigo formatado nas normas da revista Revista Engenharia Agrícola.



1 **PADRÕES COMPORTAMENTAIS DE FRANGOS DE CORTE EM CONDIÇÕES DE**  
2 **CONFORTO, FRIO E CALOR**

3  
4 **RESUMO:** Os frangos de corte têm seu comportamento fortemente influenciado pelo  
5 ambiente físico, e a observação do comportamento é uma ferramenta não invasiva e capaz de  
6 fornecer informações em tempo real sobre o conforto térmico das aves, permitindo a  
7 construção de sistemas de suporte a decisão, destinados a evitar perdas produtivas. O objetivo  
8 deste estudo é descrever padrões de comportamento de frangos de corte, durante situações de  
9 conforto, estresse por calor ou por frio, utilizando mineração de dados. Os dados provem de  
10 experimento conduzido em três câmaras climáticas, com câmeras de vídeo gravando 24 horas  
11 por dia, utilizando 108 frangos de corte machos, criados previamente em aviário  
12 convencional, e divididos em quatro períodos: 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> semana de idade. Cada câmara foi  
13 regulada de forma a proporcionar uma temperatura distinta: conforto, baixa e alta. Os dados  
14 analisados foram os de comportamento de frangos de corte em período de luz e de escuro. A  
15 mineração de dados avaliou os comportamentos das aves utilizando como classe a condição  
16 térmica em uma tarefa de classificação. O grau de agrupamento dos frangos de corte no  
17 período de escuro pode ser utilizado indicativo de estresse térmico tanto pelo frio como pelo  
18 calor. No período de luz, os comportamentos de espreguiçar e presença em bebedouro foram  
19 indicativos de estresse pelo calor. Esses comportamentos se apresentaram como padrões  
20 comportamentais relevantes que podem ser usados como indicadores da condição térmica,  
21 aumentando a sustentabilidade da produção de frangos de corte.

22  
23 **PALAVRAS CHAVE:** Comportamento, ave, temperatura, estresse térmico.

24

25           **ABSTRACT:** Broilers behavior are strongly influenced by physical environment, and  
26 the observation of behavior is a noninvasive tool to provide real-time information about the  
27 thermal comfort of poultry, allowing the construction of decision support systems, intended to  
28 prevent production losses. The aim of this study is to describe broiler behavior patterns during  
29 comfort, heat stress and cold stress periods, using data mining. The data comes from an  
30 experiment conducted in a climatic chamber with three compartments, with video cameras  
31 recording 24 hours a day, were used 108 male broilers, previously created in conventional  
32 house, and divided into four periods: 3<sup>rd</sup>, 4<sup>th</sup>, 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> weeks of age. Each compartment of  
33 the chamber was regulated to provide a different temperature: comfort, heat and cold. The  
34 data analyzed were the behavior of broilers in periods with light and dark. The data mining  
35 evaluated the behavior of birds using as class thermal condition in a classification task. The  
36 grouping level of broilers in the dark period can be used indicator of heat stress and cold  
37 stress. In the light period, the behavior of stretching and drinker presence is indicative of heat  
38 stress.

39           **KEYWORDS:** Behavior, poultry, temperature, thermal stress.

40

## 41           **INTRODUÇÃO**

42           O ambiente físico influencia o comportamento das aves e, conhecendo como o  
43 ambiente atua sobre o animal por meio do comportamento, é possível identificar e quantificar  
44 o bem-estar dos animais (PEREIRA, et al., 2005; DAWKINS, 2003). Com o aumento de  
45 condições climáticas extremas, uma das principais causas de perdas produtivas no mundo (St-  
46 PIERRE, 2003; NARDONE, et al., 2010). A observação do comportamento é uma ferramenta  
47 não invasiva capaz de fornecer informações em tempo real sobre o conforto térmico das aves,

48 evitando possíveis perdas de produção para granjas em escala comercial (SCHIASI, et al.,  
49 2015). Aves submetidas a condições ambientais fora da zona de termoneutralidade modificam  
50 o seu comportamento e sua fisiologia para manter a temperatura corporal (LARA e  
51 ROSTAGNO, 2013).

52 O processo de descoberta de conhecimento em bases de dados busca identificar  
53 padrões em conjuntos de dados, que representem informação válida, potencialmente útil e  
54 compreensível. A mineração de dados é uma técnica de extração e descoberta de  
55 conhecimento, utilizando ferramentas matemáticas e algoritmos para extração de  
56 conhecimento e padrões úteis.

57 A mineração de dados aplicada ao desenvolvimento de softwares de sistemas de  
58 suporte a decisão facilita a recuperação e análise das informações, auxilia no entendimento do  
59 problema, detecta oportunidades e possíveis soluções (SAUTER, 2011). A extração de  
60 conhecimento de bases de dados permite que os sistemas trabalhem com regras facilitando a  
61 tomada de decisão (CANUTO e GOTTGROY, 1999; BRANQUINHO, et al., 2015).

62 Técnicas de mineração de dados, como a construção de árvores de classificação, vem  
63 sendo aplicadas com sucesso em ciência animal em áreas como o estudo de ambiência, e  
64 produção de matrizes de postura, vocalização animal e lesões (VALE, et al., 2008; VALE, et  
65 al., 2010; LIMA & RODRIGUES, 2010; PEREIRA, et al., 2010; CORDEIRO, et al., 2012;  
66 FERREIRA, et al., 2013; MOI, et al., 2014).

67 O objetivo deste estudo é descrever padrões de comportamento de frangos de corte na  
68 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> semana de idade, durante situações de conforto e estresse por calor ou por frio,  
69 utilizando mineração de dados.

70

71 **MATERIAL E MÉTODOS**

72 Os dados provem de um experimento conduzido em câmaras climáticas. Cada uma das  
73 três câmaras continha uma câmera de vídeo de monitoramento 24 horas, com infravermelho,  
74 gravando 24 horas por dia.

75 Foram utilizados 108 frangos de corte machos, da linhagem Hubbard, criados  
76 previamente em aviário convencional. A cada semana foram selecionadas 27 aves, sendo  
77 alojadas nove aves em cada câmara.

78 O período experimental foi de quatro semanas, utilizando aves na 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> semana  
79 de idade. As aves permaneciam alojadas na câmara durante cinco dias, sendo dois dias (48  
80 horas) de adaptação e três dias (72 horas) de coleta de dados.

81 Cada compartimento da câmara foi regulado de forma a proporcionar uma temperatura  
82 distinta, sendo as temperaturas os tratamentos do experimento: conforto (recomendação da  
83 linhagem), baixa (8°C abaixo do conforto) e alta (8°C acima do conforto) (Tabela 1).

84

85 **Tabela 1:** Faixas de temperatura mantidas nas câmaras.

<b>Idade das aves</b>	<b>Conforto*</b>	<b>Alta</b>	<b>Baixa</b>
3 <sup>a</sup> semana	21 °C ± 1,1	29 °C ± 1,1	13 °C ± 0,8
4 <sup>a</sup> semana	20 °C ± 1,3	28 °C ± 1,0	12 °C ± 2,3
5 <sup>a</sup> semana	19 °C ± 0,9	27 °C ± 1,1	11 °C ± 1,4
6 <sup>a</sup> semana	18 °C ± 0,7	26 °C ± 0,9	10 °C ± 1,2

86 \*Recomendação do manual da linhagem (Hubbard, 2014).

87

88 O banco de dados foi composto por dados de comportamento de frangos de corte, em  
89 período de luz e de escuro, conforme o Etograma apresentado na Tabela 2.

90

91

92 **Tabela 2:** Etograma dos comportamentos observados.

<b>Comportamento</b>	<b>Descrição</b>	<b>Período</b>
Presença no comedouro	Consumindo ração do comedouro	Luz / Escuro
Presença no bebedouro	Consumindo água do bebedouro	Luz / Escuro
Afastar as asas	Ave mantém as asas afastadas do corpo	Luz / Escuro
Prostrar	Ave deitada, com o bico aberto e ofegante, e as asas afastadas	Luz / Escuro
Ciscar	Arrastar a cama para trás e explorar com o bico	Luz
Movimentação	Aves mudam de posição	Escuro
Esticar-se	Esticar uma asa e uma perna no mesmo hemisfério do corpo	Luz / Escuro
Caminhar	Ave se locomove de um ponto a outro	Luz / Escuro
Limpar penas	Explorar as penas com o bico	Luz / Escuro
Repouso	Aves permanecem em pé ou deitados	Luz
Agrupamento	Aves permanecem agrupadas; dividido em classes (Tabela 3).	Escuro

93

94 Como no período de escuro não foi possível a identificação individual dos frangos de  
 95 corte, e as aves tendem a permanecer agrupadas, decidiu-se que o comportamento de  
 96 agrupamento seria dividido em classes (Tabela 3).

97

98

99

100

101 **Tabela 3:** Graus de agrupamento observados nos frangos de corte.

<b>Grau de agrupamento</b>	<b>Número de aves</b>
Muito alto (MA)	100% das aves
Alto (A)	78% – 89% das aves
Médio (M)	44% – 67% das aves
Baixo (B)	22% – 33% das aves

102

103 Foram observados 15 minutos de vídeos a cada 3 horas, coletando o tempo médio de  
 104 cada comportamento, em minutos, por um único observador (BIZERAY, et al., 2002). Assim,  
 105 foram analisadas imagens no período de luz nos horários: 9:30, 12:30 e 15:30; e no período de  
 106 escuro às 1:30, 4:30 e 7:30.

107 Os comportamentos das aves no período de luz e de escuro foram analisados por  
 108 mineração de dados utilizando como classe a condição térmica (conforto, temperatura alta e  
 109 temperatura baixa). O software utilizado foi o Weka® versão 3.7.8 (HALL, et al., 2009;  
 110 WITTEN, et al., 2011), aplicando o algoritmo de classificação J48, gerando uma árvore de  
 111 classificação. A árvore de classificação é uma visualização gráfica na forma de uma árvore  
 112 invertida, em que o nó raiz é a primeira variável com maior poder de classificação,  
 113 apresentando abaixo de si os ramos, formados pelos demais atributos com as regras  
 114 semânticas que permitem a classificação.

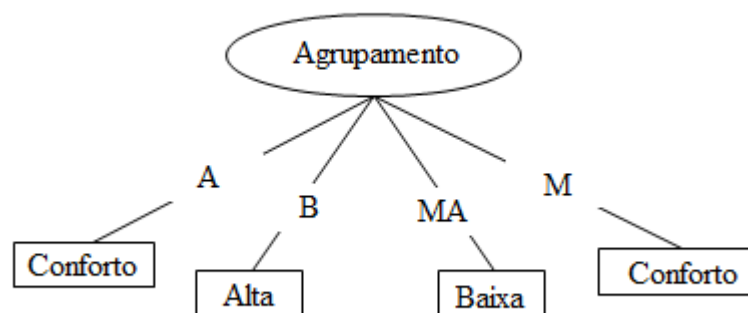
115 O processo de Mineração de Dados foi executado conforme Vale, et al., (2008), e  
 116 utilizando recursos de seleção de atributos do Weka®. A avaliação do modelo foi feita  
 117 levando em conta a precisão geral dos modelos e a acurácia das classes calculadas conforme  
 118 Vale, et al., (2008) e Vale, et al., (2010), utilizando uma matriz de contingência e pela  
 119 interpretação das regras.

120

121 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

122 A mineração de dados dos comportamentos durante o período de escuro resultou em  
 123 uma árvore de classificação com precisão do modelo de 90,7% (Figura 1). O grau de  
 124 agrupamento foi o comportamento determinante na classificação. Os frangos e corte em  
 125 condição térmica acima do conforto apresentaram grau de agrupamento baixo (acurácia de  
 126 0,94), e em temperatura abaixo do conforto o agrupamento foi muito alto (acurácia de 0,91).  
 127 Este comportamento é justificado pelos esforços para dissipar calor, as aves tendem a se  
 128 afastar (MACK et al., 2013; AMARAL et al., 2011) e para evitar perdas de calor sensível  
 129 tendem a se manter agrupadas (BAÊTA e SOUZA, 2010). O grau de agrupamento alto e  
 130 médio classificaram aves na condição térmica de conforto (acurácia de 0,82), condição  
 131 intermediária à classificação para as condições ambientais de alta e baixa temperatura.

132



133

134 **Figura 1:** Árvore de classificação do comportamento de frangos de corte no período de  
 135 escuro pela temperatura. Precisão=94,7%. Acurácia para classificação de 0,82; 0,91 e 0,94  
 136 para as condições ambientais de conforto, temperatura baixa e temperatura alta,  
 137 respectivamente. Graus de agrupamento: MA – muito alto; A – alto; M – médio; B – baixo.

138

139 As condições térmicas de estresse por frio ou calor, tendo como base o grau de  
 140 agrupamento, apresentaram maior acurácia que as classificações na condição em conforto.  
 141 Esta maior acurácia do modelo é fundamental, pois estas são as regras que indicam a  
 142 necessidade de aquecimento ou resfriamento das instalações. Quando poucos comportamentos  
 143 são determinantes na classificação, a elaboração de sistemas de suporte a decisão em  
 144 equipamentos de automação, torna-se mais eficiente e com menor custo computacional,  
 145 devido a poucas ou apenas uma variável poder indicar a necessidade do uso de equipamentos  
 146 de mitigação.

147 No período de luz, o modelo com três classes apresentou baixo desempenho devido às  
 148 pequenas diferenças entre as condições de conforto e frio, ocasionando maior número de erros  
 149 (Tabela 4). A fim de melhorar a precisão do modelo para classificação do comportamento de  
 150 frangos de corte da 3ª a 6ª semana, durante período de luz, foram determinadas duas classes  
 151 levando em conta a acurácia e a hipótese de que não há diferença significativa entre as  
 152 condições: temperatura alta e agrupadas as temperaturas de conforto e baixa, considerando a  
 153 hipótese de serem condições semelhantes para os comportamentos.

154

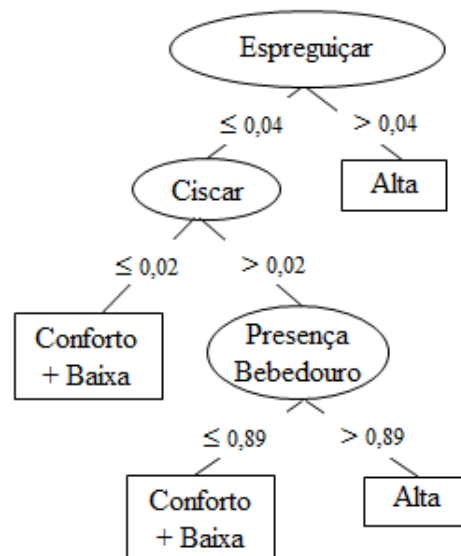
155 **Tabela 4:** Desempenho dos modelos testados na mineração de dados para obter melhor  
 156 precisão e acurácia.

	Precisão do modelo (%)	Classes (Acurácia)			
		Alta	Conforto	Baixa	Conforto+Baixa
Três classes	63,9	0,79	0,52	0,61	—
Classes agrupadas	86,1	0,84	—	—	0,93

157



158 Os comportamentos de esticar-se e presença em bebedouro foram os principais  
 159 indicativos de estresse pelo calor, a precisão do modelo foi de 86,1% (Figura 2). O  
 160 comportamento de se espreguiçar é maior na condição térmica das temperaturas altas  
 161 avaliadas, esse comportamento aumenta a superfície de contato do corpo da ave com a cama,  
 162 facilitando as trocas térmicas sensíveis (PEREIRA, et al., 2007). O ato de ciscar representa  
 163 um comportamento característico e natural das aves, o banho de poeira (PEREIRA, et al.,  
 164 2005), e esse comportamento pode ocorrer menos em condição de temperatura baixa  
 165 indicando estresse pelo frio. A presença no bebedouro na condição térmica de alta  
 166 temperatura foi maior, indicando estresse pelo calor, condição em que as aves aumentam o  
 167 consumo de água para auxiliar nas trocas de calor latente (LI, et al., 2015; CORDEIRO, et al.,  
 168 2011; SEVEGNANI, et al., 2005).



169

170 **Figura 2:** Árvore de classificação do comportamento de frangos de corte da 3<sup>a</sup> a 6<sup>a</sup> semana de  
 171 idade durante o período de luz, utilizando duas classes. Acurácia de 0,84 para classe de  
 172 temperatura alta e 0,93 para conforto + baixa.

173

174

175 A determinação de padrões de comportamento em frango de corte se mostrou uma  
176 ferramenta importante para o suporte a decisões no controle das condições térmicas em  
177 aviários para o estresse por calor, sendo necessários mais estudos ou uma condição térmica  
178 mais aguda para identificar condição de frio. No período de escuro o grau de agrupamento, e  
179 no período de luz os comportamentos de espreguiçar e presença no bebedouro se mostraram  
180 eficientes para indicar situações estresse térmico em frangos de corte.

181

## 182 **CONCLUSÃO**

183 O grau de agrupamento dos frangos de corte no período de escuro pode ser utilizado  
184 como indicativo de estresse térmico tanto pelo frio como pelo calor. No período de luz, os  
185 comportamentos de espreguiçar e de presença em bebedouro foram indicativos de estresse  
186 pelo calor. Esses comportamentos se apresentaram como padrões comportamentais relevantes  
187 que podem ser usados como indicadores da condição térmica a que os frangos de corte estão  
188 expostos, auxiliando no desenvolvimento de sistemas controladores baseados no registro de  
189 imagens e de condições térmicas em aviários, aumentando a sustentabilidade da produção de  
190 frangos de corte.

191

## 192 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 193 AMARAL, A. G. YANAGI JUNIOR, T. , LIMA, R.R. TEIXEIRA, V.H. SCHIASSI, L..  
194 Efeito do ambiente de produção sobre frangos de corte sexados criados em galpão comercial.  
195 **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.3, p.649-658, 2011.
- 196 BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2. ed.  
197 Viçosa, MG: UFV, 2010.

- 198 BIZERAY, D. ESTEVEZ, I, LETERRIER, C, FAURE, J M.. Effects of increasing  
199 environmental complexity on the physical activity of broiler chickens. **Applied Animal**  
200 **Behavior Science**, v. 79, p. 27-41, 2002.
- 201 BRANQUINHO, L.P.; BARACHO, R.M.A.; ALMEIDA. M.B.. Modelo para suporte à  
202 descoberta de conhecimento em base de dados (KDD): aplicação em estratégias no mercado  
203 de medicina diagnóstica. **Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e**  
204 **Biblioteconomia**, v. 10, n. 2, p. 251-264, 2015.
- 205 CANUTO, A.M.P.; GOTTGROY, M.P.B.. Utilização do data mining no Sistema Sagri:  
206 análise de aptidão de novas culturas. **Revista Brasileira de Agroinformática**, v.2, n.1, p.62-  
207 72, 1999.
- 208 CORDEIRO, A.F.S.; BARACHO, M.S.; NÄÄS, I.A.;NASCIMENTO, G.R..Using data  
209 mining to identify factors that influence the degree of leg injuries in broilers. **Engenharia**  
210 **Agrícola**, v.32, n.4, p.642-649, 2012.
- 211 CORDEIRO, M. B.; TINÔCO, I.F.F.; MESQUITA FILHO, R.M.; SOUSA, F.C.. Análise de  
212 imagens digitais para a avaliação do comportamento de pintainhos de corte. **Engenharia**  
213 **Agrícola**, v.31, n.3, p.418-426, 2011.
- 214 DAWKINS, M.S. Behaviour as a tool in the assessment of animal welfare. **Zoology**, v.106,  
215 p.383-387, 2003.
- 216 FERREIRA, P.B.; VALE M.M.; MACEDO, A.; BOEMO, L.S.; RORATO, P.R.N.; BECK,  
217 T.B.. Classificação de características produtivas fenotípicas de diferentes raças de poedeiras  
218 através da mineração de dados. **Ciência Rural**, v.43, n.1, p.164-171, 2013.

- 219 HALL, M.; FRANK, E.; HOLMES,G.; PFAHRINGER, B.; REUTEMANN, P.; WITTEN,  
220 I.H.; **The WEKA® Data Mining Software**: An Update; SIGKDD Explorations, Volume 11,  
221 Issue 1, 2009.
- 222 HUBBARD. **Management guide broiler**. Hubbard, 2014. Available at:  
223 <[http://www.hubbardbreeders.com/managementguides/Hubbard%20Broiler%20Management](http://www.hubbardbreeders.com/managementguides/Hubbard%20Broiler%20Management%20Guide.pdf)  
224 %20Guide.pdf.> Accessed: 20. set. 2015.
- 225 LARA, L.J.; ROSTAGNO, M.H.. Impact of Heat Stress on Poultry Production. **Animals**, 3,  
226 356-369, 2013.
- 227 LI, M.; WU, J.; CHEN, Z.. Effects of Heat Stress on the Daily Behavior of Wenchang  
228 Chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.17 / n.4 / 559-566, 2015.
- 229 LIMA, M.G.F.; RODRIGUES, L.H.A. Árvore de decisão aplicada em dados de incubação de  
230 matrizes de postura hy-line w36. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 6, p. 1550-1556, 2010.
- 231 MACK, L.A., FELVER-GANT, J.N., DENNIS, R.L., CHENG, H.W.. Genetic variations alter  
232 production and behavioral responses following heat stress in 2 strains of laying hens. **Poultry**  
233 **Science**, 92, 285–294, 2013.
- 234 MOI, M.; NÄÄS, I.A.; CALDARA, F.R.; PAZ, I.C.L.A.; GARCIA, R.G.; CORDEIRO,  
235 A.F.S..Vocalization data mining for estimating swine stress conditions. **Engenharia**  
236 **Agrícola**, v.34, n.3, p.445-450, 2014.
- 237 NARDONE, A.; RONCHI, B.; LACETERA,L.; RANIERI, M.S.; BERNABUCCI, U.;  
238 Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems.  
239 **Livestock Science**, 130, V. 57–69, 2010.

- 240 PEREIRA, D.F.; NÄÄS, I.A.; ROMANINI, C.B.; SALGADO, D.D.; PEREIRA, G.O.T.  
241 Indicadores de bem-estar baseados em reações comportamentais de matrizes pesadas.  
242 **Engenharia Agrícola**, v.25, n.2, p.308-14, 2005.
- 243 PEREIRA, D.F.; NÄÄS, I.A.; ROMANINI, C.E.B.; SALGADO, D.D.; PEREIRA, G.O.T..  
244 Broiler breeder behavior and egg production as function of environmental temperature.  
245 **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.9 , n.1, 09 – 16, 2007.
- 246 PEREIRA, D.F.; VALE, M.M.; ZEVOLLI, B.R.; SALGADO, D.D.. Estimating Mortality in  
247 Laying Hens as the Environmental Temperature Increases. **Journal of Poultry Science**, v.12,  
248 n.4, p.265–271, 2010.
- 249 SAUTER, V. L.. **Decision Support Systems for Business Intelligence**. Wiley, 2<sup>nd</sup> Edition,  
250 2011.
- 251 SCHIASSI, L.; YANAGI JUNIOR, T.; FERRAZ, P.F.P.; CAMPOS, A.T.; SILVA, G.R.;  
252 ABREU, L.H.P.. Comportamento de frangos de corte submetidos a diferentes ambientes  
253 térmicos. **Engenharia Agrícola**, v.35, n.3, p.390-396, 2015.
- 254 SEVEGNANI, K.B.; CARO, I.W.; PANDORFI, H.; SILVA, I.J.O.; MOURA, D.J. Zootecnia  
255 de precisão: análise de imagens no estudo do comportamento de frangos de corte em estresse  
256 térmico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.9, n.1, p.115-119,  
257 2005.
- 258 ST-PIERRE, N. R.; COBANOV, B.; SCHNITKEY, G.. Economic losses from heat stress by  
259 livestock industries. **Journal of Dairy Science**, E. Suppl., p. 52-77, 2003.

- 260 VALE, M. M., MOURA, D. J., NÄÄS, I. A., OLIVEIRA, S. R. M., RODRIGUES, L. H.  
261 A..Data mining to estimate broiler mortality when exposed to heat wave.**Scientia Agricola**,  
262 v.65, n.3, p.223-229, 2008.
- 263 VALE, M.M.; MOURA, D.J.I; NÄÄS, I.A.; PEREIRA, D.F. Characterization of heat waves  
264 affecting mortality rates of broilers between 29 days and market age. **Brazilian Journal of**  
265 **Poultry Science** v.12, n.4, p.279-285, 2010.
- 266 WITTEN, I.; FRANK, E.; HALL, M.A. **Data Mining** – Practical Machine Learning Tools.  
267 Morgan Kaufmann, 3<sup>a</sup> edition, 2011.

## 4 - DISCUSSÃO

A análise dos comportamentos de frangos de corte, para as temperaturas avaliadas nas condições de estresse brando, tanto de frio como de calor, forneceu indício de haver um conjunto de ações voluntárias comportamentais de compensação de perdas produtivas. Os comportamentos compensaram as necessidades de produção ou dissipação de calor, observado pela ausência de diferenças no desempenho produtivo no curto prazo.

A presença no comedouro foi significativamente maior na 3ª semana, em consequência da pouca cobertura de penas e menor relação superfície/volume corporal. À medida que as aves crescem, a temperatura da superfície corporal das aves reduz de 36 a 28°C em função do isolamento térmico pela camada de penas, que completa em torno dos 30 dias (CANGAR, et al., 2008; NÄÄS, et al., 2010). Frangos com peso corporal baixo tem relação superfície/volume corporal maior, o que facilita as trocas térmicas (ZUIDHOF, et al., 2014).

Os comportamentos de espreguiçar e ciscar são um indicativo de estresse por calor, a ave aumenta sua superfície de troca de calor sensível (YAHAV, et al., 2005; PEREIRA, et al., 2007). Esses comportamentos foram significativos na análise comportamental e foram classificadas na mineração de dados.

As aves mais próximas a idade de abate apresentaram comportamentos característicos de estresse por calor, passando mais tempo prostradas e com as asas afastadas, um comportamento também observado por LI, et al., (2015). Também confirma que aves mais próximas a idade de abate são mais sensíveis ao calor, e que as trocas térmicas são dificultadas pelo maior peso corporal e maior empenamento (ZUIDHOF, et al., 2014; CANGAR, et al. 2008). Na 6ª semana faixa de temperatura de conforto térmico se estreita, ou seja, o intervalo de temperaturas toleradas sem afetar a homeotermia é menor (HUBBARD, 2014; ROSS, 2014; COBB, 2012; ABREU e ABREU, 2011).

Avaliando o grau de agrupamento das aves através da mineração de dados, os frangos de corte em condição térmica de temperatura alta apresentaram grau de agrupamento baixo e na temperatura baixa foi muito alto. Para dissipar calor as aves tendem a se afastar (MACK et al., 2013; AMARAL et al., 2011) e para evitar perdas de calor sensível tendem a se manter agrupadas (BAÊTA e SOUZA, 2010).

Na prática, é necessário mais calor e mais frio para iniciar ações mitigadoras ao estresse no curto prazo, evitando o desperdício de energia, seja ela na forma de energia metabólica contida na ração fornecida para os animais e gasta para a manutenção da temperatura corporal, seja na forma de energia elétrica que é utilizada no funcionamento dos sistemas de climatização que são acionados indevidamente (PONCIANO, et al., 2011). Por

isso, são necessários mais estudos para determinar as faixas de temperaturas nas quais os mecanismos de termorregulação das aves são eficientes em manter a homeotermia.

## **5 - CONCLUSÃO**



O comportamento de frangos de corte foi suficiente para manter a produtividade em uma condição de variação de mais ou menos 8° C em torno do conforto e no curto prazo (três dias).

São necessários mais estudos para determinar tempo inicial e intensidade para o desencadeamento de perda produtiva, evitando o desperdício de energia em ações mitigadoras passíveis de compensação por respostas comportamentais e fisiológicas.

A mineração de dados possibilitou estabelecer padrões de comportamento que podem ser aplicados como indicadores de conforto térmico e na tomada de decisões que aumentam a sustentabilidade do sistema produtivo de frangos de corte.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G.; **Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil**, Revista Brasileira de Zootecnia, v.40, p.1-14, 2011.
- AMARAL, A. G. YANAGI JUNIOR, T. , LIMA, R.R. TEIXEIRA, V.H. SCHIASSI, L.. Efeito do ambiente de produção sobre frangos de corte sexados criados em galpão comercial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.3, p.649-658, 2011.
- AVICULTURA INDUSTRIAL. Brasil supera China e se torna 2º maior produtor de frango. **Revista Avicultura Industrial**, 2015. Disponível em: [http://www.aviculturaindustrial.com.br/noticia/brasil-supera-china-e-se-torna-2o-maior-produtor-de-frango/20151210094519\\_N\\_958](http://www.aviculturaindustrial.com.br/noticia/brasil-supera-china-e-se-torna-2o-maior-produtor-de-frango/20151210094519_N_958) Acesso em: 05/01/2016.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2010. 269 p.
- BORGES, S. A.; MAIORKA, A.; SILVA, A. V. F..Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.975-981, set-out, 2003.
- CANGAR, Ö. AERTS, J-M.; BUYSE, J.; BERCKMANS, D. Quantification of the spatial distribution of surface temperatures of broilers. **Poultry Science**, v.87, p.2493-2499, 2008.
- CASSUCE, D. C. **Determinação das faixas de conforto térmico para frangos de corte de diferentes idades criados no Brasil**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.
- CASSUCE, D.C.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C.; ZOLNIER, S.; CECON, P.R.; VIEIRA, M.F.A..Thermal comfort temperature update for broiler chickens up to 21 days of age. **Engenharia Agrícola**, v.33, n.1, p.28-36,. 2013.
- COBB. **Broiler Management Guide**, 2012.
- CORDEIRO, M. B.; TINÔCO, I.F.F.; MESQUITA FILHO, R.M.; SOUSA, F.C..Análise de imagens digitais para a avaliação do comportamento de pintainhos de corte. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.3, p.418-426, 2011.

COSTA, L.S.; PEREIRA, D.F.; BUENO, L.G.F.; PANDORFI, H..Some Aspects of Chicken Behavior and Welfare.**Revista Brasileira de Ciência Avícola**,v.14 / n.3 / 159-232, 2012.

DAGHIR, N. J. **Poultryproduction in hot climates**. CAB International Nosworthy Way, Wallingford, Oxfordshire2ª ed, 387p, 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.

DAWKINS, M.S. Behaviour as a tool in the assessment of animal welfare. **Zoology**, v.106, p.383-387, 2003.

FUKAYAMA, E.H.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R.; FREITAS, E.R. Effect of environmental temperature and feather coverage on the performance of two laying-type pullets lines. **Ciência Agrotecnologia**, v.29, n.6, p.1.272-1.280, 2005.

FURLAN, R.L.; Influência da temperatura na produção de frangos de corte. **VII Simpósio Brasil Sul de Avicultura**, Chapecó, SC, 2006.

GENÇ, L.; PORTIER K. M. Sensible and Latent Heat Productions from Broilers in Laboratory Conditions.**Turkish Journal of Veterinary e Animal Sciences**, n.29, p.635-643, 2005.

HARRISON, P.C., BIELLIER, H.V.. Physiological response of domestic fowl to abrupt changes of ambient air temperature.**World's Poultry Science Journal**, 48 (2), 1034–1045, 1969.

HAYNE, H. ROVEE-COLLIER, C.; GARGANO, D. Ambient Temperature Effects on Energetic Relations in Growing Chicks.**Physiology & Behavior**, V. 37, p. 203-212, 1986.

HUBBARD. **Management guide broiler**. Hubbard, 2014.Available at: <<http://www.hubbardbreeders.com/managementguides/Hubbard%20Broiler%20Management%20Guide.pdf>>Accessed: 20 set. 2015.

LARA, L.J.; ROSTAGNO, M.H..Impact of Heat Stress on Poultry Production, **Animals**, 3, 356-369, 2013.

LI, M.; WU, J.; CHEN, Z..Effects of Heat Stress on the Daily Behavior of Wenchang Chickens,**Brazilian Journal of Poultry Science**, v.17 / n.4 / 559-566, 2015.

MACARI, M.. Estresse de calor em aves. **Revista AveWorld**, 2007. Disponível em: <<http://www.ruralsoft.com.br/manejo/manejoExibe.asp?id=259#.Vrs8pvkrLIV>>. Acessado em: 07/02/2016.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E.. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Ed. Funep, 1ª edição, 2002.

MACK, L.A., FELVER-GANT, J.N., DENNIS, R.L., CHENG, H.W..Genetic variations alter production and behavioral responses following heat stress in 2 strains of laying hens. **Poultry Science**, 92, 285–294, 2013.

MAHMOUD, U.T.; ABDEL-RAHMAN, M.A.M.; DARWISH, M.H.A.; APPLGATE, T.J.; CHENG, H..Behavioral changes and feathering score in heat stressed broiler chickens fed diets containing different levels of propolis. **Applied Animal Behaviour Science**, 166 98–105, 2015.

MARÍA, G.A.; ESCÓS, J.; ALADOS, C.L..Complexity of behavioral sequences and their relation to stress conditions in chickens (*Gallus gallusdomesticus*): a non-invasive technique to evaluate animal welfare. **Applied Animal Behavior Science**, 86:93-104, 2004.

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

MOHAMED, O.H.A.; ALI, H.; MALIK, E.E.; YOUSIF, I.A..Effect of season and dietary protein level on some hematological parameters and blood biochemical compositions of three broiler strains.**International Journal of Poultry Science**, 11,787–793, 2012.

NÄÄS, I. de A.; ROMANINI, C. E. B.; NEVES, D. P.; NASCIMENTO, G. R.; VERCELLINO, R. A. Broiler surface temperature distribution of 42 day old chickens. **Scientia Agricola**, v.67, n.5, p.497-502, 2010.

NARDONE, A.; RONCHI, B.; LACETERA,L.; RANIERI, M.S.; BERNABUCCI, U.; Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. **Livestock Science**, 130, V. 57–69, 2010.

NASCIMENTO, S. T.. **Modelagem do equilíbrio térmico de frangos de corte: um estudo da geração e transferência de calor**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, 2015.

NAZARENO, A.C., PANDORFI, H., ALMEIDA, G.L.P., GIONGO, P.R., PEDROSA, E. M.R. E GUISELINI, C. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.13, n.6, p.802-808, nov./dez. 2009.

PEREIRA, D.F.; SALGADO, D.D.; NAAS, I. DE A.; CURTO, F.P.F.; MURAYAMA, M.C. Determinação de um padrão de uso de bebedouro em função da temperatura para matrizes pesadas. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Suplemento 4, p.79, 2002.

PEREIRA, D.F.; NÄÄS, I.A.; ROMANINI, C.B.; SALGADO, D.D.; PEREIRA, G.O.T. Indicadores de bem-estar baseados em reações comportamentais de matrizes pesadas. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.2, p.308-14, maio/ago. 2005.

PEREIRA, D.F.; NÄÄS, I.A.; ROMANINI, C.E.B.; SALGADO, D.D.; PEREIRA, G.O.T.. Broiler breeder behavior and egg production as function of environmental temperature. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.9 , n.1, 09 – 16, 2007.

PONCIANO, P.F. LOPES, M.A. YANAGI JUNIOR, T. FERRAZ, G.A.S. Analise do ambiente para frangos por meio da logica fuzzy: uma revisão. **Archivos de Zootecnia**, 60:1-13, 2011.

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**, n. 6, p. 707–728, 2012.

ROSS. **Broiler management handbook**, 2014.

SCHIASSI, L.. **Desempenho e comportamento de frangos de corte em túneis de vento climatizados**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2013.

SCHIASSI, L.; YANAGI JUNIOR, T.; FERRAZ, P.F.P.; CAMPOS, A.T.; SILVA, G.R.; ABREU, L.H.P..Comportamento de frangos de corte submetidos a diferentes ambientes térmicos. **Engenharia Agrícola**, v.35, n.3, p.390-396, 2015.

SEVEGNANI, K.B.; CARO, I.W.; PANDORFI, H.; SILVA, I.J.O.; MOURA, D.J. Zootecnia de precisão: análise de imagens no estudo do comportamento de frangos de corte em estresse térmico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.1, p.115-119, 2005.

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.

YAHAV, S. et al. Effects of diurnally cycling versus constant temperatures on chicken growth and food intake. **British Poultry Science**, v.37, p.43-54, 1996.

YAHAV, S.; SHINDER, D.; TANNY, J.; COHEN, S. Sensible heat loss: the broiler's paradox. **World's Poultry Science Journal**, Vol. 61, 2005.

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.

## **ANEXOS**

**1 - NORMAS DA REVISTA JOURNAL OF APPLIED ANIMAL BEHAVIOR  
SCIENCE:**



## Preparation

The use of English, punctuation and grammar should be of a sufficient high standard to allow the article to be easily read and understood. Do not quote decimals with naked points (e.g. use 0.08, not .08). Times of day should be in the format 10:00 h. Numbers less than 10 should be text, unless they are followed by a unit of measurement or are used as designators e.g. seven pigs from Group 3 were each trained for 7 days, with three sessions each lasting 3 min. Numbers greater than nine should be written as numerals.

## Article Structure

Manuscripts in general should be organized in the following order:

- Title (should be clear, descriptive and not too long)
- Name(s) of author(s) - we would like to publish full first names rather than initials, and would appreciate it if you would provide this information
- Complete postal address(es) of affiliations
- Full telephone, Fax No. and e-mail address of the corresponding author
- Present address(es) of author(s) if applicable
- Complete correspondence address including e-mail address to which the proofs should be sent
- Abstract
- Keywords (indexing terms), maximum 6 items
- Introduction
- Material studied, area descriptions, methods, techniques and ethical approval
- Results
- Discussion
- Conclusion
- Acknowledgment and any additional information concerning research grants, etc.
- References
- Tables
- Figure captions
- Tables (separate file(s))
- Figures (separate file(s)).



Manuscripts should have numbered lines, with wide margins and double spacing throughout, i.e. also for abstracts, footnotes and references. Every page of the manuscript, including the title page, references, tables, etc., should be numbered. However, in the text no reference should be made to page numbers; if necessary one may refer to sections. Avoid excessive usage of italics to emphasize part of the text. Articles should not normally exceed 25 pages of text (11-point font, aligned left and double spaced) and contain a maximum of six or seven Tables and Figures in total.

### ***Subdivision - numbered sections***

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

### ***Introduction***

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

The introduction "sets the scene" for your work. Do not over-reference statements; two or three key references should suffice unless each adds something specific. The introduction should not normally be more than 750 words (approximately three pages).

### ***Material and methods***

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

When locations are given, it should be remembered that this is an international journal and provide the state/county and country, or longitude and longitude for lesser-known locations. Full details of commercial products and technical equipment should be provided, as necessary, including name of the model, manufacturer and location of manufacture, and any Trademarks. As appropriate, a statement should be made that the work has received ethical approval or that the authors have read the policy relating to animal ethics and confirm that their study complies. Data collection and collation: units of all measures need to be specified; the experimental design should be explained together with an explanation of the experimental unit; the ways in which data are derived must be specified (e.g. individual scores were summed for the four, 12-h periods and the mean used for the analysis); the methods used for determining the normality of distribution of the residuals and homogeneity of variances need to be specified; any transformations of data need to be described; statistical analyses need to be reported in full.

### ***Results***

This section should include only results that are relevant to the hypotheses outlined in the Introduction and considered in the Discussion. Present results in tabular or graphical form (see following sections) wherever possible. Text should explain why the experiment was carried out, and elaborate on the tabular or graphical data. Sufficient data should be presented so that the reader can interpret the results independently. If data require transformation to be suitable for parametric analyses, then due consideration needs to be given as to which and how data are presented in

the manuscript. For example, putting error bars on graphs of the raw or back-transformed data is meaningless if analysis was performed on transformed data. To assist with interpretation of biological meaning, however, back-transformed means (but not errors) could be presented instead of/in addition to transformed data. In particular, statistical analyses should be complete and appropriate, and full details should be given either in the text, or in the Figures or Tables legends. Include the type of test, the precise data to which it was applied, the value of the relevant statistic, the sample size and/or degrees of freedom, and the probability level. Any assumptions that have been made should be stated. If in doubt, a statistical expert should be consulted.

## **Discussion**

The discussion should interpret the results, and set them in the context of what is already known in the appropriate field. This section should normally start with a brief summary of the main findings. The discussion should be focused and limited to the actual results presented, and should normally not exceed about 1500 words. All results presented in the Results section should be discussed (if they do not warrant discussion, they do not warrant inclusion) and there should be no presentation and discussion of results that have not been presented in the Results section (i.e. no new data presented in the Discussion). Any necessary extensive discussion of the literature should be placed in the Discussion, and not in the Introduction.

## **Conclusions**

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

It should provide a brief "take home" message and briefly outline the application/implications of the study's findings.

## **Essential title page information**

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

## Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

As this is the most-read part of a paper, it is useful to provide some data and significance levels in the description of the main results. The Abstract should not be longer than 400 words.

## Graphical abstract

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. See <https://www.elsevier.com/graphicalabstracts> for examples.

Authors can make use of Elsevier's Illustration and Enhancement service to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements: [Illustration Service](#).

## Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name.

Highlights are three to five bullet points that provide readers with a quick overview of the article. These provide the context, core results and highlight what is distinctive about the work.

- Include 3 to 5 highlights.
- There should be a maximum of 85 characters, including spaces, per highlight.
- The core results only should be covered.

See <http://www.elsevier.com/highlights> for examples.

## Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

### ***Formatting of funding sources***

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

### **Nomenclature and Units**

1. Authors and Editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the International Code of Botanical Nomenclature, the International Code of Nomenclature of Bacteria, and the International Code of Zoological Nomenclature. 2. All biotica (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) should be identified by their scientific names when the English term is first used, with the exception of common domestic animals. 3. All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified. 4. For chemical nomenclature, the conventions of the International Union of Pure and Applied Chemistry and the official recommendations of the IUPAC-IUB Combined Commission on Biochemical Nomenclature should be followed. Units and abbreviations should conform to the Systeme International d'Unites.

### **Math formulae**

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

In chemical formulae, valence of ions should be given as, e.g. Ca<sup>2+</sup>, not as Ca<sup>++</sup>. Isotope numbers should precede the symbols e.g. <sup>18</sup>O. The repeated use of chemical formulae in the text is to be avoided where reasonably possible; instead, the name of the compound should be given in full. Exceptions may be made in the case of a very long name occurring very frequently or in the case of a compound being described as the end product of a gravimetric determination (e.g. phosphate as P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

### **Footnotes**

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors can build footnotes into the text, and this feature may be used. Otherwise, please indicate the position of footnotes in the text and list the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

## Artwork

### ***Electronic artwork***

#### *General points*

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

<https://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

**You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.**

#### *Formats*

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format. Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

#### **Please do not:**

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

- Figures and Tables to be uploaded as separate files while submitting manuscript.
- Tables to be sent as editable source files (.doc or .xls) with heading on it.

### ***Color artwork***

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive**

**information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <https://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

### ***Figure captions***

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Figure captions should be understandable without reference to the main text. Figures should not duplicate results described elsewhere in the article.

### **Tables**

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules.

Table captions should provide sufficient detail that the Table can be understood without reference to the main text.

### **Limitations**

Authors should take notice of the limitations set by the size and lay-out of the journal. Large tables should be avoided. Reversing columns and rows will often reduce the dimensions of a table.

- Figures and Tables to be uploaded as separate files while submitting manuscript.
- Tables to be sent as editable source files (.doc or .xls) with heading on it.

### **References**

#### ***Citation in text***

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full.

Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

#### ***Reference links***

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames,

journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is encouraged.

A DOI can be used to cite and link to electronic articles where an article is in-press and full citation details are not yet known, but the article is available online. A DOI is guaranteed never to change, so you can use it as a permanent link to any electronic article. An example of a citation using DOI for an article not yet in an issue is: VanDecar J.C., Russo R.M., James D.E., Ambeh W.B., Franke M. (2003). Aseismic continuation of the Lesser Antilles slab beneath northeastern Venezuela. *Journal of Geophysical Research*, <http://dx.doi.org/10.1029/2001JB000884i>. Please note the format of such citations should be in the same style as all other references in the paper.

### ***Web references***

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

### ***References in a special issue***

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

### ***Reference management software***

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support Citation Style Language styles (<http://citationstyles.org>), such as Mendeley (<http://www.mendeley.com/features/reference-manager>) and Zotero (<https://www.zotero.org/>), as well as EndNote (<http://endnote.com/downloads/styles>). Using the word processor plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide.

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/applied-animal-behaviour-science>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

### ***Reference formatting***

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct. If you do wish to format the references yourself they should be arranged according to the following examples:

### **Reference style**

*Text:* All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
3. *Three or more authors:* first author's name followed by 'et al.' and the year of publication.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed first alphabetically, then chronologically.

Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999). Kramer et al. (2010) have recently shown ...'

*List:* References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

*Examples:*

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Reference to a website:

Cancer Research UK, 1975. Cancer statistics reports for the UK.

<http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> (accessed 13.03.03).

### **References to books**

If a book or monograph is cited as a source of specific information, then please give the relevant page(s).

### **Journal abbreviations source**

Journal names should be abbreviated according to the List of Title Word

Abbreviations: <http://www.issn.org/services/online-services/access-to-the-ltwa/>.



## 2- NORMAS DA REVISTA ENGENHARIA AGRÍCOLA:

*Jaboticabal, 18 de fevereiro de 2016.*

## **NORMAS PARA CONFIGURAÇÃO DO MANUSCRITO**

As normas podem sofrer alterações, portanto sempre as consulte antes da submissão do artigo.

### **1. CONFIGURAÇÃO**

- 1.1 O manuscrito deve ter no máximo cinco autores;
- 1.2 Não inserir os nomes e as identificações dos autores;
- 1.3 O texto completo pode apresentar figuras coloridas ou não (fotografias, gráficos, diagramas, etc.) e tabelas;
- 1.4 As unidades das grandezas devem ser expressas de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (<http://www.inmetro.gov.br/noticias/conteudo/sistema-internacional-unidades.pdf>);
- 1.5 Texto em editor MSWord 2010 ou superior ou totalmente compatível com esse editor;
- 1.6 Tamanho do papel: A4 (21 x 29,7 cm);
- 1.7 Espaçamento entre linhas: 2,0;
- 1.8 Tipo de letra para o texto: Times New Roman, tamanho 12;
- 1.9 Tipo de letra para o cabeçalho/rodapé: Times New Roman, tamanho 9;
- 1.10 Margens: 2 cm em todos os lados do papel;
- 1.11 Inserir numeração de páginas;
- 1.12 Inserir numeração contínua de linhas nas páginas;
- 1.13 Parágrafo de 1,0 cm;
- 1.14 Tamanho máximo do arquivo: 2,0 Mb (arquivos maiores não serão gravados no sistema);
- 1.15 Identificação dos autores: quando os autores receberem a comunicação da aceitação do manuscrito para publicação, o autor que o submeteu deverá anexar no sistema da revista, como "Documento suplementar" (Incluir Documento Suplementar) na mesma submissão, um documento contendo: último título definitivo do manuscrito e abaixo deste, os nomes completos dos autores na mesma ordem de publicação. Cada nome deverá ser seguido por um número em sobrescrito, em sequência. Abaixo dos nomes, separado por dois espaços, uma lista com a ordem numérica referente a cada autor. Nessa lista, os números vêm primeiro em sobrescrito e na frente de cada número, em texto normal, deverá constar, do respectivo autor, a titulação, instituição, departamento, etc. e um endereço de e-mail definitivo.

### **2. CATEGORIA**

Os artigos podem ser da seguinte natureza: 2.1 artigo científico; 2.2 artigo técnico, e 2.3 artigo de revisão.

- 2.1. Artigo Científico: Refere-se a relato de pesquisa original, com hipótese bem definida, prestigiando assuntos inovadores. Deve incluir Título, Resumo, Palavras-chave, Introdução, Material e Métodos, Resultados e discussão, Conclusões e Referências.

Todos os itens deverão ser destacados em letras maiúsculas e negrito.

- **Título:** Centralizado; deve ser claro e conciso, permitindo pronta identificação do conteúdo do trabalho, procurando-se evitar palavras do tipo: análise, estudo e avaliação. Um número-índice sobrescrito, como chamada de rodapé, poderá seguir-se ao título para possível explicação em se tratando de trabalho apresentado em congresso, extraído de dissertação ou tese, ou para indicar o órgão financiador da pesquisa.
- **Resumo:** O texto, contendo no máximo 14 linhas, deve iniciar-se na mesma linha do item, ser claro, sucinto e, obrigatoriamente, explicar o(s) objetivo(s) pretendido(s), procurando justificar sua importância (sem incluir referências), os resultados e as conclusões mais expressivos. Abaixo devem aparecer as *Palavras-chave* (seis no máximo, procurando-se não repetir palavras do título) escritas em letras minúsculas, em ordem alfabética e separadas por vírgula.
- **Figuras e tabelas:** Em qualquer parte do texto do manuscrito ilustrações, gráficos e fotografias devem ser inseridos com o título de "Figura" e quadros e tabelas serão sempre "Tabela". - Figuras: apresentadas com tamanho, resolução e detalhes suficientes para a composição final, preferivelmente na mesma posição do texto, podendo ser coloridas. O título e outras informações contidas na Figura deverão ser, no conjunto, autoexplicativos, para que não seja necessário recorrer a qualquer parte do texto para entender a figura. Gráficos: podem apresentar partes coloridas, sendo os eixos x e y e as divisões de escala, em cor preta, com 1/2 pt de espessura das linhas, e títulos e valores nesses eixos devem ser grafados com o mesmo tipo e tamanho de letras contidas no texto (Times New Roman 12). Os gráficos não devem conter bordas e linhas de grade e a legenda deve ser colocada na posição inferior do mesmo. As linhas das curvas ou barras e dos pontos referentes aos dados obtidos, não devem ser colocados com cores claras, como amarelo, azul claro, marrom claro, que dificultam, em fundo branco, a perfeita distinção desses. A numeração da Figura deve ser sucessiva e em algarismos arábicos. Fotografias: podem ser coloridas. 3.4 - Tabelas: as tabelas devem sempre ser elaboradas utilizando a ferramenta de tabelas do Microsoft Word ou outro "software" compatível e devem ser colocadas na página em posição retrato, evitando tabelas extensas e dados supérfluos, privilegiando-se dados médios; adequar seus tamanhos ao espaço útil do papel e colocar, na medida do possível, apenas linhas contínuas horizontais no cabeçalho principal da tabela e na última linha fechando a tabela. Linhas verticais não devem aparecer. Assim como nas Figuras o título e outras informações contidas na tabela, devem ser concisas mas autoexplicativas (não deverá ser necessário recorrer ao texto para entender completamente a tabela). Resultados apresentados em Tabelas não devem ser repetidos em Figuras e vice-versa.
- No caso de artigos submetidos em português, as tabelas e figuras deverão conter o título traduzido para o inglês.
- **Introdução:** Devem ser evitadas divagações, e se concentrando no assunto que levará o leitor a entender o objetivo do trabalho. Para isso, deve-se utilizar principalmente de bibliografia recente (últimos 5 anos e preferencialmente periódicos indexados) e apropriada para formular os problemas abordados e a justificativa da importância do assunto, deixando muito claro o(s) objetivo(s) do trabalho, utilizando no máximo 50 linhas.
- **Material e métodos:** Dependendo da natureza do trabalho, uma caracterização da área experimental deve ser inserida, tornando claras as condições em que a pesquisa foi realizada. Quando os métodos forem os consagradamente utilizados, apenas a(s)

referência(s) bastará (ão); caso contrário, é necessário apresentar descrição dos procedimentos utilizados, adaptações promovidas, etc. Unidades de medidas e símbolos devem seguir o Sistema Internacional de Unidades.

- **Resultados e discussão:** Os resultados obtidos e analisados deverão ser confrontados com os da bibliografia apresentada na Introdução e com outras pertinentes à área do trabalho, e discutidos à luz dos conhecimentos consagrados, concordando ou discordando desses com explicações científicas e ou técnicas, mas destacando principalmente a importância e a originalidade desses dados. A redação desse item deve ser elaborada não apenas relatando que os resultados obtidos concordam com ou discordam de os resultados obtidos por outros pesquisadores, mas também, de forma clara e concisa, procurar explicar por que os resultados foram esses e por que concordam ou discordam dos apresentados na literatura. e Tabelas:.
- **Conclusões:** Devem basear-se exclusivamente nos resultados do trabalho. Evitar a repetição dos resultados em listagem subsequente, buscando, sim, confrontar o que se obteve, com os objetivos inicialmente estabelecidos. As conclusões devem ser escritas de forma clara, direta e concisa, facilitando a interpretação do artigo, sem necessidade de consultar outros itens do mesmo.
- **Agradecimento(s):** Agradecimentos a pessoas e/ou a instituições devem ser inseridos, se for o caso, após as conclusões, de maneira sucinta.
- **Referências:** No texto (Introdução, Material e Métodos e Resultados e Discussão) devem ser citadas apenas as referências essenciais, o que, geralmente, não é observado em se tratando de artigos originários de teses. Especialmente em artigos científicos e artigos técnicos, pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 5 anos, e 90% das referências deverão ser de artigos científicos e/ou técnicos de periódicos com corpo editorial e indexados. Os 10% restantes se não forem de artigos científicos, deverão ser apenas de dissertações, teses ou livros. As citações no texto deverão aparecer em letras minúsculas, seguidas da data, conforme abaixo:

SOUZA & SILVA (2014), ou ainda (SOUZA & SILVA, 2014); existindo outras referências do(s) mesmo(s) autor(es) no mesmo ano (outras publicações), isso será identificado com letras minúsculas (a, b, c) após o ano da publicação: SOUZA & SILVA (2014 a). Quando houver três ou mais autores, no texto será citado apenas o primeiro autor seguido de et al., mas na listagem bibliográfica final os demais nomes também deverão aparecer. Na citação de citação, identifica-se a obra diretamente consultada; o autor e/ou a obra citada nesta é assim indicado: SILVA (2006) citado por PESSOA (2013).

Na listagem das referências citadas (item Referências) incluir apenas as mencionadas no texto e em tabelas e figuras, aparecendo em ordem alfabética e em letras minúsculas. Evitar citações de resumos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses, trabalhos não publicados, boletins técnicos e comunicação pessoal.

Qualquer dúvida, consultar a norma NBR-6023 (ago. 2002) da ABNT, mas observar as particularidades aplicadas a esta revista. A seguir, estão colocados alguns exemplos:

\*\*Qualquer fonte de referência relacionada a seguir que disponibilizar o código de identificação DOI (Digital Object Identifier), este deve ser colocado sempre como último

item da informação que está sendo listada. Ver o segundo exemplo de Revistas/Periódicos em meio eletrônico–Com DOI

Revistas/Periódicos

ALVES, S.P.; RODRIGUES, E.H.V. Sombreamento arbóreo e orientação de instalações avícolas. *Engenharia Agrícola*, v.24, n.2, p.241-245, maio/ago. 2004.

Revistas/Periódicos em meio eletrônico

PANDORFI, H.; SILVA, I.J.O., GUTSELINI, C.; PIEDADE, S.M.S. Uso da lógica fuzzy na caracterização do ambiente produtivo para matrizes gestantes. *Engenharia Agrícola*, v.27, n.1, p.83-92, jan./abr. 2007. Disponível em: <<http://endereço eletrônico da revista>>. Acesso em: 24 set. 2007.

Com DOI (Digital Object Identifier)

GALVANI, E. Estudo comparativo dos elementos do balanço hídrico climatológico para duas cidades do Estado de São Paulo e para Paris. *Confins [Online]*, v.4, n.4, 2008. Disponível em: <<http://endereço eletrônico da revista>>. doi: 10.400/confins.4733

Livros (Dar preferência ao capítulo e às páginas do capítulo em que o assunto abordado no trabalho está localizado ou, mais especificamente, somente as páginas do capítulo relativas exclusivamente ao que está sendo abordado no manuscrito).

Capítulo completo de livros ou obras semelhantes

CARVALHO, J.A. Hidráulica básica. In: MIRANDA, J.H.; PIRES, R.C.M. Irrigação. Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2003. v.2, p.1-106. (Série Engenharia Agrícola)

Capítulo de livros ou obras semelhantes: apenas a paginação específica (forma preferida)

CARVALHO, J.A. Associação de bombas. In: MIRANDA, J.H.; PIRES, R.C.M. Irrigação. Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2003. v.2, p.57-64. (Série Engenharia Agrícola)

Anais de congressos, simpósios, encontros científicos ou técnicos (devem ser evitados)

MARINI, V.K.; ROMANO, L.N.; DALLMEYER, A.U. A análise da operação agrícola como base para a definição de requisitos funcionais no processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35, 2006, João Pessoa. Anais... João Pessoa: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2006. 1 CD-ROM.

Dissertações e teses (evitar)

CORTEZ, J.W. Densidade de semeadura da soja e profundidade de deposição do adubo no sistema plantio direto. 2007. 87f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

Documento cartográfico (mapa, fotografia aérea, imagem de satélite, imagem de satélite digital)

BRASIL e parte da América do Sul: mapa político, escolar, rodoviário, turístico e regional. São Paulo: Michalany, 1981. 1 mapa, color., 79 cm x 95 cm. Escala 1:600.000.

IGC - INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO (São Paulo, SP). Projeto Lins Tupã: foto aérea. São Paulo, 1986. Fx 28, n.15. Escala 1:35.000.

LANDSAT TM5. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1987-1988. Imagem de satélite. Canais 3, 4 e composição colorida 3, 4 e 5. Escala 1:100.000.  
 ESTADOS UNIDOS. National Oceanic and Atmospheric Administration. GOES- 08: SE. 13 jul. 1999, 17:45Z. IR04. Injari: UNIVALL. Imagem de satélite: 1999071318. GF: 557 Kb.

Órgãos públicos, instituições, associações

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10520: informação e documentação:

Citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, 1999. 412 p.

BRASIL. Agência Nacional de Petróleo. Biodiesel: novas perspectivas de sustentabilidade. Rio de Janeiro, 2002. 27 p.

Equações: Todas as equações que fizerem parte do texto deverão ser alinhadas com o parágrafo e numeradas, como segue:

$$y = a \cdot x + b \quad (1)$$

em que,

y - velocidade,  $m \cdot s^{-1}$  ;

a - coeficiente angular;

x - rotação,  $rad \cdot s^{-1}$ , e

b - coeficiente linear.

Equações mais complexas deverão ser elaboradas com a ferramenta "Equação" do editor de texto Word, mantendo o mesmo tipo e o mesmo tamanho da fonte do texto (Times New Roman – 12).

2.2. Artigo Técnico: Deverá retratar avanços em teorias, metodologias e técnicas, sem apresentação de hipótese. Quando se tratar de estudo de caso, as conclusões devem apresentar proposições. Deve ser redigido em linguagem técnica, de fácil compreensão, sobre assuntos de interesse para a Engenharia Agrícola, por autor(es) que demonstre(m) experiência sobre o assunto tratado, permitindo orientação para os diferentes usuários da Engenharia Agrícola. Somente justifica-se a apresentação de artigos que tragam contribuição sobre o assunto e não simplesmente casos pessoais ou de interesse restrito. Com maior liberdade de estilo do que em artigos científicos, os artigos técnicos devem, na maioria das vezes, conter os seguintes itens: Título, , Resumo, Palavras-Chave, Introdução, Descrição do Assunto, Conclusões e Referências.

- Cabeçalho: ARTIGO TÉCNICO deve aparecer no cabeçalho da primeira página, em letras maiúsculas, sublinhadas, negritadas, centralizadas e espaçadas de 1,1 cm da margem superior.

- Títulos, Resumo, Palavras-chave, Abstract e Keywords devem seguir as mesmas normas descritas para artigo científico relatadas no item 3 – Composição.
- Introdução: deve conter breve histórico, esclarecendo a importância, o estágio atual do assunto, apoiando-se em revisão bibliográfica, e deixar claro o objetivo do artigo.
- Descrição do Assunto: com diferentes títulos que podem ser divididos em subitens, deve-se discorrer sobre o assunto, apontando-se as bases teóricas, trazendo experiências e recomendações, discutindo e criticando situações, baseando-se ao máximo em bibliografia e normas técnicas sobre o assunto.
- Conclusões: quando couberem, devem ser redigidas de forma clara e concisa, coerentes com o(s) objetivo(s) estabelecido(s). Não devem ser uma simples rerepresentação de outros parágrafos do artigo.

2.3 Artigo de Revisão: É a apresentação, exclusivamente a pedido do Conselho Editorial da revista, de um estudo, reunindo, analisando e discutindo o estado da arte e propondo perspectivas futuras sobre um assunto de importância para a Engenharia Agrícola. Tal estudo deverá estar baseado em ampla pesquisa bibliográfica, permitindo compilação dos conhecimentos existentes. Embora com maior liberdade de estilo do que em artigos científicos, os artigos de Revisão devem conter os seguintes itens: Título, Resumo, Palavras-Chave, Introdução, Revisão, Conclusões e Referências. Para a redação desse trabalho de revisão, devem ser seguidas as mesmas orientações para composição de artigos científicos, com as seguintes particularidades:

- Cabeçalho: ARTIGO DE REVISÃO deve aparecer no cabeçalho da primeira página em letras maiúsculas, sublinhadas, negritadas, centralizadas e espaçadas de 1,1 cm da margem superior.
- Introdução: deve conter breve histórico, situando a importância, o estágio atual do assunto e o objetivo da revisão.
- Revisão: seguir as normas de citação da revista. Se necessário, pode ser dividida por assuntos em subitens. A redação deve ser crítica e não apenas mera exposição dos assuntos; deve apresentar sequência lógica por ordem de assuntos e/ou cronológica. Sempre que possível, deve conter uma análise comparativa dos trabalhos sobre o assunto tratado.
- Conclusões: devem ser apresentadas de forma clara e concisa, coerentes com o(s) objetivo(s) estabelecido(s). Não devem ser uma simples rerepresentação de parágrafos da revisão.

**IMPORTANTE:** Antes de realizar o pagamento da taxa de submissão do artigo, favor verificar se o mesmo encontra-se dentro do escopo da revista Engenharia Agrícola!