

Amanda Vasconcelos Guimarães  
Fernando Moraes Machado Brito  
(Organizadores)

# ZOOTECNIA:

Sistema de produção animal e forragicultura 2



Atena  
Editora  
Ano 2022

Amanda Vasconcelos Guimarães  
Fernando Moraes Machado Brito  
(Organizadores)

# ZOOTECNIA:

Sistema de produção animal e forragicultura 2



**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

*Open access publication* by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



## Zootecnia: sistema de produção animal e forragicultura 2

**Diagramação:** Daphynny Pamplona  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Amanda Vasconcelos Guimarães  
Fernando Moraes Machado Brito

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Z87 Zootecnia: sistema de produção animal e forragicultura 2 / Organizadores Amanda Vasconcelos Guimarães, Fernando Moraes Machado Brito. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0175-9

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.759220305>

1. Zootecnia. I. Guimarães, Amanda Vasconcelos (Organizadora). II. Brito, Fernando Moraes Machado (Organizador). III. Título.

CDD 636

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.





## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

Apesar das atuais circunstâncias, onde o mundo inteiro passa por crises econômicas e ambientais, a produção agropecuária cresce anualmente e em muitos países é o que vem sustentando a economia. Esse crescimento é aliado a muito estudo e descoberta de novas técnicas que aliam alta produtividade e desenvolvimento sustentável. E nesse contexto, é fundamental que os pesquisadores e instituições de pesquisa continuem a descobrir novas técnicas e soluções que busquem sempre a melhoria da produção.

O e-book, intitulado “Zootecnia: Sistemas de produção animal e forragicultura 2”, traz oito capítulos sobre diferentes assuntos relacionados a bem-estar animal, produção animal e produção de forragem. Esta obra abordará temas como: balanço energético negativo e o puerpério em vacas leiteiras, uso de imagens termográficas na avaliação do conforto térmico de vacas leiteiras em sala de ordenha, avaliação do microclima em modelos em escala reduzida, distorcida e similitude parcial com sistema de aspersão na cobertura, efeito da argila chacko na alimentação como ligante de toxinas na carne de frango em condições semitropicais, importância da proteína na dieta do pirarucu, características e rendimento de carcaça de cabritos alimentados com diferentes fontes de proteínas, valor nutritivo da silagem de capim-elefante aditivada com DDG e WDG, utilização de bactérias diazotróficas na fertilização de pastagens de gramíneas tropicais.

Este é um material multidisciplinar, destinado a produtores rurais, acadêmicos e profissionais das áreas de zootecnia, veterinária, agronomia, e todos aqueles que buscam conhecimento científico de fácil acesso. Assim, cabe aqui agradecer aos autores, por terem colaborado enviando seus trabalhos e a Atena Editora por permitir a divulgação científica e publicação simplificada de textos em diferentes áreas de conhecimento.

Amanda Vasconcelos Guimarães  
Fernando Moraes Machado Brito



## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **O BALANÇO ENERGÉTICO NEGATIVO E O PUERPÉRIO EM VACAS LEITEIRAS**

Wellington Hartmann

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7592203051>

### **CAPÍTULO 2..... 9**

#### **IMAGENS TERMOGRÁFICAS NA AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DE VACAS LEITEIRAS EM SALA DE ORDENHA**

Liandra Maria Abaker Bertipaglia

Gabriel Maurício Peruca de Melo


Wanderley José de Melo

Paulo Henrique Moura Dian

Caroline Fernanda Franco Lima

Angelo Rodney da Rocha Coelho

Luciana Maria Saran

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7592203052>

### **CAPÍTULO 3..... 22**

#### **AVALIAÇÃO DO MICROCLIMA EM MODELOS EM ESCALA REDUZIDA, DISTORCIDA E SIMILITUDE PARCIAL COM SISTEMA DE ASPERSÃO NA COBERTURA**

Jéssica Antonia Cardoso Mendes

Cesário Ângelo de Lima Filho

Sâmara Stainy Cardoso Sanches da Silva

Pedro Pascoal de Sousa Filho

Celso Yoji Kawabata (*in memorian*)

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7592203053>

### **CAPÍTULO 4..... 37**

#### **EFFECTO DE LA ARCILLA CHACKO EN LA ALIMENTACIÓN COMO LIGANTE DE TOXINAS EN LA CARNE DE POLLO EN CONDICIONES SEMITROPICALES**

Rene Eduardo Huanca Frías

José Oscar Huanca Frías

Ingrid Liz Quispe Ticona


Enrique Gualberto Parillo Sosa

José Luis Morales Rocha

Juana Tecla Alejo Flores

Eloy Paucar Huanca

Solime Olga Carrión Fredes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7592203054>


### **CAPÍTULO 5..... 59**

#### **IMPORTÂNCIA DA PROTEÍNA NA DIETA DO PIRARUCU (ARAPAIMA GIGAS)**

Rafael Pereira Barros

Francisco Oliveira de Magalhães Júnior


Luís Gustavo Tavares Braga

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7592203055>

**CAPÍTULO 6..... 72**

**CARACTERÍSTICAS Y RENDIMIENTO DE LA CANAL DE CAPONCITOS CAPRINOS EN UN SISTEMA DE ENGORDE A CORRAL CON DISTINTAS FUENTES PROTEICAS REGIONALES EN LA RACIÓN**


Elsa Patricia Chagra Dib  
Hector Daniel Leguiza  
Carlos Gustavo Cabrera  
Graciela Romero  
Tomás Aníbal Vera  
Hector Luís Rivera  
Julieta Fernández Madero  
Mónica Daniela Sleiman  
Malvina Tolaba

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7592203056>

**CAPÍTULO 7..... 78**

**VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE ADITIVADA COM DDG E WDG**


Valmor Joaquim de Oliveira Neto  
Isadora Cruz Amorim  
Mario Matsuda Neto  
Danielly dos Santos Sousa  
Maria Julia Barcelos Martins  
Elder Rodrigo Carvalho de Queiroz  
Amanda Danielly Dias Almeida  
Felipe Torquato de Campos  
Pedro Henrique Loureiro Dias  
Eduardo Pereira Borges Neto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7592203057>

**CAPÍTULO 8..... 87**

**UTILIZAÇÃO DE BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS NA FERTILIZAÇÃO DE PASTAGENS DE GRAMÍNEAS TROPICAIS**

Albert José dos Anjos  
Danielle Nascimento Coutinho  
Alberto Jefferson da Silva Macedo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7592203058>

**SOBRE OS ORGANIZADORES ..... 96**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 97**

# CAPÍTULO 2

## IMAGENS TERMOGRÁFICAS NA AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DE VACAS LEITEIRAS EM SALA DE ORDENHA

Data de aceite: 01/04/2022

Data de submissão: 08/03/2022

**Luciana Maria Saran**

Universidade Estadual Paulista, FCAV/UNESP  
Jaboticabal-SP

<https://orcid.org/0000-0003-3853-7957>

**Liandra Maria Abaker Bertipaglia**

Universidade Brasil, UB  
Descalvado-SP

<http://orcid.org/0000-0001-5811-7816>

**Gabriel Maurício Peruca de Melo**

Universidade Brasil, UB  
Descalvado-SP

<http://orcid.org/0000-0002-1634-4145>

**Wanderley José de Melo**

Universidade Brasil, UB, Descalvado-SP e  
Universidade Estadual Paulista, FCAV/UNESP,  
Pesquisador Sênior do CNPq  
Jaboticabal-SP

<http://orcid.org/0000-0003-2683-0347>

**Paulo Henrique Moura Dian**

Universidade Brasil, UB  
Descalvado-SP

<http://orcid.org/0000-0002-6949-7831>

**Caroline Fernanda Franco Lima**

Médico Veterinário, Residente no Hospital  
Veterinário Escola da Universidade  
Brasil, Descalvado-SP

<http://lattes.cnpq.br/5810907352835677>

**Angelo Rodney da Rocha Coelho**

Médico Veterinário, mestrando em Produção  
Animal pela Universidade Brasil.

Descalvado-SP

<http://lattes.cnpq.br/8902593028574349>

**RESUMO:** O objetivo desse trabalho foi avaliar a efetividade de ações de aclimação da sala de ordenha sobre o conforto térmico de vacas da raça Holandesa em sala, utilizando-se da análise de imagens termográficas. Na coleta de dados foram avaliadas oito vacas da raça Holandesa em lactação. O galpão de ordenha foi dividido em três partes, sendo espaços de espera para ordenha (dotado de ventiladores e aspersores), ordenha (mecânica, modelo tipo espinha de peixe) e pós-ordenha (dotado de ventiladores e aspersores e cochos para alimentação). Imagens termográficas foram obtidas do animal no momento da ordenha (cabeça e úbere) e após a ordenha ainda no interior do galpão (cabeça, costado e úbere), à distância de 1,5 m. As condições climáticas médias foram registradas e os índices de temperatura e umidade (THI) e temperatura do globo negro e umidade (BGHI) estimados. De acordo com as imagens termográficas registradas, a troca térmica entre o animal e o ambiente no galpão de ordenha mostrou-se ineficiente, pois constatou-se resfriamento apenas da cabeça das vacas nas três seções do galpão da ordenha (temperaturas médias 32,6 °C, 34,8 °C e 35,8 °C na cabeça, costado e úbere, respectivamente). Na seção pós-ordenha, o dimensionamento do espaço de cocho ocasiona o adensamento dos animais lado

a lado, dificultando a troca de calor do corpo com o ambiente (convecção e evaporação), sendo registrados os maiores valores de temperatura de superfície corpórea (costado, 38,44 °C). Concluiu-se que a instalação onde ocorre a ordenha promove resistência à perda de calor corporal pelos altos índices THI e BGHI no ambiente interno do galpão e que medidas mitigadoras devem ser efetuadas para a promoção da zona de conforto térmico nesse ambiente. O uso de imagens termográficas é uma técnica viável e confirmatória na avaliação de conforto térmico de vacas Holandesas em ambientes fechados e pode ser utilizada para adequação de instalações visando aumentar o conforto térmico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estresse térmico, termografia de infravermelho, troca térmica, zootecnia de precisão

## THERMAL IMAGING TO EVALUATE DAIRY CATTLE WELLBEING AT MILKING PARLOR

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the effectiveness of milking parlor acclimatization actions on the thermal comfort of Holstein cows in parlors, using thermographic image analysis. Eight Holstein cows in lactation were evaluated. The milking barn was divided into three parts, the waiting area for milking (equipped with fans and sprinklers), milking (mechanical, herringbone model), and post-milking (equipped with fans and sprinklers and feeding troughs). Thermographic images were taken of the animal at milking (head and udder) and after milking still inside the barn (head, side, and udder), at a distance of 1.5 meters. The average climatic conditions were recorded, and the temperature and humidity index (THI) and the black globe temperature and humidity index (BGHI) were estimated. According to the recorded thermographic images, the heat exchange between the animal and the environment in the milking parlor proved to be inefficient as only the head of the cows in the three sections of the milking parlor was cooled (average temperatures 32,6 °C, 34,8 °C, and 35,8 °C in the head, side and udder respectively). In the post-milking section, the size of the trough space causes the animals to be crowded side by side, hindering the exchange of body heat with the environment (convection and evaporation), with the highest values of body surface temperature (side, 38.44 °C) being recorded. It was concluded that the milking barn promotes resistance to body heat loss by the high THI and BGHI in the indoor environment and that mitigating measures should be taken to promote the thermal comfort zone in this environment. The use of thermographic images is a viable and confirmatory technique in the evaluation of thermal comfort of Holstein cows in closed environments and can be used to adapt facilities to increase thermal comfort.

**KEYWORDS:** Heat stress, infrared thermography, heat exchange, precision animal husbandry

## 1 | INTRODUÇÃO

Sabendo-se da influência negativa e significativa das ondas de calor no bem-estar e na produtividade das vacas leiteiras, o clima quente, com condições atípicas às históricas registradas, gera preocupação aos técnicos, produtores rurais e pesquisadores. O clima variável, causado pelo aquecimento global, pode contribuir para episódios de estresse por calor nos animais, que variam em função da duração e intensidade, estado fisiológico e

restrições ambientais.

A zootecnia de precisão, em uma de suas vertentes, se inclina à verificação do estresse térmico de forma direta nos animais de produção pois, segundo Silanikove (2000), quando a temperatura ambiente crítica superior é atingida, o animal é incapaz de regular efetivamente a temperatura corporal, o estresse térmico é induzido e, como consequências, o metabolismo fisiológico, produtividade e comportamento são dramaticamente alterados com o intuito de se adaptar às condições desfavoráveis.

Neste sentido, Dikmen e Hansen (2009) definiram o estresse térmico como a soma de forças externas agindo sobre um animal que causa um aumento na temperatura corporal e evoca uma resposta fisiológica.

A temperatura da superfície corporal do animal reflete as condições do ambiente onde ele está sendo mantido. Ferramentas para o monitoramento destas temperaturas são propostas e, na maioria dos casos, estão associadas a sistemas de gestão para alertar a situação e propor possíveis medidas mitigadoras. Dentre as ferramentas, podem-se citar as imagens termográficas obtidas por uma câmera termográfica de infravermelho.

A termografia de infravermelho (TIV) pode ser utilizada no sensoriamento remoto, medindo alterações na produção e perda de calor como resultado de estresse ou de doença.

### **1.1 Termografia de infravermelho**

A intervenção nos sistemas de produção é essencial para otimização da produção e da lucratividade. Dentre as tecnologias utilizadas para gerar dados, produzir informações e ajudar na gestão dos recursos, pode-se citar a imagem, ou a análise de imagens, que é uma ferramenta em consolidação, com aplicações em várias áreas da ciência.

A zootecnia de precisão, por meio da análise de imagens e informações, procura atender às exigências específicas de uma instalação, de um animal nas diferentes espécies, da sua forma e tempo de criação e das necessidades em manejos.

Com o avanço das tecnologias adotadas pela zootecnia de precisão, pode-se citar o uso da termografia de infravermelho, que se trata de uma ciência dedicada à aquisição e processamento de informações de dispositivos de medição sem contato, ou seja, não invasivo (MALDAGUE, 2001). Baseia-se na radiação infravermelha, uma forma de radiação eletromagnética com comprimentos de onda mais longos do que os da luz visível. A radiação infravermelha possui comprimento de onda maior que a luz visível e um comprimento de onda menor que as micro-ondas. Seus comprimentos de onda variam entre 0,7 e 1.000  $\mu\text{m}$ , não perceptíveis pelo olho humano.

### **Câmera Termográfica**

A câmera térmica ou termográfica é um dispositivo sem contato, que detecta a energia infravermelha (calor) e a converte em uma imagem visual. Os termovisores produzem fotos com base nas variações de emissão de calor, ou seja, capturam energia infravermelha e

usam os dados para criar imagens. De modo geral, são muito usadas na agricultura para detectar o estresse hídrico e executar planos de irrigação (GONZALEZ-DUGO et al., 2013) e na produção animal para o estudo de estresse térmico de forma não-invasiva.

As especificações importantes a serem consideradas ao escolher uma câmera termográfica incluem resolução, alcance, campo de visão, foco, sensibilidade térmica e alcance espectral. Como exemplo, podem-se destacar as câmeras térmicas, que podem detectar pequenas diferenças de calor (0,01 °C) e exibi-las em tons de cinza ou com diferentes paletas de cores (FLIR, 2020).

## IMAGEM TERMOGRÁFICA

A radiação infravermelha emitida por um corpo é apresentada como um termograma, que é uma imagem onde o gradiente de cor corresponde à distribuição das temperaturas da superfície, sendo que a relação dos gradientes de temperatura estabelece padrões térmicos específicos, que podem ser usados, por exemplo, para avaliar a influência do meio externo sobre aquela superfície (RAI et al., 2017).

O mapa de temperatura (termograma) assim obtido é representado através da aplicação de cores para fins de visualização (Figura 1).

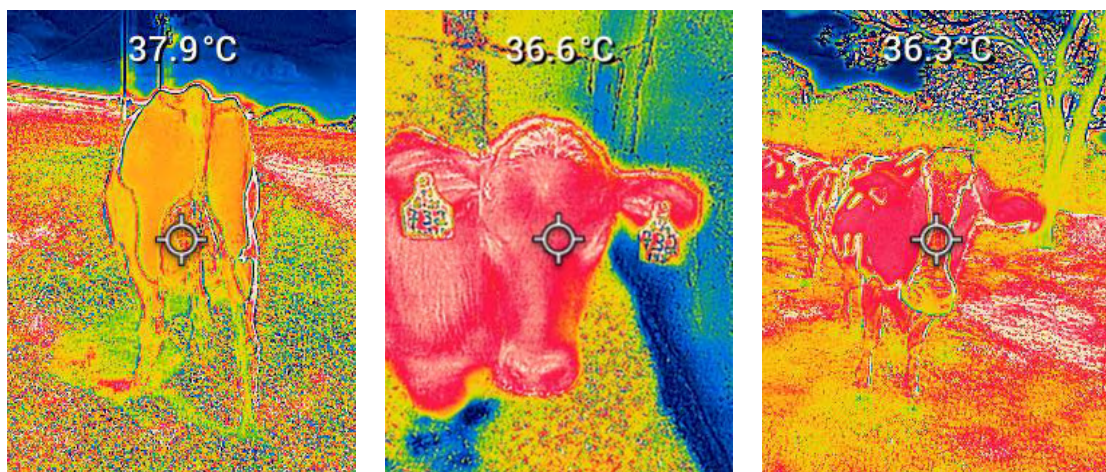


Figura 1. Exemplos de imagens termográficas, no comprimento de onda do infravermelho, de vacas da raça Holandesa em lactação. A paleta de cores está associada com a temperatura da superfície registrada.

O gradiente de cor na escala usada na câmera reflete as diferenças no calor emitido pelo objeto. Um dispositivo de varredura infravermelha é usado para converter a radiação infravermelha emitida pela superfície da pele em impulsos elétricos, que são visualizados em cores em um monitor (ALSAOD e BUSCHER, 2011). A imagem é formada por um

conjunto de pixel, em que cada pixel corresponde a uma intensidade de temperatura, onde aparecem as áreas mais quentes (branco ou vermelho) e as áreas mais frias (azuis ou pretas).

A imagem térmica não necessita de luz ambiente para ser capturada, pois baseia-se apenas na detecção de emissões térmicas da matéria. As radiações IV, emitidas pelos sistemas de imagem térmica, são capturadas por sensores passivos para todos os objetos com temperatura acima do zero absoluto. Segundo Meola (2012), a radiação emitida é função da temperatura dos materiais, sendo que, na temperatura mais alta, maior a intensidade da energia infravermelha emitida e mais curto é o comprimento de onda. Ou seja, o comprimento de onda no qual a radiação eletromagnética é emitida depende da temperatura do objeto.

Montanholi et al. (2015) conduziram pesquisas com o objetivo de demonstrar a influência de fatores extrínsecos ao animal na temperatura da superfície corporal, avaliada por meio de imagens infravermelhas. De acordo com os resultados obtidos, indicaram que as medições da temperatura corporal foram fortemente repetíveis, quando realizadas em tomadas de 10 segundos; a adequação das diferentes tecnologias de câmeras de infravermelho foi influenciada pela distância do alvo; e os resultados foram consistentes, quando a análise dos termogramas foi comparada entre os avaliadores. A avaliação dos fatores ambientais indicou que o vento e os detritos aderidos à superfície do corpo causaram diminuições na temperatura da superfície corporal, sem afetar a taxa metabólica; além disso, a temperatura da superfície corporal aumentou devido à luz solar, mas retornou aos valores basais minutos após a exposição à sombra. O exercício causou aumento na temperatura da superfície corporal e na taxa metabólica.

Deve ser ressaltado que detectar temperaturas precisas da superfície corporal pode ser desafiador devido a uma gama de fatores intrínsecos e extrínsecos ao animal ou sua região de interesse, que alteram as medidas do termograma. Além disso, esses fatores podem agir simultaneamente, resultando no confundimento do alvo biológico correlacionado, com mudanças inesperadas no padrão de temperatura da superfície em estudo. Os fatores extrínsecos podem incluir as flutuações na temperatura ambiente, exposição à luz solar, movimento do ar, detritos na superfície do corpo, tão como as propriedades térmicas de cascos e pelagem dos animais (SOROKO e HOWELL, 2018; DOMINO et al., 2020; JØRGENSEN et al., 2020). Os fatores intrínsecos podem ser relacionados ao estado fisiológico, espécie, categoria interespecífica, alterações metabólicas, estado clínico e sanitário, dentre outros (JONES et al., 2005; MONTANHOLI et al., 2008).

### **Uso da Termografia de infravermelho em animais de produção**

Uma gama de trabalhos foi desenvolvida para otimizar a interpretação das medições de temperatura e demonstrar a confiabilidade da técnica em diferenciar animais ou



ambientes. Neste sentido, pesquisas com o objetivo de estabelecer o termograma padrão para cada raça, ou para determinada região de interesse que se mostre exato e preciso, por exemplo, têm sido conduzidas (MONTANHOLI et al., 2009; DOMINO et al., 2020; JONES et al., 2005).

Sabe-se que a termografia de infravermelho pode detectar mudanças na temperatura corpórea dos animais em decorrência de alterações no fluxo de sangue periférico, resultando em mudanças na perda de calor, sendo uma ferramenta útil para medir o estresse em animais.

Cook et al., (2005) demonstraram que a termografia de infravermelho pode ser usada para indicar estresse térmico nos animais. Os autores indicam que a região dos olhos pode ser uma área alvo ou preditiva para a tomada de temperatura. Explicam que, especificamente, a temperatura de pequenas áreas ao redor da borda posterior da pálpebra e da carúncula lacrimal, têm ricas camadas capilares e respondem com confiança às mudanças no fluxo sanguíneo corporal.

A região do olho também foi indicada nas pesquisas de Gloster et al., (2011) como a melhor, quando comparada à dos cascos de vacas claudicantes. Os resultados mostraram que, nas condições do Reino Unido, a temperatura do casco de um animal variava de 10 °C a 36 °C e foi influenciada principalmente pela temperatura ambiente e pela atividade do animal imediatamente antes da medição. As temperaturas da região dos olhos não foram afetadas pela temperatura ambiente e são um indicador útil da temperatura corporal central.

Tem sido sugerido que fatores intrínsecos, como alterações no fluxo sanguíneo regional, proliferação de tecidos, interações metabólicas e/ou hormonais associadas à gravidez causam diferenças nas temperaturas entre animais gestantes e não gestantes, que podem ser registradas com termografia infravermelha (BOWERS et al., 2009; HILSBURG et al., 2008). Portanto, a termografia tem sido amplamente utilizada para determinar a gestação ou não em novilhas leiteiras (JONES et al., 2005).

O uso da termografia de infravermelho foi associado à previsão do consumo alimentar residual e eficiência alimentar de touros mestiços. Montanholi et al., (2009) testaram modelos alternativos para calcular o consumo alimentar residual, usando informações de consumo de matéria seca, ganho médio diário, peso corporal e de temperatura da superfície corporal (olhos, bochecha e pés) medidas por imagem termográfica e ultrassom (área de olho, de lombo, de espessura de toucinho e de pontuação de marmoreio). Os pesquisadores classificaram os touros em relação ao consumo alimentar residual (alto, médio, baixo) e observaram que os de baixo consumo alimentar residual apresentaram temperatura mais baixa na região dos olhos, bochechas e pés em comparação com touros de alto consumo alimentar residual (menos eficientes).

A termografia de infravermelho também foi avaliada na detecção de cios em vacas leiteiras. Talukder et al., (2014) ressaltaram que essa tecnologia possibilitou a detecção

de alterações na temperatura da pele em relação ao momento da ovulação. O objetivo do estudo foi desenvolver e aplicar um algoritmo para detectar vacas prestes a ovular. Na condução do estudo, os pesquisadores observaram diminuição significativa na temperatura do focinho e da vulva 48 horas antes da ovulação, seguida de aumento acentuado 24 horas antes da ovulação.

Vários relatos indicam que a temperatura da superfície do úbere pode ser indicador útil de mastite subclínica. Velasco-Bolaños et al. (2020) avaliaram a termografia de infravermelho como ferramenta diagnóstica para infecção intramamária e concluíram que a termografia de infravermelho é um método confiável e clinicamente útil para o diagnóstico deste tipo de infecção em vacas leiteiras. No mesmo sentido, pesquisas anteriores como em Berry et al., (2003), indicavam o uso da termografia para determinar variações na temperatura da superfície do úbere relacionadas à ordenha, condições ambientais e exercícios de bovinos leiteiros.

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a efetividade de ações de aclimação da sala de ordenha sobre o conforto térmico de vacas da raça Holandesa em sala de ordenha, utilizando-se da análise de imagens termográficas em pontos de referência do corpo e o comportamento animal.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em propriedade rural (21 °54 '05.1 "S 47 ° 33 '20.8 "W) localizada no município de Descalvado-SP. A coleta de dados ocorreu durante o mês de outubro de 2021, quando foram avaliadas oito vacas da raça Holandesa, com dois terços do estágio lactacional e com média de produção de 32 kg dia<sup>-1</sup>. Os animais foram selecionados pela produção de leite, ordem de parto, ponto da curva de lactação e semelhanças na porcentagem de área da malha de pelos brancos e pretos.

Foi utilizada uma câmera térmica FLIR T297(FLIR Systems Inc.). As imagens infravermelhas foram realizadas apenas durante a segunda ordenha diária, às 11 h 30 min, em galpão para a ordenha antes da ordenha (local de espera), no momento da ordenha (local de ordenha) e após a ordenha (local de alimentação). Imagens termográficas obtidas no momento da ordenha foram realizadas antes do exame clínico da glândula mamária (cabeça região frontal e úbere) e após a ordenha, ainda no interior do galpão (cabeça região frontal, costado e úbere), à distância de 1,5 m da área de interesse. As imagens foram obtidas após o posicionamento na região de maior temperatura, procedimento repetido por 5 vezes.

A superfície de interesse para a tomada da imagem foi inspecionada quanto a qualquer artefato externo que pudesse afetar a temperatura da superfície, adicionando pontos frios ao termograma, como sujeira, lama, grama ou esterco.

Durante o processo de tomada de imagem, a umidade relativa (%), a temperatura

atmosférica (°C) e a velocidade do vento (m/s) foram medidas, usando termo-higrômetro-anemômetro (*Extech Instruments*), além do registro das temperaturas do globo negro (TG) e do ponto de orvalho (DEW). O índice de temperatura e umidade (THI) foi calculado pela equação descrita por Mader et al., (2006), e a temperatura do globo negro e umidade (BGHI), segundo Buffington et al. (1981). Os parâmetros THI e BGHI foram estimados no ambiente externo e no interior do galpão da ordenha pelo registro de 10 leituras.

O galpão de ordenha foi dividido em três partes: espaços de espera para ordenha, ordenha e pós-ordenha. As seções são dotadas de aspersores e ventiladores (velocidade média de 2,2 m/s). Na pós-ordenha do galpão, as vacas recebem parte da dieta (silagem de milho e concentrado) em cocho de alvenaria, sendo que acima da linha de cocho estão localizados aspersores e, acima desses, um ventilador. Nas laterais do galpão, as paredes têm 1,5 m de altura, conferindo um vão até o pé direito (2,5 m). A cobertura do telhado era de material cerâmico.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo as imagens termográficas, a troca térmica entre o animal e o ambiente no galpão de ordenha se mostra ineficiente pois se constatou resfriamento apenas da cabeça das vacas nas três seções do galpão da ordenha (temperatura média 32,6 °C, 34,8 °C e 35,8 °C na cabeça/frontal, costado e úbere, respectivamente) (Figuras 2 e 3).

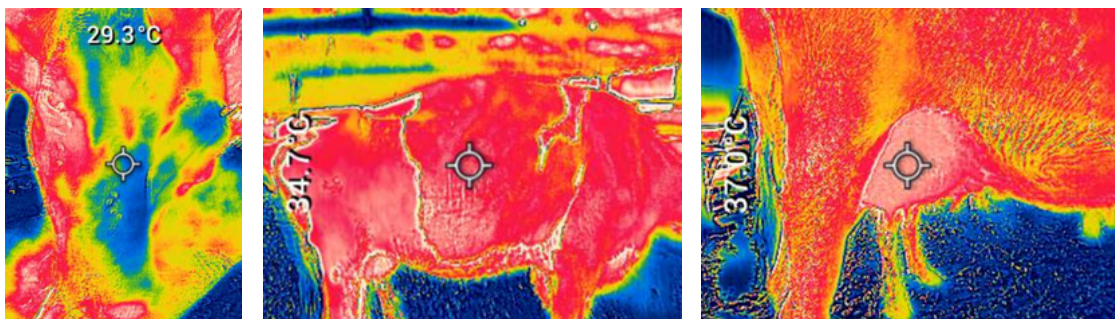


Figura 2. Imagens termográficas da cabeça/frontal, costado e úbere (lateral direita) no comprimento de onda do infravermelho. As cores vermelha e azul nas extremidades da escala representam as regiões mais quentes e mais frias, respectivamente.

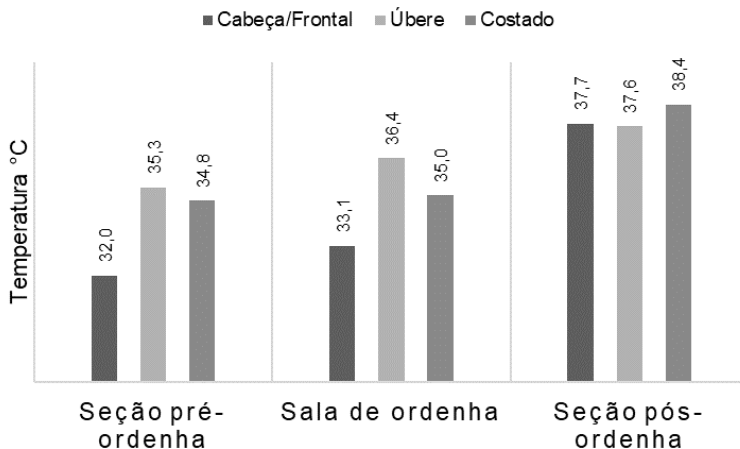


Figura 3. Médias da temperatura da cabeça/frontal, úbere e costado das vacas nas seções pré-ordenha, sala de ordenha e pós ordenha no galpão de ordenha, às 11 h30 min.

As condições climáticas médias foram registradas e os índices de temperatura e umidade (THI) e temperatura do globo negro e umidade (BGHI) estimados no ambiente externo (THIsol  $77,67 \pm 0,79$  e THIsombra  $75,41 \pm 0,64$ ; BGHIsombra  $78,56 \pm 0,21$  e BGHIsol  $87,20 \pm 1,00$ ) e no interior do galpão: pré-ordenha (THI  $78,39 \pm 0,24$ ; BGHI  $78,74 \pm 0,21$ ), ordenha (THI  $77,39 \pm 0,12$ ; BGHI  $78,07 \pm 0,34$ ) e pós-ordenha (THI  $78,24 \pm 0,42$ ; BGHI  $80,25 \pm 4,71$ ) (Figura 4).

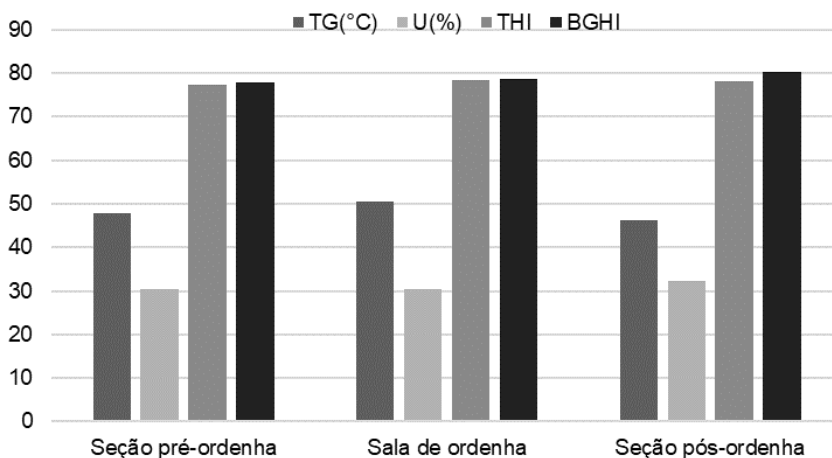


Figura 4. Médias dos parâmetros de condição climática nas seções pré-ordenha, sala de ordenha e pós-ordenha no galpão de ordenha, registro realizado às 11 h30 min, onde foram registrados temperatura de globo negro -TG (°C), umidade relativa - U (%), índices de temperatura e umidade - THI, e índice de temperatura do globo negro e umidade - BGHI.

O ITU, que combina umidade relativa e temperatura ambiente, foi relatado como um fator diretamente associado à temperatura corporal superficial de bovinos (PENG et al., 2019). Nasr e El-Tarabany (2017) indicaram a relação do aumento da THI ao aumento da contagem de células somáticas (CCS) das glândulas mamárias avaliadas.

Segundo Dash et al., (2016), o estresse calórico tem efeitos adversos no desempenho reprodutivo de bovinos e bubalinos. O THI é o índice mais utilizado para medir o nível de estresse térmico em animais de produção. As características reprodutivas dos bovinos são suscetíveis aos impactos negativos do estresse térmico com aumento do ITU acima de 72, enquanto os búfalos são mais propensos ao estresse térmico quando o nível do ITU ultrapassa 75.

O dimensionamento do espaço de cocho de alimentação no interior do galpão de ordenha (pós-ordenha) ocasiona o adensamento dos animais lado a lado, dificultando a troca de calor do corpo com o ambiente (convecção e evaporação). Nesta seção foram registrados os maiores valores de temperatura corporal (Figura 3), não havendo grandes diferenças entre as regiões de registros termográficos.

Dentre todos os animais, duas vacas se destacaram pelo comportamento estratégico de perda de calor (mecanismo evaporativo) no ambiente de ordenha.

No caso do animal 1, antes e após a ordenha, na tentativa de aproximar a cabeça à fonte de aspersão de água e expor o corpo à ação do sistema de ventilação, o animal posicionava os membros anteriores no cocho de alimentação, mantendo-se em pé com os membros posteriores no chão. Pelas imagens termográficas, a temperatura média da cabeça era de 33,76 °C, estando 2,29 °C menor que a do corpo (costado:36,05 °C) (Figura 4).

O animal 2, avaliado no mesmo ambiente e condição climática, expressou comportamento distinto do animal 1 (temperatura da superfície corpórea de 36,10 °C). O animal foi incapaz de dissipar calor efetivamente por evaporação e/ou convecção, elevando frequência respiratória, com conseqüente efeito no metabolismo, para estimular a perda evaporativa de calor (ofegação) e manter o equilíbrio térmico corporal. Neste animal, observou-se permanência no estado em pé, sem deslocamento, na tentativa de manter homeostase, além de não acompanhar seus pares no cocho de alimentação (Figura 5).



Figura 5 . Imagens termográficas da cabeça (lateral esquerda na altura dos olhos) no comprimento de onda do infravermelho e . Vaca 1, com os membros anteriores em cima do cocho e Vaca 2, com ofegação intensa, boca aberta e salivação.

Essas observações locomotoras (ficar em pé para expor mais área de superfície aos fluxos de ar), fisiológicas (aumento da taxa respiratória ofegante, sudorese, salivação) ou comportamento alimentar (ingestão de ração reduzida) são indicadores de resiliência ao estresse por calor. Todas as mudanças compartilham objetivo principal, o de manter temperatura corporal, diminuindo produção de calor metabólico ou perdendo calor por condução, convecção, radiação e evaporação.

Diante do exposto, pode-se inferir que os comportamentos observados estão associados ao aumento da temperatura corporal face às falhas na aclimação do ambiente e da resposta individual de animais mais sensíveis ao estresse térmico.

## 4 | CONCLUSÕES

Concluiu-se que a instalação onde ocorre a ordenha promove resistência à perda de calor corporal pelos altos índices THI e BGHI no ambiente interno do galpão e que medidas mitigadoras devem ser efetuadas para a promoção da zona de conforto térmico para os animais no horário da ordenha.

Os comportamentos observados estão associados ao aumento da temperatura corporal e às falhas na aclimação do ambiente e da resposta individual de animais mais sensíveis ao estresse térmico.

O uso de imagens térmicas é eficaz como ferramenta na detecção de animais em

estresse térmico.

## REFERÊNCIAS

ALSAAOD, M.; BUSCHER, W. Detection of hoof lesions using Digital Infrared Thermography in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.95, p. 735-742, 2011.

BERRY, R.J.; KENNEDY, A.D.; SCOTT, S.L.; KYLE, B.L.; SCHAEFER, A.L. Daily variation in the udder surface temperature of dairy cows measured by infrared thermography: potential for mastitis detection. **Canadian Journal of Animal Science**, v.83, p.687-693, 2003.

BOWERS, S.; GANDY, S.; ANDERSON, B et al, S. Assessment of pregnancy in the late-gestation mare digital infrared thermography. **Theriogenology**, v. 72, p. 372-377, 2009.

BUFFINGTON, C.S. et al. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v.24, n.3, p.711-714, 1981.

COOK, N.J.; CHURCH, J.S.; SCHAEFER, A.L.; WEBSTER, J.R.; MATTHEWS, L.R.; SUTTIE, J.M. Stress and pain assessment of velvet antler removal from Elk (*Cervus elaphus canadensis*) and Reindeer (*Rangifer tarandus*). **Online Journal of Veterinary Research**, v.9, p.13–25, 2005.

DASH, S.; CHAKRAVARTY, A.K.; SINGH, A.; UPADHYAY, A.; SINGH, M.; YOUSUF, S. Effect of heat stress on reproductive performances of dairy cattle and buffaloes: A review. **Veterinary World**, v.9, p.235-244, 2016.

DIKMEN, S.; HANSEN, P. J. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? **Journal of Dairy Science**, v.92, p.109-116, 2009.

DOMINO, M.; ROMASZEWSKI, M.; JASIŃSKI, T.; MAŚKO, M. Comparison of the surface thermal patterns of horses and donkeys in infrared thermography images. **Animals**, v.10, p.2201, 2020.

FLIR, **Thermography Cameras**. Disponível em: <https://www.flir.com/browse/professional-tools/thermography-cameras/>. Acesso em 06 de julho de 2020.

GLOSTER, J.; EBERT, K.; GUBBINS, S.; Bashiruddin, J.; Paton, D. J. Normal variation in thermal radiated temperature in cattle: implications for foot-and-mouth disease detection. **BMC Veterinary Research**, v. 7, n.73, 2011.

GONZALEZ-DUGO, V.; ZARCO-TEJADA, P.J.; NICOLAS, E.; NORTES, P.A.; ALARCÓN, D.S.; FERERES, E. Using high resolution UAV thermal imagery to assess the variability in the water status of five fruit tree species within a commercial orchard. **Precision Agriculture**, v.14, n.6, p.660–678, 2013.

HILSBURG-MERZ, S. **Infrared Thermography in Zoo and Wild Animals**. In: FOWLER, M.E.; MILLER, R.E. Zoo and Wild Animal Current Therapy, v. 6, p. 20-33, 2008.

JONES, M.; DENSON, A.; WILLIAMS, E.; GRAVES, K.; DOS SANTOS, A.; KOUBA, A.; WILLARD, S. Assessing pregnancy status using digital infrared thermal imaging in Holstein dairy heifers. **Journal of Animal Sciences**, v. 83, (Suppl. 1), n. 40, 2005.



JØRGENSEN, G. H. M.; MEJDELL, C. M.; BØE, K. E. Effects of hair coat characteristics on radiant surface temperature in horses. *Journal of Thermal Biology*, v.87, p.1024-1074, 2020.

MADER, T. L.; DAVIS, M. S.; BROWN-BRANDL, T. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal Animal Science*, v.84, p.712-719, 2006.

MALDAGUE, X. *Theory and Practice of Infrared Technology for Nondestructive Testing*. Wiley:New York, NY, USA, 2001.

MEOLA, C. *Origin and Theory of Infrared Thermography. In: Infrared Thermography: Recent Advances and Future Trends*. Eds. Meola, C., Ed.; Bentham Science: New York, NY, USA, 2012.

MONTANHOLI, Y.R.; LIM, M.; MACDONALD, A.; SMITH, B. A.; GOLDHAWK, C.; SCHWARTZ-KOPF-GENSWEIN, K.; MILLER, S. P. Technological, environmental and biological factors: Referent variance values for infrared imaging of the bovine. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, v.6, p.1-16, 2015.

MONTANHOLI, Y.R.; ODONGO, N.E.; SWANSON, K.C.; SCHENKEL, F.S.; MCBRIDE, B.W.; MILLER, S.P. Application of infrared thermography as an indicator of heat and methane production and its use in the study of skin temperature in response to physiological events in dairy cattle (*Bos taurus*). *Journal of Thermal Biology*, v.33, p.468-75, 2008.

MONTANHOLI, Y.R.; SWANSON, K.C.; SCHENKEL, F.S.; MCBRIDE, B.W.; CALDWELL, T.R.; MILLER, S.P. On determination of residual feed intake and associations of infrared thermography with efficiency and ultrasound traits in beef bulls. *Livestock Science*, v.125, p.22-30, 2009.

NASR, M.A.F.; EL-TARABANY, M.S. Impact of three THI levels on somatic cell count, milk yield and composition of multiparous Holstein cows in a subtropical region. *Journal of Thermal Biology*, v.64, p.73-77, 2017.

PENG, D.; CHEN, S.; LI, G.; CHENG, J.; WANG, J.; GU, X. Infrared thermography measured body surface temperature and its relationship with rectal temperature in dairy cows under different temperature-humidity indexes. *International Journal of Biometeorology*, v.63, p.327-336, 2019.

RAI, M.; MAITY, T.; YADAV, R.K. Thermal imaging system and its real time applications: a survey. *Journal of Engineering Technology*, v.6, p. 290-303, 2017.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science*, v.67, p.1-18, 2000.

SOROKO, M.; HOWELL, K. Infrared thermography: Current applications in equine medicine. *Journal of Equine Veterinary Science*, 60, 90-96, 2018.

TALUKDER, S.; KERRISK, K.L.; INGENHOFF, L.; THOMSON, P.C.; GARCIA, S.C.; CELI, P. Infrared technology for estrus detection and as a predictor of time of ovulation in dairy cows in a pasture-based system. *Theriogenology*, v.81, n.7, p. 925-935, 2014.

VELASCO-BOLAÑOS, J.; CEBALLES-SERRANO, C. C.; VELÁSQUEZ-MEJÍA, D.; RIAÑO-ROJAS, J.C.; GIRALDO, C. E.; CARMONA, J.U.; CEBALLOS-MÁRQUEZ, A. Application of udder surface temperature by infrared thermography for diagnosis of subclinical mastitis in Holstein cows located in tropical highlands. *Journal of Dairy Science*, v. 104, n. 9, p. 10310-10323, 2021.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aflatoxina 37, 39, 42, 43, 44, 45, 53, 58  
Ambiência 22, 32, 34, 35, 36  
Aminoácidos 60, 62, 63, 64, 65, 66, 67  
áreas de pasto 91, 92  
Azospirillum 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95

### B

Bem-estar animal 22, 35  
Bentonita 40  
Bovinos 1, 2, 15, 18, 79

### C

Caprinos 35, 72, 73, 77  
Carne 32, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 61, 64, 65, 76, 77  
Catabolismo 64  
Conforto térmico 9, 10, 15, 19, 22, 24, 25, 26, 28, 33, 34, 35, 36  
Construções rurais 23, 24, 35  
Conversão alimentar 32, 63

### D

Desconforto higrotérmico 24  
Diazotrofismo 89  
Doenças metabólicas 1, 2, 3, 4, 7, 8

### E

Ensilagem 78, 79, 81, 82, 83, 85  
Escore de condição corporal 3, 6  
Espécies carnívoras 60  
Estresse calórico 6, 18, 26  
Estresse térmico 10, 11, 12, 14, 18, 19, 20, 22, 24, 25, 26, 34

### F

Farinha de carne e ossos 65  
farinha de vísceras 64, 65

Farinha de vísceras 60, 64, 65, 66  
Fertilidade 2, 3, 4, 6, 8, 88, 89, 92  
Fertilidade de solo 89  
Fertilizantes 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95  
Fibra em detergente ácido 81, 83  
Fibra em detergente neutro 78, 81  
Fixação biológica de nitrogênio 87, 89, 92  
Formulação de rações 59, 60, 62, 63

## G

Gluconeogênese 3  
Gramíneas 79, 80, 87, 89, 90, 91, 92, 93  
Gramíneas tropicais 79, 87, 90, 93

## I

Índices de temperatura e umidade 9, 17  
Isolamento térmico 24, 25

## L

Ligante de toxinas 37, 38, 42

## M

Manejo pós-parto 1  
Matéria seca 2, 4, 6, 14, 78, 79, 80, 81, 84  
Micotoxinas 37, 38, 39, 40, 44, 48, 49, 50, 51, 55, 56, 57  
Micro-aspersores 30

## O

Ocratoxina 37, 39, 46, 47, 54, 57

## P

Peixes de água doce 59, 60  
Peixes nativos 59, 66  
Período de transição 1, 2, 5, 6, 7  
Peri-parto 4, 7  
Prenhez 1, 2, 3, 5, 6  
Produtividade 10, 11, 24, 25, 35, 63, 87, 88, 89, 92  
Proteína bruta 60, 63, 78, 81, 83, 84

## R

Região amazônica 60, 61

Rendimento de carcaça 62

Ruminantes 79, 80, 96

## S

Silicatos 40

Síntese muscular 63

Sistema de aspersão 22, 25, 31, 32, 33, 34

## T

Temperatura 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 45, 51, 81

Temperatura corporal 11, 13, 14, 18, 19, 26, 32

Temperatura de globo negro 17, 22, 29

Termografia de infravermelho 10, 11, 13, 14, 15

Termograma 12, 13, 14, 15

Termohigrômetros 29

Troca térmica 9, 10, 16, 25

## U

Umidade relativa do ar 25, 29

## Z

Zootecnia de precisão 10, 11

www.atenaeditora.com.br  
contato@atenaeditora.com.br  
@atenaeditora  
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena  
Editora  
Ano 2022

# ZOOTECNIA:

Sistema de produção animal e forragicultura 2



🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
📷 @atenaeditora  
📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

**Atena**  
Editora  
Ano 2022

# ZOOTECNIA:

Sistema de produção animal e forragicultura 2

