

Alécio Matos Pereira
Gilcyvan Costa de Sousa
Gregório Elias Nunes Viana
(Organizadores)

ZOOTECNIA.

Desafios e tendências da ciência
e tecnologia

Atena
Editora
Ano 2023

Alécio Matos Pereira
Gilcyvan Costa de Sousa
Gregório Elias Nunes Viana
(Organizadores)

ZOOTECNIA.

Desafios e tendências da ciência
e tecnologia


Atena
Editora
Ano 2023

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

Luiza Alves Batista

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 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
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª 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
Profª Drª 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: desafios e tendências da ciência e tecnologia

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Soellen de Britto
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Alécio Matos Pereira
Gilcyvan Costa de Sousa
Gregório Elias Nunes Viana

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
Z87	<p>Zootecnia: desafios e tendências da ciência e tecnologia / Organizadores Alécio Matos Pereira, Gilcyvan Costa de Sousa, Gregório Elias Nunes Viana. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-1049-2 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.492231502</p> <p>1. Zootecnia. 2. Animais. I. Pereira, Alécio Matos (Organizador). II. Sousa, Gilcyvan Costa de (Organizador). III. Viana, Gregório Elias Nunes (Organizador). IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 636</p>
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

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.

(Desafios e Tendências da Ciência e Tecnologia)

Sem sombra de dúvidas, com o surgimento das tecnologias ao longo dos anos, o desenvolvimento da ciência está cada vez mais crescente, seja na parte metodológica quanto na parte experimental. Entretanto, em diferentes ramos da ciência ainda há desafios que precisam ser suplantados, especialmente na veterinária, zootecnia e nas ciências biológicas, áreas que além de possuírem estreita relação, batalham por um mesmo objetivo, cuidar dos animais.

A tecnologia que hoje é o principal caminho para o desenvolvimento de soluções que viabilizaram a sustentabilidade da produção animal, e os trabalhos cinéticos são a grande gênese das novas descobertas tecnológicas. Nesse contexto, a obra que estais prestes a ler não é diferente, sua função principal é atualizar e complementar o conhecimento dos profissionais que trabalham com animais, a fim de ajudá-los a alcançarem um aprendizado fundamental para desempenharem com maestria a carreira profissional.

Constituído por 5 capítulos especiais, o presente e-book abrange e explora temas atuais que permeiam o universo da zootecnia, veterinária e áreas afins, simplesmente tratando e respondendo, de modo aprofundado, questões relevantes que geralmente são superficialmente abordadas.

Alécio Matos Pereira
Gilcyvan Costa de Sousa
Gregório Elias Nunes Viana

CAPÍTULO 1 1**NUTRIÇÃO NEONATAL PARA PINTINHOS RECÉM-NASCIDOS**

Marcos Augusto Alves da Silva

Débora Senise Gomes

Emília de Paiva Porto

Samara Paula Verza

Esther Albano Piantavini Pinheiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4922315021>**CAPÍTULO 2 7****PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO BIOQUÍMICA DE FITASE PRODUZIDA POR *Aspergillus***

Júlio César dos Santos Nascimento

Apolônio Gomes Ribeiro

Daniela de Araújo Viana Marques

José António Couto Teixeira

Tatiana Souza Porto

Ana Lúcia Figueiredo Porto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4922315022>**CAPÍTULO 320****MECANISMOS HOMEOSTÁTICOS E HOMEORRÉTICOS DECORRENTES DA ACLIMATIZAÇÃO SAZONAL EM BOVINOS LEITEIROS DE DIFERENTE CAPACIDADE PRODUTIVA**

Flávio Daniel Gomes da Silva

Liliana Margarida Sargento Cachucho

Catarina Fernandes Marques de Matos

Ana Carina Alves Pereira de Mira Geraldo

Cristina Maria dos Santos Conceição

Elsa Cristina Carona de Sousa Lamy

Fernando Manuel Salvado Capela e Silva

Paulo Infante

Alfredo Manuel Franco Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4922315023>**CAPÍTULO 435****ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS E ANATÔMICAS CAUSADAS POR LESHMANIOSE EM SEUS RESPECTIVOS HOSPEDEIROS: REVISÃO DE LITERATURA**

Gilcyvan Costa de Sousa

Alécio Matos Pereira

Brainerd Gomes dos Santos

Gregório Elias Nunes Viana

Maria Madalena Silva e Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4922315024>

CAPÍTULO 5	42
REVISÃO DE LITERATURA: TERMORREGULAÇÃO DE OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS	
Aline de Sousa Silva	
Alécio Matos Pereira	
Moisés A. de Brito	
Jaqueline da S. Rocha	
Gilcyvan Costa de Sousa	
Gregório Elias Nunes Viana	
Maria Madalena Silva e Silva	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4922315025	
SOBRE OS ORGANIZADORES	56
ÍNDICE REMISSIVO	57

CAPÍTULO 3

MECANISMOS HOMEOSTÁTICOS E HOMEORRÉTICOS DECORRENTES DA ACLIMATIZAÇÃO SAZONAL EM BOVINOS LEITEIROS DE DIFERENTE CAPACIDADE PRODUTIVA

Data de submissão: 09/01/2023

Data de aceite: 01/02/2023

Flávio Daniel Gomes da Silva

MED - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas & CHANGE – Instituto para as Alterações Globais e Sustentabilidade - Universidade de Évora, Évora, Portugal; CECAV – Centro de Ciência Animal e Veterinária & AL4AnimalS - Laboratório Associado para a Ciência Animal e Veterinária, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

Liliana Margarida Sargento Cachucho

MED - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas & CHANGE – Instituto para as Alterações Globais e Sustentabilidade, Universidade de Évora, Évora, Portugal

Catarina Fernandes Marques de Matos

MED - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas & CHANGE – Instituto para as Alterações Globais e Sustentabilidade, Universidade de Évora, Évora, Portugal

Ana Carina Alves Pereira de Mira Geraldo

MED - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas & CHANGE – Instituto para as Alterações Globais e Sustentabilidade, Universidade de Évora, Évora, Portugal

Cristina Maria dos Santos Conceição

MED - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas & CHANGE – Instituto para as Alterações Globais e Sustentabilidade, Departamento de Zootecnia, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, Évora, Portugal

Elsa Cristina Carona de Sousa Lamy

MED - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas & CHANGE – Instituto para as Alterações Globais e Sustentabilidade, Universidade de Évora, Évora, Portugal

Fernando Manuel Salvado Capela e Silva

MED - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas & CHANGE – Instituto para as Alterações Globais e Sustentabilidade, Departamento de Ciências Médicas e da Saúde, Escola de Saúde e Desenvolvimento Humano, Universidade de Évora, Évora, Portugal

Paulo Infante

Centro de Investigação em Matemática e Aplicações, Departamento de Matemática, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, Évora, Portugal

Este capítulo é baseado no artigo original “Variações fisiológicas face à aclimação sazonal – Estudo em vacas leiteiras com diferente potencial Leiteiro”, publicado na edição especial da Revista Portuguesa de Zootecnia: XX ZOOTEC – 20º Congresso Nacional de Zootecnia, Ano III, Nº1 – 2018, Portugal.

RESUMO: O objetivo deste estudo consistiu em avaliar a resposta fisiológica de bovinos leiteiros, de raça Holstein-Frísia, com diferente potencial para a produção de leite, em duas fases de aclimação sazonal. Utilizando a produção de leite corrigida para os 305 dias de lactação, foram selecionadas 6 vacas múltiparas, com uma produção de leite inferior a 9000 kg (BP) e 7 vacas múltiparas, com produção de leite superior a 9000 kg (AP). Os animais foram acompanhados em dois períodos durante 5 dias (P1: animais aclimatados às condições de Verão submetidos a temperaturas que indiciam stress térmico; P2: animais aclimatados às condições de inverno submetidos a temperaturas dentro da faixa de termoneutralidade). Mediu-se a temperatura de globo negro (TGN), à sombra e ao sol, a frequência respiratória (FR), a taxa de sudoração (TS) e a temperatura retal (TR) em ambos os períodos. Diariamente registou-se as produções de leite de cada vaca e recolheu-se amostras de leite para a determinação da sua composição química e células somáticas. Em cada período foi recolhida uma amostra de sangue para a determinação de parâmetros bioquímicos e da triiodotironina (T_3). Observou-se a influência do fator período na TGN, FR, TS, TR, na composição leiteira, nos parâmetros hematológicos e no metabolismo (T_3). Foram observados valores superiores de ureia do leite e valores inferiores de T_3 nas AP durante o P1. Estes resultados mostraram que vacas com diferente potencial leiteiro apresentaram uma resposta ao calor semelhante, no entanto, com a aclimação as AP demonstraram modificações fisiológicas mais pronunciadas, com uma redução da taxa metabólica e com alterações no metabolismo do azoto.-

PALAVRAS-CHAVE: Aclimação; stresse térmico; vacas leiteiras, Holstein-Frísia.

HOMEOSTATIC AND HOMEORHETIC MECHANISMS IN DAIRY COWS WITH DIFFERENT LEVELS OF MILK PRODUCTION IN RESPONSE TO THE SEASONAL ACCLIMATISATION

ABSTRACT: The aim of this study was to compare the physiological responses of dairy cows, Holstein-Frisian breed, with different milk yield potential regarding the seasonal acclimatisation process. Using milk production values adjusted to 305 days in milk, 6 and 7 multiparous cows with a milk yield lower than 9000 kg (BP) and equal or higher than 9000 kg (AP), respectively, were selected. All cows were evaluated during 5 days in summer

(P1: heat stress) and winter (P2: thermoneutrality). Black globe temperature (BGT) at sun and shade, respiratory frequency (RF), sweat rate (SR) and rectal temperature (RT) were measured daily. Milk yield was recorded daily, and samples were taken for milk chemistry and somatic cell count determination. In each period a blood sample was taken from every cow for hematologic analysis and triiodothyronine (T_3) determination. Period affected BGT, RF, SR, RT, milk composition, haematological parameters, and metabolism (T3). AP had increased milk urea levels and decreased T_3 levels in P1 when compared to BP. These results showed that although AP and BP cows had similar first responses to heat (RF and RT), with the acclimatisation process, AP showed higher physiological modifications, decreasing the metabolism, and changing nitrogen pathways.

KEYWORDS: Acclimatisation, heat stress, dairy cows, Holstein-Frisian.

1 | INTRODUÇÃO

Está previsto para as próximas décadas um aumento na população mundial, assim como na procura por produtos de origem animal (WANKAR et al., 2021). Por outro lado, o aumento de eventos climáticos extremos, como secas prolongadas, temperaturas extremas ou períodos com precipitação intensa e prolongada têm efeitos nos sistemas de produção animal (AVENDAÑO-REYES, 2012). O aumento da temperatura à superfície terrestre associado às alterações climáticas é inevitável, sendo sabido que temperaturas elevadas afetam o bem-estar e o desempenho produtivo dos animais, pois provocam alterações nas suas funções biológicas, como a diminuição na ingestão de matéria seca, na eficiência de utilização dos nutrientes e alterações metabólicas e hormonais (MARAI et al., 2007). Estas alterações são mais notórias nos animais mais sensíveis (PEREIRA et al., 2020), como é o caso de vacas de alta produção (WANKAR et al., 2021), cuja evolução genética incidiu na produção leiteira, com inerentes défices de adaptabilidade ao meio ambiente. Nos climas mediterrâneos e tropicais, a principal preocupação é com o stresse térmico por calor, especialmente nos bovinos de raça Holstein-Frisia, uma vez que são menos tolerantes a temperaturas ambientais elevadas (PEREIRA et al., 2008). O stresse térmico por calor ocorre quando a termogénese é superior à termólise, perturbando o balanço térmico do animal, ou seja, a quantidade de calor produzida (metabolismo) e adquirida (permuta com o ambiente) é superior à quantidade de calor cedida ao ambiente. Com o objetivo de restabelecer a homeotermia, o animal induz uma resposta comportamental e fisiológica (BERNABUCCI et al., 2010). Esta resposta é composta por mecanismos homeostáticos, como a aumento da frequência respiratória, da taxa de sudação e da ingestão de água, assim como a diminuição da ingestão alimentar e da frequência cardíaca. Estes mecanismos constituem a primeira resposta ao aumento da temperatura nuclear do animal (normalmente observado através da medição da temperatura retal) – stresse térmico agudo. Além da resposta comportamental, como por exemplo, a procura por sombra, o primeiro mecanismo homeostático que ocorre é a vasodilatação dos vasos sanguíneos periféricos e a vasoconstrição dos vasos sanguíneos internos, de modo a redirecionar o

sangue para a periferia onde o calor será perdido através de processos de convecção e radiação (PEREIRA, 2004). A este processo está inerentemente associado o aumento da temperatura da pele. Quando a perda de calor pela via sensível não é suficiente para manter a eutermia, desencadeiam-se processos que visam a perda de calor pela via latente, tais como o aumento da taxa de sudorese e da frequência respiratória (polipneia térmica). É importante referir que estes processos necessitam de energia para ocorrer, contribuindo para o aumento da produção de calor, mas que dependendo da eficiência desta resposta e da duração das condições ambientais desfavoráveis, são vitais para a sobrevivência do animal. Na presença de stresse térmico prolongado, os animais homeotérmicos tendem a aclimatam-se por forma a reajustarem o seu organismo para a menor aquisição e maior perda de calor (HOROWITZ, 2001), com adjacentes efeitos negativos na produtividade do animal. A aclimatização ocorre, por exemplo, com a mudança das estações, especialmente nas que apresentam alterações térmicas mais acentuadas, como o caso do Inverno e do Verão nos climas mediterrâneos. A aclimatização ocorre num período entre dias a semanas e acarreta alterações funcionais e/ou estruturais no animal, em resposta a um conjunto de fatores climáticos, com o objetivo de ultrapassar os desafios impostos pelo ambiente e conduzir o animal para um novo estado. Este processo é desencadeado por mecanismos homeorréticos, com alterações morfológicas, hormonais e metabólicas (BERNABUCCI *et al.*, 2010). A aclimatização pode assim provocar alterações tanto ao nível do metabolismo lipídico e azotado como ao nível celular (HOROWITZ, 2001; BERNABUCCI *et al.*, 2010).

Desta forma, torna-se cada vez mais importante elevar a eficiência produtiva dos setores pecuários, sendo essencial estudar o processo de aclimatização sazonal nos animais de elevada produtividade, ou seja, a forma como estes animais respondem às variações da temperatura, de modo a otimizar as condições de produção ou a reorganizar a estratégia de melhoramento animal. Grande parte dos estudos em vacas leiteiras foca-se nos efeitos do stresse térmico por calor, no entanto, o processo de aclimatização encontra-se ainda pouco estudado (YADAV *et al.*, 2019), apesar da sua grande importância na adaptabilidade às variações ambientais. Vacas leiteiras de elevada produção leiteira têm inerente uma produção de calor metabólico superior a vacas de menor produção e a vacas secas (PURWANTO *et al.*, 1990). Assim, estes animais necessitam de mecanismos de dissipação de calor mais eficientes, de modo a manter a homeostase (SCHMIDT-NIELSEN, 1997). Atualmente, a eficiência destes mecanismos e o seu resultado no estado fisiológico em vacas com diferente potencial leiteiro não é inteiramente compreendido.

Com este estudo pretendeu-se avaliar e comparar a resposta fisiológica de bovinos leiteiros com diferente potencial para a produção de leite em função da aclimação sazonal e dos mecanismos primários de dissipação de calor.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Animais e condições experimentais

O ensaio decorreu numa exploração de bovinos leiteiros do Alentejo, região situada no centro-sul de Portugal. O clima do Alentejo é tipicamente mediterrânico, ainda que haja também alguma influência atlântica, com uma acentuada sazonalidade climática. Os invernos são chuvosos e frios, os verões muito secos e quentes, registando-se, na primavera e no outono, temperaturas amenas e amplitudes térmicas moderadas. Na verdade, os meses de Verão do clima mediterrânico apresentam semelhanças com os climas semiáridos, com presença de chuva praticamente nula, baixa humidade relativa e dias claro com intensa radiação solar (PEREIRA, 2004). Os meses mais frios são Dezembro e Janeiro, e os mais quentes, Julho e Agosto, neste caso com temperaturas acima dos 40°, e com amplitudes térmicas muito acentuadas, por vezes da ordem dos 15-20° (FEIO, 1991; BOLLE, 2003).

O ensaio decorreu entre agosto de 2014 a fevereiro de 2015, dividido em dois períodos durante 5 dias cada: P1 - animais aclimatados às condições de Verão submetidos a temperaturas que indiciam stress térmico; P2 - animais aclimatados às condições de inverno submetidos a temperaturas que indiciam termoneutralidade. O estábulo, num sistema de *free stall*, conferia sombra permanente aos animais em lactação e possuía um sistema manual de arrefecimento na parte superior da cobertura do pavilhão através de aspersão de água no topo do mesmo.

De um grupo de 150 fêmeas de raça Holstein-Frísia, foram selecionadas 13 vacas multíparas [6 de baixa (BP) e 7 de alta (AP) produção leiteira; BP < 9000 kg ≤ AP], com base nas lactações corrigidas aos 305 dias, e de acordo com critérios de homogeneidade entre grupos, nomeadamente: idade, número de lactações e dias de lactação. As AP (P1: 40,81±4,41 e P2: 29,98±5,88 kg) tiveram uma produção de leite significativamente superior às BP (P1: 34,62±5,92 e P2: 24,52±3,08 kg), validando a hipótese de estudo nos dois períodos analisados (P = 0,0013). No P2 três vacas (2 do grupo das BP e 1 das AP) entraram no período seco, não sendo possível a recolha de dados desses animais.

Os animais foram alimentados todos com a mesma dieta ao longo do estudo (*TMR* composto por palha, silagem de milho, silagem de erva e por um alimento composto complementar).

Recolha de dados e amostras e análises laboratoriais

Em ambos o período registou-se a temperatura de globo negro (TGN), ao sol e à sombra, às 08:00, 13:00 e às 18:00 horas, e foram realizadas medições de frequência respiratória (FR; contagem do número de movimentos do flanco durante 1 minuto), taxa de sudação (TS) e temperatura da pele (Tp; Vapometer, Delfin Technologies, Finlândia, apenas às 13:00h – Figura 1) e de temperatura retal (TR; termómetro clínico digital) de todos os animais nos mesmos períodos. De cada animal foram removidos os pelos numa

secção imediatamente atrás da escápula para se efetuar as medições da Tp e TS. Nos dois períodos de estudo, a produção de leite diária foi registada e efetuaram-se colheitas de amostras na ordenha da manhã e da tarde, para determinação dos teores em lactose, proteína, gordura, ureia, β -hidroxibutirato (BHB) e contagem de células somáticas (CCS; Fossomatic™ FC). Os parâmetros químicos foram medidos pelo método automático de infravermelho - FTIR (Milkoscan FT6000, Foss Electric, Hillerød, Dinamarca). Em cada período foram recolhidas amostras de sangue por venopunção da veia coccígea (Figura 1), para quantificação do hematócrito (Ht), hemoglobina (Hb), contagem do número total de leucócitos (Leu), contagem diferencial de leucócitos e para determinação da concentração da hormona triiodotironina (T_3).

Análise estatística

Os dados da composição do leite (média entre a ordenha da manhã e da tarde), dos parâmetros hematológicos e da T_3 foram analisados com um modelo linear misto com o Período (P1, P2) e o Nível de Produção (AP, BP) como fatores fixos e com o Animal como fator aleatório. Neste modelo foram incluídos os dias de lactação, representados pela covariável DIM de forma a testar se as diferenças entre períodos foram influenciadas pela fase da lactação. A TR e a FR foram analisadas de acordo com um modelo linear, com Período (P1, P2) e o Nível de Produção (AP, BP) como fatores fixos e com o Animal como fator aleatório.



Figura 1. Medição da taxa de sudação e temperatura da pele (lado esquerdo) e colheita sanguínea da veia coccígea por venopunção (lado direito).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Temperatura de globo negro (TGN)

A TGN ao sol foi significativamente superior à TGN à sombra no P1 e no P2 e ambas significativamente superiores no P1 (Figura 3). No P1, a TGN ao sol atingiu valores médios de $35,71 \pm 4,61^\circ\text{C}$ (mínimo de $21,50^\circ\text{C}$ e máximo de $53,00^\circ\text{C}$) e de $23,88 \pm 2,05^\circ\text{C}$

à sombra (mínima de 17,00°C e máxima de 30,25°C), tendo-se verificado uma temperatura média mais elevada na medição das 13:00h (Tabela 1). No P2 a TGN média ao sol foi de 14,21±9,16°C ao sol (mínima de 6,00°C e máxima de 35,75°C) e de 6,15±2,42°C à sombra (mínima de 1,50°C e máxima de 9,75°C). A diferença de 11,83°C entre a TGN ao sol e à sombra no P1, reflete a grande influência da sombra na redução da carga térmica radiante e no bem-estar dos animais, uma vez que a temperatura crítica superior dos bovinos leiteiros tende a variar entre os 25-26°C (BERMAN et al., 1985). No P2 é de notar a grande variação térmica existente na TGN ao sol que pode permitir ao animal armazenar calor nas horas mais quentes do dia. No entanto, os valores obtidos no P1 não se encontram fora do limite crítico inferior para bovinos leiteiros, que será entre os -5 e os -0,5°C (WEST, 2003; AVENDAÑO-REYES, 2012), não se verificando assim condições para a existência de stresse térmico por frio. Neste estudo, os animais encontravam-se permanentemente estabeulados, pelo que os valores de TGN à sombra serão mais representativos da sensação térmica sentida pelos animais. O arrefecimento da cobertura do pavilhão por aspersão de água poderá também ter atenuado o aumento da temperatura no interior do estábulo durante o P1.

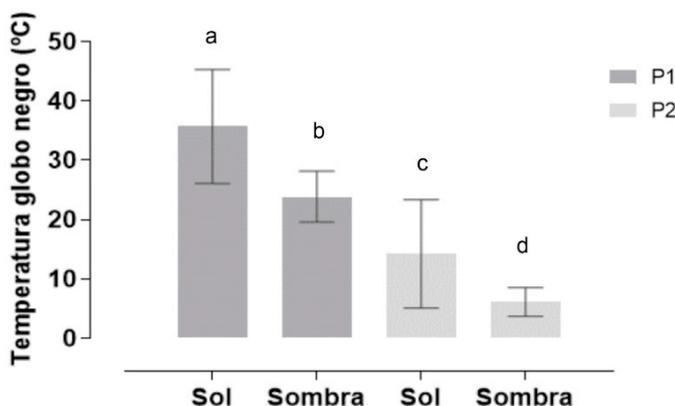


Figura 3. Valores da temperatura de globo negro registada ao sol e à sombra, em P1 e P2 (média e erro padrão). As letras significam as diferenças significativas observadas ($P < 0,05$).

Período	P1			P2		
	08:00	13:00	18:00	08:00	13:00	18:00
TGN sol	28,69±5,6 ^{aA}	45,19±9,69 ^{aA}	33,25±4,53 ^{aA}	10,81±3,88 ^{aB}	23,19±11,16 ^{aB}	8,63±1,83 ^{aB}
TGN sombra	19,06±1,78 ^{bA}	26,94±2,76 ^{bA}	26,94±2,76 ^{bA}	4,25±2,40 ^{bB}	8,25±1,59 ^{bB}	5,94±1,59 ^{bB}

Tabela 1. Valores da temperatura de globo negro (TGN) registada ao sol e à sombra, em P1 e P2 (média e erro padrão) nas medições das 08:00, 13:00 e 18:00 horas. Índices superiores minúsculos diferentes indicam diferenças significativas entre TGN ao sol e à sombra dentro de cada período; Índices superiores maiúsculos diferentes indicam diferenças significativas entre P1 e P2 para cada hora ($P < 0,05$).

Mecanismos primários de resposta ao calor

Os valores obtidos da FR, TS, Tp e TR no P1 e P2 se encontram na Tabela 2. A FR (P1 - AP: 63,95±12,35 e BP: 64,34±13,67 movimentos/min.; P2 - AP: 36,67±7,16 e BP: 35,33±8,00 movimentos/min), a TS (P1 - AP: 77,70±48,90 e BP: 75,86±45,02 g/m²/h; P2 - AP: 25,35±7,85 e BP: 23,71±6,49 g/m²/h), a Tp (P1 - AP 29,18±1,22 e BP: 25,35±7,85 °C; P2 - AP: 16,71±1,52 e BP: 16,31±1,08 °C) e a TR (P1 - AP: 38,87±0,72 e BP: 38,76±0,63 °C; P2 - AP: 38,87±0,72 e BP: 38,76±0,63°C) foram significativamente superiores no P1, comparativamente ao P2 (P <0,0001; Figuras 4, 5 e 6). Não foram registadas diferenças significativas entre as AP e as BP em nenhum dos períodos. No P1, nas medições realizadas nas horas de TGN mais elevada (13:00 e 18:00h) foram registados, em ambos os grupos, valores de FR superiores a 60 movimentos por minuto, que indiciam um esforço fisiológico para perder calor evaporativo e assim a presença de stresse térmico (GARCIA et al., 2015). Apesar dos valores médios de TR apresentarem acréscimos moderados, foram registados, nas AP, valores individuais superiores a 39,2 °C, que indicam moderados armazenamentos de calor (GARCIA et al., 2015). As perdas de calor latente, via polipneia e sudação terão contribuído para limitar a tendência para a hipertermia, possibilitando maior estabilidade da TR. Outra situação que pode ter atenuado a acumulação de calor foi o facto de durante as noites as temperaturas se terem mantido abaixo dos 24°C, permitindo uma recuperação eficiente do calor armazenado durante este período (PEREIRA et al., 2020).

Período		P1			P2		
Hora	08:00	13:00	18:00	08:00	13:00	18:00	
AP	FR	54,57±7,87	68,86±13,30	68,43±9,64	36,00±7,73	36,33±5,65	37,67±10,21
	TS		77,70±48,90			25,35±7,85	
	Tp		29,18±1,22			16,71±1,52	
	TR	38,36±0,55	38,91±0,48	39,34±0,76	37,95±0,53	38,17±0,54	38,19±0,65
BP	FR	53,17±8,46	71,48±12,32	68,67±11,23	32,75±7,33	35,75±5,16	37,50±8,25
	TS		75,86±45,02			23,71±6,49	
	Tp		25,35±7,85			16,31±1,08	
	TR	38,30±0,49	38,82±0,49	39,17±0,56	38,03±0,33	37,84±0,56	38,08±0,31

Tabela 2. Valores de frequência respiratória (FR), taxa de sudação (TS) e temperatura retal (TR), em P1 (n = 13) e P2 (n = 10; média e desvio padrão) nas medições das 08:00, 13:00 e 18:00 horas, nas vacas de alta (AP; n = 7 e n = 6 em P1 e P2, respetivamente) e baixa (BP; n = 6 e n = 4 em P1 e P2, respetivamente) produção leiteira.

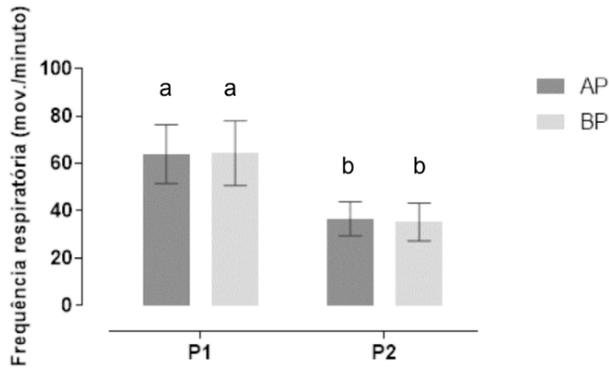


Figura 4. Valores médios de frequência respiratória (movimentos por minuto) em função do período (P1- Período 1, n = 13; P2- Período 2, n = 10) e do nível de produção (AP - Alta Produção, n = 7 e n = 6 em P1 e P2, respetivamente; BP - Baixa Produção, n = 6 e n = 4 em P1 e P2, respetivamente). Índices superiores minúsculos diferentes indicam diferenças significativas ($P < 0,0001$).

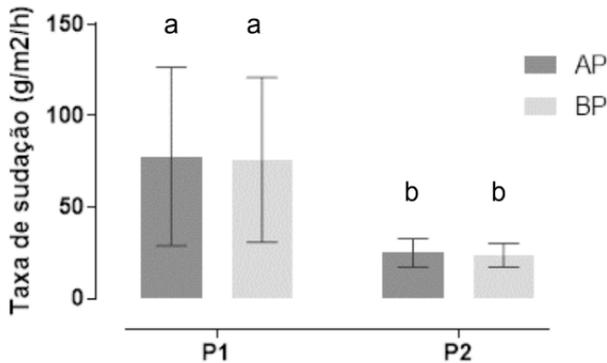


Figura 5. Valores médios de taxa de sudação (g/m2/h) em função do período (P1- Período 1, n = 13; P2- Período 2, n = 10) e do nível de produção (AP - Alta Produção, n = 7 e n = 6 em P1 e P2, respetivamente; BP - Baixa Produção, n = 6 e n = 4 em P1 e P2, respetivamente). Índices superiores minúsculos diferentes indicam diferenças significativas ($P < 0,0001$).

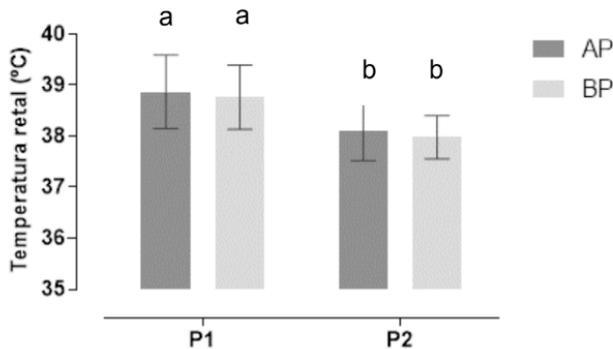


Figura 6. Valores médios de temperatura retal (°C), em função do período (P1- Período 1, n = 13; P2- Período 2, n = 10) e do nível de produção (AP - Alta Produção, n = 7 e n = 6 em P1 e P2, respetivamente; BP - Baixa Produção, n = 6 e n = 4 em P1 e P2, respetivamente). Índices superiores minúsculos diferentes indicam diferenças significativas ($P < 0,0001$).

Composição do leite

Os resultados referentes à composição do leite encontram-se na Tabela 3. Relativamente ao teor em lactose, proteína e gordura, ao BHB e à CCS não se verificaram diferenças significativas entre AP e BP. Porém, no P1 as AP apresentaram níveis significativamente superiores de ureia no leite, comparativamente às BP ($P = 0,0286$). Outros estudos referem também o aumento dos níveis de ureia, no leite e no sangue, em condições de stresse térmico (COWLEY et al., 2015; TIAN et al., 2015). TIAN et al. (2015), constataram em vacas a meio da lactação, que o stresse térmico tende a provocar uma repartição do azoto destinado à produção de proteínas do leite para a formação de ureia. Parece existir também um aumento da mobilização de aminoácidos do músculo esquelético e a sua metabolização em ureia, no interior das células da glândula mamária, ao invés da formação de proteína (TIAN et al. 2015), provocando assim um aumento dos valores de ureia e uma diminuição da proteína. Este mecanismo pode ocorrer objetivando colmatar a diminuição da concentração de glicose no sangue durante o stresse térmico (KOUBKOVÁ et al., 2002). De acordo com GARCIA et al. (2015), além da influência dos fatores nutricionais, a ureia pode também ser utilizada como indicador de desidratação. Em todo o caso, em nenhum destes trabalhos foi feita a distinção de vacas com diferente potencial produtivo.

No P1, os valores de proteína registados foram significativamente inferiores aos do P2 ($P < 0,0001$), os quais foram bastante inferiores aos mínimos pedidos na valorização do leite de vaca, geralmente acima dos 3,2%. Estes resultados reforçam o referido anteriormente e podem ser justificados pela menor ingestão de alimento (especialmente em vacas de alta produção), contribuindo para uma menor disponibilidade de aminoácidos para a glândula mamária (SALAMA et al., 2014). Ainda assim é importante salientar que apesar dos valores de proteína serem igualmente baixos nos dois grupos, os valores superiores de ureia foram apenas superiores nas AP. Portanto, é lícito supor que as elevadas temperaturas induzem uma alteração mais marcada no metabolismo azotado das vacas leiteiras de maior produção. Relativamente ao teor butiroso do leite, os valores obtidos no P1 foram também bastante baixos, comparativamente aos 3,70% geralmente pretendidos na indústria leiteira. É comum a diminuição deste parâmetro nos meses de Verão, ainda assim, os valores obtidos são inferiores aos registados noutros trabalhos (NORO et al., 2006; BERTOCCHI et al., 2014). Uma possível explicação passa pelo comportamento alimentar, pois animais em stresse térmico ou aclimatizados ao Verão evitam alimentos mais termogénicos, como os alimentos grosseiros, consumindo preferencialmente os alimentos mais concentrados, desencadeando uma redução do pH ruminal o que conduz a um menor teor butiroso no leite. A prolongada polipneia (elevada excreção de CO_2) conduz a um estado de alcalose respiratória, com consequente alteração do equilíbrio ácido-base (FERREIRA et al., 2009). Nestes casos, o animal produz uma resposta compensatória, com

o aumento da reabsorção de Cl^- e da excreção de bicarbonato (HCO_3^-) e diminuição da excreção de H^+ ao nível renal (GONZÁLES e SILVA, 2017). Esta situação coadjuvante com a frequente acidose láctica (clínica ou subclínica) provocada pela fermentação ruminal de hidratos de carbonos rapidamente fermentescíveis, proveniente do aumento na ingestão de alimentos concentrados e da diminuição da ingestão de alimentos fibrosos, pode conduzir a um novo estado de acidose metabólica, nos casos prolongados, contribuindo assim para uma diminuição do teor butiroso no leite. Verificaram-se ainda casos de animais com sialorreia no P1, o que contribui para a acidose metabólica e redução do pH ruminal, devido à perda de bicarbonato salivar. Verificou-se uma concentração de lactose superior no P1 em comparação com o P2 ($P=0,0002$). Porém, em condições de stresse térmico agudo é comum verificar-se uma inibição da síntese da lactose (AVENDAÑO-REYES, 2012), o que não ocorreu neste estudo em condições de stress térmico prolongado. A covariável DIM foi significativa a 10% ($P = 0,0699$), o que pode justificar os resultados obtidos nos valores da lactose, uma vez que com o decorrer da lactação, os valores de lactose diminuem, conjuntamente com a quantidade de leite produzida.

	P1		P2	
	AP	BP	AP	BP
Lactose (%)	4,94±0,12 ^a	4,95±0,17 ^a	4,90±0,65 ^b	4,86±0,20 ^b
Proteína (%)	2,93±0,19 ^a	3,02±0,26 ^a	3,68±0,34 ^b	3,71±0,24 ^b
Gordura (%)	2,54±0,81 ^a	2,50±0,70 ^a	3,830,58 ^b	3,74±0,95 ^b
BHB (mmol/L)	0,0052±0,010 ^a	0,0008±0,002 ^a	0,0111±0,087 ^a	0,0013±0,003 ^a
CCS (x10³/mL)	145,25±278,81 ^a	203,81±193,30 ^a	75,39±33,62 ^a	195,29±156,50 ^a
Ureia (mg/kg)	293,62±35,97 ^a	253,69±33,81 ^b	254,21±57,94 ^b	266,21±35,87 ^b

Índices superiores minúsculos diferentes nas células indicam diferenças significativas ($P<0,05$) entre os fatores. BHB – β -hidroxibutirato; CCS – Contagem de Células Somáticas.

Tabela 3. Composição do leite em P1 ($n = 13$) e P2 ($n = 10$; média e desvio padrão) nas vacas de alta (AP; $n = 7$ e $n = 6$ em P1 e P2, respetivamente) e baixa (BP; $n = 6$ e $n = 4$ em P1 e P2, respetivamente) produção leiteira.

Parâmetros bioquímicos do sangue

O Ht e a Hb permitiram identificar algumas respostas fisiológicas face às variações do ambiente térmico. Observou-se uma percentagem inferior no Ht e na Hb no P1, aumentando significativamente em P2 em ambos os grupos de produção ($P < 0,0001$; Tabela 4), embora sem diferenças significativas entre AP e BP ($P < 0,05$). No P1, os valores de Ht registados encontraram-se abaixo do normal fisiológico, possivelmente devido a uma hemodiluição provocada pela sobre-ingestão de água, um comportamento adaptativo, necessário para fazer face à perda de fluídos associada à termólise latente, que foi também significativamente superior no P1 (PEREIRA et al., 2008; IKUTA et al.,

2010). Apesar dos níveis de Hb terem sido inferiores no P1, encontravam-se dentro do normal fisiológico (8-12 g/dL). Estes resultados, em conjunto com os da FR, TS e TR, sugerem que, independentemente do nível de produção, as vacas leiteiras exibem os mesmos mecanismos adaptativos, embora com diferentes magnitudes, de acordo com a produção de calor e a capacidade intrínseca de perder calor pela via evaporativa. Neste estudo não se verificaram alterações do nível dos leucócitos no sangue na presença de stresse térmico, contrariamente aos resultados de outros trabalhos (KOUBKOVÁ et al., 2002). Verificaram-se níveis leucocitários significativamente superiores no P2 em ambos os grupos ($P=0,0158$). No entanto, estas diferenças devem-se principalmente a uma leucocitose que ocorreu em duas vacas do grupo AP. Na verdade, foi detetado uma maior variação no perfil leucocitário no P2 no grupo AP, verificando-se tanto situações de leucopenia como de leucocitose. Duas vacas, diagnosticadas com mastite clínica no P2, apresentaram linfopenia, tendo sofrido concomitantemente uma quebra na produção de leite de 67%, comparativamente às restantes vacas do grupo das AP. Observou-se ainda um nível inferior de monócitos ($P=0,0434$) e um nível superior de basófilos ($P=0,0134$) no sangue durante o P1, encontrando-se, em todo o caso, dentro do intervalo de referência para a espécie (ROLAND et al., 2014).

Os valores de T_3 (ng/dL) foram significativamente superiores em P2 ($P<0,0001$). As AP apresentaram valores de T_3 significativamente inferiores ($P <0,0001$) às BP no P1 (AP-133,33±8,14; BP-152,40±11,97). Este resultado evidencia uma aclimatização mais acentuada nas AP, uma vez que as vacas de maior produtividade apresentam maior produção de calor metabólico, e conseqüentemente necessitam de diminuir mais acentuadamente a sua taxa metabólica. Os resultados estão de acordo com outros trabalhos desenvolvidos em condições de stresse térmico, onde se verifica uma redução de concentração plasmática das hormonas da tiroide (SILANIKOVE, 2000; PEREIRA, 2008). No P2, com as vacas em termoneutralidade, seria expectável observar valores de T_3 significativamente superiores nas AP, o que não ocorreu neste ensaio. É possível que a fase da lactação, com menores produções em ambos os grupos, possa ter contribuído para os resultados observados, além da influência compensatória da T_4 , e GH.

	P1		P2	
	AP	BP	AP	BP
Ht (%)	22,92±9,37 ^a	25,27±10,49 ^a	30,80±6,34 ^b	30,56±1,48 ^b
Hb (g/dL)	9,33±0,93 ^a	9,68±1,16 ^a	11,04±0,71 ^b	11,25±0,61 ^b
Leu (x10 ³ /μL)	8,98±1,75 ^a	7,70±0,83 ^a	11,28±3,99 ^b	9,33±1,18 ^b
Linfócitos	4,60±0,62	4,26±0,94	5,00±2,63	4,45±0,37
Monócitos	0,15±0,05 ^a	0,12±0,04 ^a	0,28±0,21 ^b	0,23±0,05 ^b
Neutrófilos	3,25±1,43	2,40±1,26	3,72±1,99	4,00±0,85
Eosinófilos	0,73±0,29	0,72±0,61	0,87±0,67	0,55±0,25
Basófilos	0,23±0,18 ^a	0,26±0,17 ^a	0,08±0,04 ^b	0,1±0,00 ^b
T ₃ (ng/dL)	133,33±8,14 ^a	152,40±11,97 ^b	160,32±13,18 ^c	186,25±13,72 ^c

Índices superiores minúsculos diferentes nas células indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os fatores.

Tabela 4. Parâmetros hematológicos e concentrações da hormona T₃ em P1 (n = 13) e P2 (n = 10; média e desvio padrão) nas vacas de alta (AP; n = 7 e n = 6 em P1 e P2, respetivamente) e baixa (BP; n = 6 e n = 4 em P1 e P2, respetivamente) produção leiteira.

4 | CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstraram que nas condições de stress térmico do presente estudo, as vacas com maior produção (AP) desencadearam respostas termolíticas semelhantes às vacas de menor produção (BP), evidenciando uma tendência para armazenamentos de calor superiores. De modo a responder à superior produção de calor metabólica, as AP necessitariam de taxas de perda de calor superiores mais eficientes, o que não foi registado neste estudo. Nas AP, o mecanismo de adaptação inerente ao processo de aclimatização refletiu-se na maior diminuição da taxa metabólica comparativamente às BP. Constataram-se ainda alterações mais acentuadas no metabolismo azotado nas vacas AP. Em climas sazonais, o conceito de adaptabilidade das vacas leiteiras ao stress térmico por calor é menos relevante, devendo dar-se uma maior ênfase à maior plasticidade fisiológica inerente ao processo de aclimatização. Assim, este estudo salienta a importância da melhor compreensão entre a produtividade leiteira e os mecanismos de aclimatização sazonal englobando a componente, celular e endócrina.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado por Fundos FEDER através do Programa Operacional Factores de Competitividade - COMPETE e por Fundos Nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito dos Projetos Estratégicos PEst-C/AGR/

UI0115/2011, PEst-OE/AGR/UI0115/2014 e do Programa Operacional Regional do Alentejo (InAlentejo), Operação ALENT-07-0262-FEDER-001871/ Laboratório de Biotecnologia Aplicada e Tecnologias Agro-ambientais.

REFERÊNCIAS

AVENDANO-REYES, L. Heat Stress Management for Milk Production in Arid Zones. *In: Milk Production - An Up-to-Date Overview of Animal Nutrition, Management and Health*. London: IntechOpen, 2012. cap. 9, p. 165-184.

BERMAN, A.; FOLMAN, Y.; KAIM, M.; HERZ, Z.; WOLFENSON, D.; ARIELI, A.; GRABER, Y. Upper Critical Temperatures and Forced Ventilation Effects for High-Yielding Dairy Cows in a Subtropical Climate. **Journal of dairy science**, v. 68, p. 1488–1495, 1985.

BERNABUCCI, U.; LACETERA, N.; BAUMGARD, L. H.; RHOADS, R. P.; RONCHI, B.; NARDONE, A. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. **Animal**, v. 4, n. 7, p. 1167–1183, 2010.

BERTOCCHI, L.; VITALI, A.; LACETERA, N.; NARDONE, A.; VARISCO, G.; BERNABUCCI, U. Seasonal variations in the composition of Holstein cow's milk and temperature-humidity index relationship. **Animal**, v. 8, n. 4, p. 667–674, 2014.

BOLLE, H-J. Climate, Climate Variability, and Impacts in the Mediterranean Area: An Overview. *In: Mediterranean Climate: Variability and Trends*. Berlim: Springer, 2003. cap 2, p. 5-86.

COWLEY, F. C.; BARBER, D. G.; HOULIHAN, A. V.; POPPI, D. P. Immediate and residual effects of heat stress and restricted intake on milk protein and casein composition and energy metabolism. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 4, p. 2356–2368, 2015.

DÍAZ GONZÁLEZ, Félix H.; CERONI DA SILVA, Sérgio. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 3ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2017.

FEIO, M. **Clima e Agricultura: Exigências Climáticas das Principais Culturas e Potencialidade Agrícolas do Nosso Clima**. Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação: Lisboa, Portugal, 1991; ISBN 972-9175-25-X

FERREIRA, F.; CAMPOS, W. E.; CARVALHO, A. U.; PIRES, M. F. A.; MARTINEZ, M. L.; SILVA, M. V. G. B.; VERNEQUE, R. S.; SILVA, P. F. Parâmetros clínicos, hematológicos, bioquímicos e hormonais de bovinos submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 4, p. 769–776, 2009.

GARCIA, Alejandra Barrera; ANGELI, Natalia; MACHADO, Letícia; DE CARDOSO, Felipe Cardoso; GONZALEZ, Félix. Relationships between heat stress and metabolic and milk parameters in dairy cows in southern Brazil. **Tropical Animal Health and Production**, v. 47, n. 5, p. 889–894, 2015.

HOROWITZ, Michal. Heat acclimation: Phenotypic plasticity and cues to the underlying molecular mechanisms. **Journal of Thermal Biology**, v. 26, n. 4–5, p. 357–363, 2001.

IKUTA, K.; OKADA, K.; SATO, S.; YASUDA, J. Effects of heat stress on blood chemistry and hematological profiles in lactating dairy cows. **Japanese Journal of Large Animal Clinics**, v. 1, n. 4, p. 190–196, 2010.

KOUBKOVÁ, M.; KNÍŽKOVÁ, I.; KUNC, P.; HÄRTLOVÁ, H.; FLUSSER, J.; DOLEŽAL, O. Influence of high environmental temperatures and evaporative cooling on some physiological, hematological and biochemical parameters in high-yielding dairy cows. **Czech Journal of Animal Science**, v. 47, n. 8, p. 309-318, 2002.

MARAI, I. F. M.; EL-DARAWANY, A. A.; FADIEL, A.; ABDEL-HAFEZ, M. A. M. Physiological traits as affected by heat stress in sheep-A review. **Small Ruminant Research**, v. 71, n. 1–3, p. 1–12, 2007.

NORO, Giovanni; GONZÁLEZ, Félix Hilario Díaz; CAMPOS, Rómulo; DÜRR, João Walter. Fatores ambientais que afetam a produção e a composição do leite em rebanhos assistidos por cooperativas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3 suppl, p. 1129–1135, 2006.

PEREIRA, A. **Adaptação ao Ambiente Geofísico Mediterrânico de Bovinos Nativos e Exóticos - Tolerância ao Calor**. 2004. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade de Évora, 2004. Disponível em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/11179>.

PEREIRA, Alfredo M. F.; BACCARI, Flávio; TITTO, Evaldo A. L.; ALMEIDA, J. A. Afons. Effect of thermal stress on physiological parameters, feed intake and plasma thyroid hormones concentration in Alentejana, Mertolenga, Frisian and Limousine cattle breeds. **International Journal of Biometeorology**, v. 52, n. 3, p. 199–208, 2008.

PEREIRA, Alfredo M. F.; VILELA, Reíssa A.; TITTO, Cristiane G.; LEME-DOS-SANTOS, Thays M. C.; GERALDO, Ana C. M.; BALIEIRO, Júlio C. C.; CALVIELLO, Raquel F.; BIRGEL JUNIOR, Eduardo H.; TITTO, Evaldo A. L. Thermoregulatory responses of heat acclimatized buffaloes to simulated heat waves. **Animals**, v. 10, n. 5, p. 1–17, 2020.

PURWANTO, B. P.; ABO, Y.; SAKAMOTO, R.; YAMAMOTO, S.; FURUMOTO, F. Diurnal patterns of heat production and heart rate under thermoneutral conditions in Holstein Friesian cows differing in milk production. **The Journal of Agricultural Science**, v. 114, n. 2, p. 139–142, 1990.

ROLAND, L.; DRILLICH, M.; IWERSEN, M. Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 26, n. 5, p. 592–598, 2014.

SALAMA, A.; NAYAN, N.; CONTRERAS-JODAR, A.; HAMZAOU, S.; CAJA, G. Urine metabolomics of heat-stressed dairy goats supplemented with soybean oil. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 2, p. 291–291, 2014.

SCHMIDT-NIELSEN, K. **Animal Physiology - Adaptation and environment**. 5th. ed. United Kingdom: Cambridge University Press, 1997.

TIAN, He; WANG, Weiyu; ZHENG, Nan; CHENG, Jianbo; LI, Songli; ZHANG, Yangdong; WANG, Jiaqi. Identification of diagnostic biomarkers and metabolic pathway shifts of heat-stressed lactating dairy cows. **Journal of Proteomics**, v. 125, p. 17–28, 2015.

WANKAR, Alok K.; RINDHE, Sandeep N.; DOIJAD, Nandkumar S. Heat stress in dairy animals and current milk production trends, economics, and future perspectives: the global scenario. **Tropical Animal Health and Production**, v. 53, n. 1, 2021.

WEST, J. W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 6, p. 2131–2144, 2003.

YADAV, Brijesh; SINGH, Gyanendra; WANKAR, Alok. Acclimatization dynamics to extreme heat stress in crossbred cattle. **Biological Rhythm Research**, v. 52, n. 4, p. 524–534, 2021.

A

Aclimação 21, 23, 52

Aspergillus niger 8, 11, 13, 15, 17, 18, 19

Aves 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 15, 17

B

Bioclimatologia 42, 51, 52, 53, 54

C

Caracterização bioquímica 7, 8, 9, 12, 19

D

Desempenho 1, 2, 3, 4, 6, 15, 16, 22, 43, 50, 54

Dieta pré-inicial 2, 5

F

Fermentação submersa 8, 12

Frango de corte 1, 2

H

Holstein-Frísia 21, 22, 24

M

Morfometria intestinal 1, 2, 3

P

Propriedades catalíticas 8, 13

S

Stresse térmico 21, 22, 23, 26, 27, 29, 30, 31

V

Vacas leiteiras 21, 23, 29, 31, 32

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ZOOTECNIA. ZOOTECNIA.

Desafios e tendências da ciência
e tecnologia


Ano 2023

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

ZOOTECNIA. ZOOTECNIA.

Desafios e tendências da ciência
e tecnologia


Ano 2023