

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CAMPUS DOIS VIZINHOS  
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA**

**LUCAS JOSÉ OBEROSLER**

**AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DE FRANGOS DE  
CORTE DOS 21 AOS 28 DIAS ATRAVÉS DO ÍNDICE DE  
TEMPERATURA E UMIDADE-ITU**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**DOIS VIZINHOS  
2017**

LUCAS JOSÉ OBEROSLER

**AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DE FRANGOS DE  
CORTE DOS 21 AOS 28 DIAS ATRAVÉS DO ÍNDICE DE  
TEMPERATURA E UMIDADE-ITU**

Trabalho de Conclusão de Curso,  
apresentado ao Curso de Zootecnia da  
Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná, Campus Dois Vizinhos, como  
requisito parcial à obtenção do título de  
ZOOTECNISTA.

Orientadora: Profa. Dr. Angélica Signor  
Mendes;  
Coorientador: Edgar de Souza Vismara.

DOIS VIZINHOS

2017



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Dois Vizinhos  
Gerência de Ensino e Pesquisa  
**Curso de Zootecnia**



**TERMO DE APROVAÇÃO  
TCC**

**AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DE FRANGOS DE  
CORTE DOS 21 AOS 28 DIAS ATRAVÉS DO ÍNDICE DE  
TEMPERATURA E UMIDADE-ITU**

Autor: Lucas José Oberosler

Orientador: Angélica Signor Mendes

Coorientador: Edgar de Souza Vismara

TITULAÇÃO: Zootecnista

APROVADO em 30 de junho de 2017.

---

**Zootecnista Alessandro Soares**

---

**Prof Dr. Edgar de Souza Vismara**

---

**Prof Dr. Angélica Signor Mendes  
(Orientadora)**

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais Abel e Elizabete.

A minha irmã Rafaela.

Aos meus avôs Angello e David (*in memorian*).

A minha avó Cemilda (*in memorian*) e Umbelina.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pela oportunidade de realizar o curso.

A todos os amigos que ajudaram em minha coleta de dados, em especial Bruna, Antonio, Douglas, Raquel, Vanesa, Kérolen, Luana e Tainara.

Agradecer em especial a minha namorada Cintia Grandó por estar sempre ao meu lado, me dando conforto quando precisei e por tudo o que fez por mim.

Ao Senhor Valtuir Mezzalira, por ter cedido o aviário para fazer o experimento.

Em especial agradecer a professora Paola de Freitas Feltrin, por ter me orientado no TCC1.

A professora Angélica Signor Mendes, por ter me orientado em meu TCC2.

Ao professor Edgar de Souza Vismara, por ter me ajudado na parte estatística de meu trabalho.

A todos que em algum momento me ajudaram a realizar meu trabalho, serei eternamente grato.

Obrigado!

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 OBJETIVO .....</b>	<b>10</b>
2.1. Objetivo geral .....	10
2.2. Objetivos específicos .....	10
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>11</b>
3.1 Evolução genética dos frangos de corte .....	11
3.2 Homeotermia e conforto térmico em frangos de corte .....	12
3.3 Zona de conforto térmico em aves .....	14
3.4 Sistemas de ventilação em aviários comerciais .....	16
3.5 Índices de conforto térmico .....	17
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
4.1 Descrição da área experimental.....	19
4.2 Avaliação dos parâmetros ambientais.....	21
4.3 Delineamento experimental e análises estatísticas.....	22
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>25</b>
5.1 Resultados da análise para as diferentes horas de coleta para os dois lotes avaliados.....	24
5.2 Resultados da análise das horas em função dos dias e porções em dois lotes.	27
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>36</b>

## RESUMO

OBEROSLER, Lucas José: **Avaliação do conforto térmico de frangos de corte dos 21 aos 28 dias através do Índice de Temperatura e Umidade-ITU**, 2017. 39p. 2017, 39p. (Trabalho de Conclusão de Curso) Programa de Graduação em Bacharelado em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

A avicultura é um setor que está em constante evolução, surgindo cada vez mais tecnologias que auxiliam o produtor a produzir mais sem afetar o bem estar dos animais. O trabalho teve por objetivo avaliar o conforto térmico de frangos de corte na última semana (21 aos 28 dias). O aviário situa-se dentro do Câmpus da UTFPR-DV e foi dividido em quatro porções (inicial 1, meio 2, meio 3, e final 4) avaliadas durante oito dias, em três horas distintas (8:00, 12:00 e 16:00 horas) durante dois lotes. Foram medidas a temperatura do ar e a umidade relativa através de um termohigrometro em oito pontos por porção, pelo mesmo avaliador. Estas variáveis ambientais foram usadas para fazer o cálculo do Índice de Temperatura e Umidade (ITU). Utilizou-se o *software* estatístico R, em que foram comparados dias, horas e porções. Os dias não influenciaram no conforto térmico das aves, somente a porção e as horas que afetaram o maior ou menor ITU. Os animais ficaram dentro da faixa de conforto térmico independente do dia. As porções finais do aviário foram as que tiveram maior desconforto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resfriamento Evaporativo. Ambiência. Avicultura.

## ABSTRACT

OBEROSLER, Lucas José: **Thermal comfort evaluation of broiler chickens from 21 to 28 days using the ITU Temperature and Humidity Index**, 2017, 39p. (Trabalho de Conclusão de Curso) Programa de Graduação em Bacharelado em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

Poultry farming is a sector that is constantly evolving, with more technologies that help producers without affecting animal welfare. The objective of this study was to evaluate the thermal comfort of broilers in the last week (21 to 28 days). The aviary was located inside the Campus of the UTFPR-DV and divided into four portions (initial 1, medium 2, medium 3, and final 4) evaluated during eight days in three distinct hours (8:00, 12:00 and 4:00 p.m.) for two lots. Air temperature and relative humidity were measured through a thermocouple meter at eight points per portion by the same evaluator. These environmental variables were used to calculate the Temperature and Humidity Index (ITU). Statistical software R was used, in which days, hours and portions were compared. The days did not influence the thermal comfort of the birds, only the portion and the hours that affected the greater or lesser ITU. The animals were within the range of independent thermal comfort of the day. The final portions of the aviary were the ones that had the greatest discomfort.

**KEY WORDS:** Evaporative Cooling. Ambience. Poultry farming.



## 1 INTRODUÇÃO

A avicultura no Brasil tem se destacado cada vez mais no agronegócio mundial. A produção brasileira em 2015 passou das 13 bilhões de toneladas, fazendo com que o Brasil passasse a posição de segundo maior produtor mundial de frangos de corte. Desta produção cerca de 67% foi destinada ao consumo interno e o restante para exportação (ABPA, 2016). A região Sul é responsável por grande parte da produção nacional de frangos. O Paraná, dos estados do sul, é o que mais se destaca, tendo grande participação na produção total de frangos no Brasil (BELUSSO & HESPANHOL, 2010).

O município de Dois Vizinhos, comumente chamado de “Capital do Frango”, têm a avicultura como principal atividade das propriedades, gerando muitos empregos direta e indiretamente. Conta com várias empresas na área, de pequeno a grande porte, prestando assistência a todos os produtores da região, tendo uma produção de cerca de 1,1 milhões de aves/ano (IPARDES, 2016).

A evolução da avicultura aconteceu aliando melhoramento genético a tecnologias e manejo fazendo com que atualmente consiga se abater os frangos cada vez mais cedo, com alto peso corporal e rendimento de carcaça. Porém, esta evolução trouxe um problema metabólico as aves, tornando-as sensíveis ao estresse térmico (BORGES et al., 2003), pois as mesmas apesar do alto metabolismo, não possuem um sistema termorregulador eficiente, ainda mais em clima quente (LAGANÁ, 2008).

Com isso se torna necessário avaliar o ambiente, mas também tudo o que envolve a cadeia avícola. Somente assim tem-se ideia do que esta afetando a avicultura e principalmente a sua produção, tornando-se cada vez mais importante a avaliação e estudo da ambiência, uma vez que este setor esta em constante evolução.

Este trabalho tem por objetivo verificar se as aves estão em conforto térmico em diferentes porções do aviário em função do sistema de resfriamento utilizado. Assim podemos avaliar se o sistema de resfriamento evaporativo está em condição de manter um aviário com temperatura semelhante em todas as porções e manter o conforto térmico das aves.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Avaliar o conforto térmico das aves, na última semana de idade (21 aos 28 dias), em distintas porções do aviário.

### 2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar o nível de conforto térmico das aves por meio do índice de temperatura e umidade em diferentes horários de cada dia;
- Analisar o possível efeito do resfriamento evaporativo em diferentes pontos internos de aviários comerciais.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Evolução genética dos frangos de corte

Os avanços tecnológicos voltados para o setor da avicultura foram decisivos para que cada vez mais a atividade se difundisse e ganhasse mais espaço no mercado, aumentando cada vez mais a sua competitividade e produção. Conforme estas tecnologias foram aumentando, a genética teve o mesmo crescimento, e com isso os animais necessitam de suporte para poderem expressar o seu melhor potencial produtivo, tanto na sua alimentação como em seu ambiente (SANTOS, 2008). O frango de corte é um dos animais que mais se desenvolve com rapidez e tem uma alta eficiência nutricional, o que acaba sendo uma fonte de proteína de custo mais baixo e acessível aos consumidores, uma vez que são alojados vários animais em um curto espaço de tempo (MENEGALI et al., 2010).

Com a intensa evolução genética na busca de um crescimento mais rápido associado a altas taxas metabólicas, o processo de perda de calor das aves se torna ineficiente, gerando problemas metabólicos e de manejo (LAGANÁ, 2008). As aves possuem uma tolerância ao calor maior quando jovens, à medida que a ave cresce e se desenvolve esta tolerância diminui, se tornando mais tolerantes ao frio, isso se deve por que grande parte do material genético é importada de países onde o clima é temperado, por isso as aves provenientes destes países são estudadas e melhoradas para aguentarem mais o frio, não se adaptando ao clima brasileiro (NASCIMENTO & SILVA, 2009).

Zuidhof et al., (2014), estudando o crescimento, a eficiência e a produtividade dos frangos de corte Ross 308 de três genéticas distintas observaram que houve um grande progresso genético tanto no crescimento como na diminuição da conversão alimentar das aves (Tabela 1).

Tabela 1: Peso corporal, Ganho Médio Diário (GMD) e Conversão Alimentar (CA) de frangos de corte da linhagem Ross 308 de três genéticas distintas (1957, 1970 e 2005) em função idade.

Peso Corporal (g)	1957	1970	2005
0 Dias	34	42	44
28 Dias	316	632	1396
56 Dias	905	1808	4202
Ganho Médio Diário (g)	1957	1970	2005
0 Dias	4,6	8,9	15,09
28 Dias	15,3	33,2	81,09
56 Dias	23,0	42,0	101,1
Conversão Alimentar (g de ração/g de peso vivo)	1957	1970	2005
0 Dias	2,55	1,38	1,10
28 Dias	3,08	1,70	1,48
56 Dias	2,85	2,13	1,91

Fonte: adaptado de ZUIDHOF et al., 2014.

Essa elevada taxa metabólica faz com que a ave produza muito calor, o que dificulta o processo de produção e aumenta a necessidade de se criar um ambiente totalmente climatizado e que ofereça conforto para estes animais. No Brasil, por ser um país tropical, fica ainda mais difícil das aves perderem calor. Para isso, lança-se mão de sistemas de aclimatização, buscando facilitar o processo de dissipação de calor, proporcionando cada vez mais o conforto destes animais (LAGANÁ, 2008).

### 3.2 Homeotermia e conforto térmico em frangos de corte

As aves são animais homeotérmicos, ou seja, possuem a capacidade de manter sua temperatura corporal dentro de uma margem pequena, na qual a temperatura do ambiente oscila. Animais homeotérmicos, mantêm sua temperatura devido à homeostase, que é um conjunto de sistemas integrados que atuam para fazer tal processo. O principal sistema envolvido é o nervoso e os outros sistemas subjacentes como o sistema respiratório e circulatório são essenciais para o controle da homeotermia (RODRIGUES, 2006).

Todos os mecanismos termorreguladores que controlam a temperatura da ave estão localizados no hipotálamo, onde este é acionado por termoreceptores (Figura 1). Uma vez acionados, enviam comando ao hipotálamo para que o mesmo

ative o sistema nervoso autônomo e desencadeie respostas fisiológicas hormonais (NAVAS, 2014).

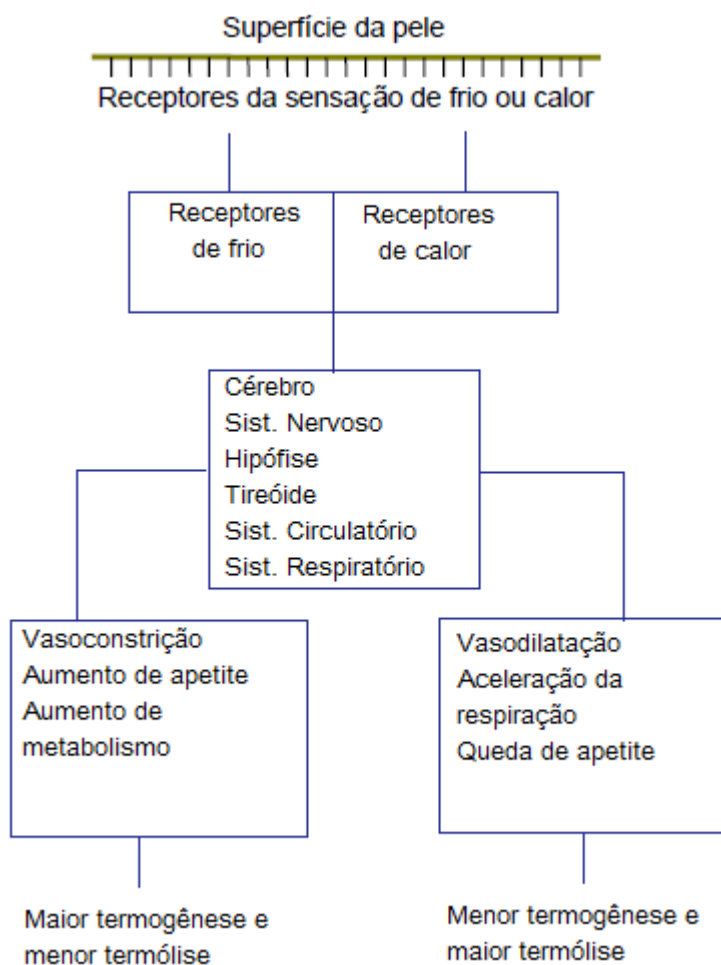


Figura 1. Processos fisiológicos acionados por frio ou calor (MEDEIROS & VIEIRA 1997).

Os fatores correlacionados ao ambiente (temperatura, umidade do ar, radiação e velocidade do vento) são os que mais influenciam o desempenho produtivo das aves afetando a sua capacidade homeotérmica. Esta temperatura é mantida em função de seu metabolismo ou perda para o meio, se em excesso (RODRIGUES, 2006).

A ave somente mantém a sua temperatura constante quando há um equilíbrio entre os mecanismos de ganho e perda de calor, e assim quando todos estes mecanismos estão em constante equilíbrio com o ambiente, o animal consegue manter a homeostase (NAVAS, 2014). Quando necessitam produzir calor, entram em processo de termogênese que ocorre quando a temperatura ambiente está

abaixo da qual seria de conforto. Do contrário termólise ocorre quando a ave deve perder calor para o ambiente, para entrar em conforto (BRIDI, 2006).

O conceito de conforto térmico no que se refere a animais confinados diz que o balanço térmico do animal fique nulo, ou seja, o calor produzido através do metabolismo mais o calor ganho pelo ambiente sejam dissipados por radiação, convecção, condução e evaporação (MENEGALI, 2005). Quando um animal está dentro da sua zona de termoneutralidade, ele não gasta energia para manter sua homeotermia, uma vez fora desta zona seu desempenho produtivo e reprodutivo diminui, sendo que os extremos são fatais (TINÔCO, 2001). Todo o alimento ingerido pelas aves cerca de 80% é necessário para se realizar a homeotermia, e os 20% restantes são usados para produção (ABREU & ABREU, 2011).

### 3.3 Zona de conforto e estresse térmico em aves

A zona de conforto térmico ou zona termoneutra é considerada a faixa de temperatura ambiente na qual o esforço termorregulatório é mínimo, não havendo sensação de frio ou calor, e o desempenho do animal é máximo. As aves têm uma zona de conforto térmico relacionada a sua idade, que sofre algumas alterações, em função da temperatura e umidade (Tabela 2).

Tabela 2. Guia de Temperatura e Umidade em função da idade de frangos de corte Cobb.

Idade (dias)	Umidade relativa (%)	Temperatura (°C)
1	35-40	32-33
7	40-60	29-30
14	50-60	27-28
21	50-60	24-26
28	50-65	21-23

Fonte: adaptado de COBB (2008).

Quando o animal está submetido a temperaturas dentro da zona de conforto térmico (ZCT) diz-se que o animal está mantendo sua homeotermia. Quando exposto a temperaturas inferiores a ZCT, o aporte de energia não é suficiente, fazendo com o que o animal entre em hipotermia. Quando submetido a temperaturas

acima da ZCT, a temperatura corporal interna se eleva, fazendo com o que animal entre em hipertermia (Figura 2).

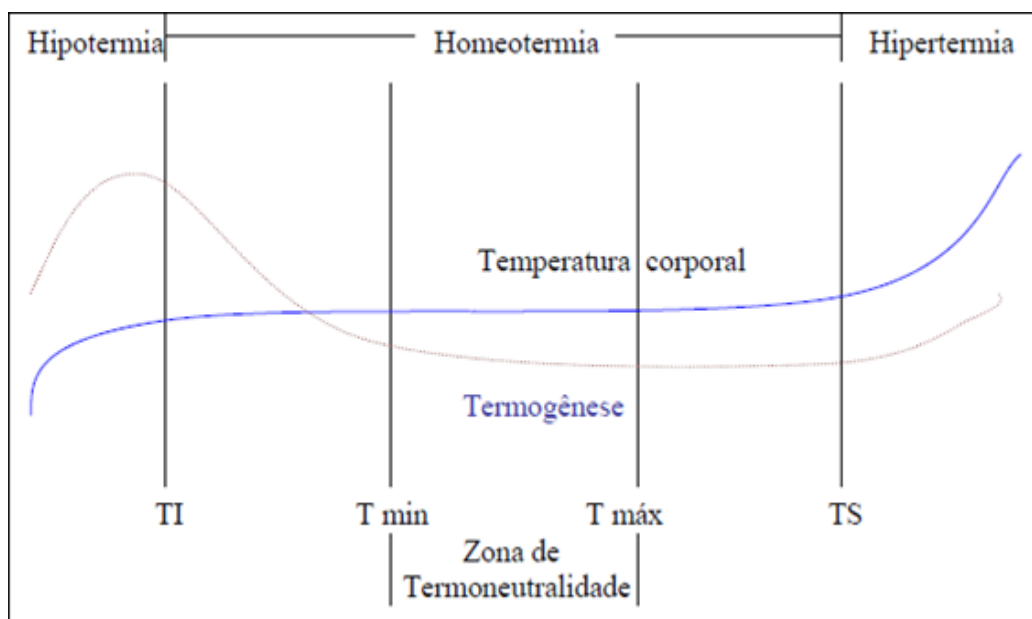


Figura 2: Zona de conforto térmico (BRIDI, 2006).

Para manter o conforto térmico, as aves realizam trocas térmicas de duas maneiras: trocas de calor sensível ou latente. As trocas de calor latente ocorrem por evaporação, sendo importante a superfície corporal e as vias respiratórias, pois estes animais têm poucas glândulas sudoríparas. Este processo é o mais exaustivo, pois para eliminar cerca de um grama de água são necessárias 530 calorias, sendo o que mais afeta a perda de calor neste processo é o quanto de ar é expelido pela ave, pela umidade dentro do galpão, e frequência respiratória (ABREU et al., 2011).

Para que a ave consiga dissipar o calor deve haver um diferencial de temperatura ave/ambiente, e quanto maior for esta diferença mais fácil de perder calor (NASCIMENTO & SILVA, 2009). Medeiros & Vieira (1997) afirmou que quando a temperatura corporal das aves é menor que a do ambiente, ela perde calor por dois meios: condução, por meio do qual a ave perde calor principalmente para superfícies mais frias como a água; ou por convecção, que seria basicamente o vento, e para aumentar esta perda a ave abre as asas e eriça as penas aumentando assim a sua superfície de área corporal. Quando a temperatura está acima em relação a superfície corporal do animal, a ave perde calor por meio da evaporação quando o animal ofega, e dependendo da umidade do ar pode perder mais ou

menos calor. Outra resposta fisiológica é o aumento da frequência respiratória, para dissipar calor para o meio (BORGES et al., 2003).

Em ambientes quentes o frango reduz a ingestão de alimento (PELICANO et al., 2005; BROSSI et al., 2009), fazendo com que ocorra uma redução da taxa de crescimento e do nível de produtividade que, sob o ponto de vista zootécnico, são indesejáveis (VIEIRA, 2008). Além disso, o estresse por calor também está associado com a redução da composição química e qualidade da carne de frangos de corte (LU et al., 2007; DAÍ et al., 2012; IMIK et al., 2012).

### 3.4 Sistemas de ventilação em aviários comerciais

Atualmente na avicultura se trabalha com altas densidades de criação e com isso é necessária uma renovação do ar dentro das instalações (SANTOS 2008). São usados hoje em dia basicamente dois tipos de ventilação: por pressão positiva e por pressão negativa. Estes sistemas de ventilação têm por função a renovação do ar, retirar gases tóxicos de dentro do aviário, retirar umidade e manter uma temperatura uniforme dentro do galpão (SANTOS 2008; MENEGALI et al., 2010). No sistema de ventilação negativa, exaustores são posicionados no fundo do galpão, e em alguns casos nas laterais, os mesmos succionam o ar de dentro do aviário, expulsando para fora do mesmo. Neste sistema de ventilação é necessário que o aviário seja totalmente vedado, para que nada interfira na retirada do ar (MENEGALI et al., 2010).

Os exaustores são ligados quando a temperatura interna do aviário ultrapassa a temperatura considerada de conforto dos animais, de acordo com sua faixa etária. Todo o processo ocorre em etapas, conforme a temperatura que há dentro do aviário. O ar entra com uma temperatura inferior, e vai sendo succionado pelos exaustores, e assim com este sistema se busca manter uma temperatura uniforme em todo aviário, tolerando 3 °C para mais ou para menos nas extremidades (TINÔCO, 2001).

### 3.5 Índices de conforto térmico

Os índices de conforto térmico procuram englobar vários fatores e variáveis tanto ambientais como fisiológicas e assim podem ser divididos em: índices



biofísicos que se baseia em trocas de calor com o animal e o ambiente, fazendo uma correlação com o conforto térmico dos animais e as trocas de calor; Índices fisiológicos que se baseia nas reações fisiológicas que acontecem devido a temperatura seca do ar, temperatura média radiante, umidade e velocidade do ar; Índices subjetivos que consiste na sensação subjetiva do conforto na qual as condições de conforto térmico possui variações. O método mais empregado para se fazer a avaliação do conforto térmico de animais de produção é o ITU (índice de temperatura e umidade) (FROTA, 2006).

Neves et al., (2009) afirmam que o ambiente térmico é caracterizado por um grande número de fatores e assim se fez necessário juntar tais fatores em um número para representar todas as variáveis. Sendo assim, o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) serve para nos informar tais variáveis, podendo ser composto por temperatura de bulbo seco e de bulbo úmido, também pode ser usada a temperatura do ponto de orvalho para se relacionar o maior desempenho dos animais.

Inicialmente o uso dos índices de conforto térmico foram aplicados para seres humanos. O uso do Índice de Temperatura e Umidade – ITU passou a ser usado para animais, quando Johnson et al. (1962) trabalhando com vacas leiteiras, observaram que com o aumento do ITU haviam quedas significativas na produção destes animais. O uso do ITU não é recomendado em condições externas de ambiente, uma vez que o mesmo não reflete a carga térmica radiante que atua sobre os animais (BUFFINGTON et al., 1981).

O uso do ITU para aves foi descrito por Chepete et al. (2005), para frangos com idades entre 3 e 4 semanas ( $ITU=0,62T_{\text{bulbo seco}}+0,38T_{\text{bulbo úmido}}$ ) e entre 5 e 6 semanas de criação ( $ITU=0,71T_{\text{bulbo seco}}+0,29T_{\text{bulbo úmido}}$ ). Conclui-se com o estudo realizado pelos autores que para ITU superior a 24 inicia-se o risco de maior mortalidade. Vale et al. (2008), descreveu como sendo o ITU médio diário de 23 o limite para iniciar a incidência de impacto na mortalidade de frangos de corte com mais de 28 dias de idade.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Descrição da área experimental

O aviário utilizado para este estudo localiza-se na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos (UTFPR), localizada no município de Dois Vizinhos - PR, com altitude de 556 metros, 25°44'05" S de latitude e 53°03'31" W de longitude, pertencente a mesorregião do Sudoeste do Paraná.

O aviário possui dimensões de 12 m de largura e 125 m de comprimento, com 2,3 m de pé direito e cobertura com telhas fibrocimento 6 mm. Possui ainda, muretas laterais de 0,30m de altura, piso de chão batido, tela de número 2 para fechamento lateral, cortinas laterais na cor amarela na parte interna e na parte externa na cor azul, com sistema de ventilação de pressão negativa com sistema de resfriamento evaporativo adiabático de tela sombrite (Figura 4) com malha de 75%. O galpão está posicionado na orientação leste-oeste e possui gramado como vegetação circundante e nas laterais possui árvores Uva Japão (*Hovenia dulcis*) (Figura 3).



Figura 3: Vegetação circundante ao aviário.



Figura 4: Sistema de resfriamento.

O aviário é equipado com comedouros tipo prato automático e bebedouros tipo nipple. Para o sistema de resfriamento, o aviário dispõe de 7 exaustores localizados no fundo do aviário com capacidade de 0,8 a 1 m/s cada (Figura 5).



Figura 5: Exaustores do aviário.

As linhagens das aves foram Ross 308 e Ross TM4 ambos fêmeas, provenientes do incubatório de Dourados Mato Grosso do Sul. Foram alojadas aproximadamente 25.000 pintainhos chegando ficar com 17 aves/m<sup>2</sup> no final do lote. As aves foram distribuídas nas porções em torno de 6.250 aves por porção, e cada porção ficou com 30 m.

## 4.2 Avaliação dos parâmetros ambientais

Os parâmetros ambientais foram avaliados quando as aves atingiram 21 dias de idade até 28 dias de idade em dois lotes comerciais. Os aviários foram divididos em quatro porções (inicial 1, meio 2, meio 3 e final 4) e medidas três vezes ao dia (8:00, 12:00 e 16:00 horas) (Figura 10). Sendo coletados pela mesma pessoa todos os dias.

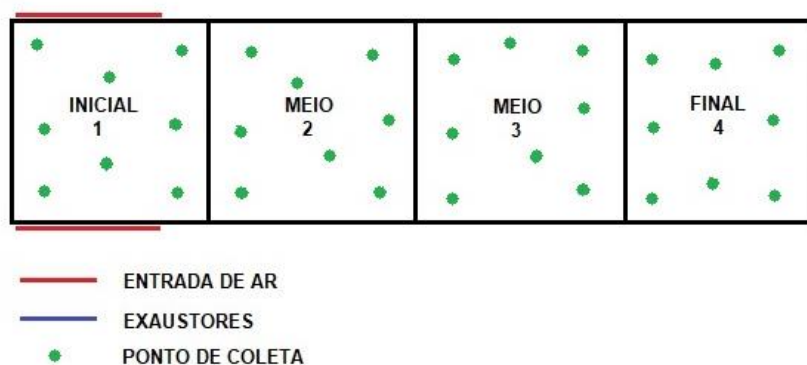


Figura 10: Croqui das porções do aviário.

Foram coletadas variáveis ambientais internas no aviário, sendo elas: Temperatura de bulbo seco (TBS) e umidade relativa do ar (UR) com auxílio de termohigrometro digital (Figura 11) em oito pontos dentro de cada porção.



Figura 11: Termohigrometro Digital

Os dados ambientais obtidos foram usados para calcular o Índice de Temperatura e Umidade, conforme equação descrita por Chepete et al. (2005), para frangos de 3 a 4 semanas de idade:

$$ITU = 0,62TBS + 0,38TBU$$

Onde: TBS= temperatura de bulbo seco, TBU= temperatura de bulbo úmido em °C. A temperatura de bulbo úmido (TBU) será obtida por meio da equação descrita por Stull (2001):

$$TBU = TBS \times \text{ATAN}[0,151977(UR+8,313659)^{1/2}] + [\text{ATAN}(TBS+UR) - \text{ATAN}(UR-1,676331) + 0,00391838(UR)^{3/2}] \times \text{ATAN}(0,023101 \times UR) - 4,686035$$

Onde: TBU= Temperatura de Bulbo Úmido, °C; TBS= Temperatura de Bulbo Seco, °C; UR= Umidade Relativa do ar, %; e ATAN= Arco Tangente.

#### 4.3 Delineamento experimental e análises estatísticas

O aviário será dividido em 4 porções (inicial 1, meio 2, meio 3 e final 4), onde foram feitas as coletas de dados em 3 horas do dia ( 8:00, 12:00 e 16:00). Dentro de cada porção foram medidas a temperatura do ar e a umidade relativa do ar.

O experimento foi dividido em dois momentos de medição  $d = 2$ . Em cada momento as medições foram conduzidas em  $a = 8$  dias distintos, definindo assim a parcela principal (pp). Cada parcela foi dividida em 3 subparcelas (sp), onde foram medidas o ITU em  $b = 3$  horas do dia (08:00, 12:00 e 16:00 horas). Cada subparcela foi dividida em  $c = 4$  porções do aviário definindo-se assim a subsubparcela (ssp). Cada subsubparcela teve  $r = 8$  repetições (pontos de coleta). Em cada uma das 1536 subsubparcelas ( $d \times a \times b \times c \times r = 2 \times 8 \times 3 \times 4 \times 8$ ) as variáveis climáticas foram medidas e analisadas segundo o modelo descrito abaixo:

$$y_{ijklm} = \mu + \rho l + \alpha_i + (\rho \alpha) l i \quad \text{parcela principal (pp)} \\ + \beta_j + (\alpha \beta) i j + (\alpha \beta \rho) i j l \quad \text{subparcela (sp)} \\ + \gamma_k + (\alpha \gamma) i k + (\beta \gamma) j k + (\alpha \beta \gamma) i j k + (\alpha \beta \gamma \rho) i j k l m \quad \text{subsubparcela (ssp).}$$

Com:

$$i = 1, 2, \dots, a$$

$$j = 1, 2, \dots, b$$

$k=1,2,\dots,c$

$l=1,2,\dots,d$

$m=1,2,\dots,r$

$\mu$ =a média geral;

$\rho_l$  = efeito aleatório do l-ésimo momento de medição;

$\alpha_i$  = efeito fixo do i-ésimo dia de medição;

$\beta_j$ =efeito fixo da j-ésima hora do dia;

$\gamma_k$  = efeito fixo da k-ésima porção do aviário;

$(\alpha\beta)_{ij}$  ;  $(\alpha\gamma)_{ik}$  e  $(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$  = interação dos efeitos fixos descritos acima; e

$(\rho\alpha)_{li}$  ;  $(\alpha\beta\rho)_{ijl}$  e  $(\alpha\beta\gamma\rho)_{ijklm}$  são os efeitos aleatórios independentes de cada um dos três níveis de parcela com:

$(\rho\alpha)_{li} \sim N(0, \sigma_{2pp}^2)$ ,  $(\alpha\beta\rho)_{ijl} \sim N(0, \sigma_{2sp}^2)$  e  $(\alpha\beta\gamma\rho)_{ijklm} \sim N(0, \sigma_{2spp}^2)$ .

O *software* estatístico usado foi o R (R Core Team 2016) e o pacote lme4 (Bates et al., 2015). Os dados foram ajustados primeiramente por mínimos quadrados ordinários para se verificar a necessidade de transformação da variável devido a algum desvio em relação ao pressuposto do modelo linear.

Caso o pressuposto de normalidade fosse quebrado procede-se a transformação boxcox (Gaudry & Laferrière, 1989), onde elava-se o valor de y por uma potencia ( $\lambda$ ) qualquer. Essa operação simples realiza uma série de transformações matemáticas complexas, como segue:

$\lambda = 2,00$  potencia de 2;

$\lambda = 1,00$ : sem transformação;

$\lambda = 0,50$  raiz quadrada;

$\lambda = 0,33$  raiz cubica;

$\lambda = 0,25$  raiz a quarta;

$\lambda = 0,00$  logaritmo natural;

$\lambda = -0,25$  inversa de raiz a quarta;

$\lambda = -0,33$  inversa da raiz cubica;

$\lambda = -0,50$  inversa da raiz quadrada;

$\lambda = -1,00$  inversa.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a checagem dos pressupostos o modelo foi ajustado e atendido e os dados e parâmetros foram estimados pelo método de máxima verossimilhança restrita.

Através do resultado da Anova (tabela 3) que foi realizado para ambas as medições, pode-se perceber que os dias isoladamente não tiveram efeito significativo, bem como a interação entre dia e hora, assim não foi analisado estes fatores. Todos os demais efeitos foram significativos. A interação dos três fatores foi significativa por isso foi comparado cada fator dentro de cada combinação dos demais fatores, pelo teste de Tukey 5% (0,05).

Tabela 3: Anova com avaliação de dias, hora e porção e a interação entre os fatores dia/hora, dia/porção, hora/porção e dias/hora/porção, para os dois lotes avaliados.

	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>	<b>GL</b>	<b>Valor-p</b>
<b>Dias</b>	6,5550644	6,999952	0,9364376	7	0,0772791
<b>Hora</b>	34,114103	15,999621	17,0570515	2	0,0000001
<b>Porção</b>	305,818874	1416,000656	101,9396247	3	0,0000000
<b>Dias:hora</b>	7,683436	15,999621	0,5488169	14	0,1215234
<b>Dias:porção</b>	44999312	1416,000656	2,1428244	21	0,0000000
<b>Hora:porção</b>	169,497116	1416,000656	28,2495194	6	0,0000000
<b>Dias:hora:porção</b>	90,557307	1416,000656	2,1561264	42	0,0000000

Valores de 'p' maior que 5% (0,05) não possuem significância.

### 5.1 Resultados da análise para as diferentes horas de coleta para os dois lotes avaliados

Analisando as porções dentro da medição das 08:00 horas no decorrer dos dias como mostra a tabela 4, notou-se que a porção 4 foi a que teve maior ITU neste horário, porém em todas as porções as aves estavam dentro da faixa de conforto. Este fato pode ter ocorrido devido a ventilação mínima que ocorre neste horário, e assim não teve uma boa troca de ar no final do aviário. A porção com menor ITU foi a porção 1, proporcionando um maior conforto térmico as aves, uma vez que fica bem próximo a entrada de ar do aviário e sua temperatura é mais amena.



Coelho (2015), mapeando um aviário no período diurno e noturno, observou que o ITU se manteve em conforto no período da manhã, bem como no final do dia que seriam os períodos com temperaturas mais amenas.

A medição das 08:00 horas foi a que teve mais diferença entre as porções, salvo algumas exceções.

Tabela 4: Valores médios de ITU as 08:00 horas, em dois lotes avaliados, em função dos dias e porções

DIAS	1	2	3	4	5	6	7	8
P O R Ç Ã O	21,90 (4) a	21,38 (4) a	21,02 (4) a	21,30 (3) a	20,41 (4) a	17,87 (4) a	19,41 (4) a	19,50 (4) a
	20,72 (3) b	20,55 (3) b	21,02 (3) a	21,10 (4) a	20,33 (3) a	17,30 (3) b	19,33 (3) a	19,23 (3) a
	19,86 (2) c	18,66 (2) c	19,78 (2) b	20,19 (2) b	19,03 (2) b	17,13 (2) b	18,39 (2) b	18,32 (2) b
	18,45 (1) d	17,97 (1) d	19,57 (1) b	19,63 (1) c	18,27 (1) c	16,38 (1) c	17,32 (1) c	17,63 (1) c

Letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey 5% de significância. As porções estão entre parênteses.

Levando em consideração a medição das 12:00 horas houve bastante variação, e a porção 3 foi o maior ITU nos dias 2, 5, 6 e 8 respectivamente (tabela 5). Os valores médios de ITU encontrados nestes dias ficaram na faixa considerada crítica. Esta desuniformidade pode ter acontecido por falhas das lonas que fazem com que o ar seja puxado para dentro do aviário em locais onde não deveriam entrar ar, pois neste período que se usa mais o sistema de ventilação e a pressão interna é maior.

Amaral, (2016) analisando o ITU em diferentes horas do dia observou que o ITU apresenta faixas ao longo do aviário, ficando com maior valor de ITU a medida que se aproximou dos exaustores, estas faixas observadas foram nos períodos mais quentes do dia bem como a desuniformidade destas faixas ao longo do aviário.

Tabela 5: Valores médios de ITU as 12:00 horas, em dois lotes avaliados, em função dos dias e porções

DIAS	1	2	3	4	5	6	7	8
P O R Ç Ã O	23,08 (4) a	22,39 (3) a	24,58 (1) a	22,38 (2) a	21,88 (3) a	22,31 (3) a	21,47 (1) a	22,17 (3) a
	22,71 (3) a	21,96 (2) ab	24,49 (3) ab	22,26 (1) a	21,49 (4) ab	22,15 (4) a	21,28 (3) a	22,14 (1) a
	21,98 (2) b	21,73 (4) b	24,41 (2) ab	22,18 (3) a	21,46 (2) ab	21,54 (1) b	21,19 (2) a	22,06 (2) a
	21,61 (1) b	21,59 (1) b	24,06 (4) b	21,26 (4) b	21,20 (1) b	21,32 (2) b	20,65 (4) b	21,97 (4) a

Letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey 5% de significância. As porções estão entre parênteses.

Já as 16:00 horas a porção com maior ITU foi a porção 3, nos dias 1, 2, 5, 6 e 8, já a porção 4 depois da porção 3 foi que ficou com maior ITU, nos dias 3, 4 e 7. Todos os dias as aves ficaram dentro da faixa de conforto, exceto no dia 1 e 3 que ficou na faixa crítica. Este horário ficou bem parecido com as 08:00 horas, pois são as horas mais amenas do dia, e como são as porções mais pro fundo do aviário são as que mais sofrem com temperatura e conseqüentemente maior desconforto das aves.

Tabela 6: Valores médios de ITU as 16:00 horas, em dois lotes avaliados, em função dos dias e porções

DIAS	1	2	3	4	5	6	7	8
P O R Ç Ã O	22,50 (3) a	21,81 (3) a	23,55 (4) a	21,07 (4) a	21,05 (3) a	21,29 (3) a	21,29 (4) a	21,79 (3) a
	22,28 (4) a	22,61 (2) ab	23,42 (3) ab	20,81 (3) a	20,91 (4) a	21,26 (4) a	21,27 (3) a	21,76 (4) a
	21,69 (2) b	22,59 (1) ab	22,97 (2) bc	19,88 (2) b	20,62 (2) a	20,83 (2) a	20,85 (2) ab	20,99 (2) b
	20,84 (1) c	22,18 (4) b	22,75 (1) c	19,29 (1) c	19,99 (1) b	20,08 (1) b	20,37 (1) b	20,99 (1) b

Letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey 5% de significância. As porções estão entre parênteses.

Os valores de ITU ficaram na faixa de 21 a 22, sendo o limite para estarem em conforto 21. Então pode-se dizer que as aves estiveram em conforto independente do dia da hora e da porção em ambos os lotes, salvo algumas exceções como exemplo no dia 3 às 12:00 e 16:00 horas, que o ITU ficou acima de 22 independente da porção.

Analisando o ITU Campos (2013), pode observar que os valores medidos as 08:00 foram sempre mais baixos, e teve o seu pico próximo as 14:00 horas, onde seria o horário em que a instalação esta liberando calor para o aviário. Porém os animais ficaram dentro da faixa de conforto mesmo no período mais quente do dia.

## 5.2 Resultado da análise das horas em função dos dias e porções em dois lotes

Nesta análise foi possível saber qual a hora do dia que teve maior ITU, como ilustra as tabelas (tabelas de 7 a 14) e figuras (figuras de 8 a 15) de cada dia.

Tabela 7: Valores de ITU em relação às horas dentro do dia 1 e porções.

<b>PORÇÃO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>H O R A S</b>	21,61 (12) a	21,98 (12) a	22,71 (12) a	23,08 (12) a
	20,84 (16) a	21,69 (16) ab	22,20 (16) a	22,28 (16) a
	18,45 (8) b	19,86 (8) b	20,72 (8) a	21,90 (8) a

Letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey 5%. As horas estão entre parênteses.

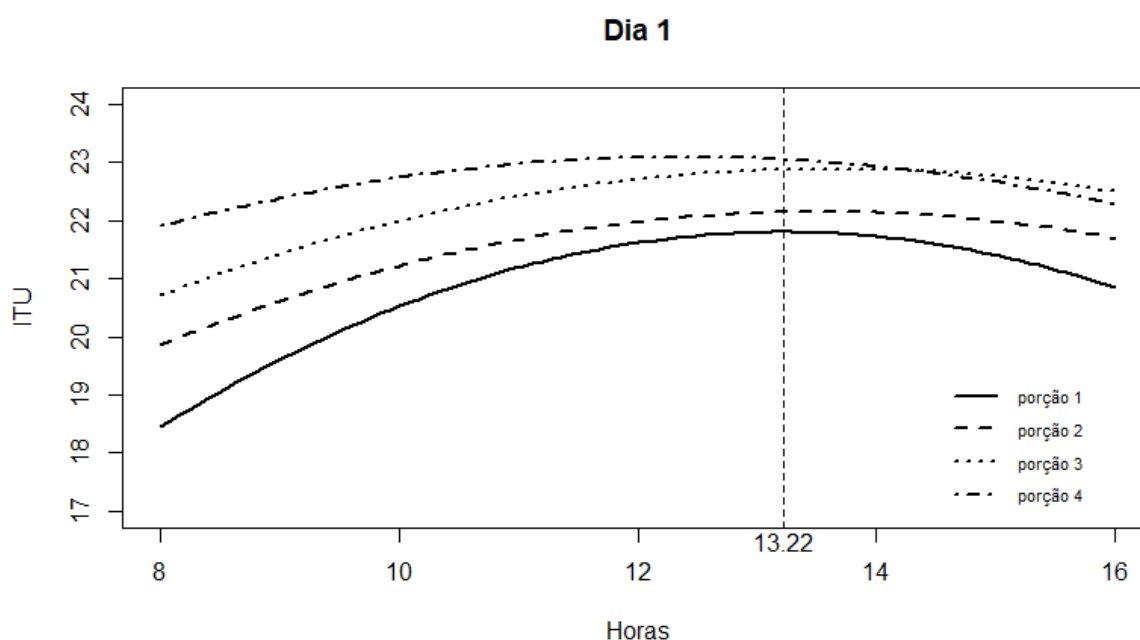


Figura 8: Dia 1 com as 4 porções e hora máxima do ITU.

Tabela 8: Valores de ITU em relação às horas dentro do dia 2 e porções.

<b>PORÇÃO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>H O R A S</b>	22,59 (16) a	22,61 (16) a	22,81 (16) a	22,18 (16) a
	21,59 (12) a	21,96 (12) a	22,39 (12) ab	21,73 (12) a
	17,97 (8) b	18,66 (8) b	20,55 (8) b	21,38 (8) a

Letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey 5%. As horas estão entre parênteses.

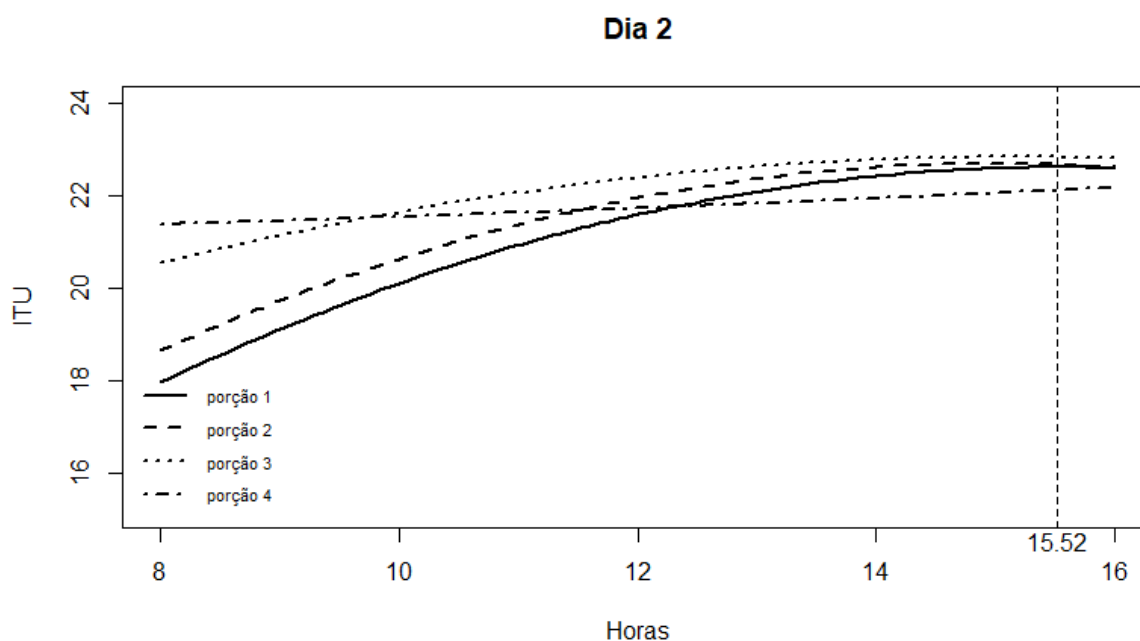


Figura 9: Dia 2 com as 4 porções e hora máxima do ITU.

Tabela 9: Valores de ITU em relação às horas dentro do dia 3 e porções.

PORÇÃO	1	2	3	4
<b>H</b>	24,58 (12) a	24,41 (12) a	24,49 (12) a	24,06 (12) a
<b>O</b>	22,75 (16) a	22,97 (16) a	23,42 (16) a	23,55 (16) a
<b>R</b>				
<b>A</b>				
<b>S</b>	19,57 (8) b	19,78 (8) b	21,02 (8) b	21,02 (8) b

Letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey 5%. As horas estão entre parênteses.

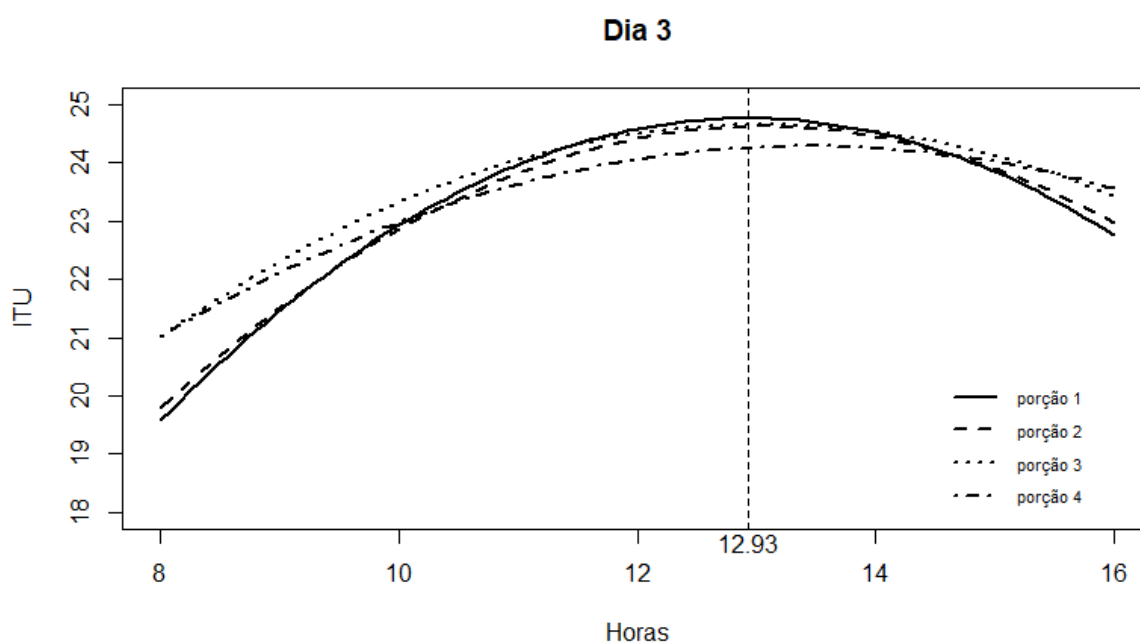


Figura 10: Dia 3 com as 4 porções e hora máxima do ITU.

Tabela 10: Valores de ITU em relação às horas dentro do dia 4 e porções.

PORÇÃO	1	2	3	4
H O R A S	22,26 (12) a	22,38 (12) a	22,18 (12) a	21,26 (12) a
	19,63 (8) b	20,19 (8) b	21,30 (8) a	21,10 (8) a
	19,29 (16) b	19,88 (16) b	20,81 (16) a	21,07 (16) a

Letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey 5%. As horas estão entre parênteses.

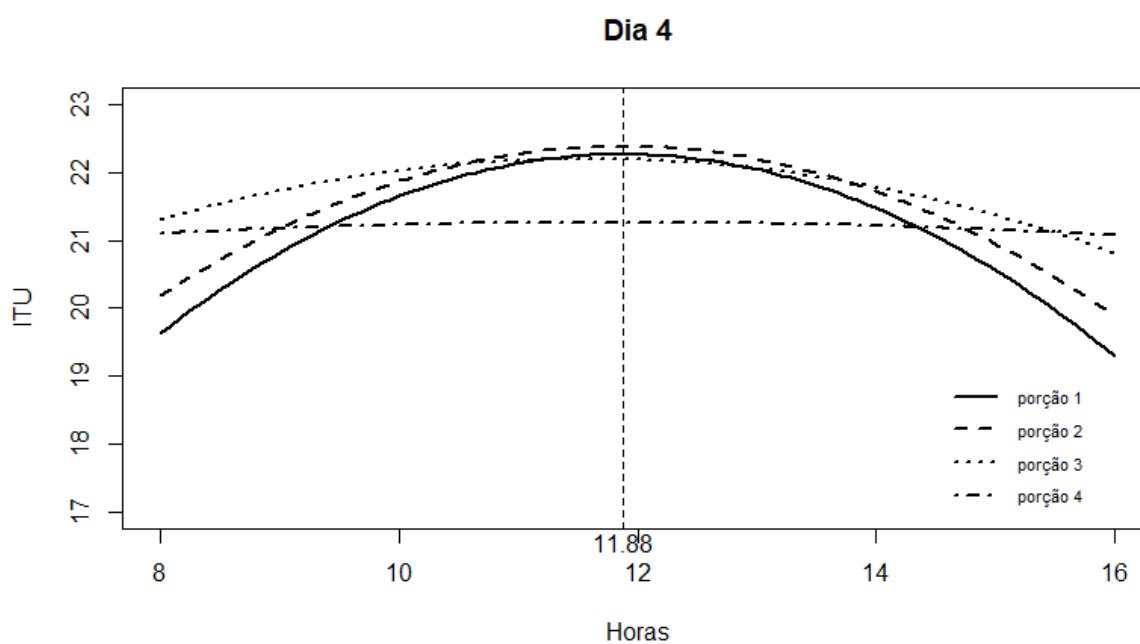


Figura 11: Dia 4 com as 4 porções e hora máxima do ITU.

Tabela 11: Valores de ITU em relação às horas dentro do dia 5 e porções.

PORÇÃO	1	2	3	4
H O R A S	21,20 (12) a	21,46 (12) a	21,88 (12) a	21,49 (12) a
	19,99 (16) ab	20,62 (16) ab	21,05 (16) a	20,91 (16) a
	18,27 (8) b	19,03 (8) b	20,33 (8) a	20,41 (8) a

Letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey 5%. As horas estão entre parênteses.

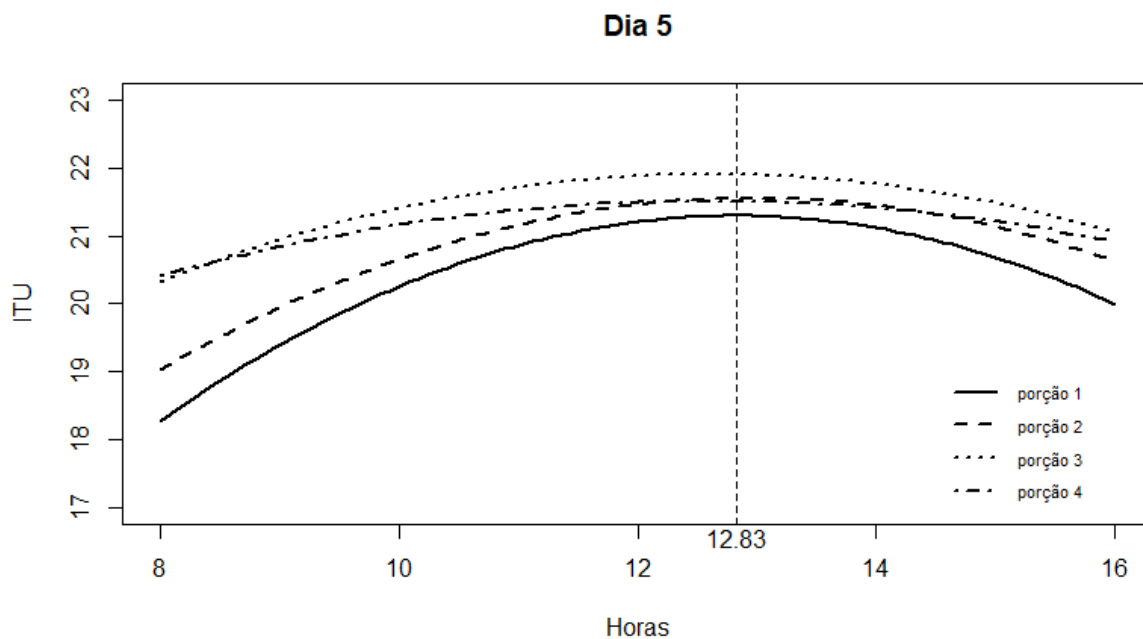


Figura 12: Dia 5 com as 4 porções e hora máxima do ITU.

Tabela 12: Valores de ITU em relação às horas dentro do dia 6 e porções.

<b>PORÇÃO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>H</b>	21,54 (12) a	21,32 (12) a	22,31 (12) a	22,15 (12) a
<b>O</b>				
<b>R</b>	20,08 (16) a	20,83 (16) a	21,29 (16) a	20,37 (16) a
<b>A</b>				
<b>S</b>	16,38 (8) b	17,13 (8) b	17,30 (8) b	17,87 (8) b

Letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey 5%. As horas estão entre parênteses.

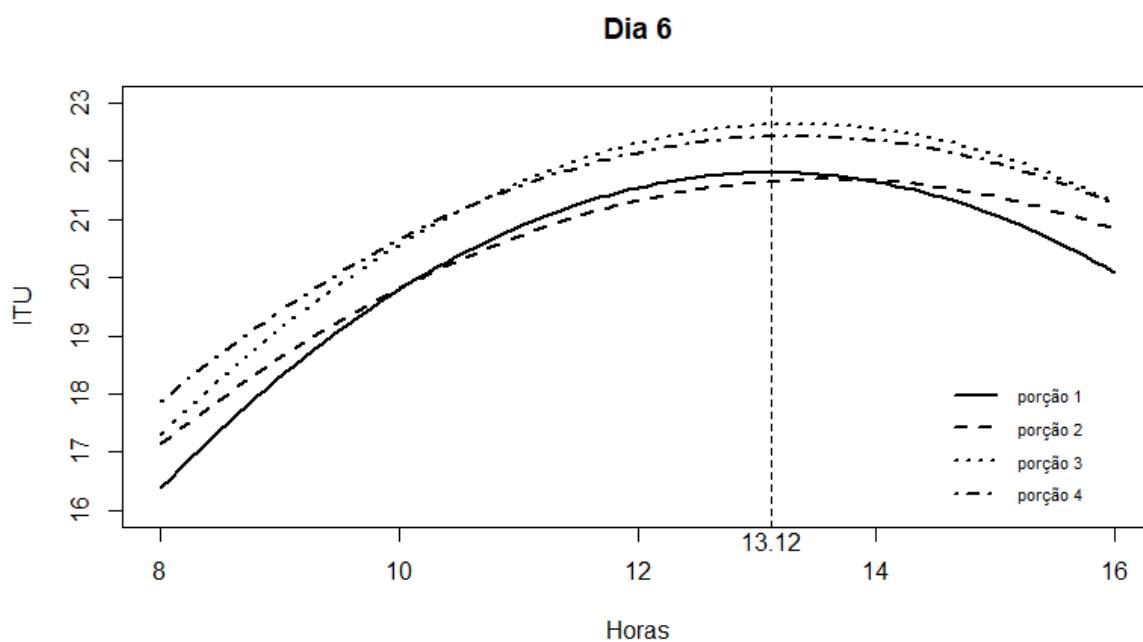


Figura 13: Dia 6 com as 4 porções e hora máxima do ITU.

Tabela 13: Valores de ITU em relação às horas dentro do dia 7 e porções.

PORÇÃO	1	2	3	4
H O R A S	21,47 (12) a	21,19 (12) a	21,28 (12) a	21,29 (12) a
	20,37 (16) a	20,85 (16) a	21,27 (16) a	20,65 (16) a
	17,32 (8) b	18,39 (8) b	19,33 (8) a	19,41 (8) a

Letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey 5%. As horas estão entre parênteses.

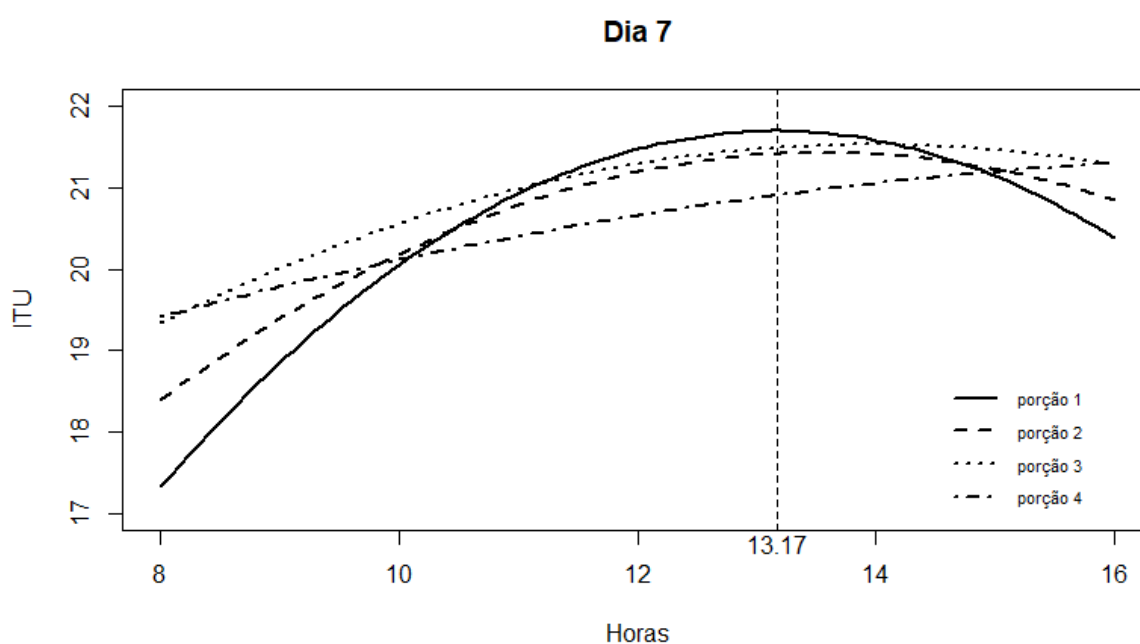


Figura 14: Dia 7 com as 4 porções e hora máxima do ITU.

Tabela 14: Valores de ITU em relação às horas dentro do dia 8 e porções.

PORÇÃO	1	2	3	4
H O R A S	22,14 (12) a	22,06 (12) a	22,17 (12) a	21,97 (12) a
	20,99 (16) a	20,99 (16) a	21,79 (16) a	21,76 (16) a
	17,63 (8) b	18,32 (8) b	19,23 (8) b	19,50 (8) b

Letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey 5%. As horas estão entre parênteses.

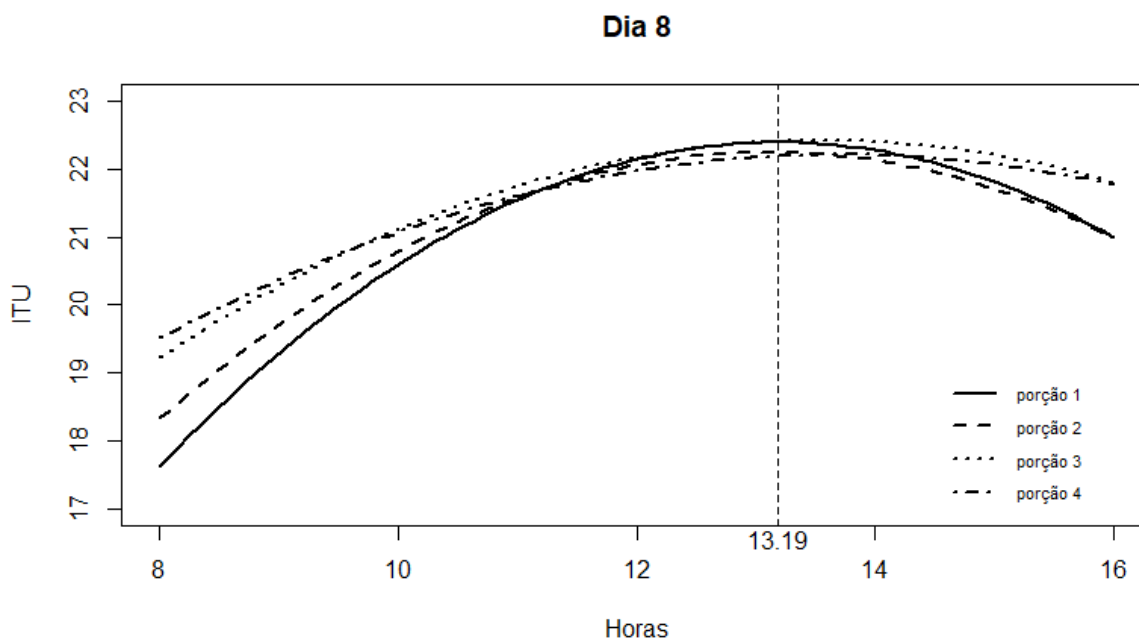


Figura 15: Dia 8 com as 4 porções e hora máxima do ITU.

Os dados obtidos de ITU de cada porção foram feitos uma curva de ITU em relação a cada dia medido, para saber como se comportou o conforto térmico dos frangos ao longo dos dias, e assim tivemos o horário de maior desconforto dos aves em relação a hora do dia.

Em todos os dias os valores máximo de ITU ficou no período entre o meio dia ate as duas horas. Ficando fora desta faixa de horário somente o dia 2 e 4, que tiveram o ITU máximo por volta das 15:52 e 11:38, isso pode ter ocorrido pois neste dia havia chovido e a umidade estava alta. Os valores de ITU encontrados por Staub (2016) em períodos de alta pluviosidade foram maiores se comparados quando a pluviosidade foi menor. O horário de maior desconforto como descreve Amaral, (2016) ficou depois das 12:00 horas.

Chepete et al., (2005), descrevem que os animais estão em conforto em um ITU de até 21, entre 22 a 24 é a faixa crítica e acima de 24 além dos animais estarem em desconforto inicia-se um risco maior de mortalidade.

Os dados obtidos de ITU na maioria dos dias ficaram entre 21 e 22, ficando no limite de conforto, apenas no dia três que o ITU ficou na faixa de 24, que já é considerado desconforto as aves. Este fato pode ter ocorrido devido a temperatura do dia que ficou acima dos 30° C e com uma umidade em torno de 60%, que dificultou as trocas de calor da ave, consequentemente um maior desconforto.



Vale et al. (2008) encontraram um maior índice de mortalidade quando o ITU atingiu a faixa de 23.

Na medição das 08:00 horas os ITUs ficaram crescentes, sendo a porção 1 com menor ITU e a porção 4, com o maior. Ao passar das horas os valores foram ficando mais próximos.

## **CONCLUSÃO**

Os dias não influenciaram no conforto térmico. As horas avaliadas que tiveram maior valor médio de ITU foram às 12:00 e 16:00 horas.

A porção final do aviário (3 e 4) ocasionou maior desconforto térmico às aves independente do dia avaliado.

## REFERÊNCIAS

ABREU, Paulo Giovanni; ABREU, Valéria Maria Nascimento ; FRANCISCON, Luziane; COLDEBELLA, Arlei; AMARAL Adriana Garcia. Estimativa da temperatura de globo negro a partir da temperatura de bulbo seco, **Revista engenharia da agricultura**, v.19, n.6, Viçosa-MG, 2011.

ABREU, Valéria Maria Nascimento; ABREU, Paulo Giovanni de. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 256, p. 1-14, 2011.

AMARAL, Adriana Garcia do, et al. ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE (ITU) AO LONGO DE UM GALPÃO AVÍCOLA COMERCIAL CLIMATIZADO. **Jornada Acadêmica da UEG campus Santa Helena de Goiás**, v. 5, n. 1, 2016.

Associação Brasileira de Proteína Animal-ABPA. Relatório Anual de 2016. Disponível em: <[http://abpa-br.com.br/storage/files/versao\\_final\\_para\\_envio\\_digital\\_1925a\\_final\\_abpa\\_relatorio\\_anual\\_2016\\_portugues\\_web1.pdf](http://abpa-br.com.br/storage/files/versao_final_para_envio_digital_1925a_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web1.pdf)> Acesso em: 14/05/2016.

BATES, Douglas et al,. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. **Jornal of Statistical Software**67. 2015.

BELUSSO, Diane; HESPANHOL, Antonio Nivaldo. A evolução da avicultura industrial brasileira e seus efeitos territoriais. **Revista Percorso**, v. 2, n. 1, p. 25-51, 2010.

BORGES, Sebastião Aparecido; MAIORKA, Alex; SILVA, Ana Vitória Fischer da. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, p. 975-981, 2003.

BRIDI, Ana Maria. Adaptação e aclimação animal. **Apostila de Bioclimatologia**, 2006.

[http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia\\_arquivos/AdaptacaoeAclimatacaoAnimal.pdf](http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia_arquivos/AdaptacaoeAclimatacaoAnimal.pdf)

BROSSI, Camila et al. Estresse térmico durante o pré-abate em frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, 2009.

BUFFINGTON, D. E. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711-0714, 1981.

CAMPOS, Alessandro Torres et al. Eficiência de sistema de aquecimento auxiliar para aviários, com base nos índices de conforto térmico. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 3, 2013.

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

COBB. **Manual de manejo de frangos de corte COBB**. 2008. Disponível em: <http://wp.ufpel.edu.br/avicultura/files/2012/04/Cobb-Manual-Frango-Corte-BR.pdf>  
Acesso em: 14/05/2016.

COELHO, Diogo de R. et al. Mapeamento do ambiente térmico de aviários de postura abertos em sistema vertical de criação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 19, n. 10, 2015.

DAI, S. F. et al. Effects of dietary glutamine and gamma-aminobutyric acid on meat colour, pH, composition, and water-holding characteristic in broilers under cyclic heat stress. **British poultry science**, v. 53, n. 4, p. 471-481, 2012.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. Studio Nobel, 2006.

GAUDRY, Marc & LAFERRIÈRE, Richard. The Box-Cox Transformation. 1989.

IMIK, Hilit. et al. Meat quality of heat stress exposed broilers and effect of protein and vitamin E. **British poultry science**, v. 53, n. 5, p. 689-698, 2012.

IPARDES- Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Caderno Estatístico de Dois Vizinhos**. 2016. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=85590&btOk=ok>

JHONSON, H. D.; et al. **Effects of various temperature-humidity combinations on milk production of Holstein cattle**. Columbia Missouri Agricultural Experimental Station, (Reserch Bulletin, 791), 1962.

LAGANÁ, Christine. Influência de altas temperaturas na alimentação de frangos de corte. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 5, n. 2, p. 1-9, 2008.

LU, Q.; WEN, J.; ZHANG, H. Effect of chronic heat exposure on fat deposition and meat quality in two genetic types of chicken. **Poultry Science**, v. 86, n. 6, p. 1059-1064, 2007.

MEDEIROS, Luís Fernando Dias; VIEIRA, Debora Helena. Bioclimatologia animal. Ministério da Educação e Cultura. **Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro- UFRRJ**. 1997.

MENEGALI, IRENE; **Diagnóstico da qualidade do ar**, 2005, Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. 2005.

MENEGALI, Irene; BAETA, F. C.; TINOCO, I. de FF; Cordeiro, MB; Guimarães, MCC Desempenho produtivo de frangos de corte em diferentes sistemas de instalações semi climatizadas no sul do Brasil. **Engenharia na Agricultura**, v. 18, p. 461-471, 2010.

NASCIMENTO, Sheila Tavares; DA SILVA, IJO. As perdas de calor das aves: entendendo as trocas de calor com o meio. **Revista AviSite**, 2009.

NAVAS, Thuany de Oliveira. **Estresse por calor na produção de frangos de corte**. 2014. 35 f. Tese de conclusão de curso. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

NEVES, Maria Luciana Menezes Wanderley et al. Níveis críticos do índice de conforto térmico para ovinos da raça Santa Inês criados a pasto no agreste do Estado de Pernambuco-DOI: 10.4025/actascianimsci. v31i2. 3766. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 2, p. 169-175, 2009.

PELICANO, E. R. L. et al. Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar protéica ou energética sobre o ganho de peso e crescimento ósseo de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, p. 353-360, 2005.

R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria. **R Foundation for Statistical test Computing**. 2016.

RODRIGUES, Edmundo; Conforto Térmico das Construções-Edmundo. Fisiologia da Homeotermia. 2006. <http://ead.sitescola.com.br/arquivo/documento/homeotermia.pdf>

SANTOS, Pedro Antonio dos et al. Qualidade do ar, conforto térmico e desempenho de frango de corte em dois sistemas de aquecimento e de ventilação. **Universidade Federal de Viçosa-UFV** 2008.

STAUB, Lidiane et al. Ambiência interna e externa em galpão de frangos de corte nas diferentes épocas do ano e fases de criação. **Nativa**, v. 4, n. 3, p. 128-133, 2016.

STULL, Roland. Wet-bulb temperature from relative humidity and air temperature. **Journal of Applied Meteorology and climatology**, v. 50, n. 11, p. 2267-2269, 2001.

TINÔCO, Ilda de Fátima Ferreira. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista brasileira de ciência Avícola**, 2001.

VALE, Marcos Martinez et al. Data mining to estimate broiler mortality when exposed to heat wave. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 3, p. 223-229, 2008.

VIEIRA, Bruno Serpa. Influência do condicionamento térmico precoce e do fotoperíodo diário sobre o desempenho e a tolerância térmica de frangos de corte em fase final de criação. **Universidade Estadual Paulista**. Jaboticabal, 2008.

ZUIDHOF, Martin. J. et al. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. **Poultry science**, v. 93, n. 12, p. 2970-2982, 2014.