

UNIVERSIDADE CESUMAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS LIMPAS

ELOÍSA DOS SANTOS SIVIERO

**ESTUDO DAS CONDIÇÕES CLIMATOLÓGICAS SOBRE A
COMPOSIÇÃO, QUALIDADE E PRODUÇÃO DE LEITE DE
VACAS DA RAÇA HOLANDÊS EM CONFINAMENTO FREE**

STALL

MARINGÁ
2022

ELOÍSA DOS SANTOS SIVIERO

**ESTUDO DAS CONDIÇÕES CLIMATOLÓGICAS SOBRE A
COMPOSIÇÃO, QUALIDADE E PRODUÇÃO DE LEITE DE
VACAS DA RAÇA HOLANDÊS EM CONFINAMENTO FREE
STALL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas da Universidade Cesumar, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologias Limpas.

Orientadora: Profa. Dra. Isabele Picada Emanuelli
Coorientador: Prof. Dr. José Eduardo Gonçalves

MARINGÁ 2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S624e Siviero, Eloisa dos Santos.

Estudo das condições climatológicas sobre a composição, qualidade e produção de leite em vacas da raça holandês em confinamento free stall / Eloisa dos Santos Siviero. – Maringá-PR: UNICESUMAR, 2022.

47 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Isabele Picada Emanuelli.

Coorientador: Prof. Dr. José Edu ardo Gonçalves.

Dissertação (mestrado) – Universidade Cesumar - UNICESUMAR, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas , Maringá, 2022.

1. Cadeia produtiva leiteira.
2. Composição do leite.
3. Variáveis climáticas.
4. Células somáticas.
5. Segurança alimentar . I. Título.

CDD – 637.14

Roseni Soares – Bibliotecária – CRB 9/1796 Biblioteca Central UniCesumar

Ficha catalográfica elaborada de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

ELOÍSA DOS SANTOS SIVIERO

Estudo das condições climatológicas sobre a composição, qualidade e produção de leite em vacas da raça holandês em confinamento free stall

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas Universidade Cesumar, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologias Limpas pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Profª. Drª. Isabele Picada Emanuelli
Universidade Cesumar/UNICESUMAR (Presidente)

Profª. Drª Marcia Aparecida Andreazzi
Universidade Cesumar/UNICESUMAR

Profª. Drª. Sandra Maria Simonelli
Universidade Estadual de Londrina/UEL

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, primeiramente, pelas bênçãos e inspirações recebidas diariamente. E à Nossa Senhora, por passar na frente, abrindo estradas e caminhos, portas e portões, casas e corações.

A Universidade Cesumar, por ter-me possibilitado desenvolver este trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da taxa PROSUP/CAPES.

A Universidade Cesumar (UNICESUMAR), pela concessão da bolsa de estudos institucional.

Aos meus pais Amauri e Silmara, e à minha irmã Ani, por todo acalento, suporte, escuta, orações e paciência. Sem vocês, nada seria possível.

A toda minha família, responsáveis por tudo que sou e pela felicidade que tenho.

Ao meu namorado Guilherme, por toda compreensão e por ser um grande incentivador durante todos esses anos.

À minha orientadora, professora Dra. Isabele Picada Emanuelli, pelos ensinamentos que levará para a vida toda, pela parceria e por todo tempo que dedicou a me auxiliar. A você, toda minha admiração.

Aos meus amigos Denise, Lucas, Raíssa, Renata e Gislaine, parceiros do mestrado. Agradeço pelo companheirismo, pela empatia, pelos conselhos e por todos os momentos de desabafo e acolhimento.

Ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas da Universidade Cesumar e a todos os professores que dedicaram seu tempo a me passar conhecimento. Em especial ao meu coorientador, professor Dr. José Eduardo Gonçalves, que somou positivamente na realização deste trabalho.

À Fazenda Unicesumar, juntamento com o professor Dr. Fabio Bin que disponibilizaram os dados dos animais para o estudo.

Ao professor Dr. Josmar Emanuelli pelo auxílio na condução e realização das análises.

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O leite bovino sofre influência pelas condições climatológicas. Temperaturas e umidade relativa do ar altas podem ultrapassar a zona de conforto térmico dos animais, gerando estresse térmico, sendo este correlacionado com a produção, composição e qualidade do leite. Embora encontram-se estudos sobre o tema que possam favorecer a cadeia produtiva de leite, há uma lacuna do conhecimento sobre a caracterização do leite produzido fora do estado de conforto térmico animal, tendo pontos a serem investigados relacionados a sustentabilidade e a segurança alimentar. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos das estações do ano e os índices de temperatura e umidade sobre a composição, qualidade e produção de leite de vacas holandês. Foram utilizados dados de produção de leite de 45 fêmeas bovinas da raça holandês, em confinamento free stall, com regime alimentar composto por silagem e suplementado com concentrado. Os dados climatológicos foram obtidos durante os anos de 2017 a 2021. Os valores de temperatura e umidade relativa constituiram o cálculo dos valores do Índice de Temperatura e Umidade diário (THI), permitindo determinar o efeito do estresse térmico nas variáveis de interesse do estudo. A avaliação das variáveis foi realizada por Análise de Variância e teste Tukey. A produção de leite no verão ($11,55 \pm 3,56$) para valores de THI ≥ 72 , diminuiu quando comparado a produção de leite no inverno ($11,96 \pm 3,74$), para valores de THI < 72 ($p < 0,05$). Já a quantidade de ureia foi maior para valores de THI ≥ 72 ($14,36 \pm 5,28$) do que para valores de THI < 72 ($12,91 \pm 5,32$). Em relação às células somáticas presentes no leite, verificou-se que as temperaturas extremas nas estações do ano aumentaram sua quantidade, reduzindo a produção de leite em casos de mastite leve, moderadas e intensas (2,75%; 3,95%; e 6,84%, respectivamente. Da mesma forma para os percentuais de lactose (4,47%; 6,38% e 11,27%). Em contra partida, o aumento da CCS acarretou no crescimento dos percentuais de proteína (1,74%; 1,74% e 7,53%, respectivamente) e de gordura do leite (4,47%; 6,38% e 11,27%, respectivamente. Os resultados encontrados sugerem que as estações do ano influenciam na produção, composição e contagem de células somáticas do leite. E ainda, que a quantidade de células somáticas presentes no leite afeta sua produção e composição.

Palavras-chave: Cadeia produtiva leiteira. Composição do leite. Variáveis climáticas. Células somáticas. Segurança alimentar.

ABSTRACT

Bovine milk is influenced by climatological conditions. High temperatures and relative humidity can exceed the thermal comfort zone of animals, generating thermal stress, which is correlated with milk production, composition and quality. Although there are studies on the subject that may favor the milk production chain, there is a gap in knowledge about the characterization of milk produced outside the state of animal thermal comfort, with points to be investigated related to sustainability and food safety. Therefore, this work aimed to evaluate the effects of the seasons and the indices of temperature and humidity on the composition, quality and milk production of Dutch cows. Milk production data from 45 Holstein cows fed a free stall diet consisting of silage and supplemented with concentrate were used. Climatological data were obtained during the years 2017 to 2021. The temperature and relative humidity values constituted the calculation of the values of the daily Temperature and Humidity Index (THI), allowing to determine the effect of thermal stress on the variables of interest to the study. The evaluation of variables was performed by Analysis of Variance and Tukey test. Milk production in summer (11.55 ± 3.56) for THI values ≥ 72 decreased when compared to milk production in winter (11.96 ± 3.56). For THI values < 72 ($p < 0.05$). The amount of urea was higher for THI values ≥ 72 (14.36 ± 5.28) than for THI values < 72 (12.91 ± 5.32). Regarding the somatic cells present in milk, it was found that extreme temperatures in the seasons increased their quantity, reducing milk production in cases of mild, moderate and intense mastitis (2.75%; 3.95%; and 6.84%, respectively). Likewise for the percentages of lactose (4.47%; 6.38% and 11.27%). 74%; 1.74% and 7.53%, respectively) and milk fat (4.47%; 6.38% and 11.27%, respectively. The results found suggest that the seasons influence the production, composition and somatic cell count of milk, and that the amount of somatic cells present in milk affects its production and composition.

Keywords: Dairy production chain. Milk composition. Climate variables. Somatic cells. Food safety.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Valores médios das variáveis climáticas, produção e composição de leite nas amostras estudadas em 3.8 anos
- Figura 2 - Correlação entre o estresse térmico sazonal e a composição, CCS e produção de leite de vacas Holandesas.....
- Figura 3 - Contagem de células somáticas no leite em diferentes estações do ano...
- Figura 4 - Correlação entre a concentração de CCS e a produção e composição do leite de vacas Holandesas.....

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Valores médios e desvio padrão das variáveis climáticas, produção e composição de leite nas amostras analisadas em 3.8 anos.....
- Tabela 2. Correlações entre as diferentes estações do ano e as variáveis analisados durante o período experimental.....
- Tabela 3. Valores médios da produção de leite e dos teores de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e ureia de acordo com as diferentes concentrações de CCS.....

LISTA DE ABREVIATURAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura
UHT	Ultrapasteurização
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
CS	Células Somáticas
CCS	Contagem de Células Somáticas
CBT	Contagem Total de Bactérias
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
APCBRH	Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa
CEUA	Comissão Ética no Uso de Animais
PACBHB	Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná
THI	Índice de Temperatura e Umidade

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	21
2.	OBJETIVOS	23
2.1	Objetivo geral	23
2.2	Objetivos específicos.....	23
3.	REVISÃO DE LITERATURA.....	24
3.1	Sustentabilidade pecuária leiteira	24
3.2	Cadeia produtiva de leite	25
3.3	Contagem de células somáticas e produção de leite.....	27
3.4	Conforto térmico	28
3.5	Estresse térmico e a produção de vacas leiteira.....	29
3.6	Estresse calórico e características do leite	30
	REFERÊNCIAS.....	31
4.	ARTIGO	37
5.	NORMAS DO ARTIGO	54
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56

1. INTRODUÇÃO

O aumento da globalização, juntamente com o crescimento da população mundial, influencia diretamente na sustentabilidade, principalmente das cadeias produtivas de alimentos de origem animal (GOVINDAN, 2018). Na criação de bovinos em especial, destacam-se os seguintes aspectos impactantes na sustentabilidade da produção tais como: elevada geração de dejetos, alto consumo de recursos e de energias não renováveis, bem como o manejo sanitário negligente com os animais.

A sustentabilidade nos processos produtivos é mundialmente discutido e caracteriza-se como uma reorganização de ideias e práticas que vão assegurar o crescimento econômico sem esgotar os recursos para o futuro. A Organização das Nações Unidas (ONU) criou a agenda 2030, que propõe um plano de ação com 17 objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) (UNESCO, 2019). A agenda dispõe de 2 objetivos específicos em relação a pecuária que asseguram a sustentabilidade e a segurança na produção de alimentos, sendo eles: (2) erradicação da fome; (12) consumo e produção responsáveis (FAO, 2018; UNESCO, 2019).

Dentro do setor de pecuária, o de produção leitera destaca-se pela importância para a segurança alimentar. O leite bovino é um alimento nutricionalmente completo, fonte de proteína, vitaminas e minerais essenciais em todas as fases da vida (SILVA; KANUGALA; WEERAKKODY, 2016). Além de exercer uma função importante no fornecimento de nutrientes, energia, calorias e de bactérias benéficas para o intestino, gerando efeitos positivos a saúde. Devido à seus vários benefícios, o consumo de lácteos vêm crescendo respectivamente com o interesse pela qualidade dos alimentos e, com isso, intensificam-se os desafios para aumentar a eficiência produtiva buscando oferecer um produto dentro dos padrões de segurança alimentar, porém minimizando o impacto ambiental (ZHANG et al., 2018; GROSS; BRUCKMAIER, 2019).

As alterações climáticas e o aquecimento global são alguns dos principais desafios para os sistemas de produção de gado leiteiro, devido à preocupação com as fortes ondas de calor sobre os animais. Umidade relativa do ar, temperaturas altas e radiação solar são consideradas estressores climáticos que podem ultrapassar a zona de conforto térmico dos animais, levando ao estresse térmico (DALTRO et al., 2020). Sendo o Brasil um País de clima subtropical, a preocupação com a qualidade dos produtos lácteos e a produção leiteira deve-se ao fato dessa matéria prima sofrer influência pelas condições climatológicas (WANG et al., 2015).

Os bovinos de leite são animais homeotérmicos, controlados pelo centro termorregulador localizado no hipotálamo, que, na zona de termoneutralidade, mantêm a

temperatura constante, ou seja, a produção e perda de calor estão em equilíbrio, quando essas se estabilizam ocorre o estado de conforto térmico (FABRIS et al., 2020). O estressetérmico é definido como um estado de mudanças na homeostase em que a taxa de ganho decalor excede a de perda, provocado por agentes estressantes fisiológicos, psicológicos ou ambiental. As condições ambientais como alta temperatura e umidade, exercem influência negativa sobre a sanidade, comportamento, produção e reprodução animal (MARCHEZAN et al., 2013).

Vários são os fatores que influenciam na quantidade de calor produzida pelo organismo animal, e o estado metabólico é um deles. Vacas leiteiras de alta produção sãoextremamente afetadas, principalmente aquelas que se encontram em ambientes quentes e úmidos, de regiões tropicais e subtropicais, como é o caso do Brasil (GANTNER et al., 2017). Observa-se nas regiões de clima tropical um problema de adaptação de raças europeias, como a raça Holandês, que devido a sua alta produção sofre problemas fisiológicos causados pelo estresse térmico (MAUGER et al., 2015).

É importante destacar ainda que deve-se adotar medidas que contribuam com o conforto térmico, como melhoramento nutricional, ventilação natural ou forçada e altura adequada das instalações, considerando as características climáticas inerentes a cada propriedade e à região na qual se localiza, além das características do rebanho e a relação custo- benefício. Visto que, há uma alternativa que se apresenta mais eficaz em cada situação para diminuir os efeitos do estresse calórico sobre a produção e qualidade do leite (ALMUHANNA et al., 2021).

Baseado na problemática apresentada da influência climatológica na composição (teor de gordura, lactose, proteína, sólidos totais e ureia), qualidade (CCS) e produção de leite, percebe-se a existência de uma lacuna do conhecimento sobre a caracterização do leite produzido fora do estado de conforto térmico animal. Tal pesquisa poderia diagnosticar um perfil quanto os aspectos de segurança para o consumo e de sustentabilidade socioambiental na produção leiteira, contribuindo para tomadas de decisões mais cautelosas quanto a qualidade do alimento, ao bem-estar animal e ao desenvolvimento sustentável na indústria de laticínios.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Verificar a relação entre as variáveis climáticas (precipitação, temperatura, umidade relativa e ITU médio diário) e a produção de leite do rebanho e composição das amostras de leite individual por animal (lactose, gordura, proteína, ureia, sólidos totais e contagem de células somáticas (CCS)) de vacas da raça holandês ao longo de 3.8 anos na fazenda BIOTEC-UNICESUMAR, situada no noroeste do Estado do Paraná, usando análise de variância e teste de Tukey.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar as variáveis climatológicas de temperatura e precipitação, durante 12 meses, em uma microregião localizada na região noroeste do Paraná;
- Calcular os valores de conforto térmico;
- Caracterizar as variáveis de produção, composição do leite e contagem de células somáticas de vacas em lactação, alojadas na região de estudo;
- Correlacionar as variáveis climáticas com as variáveis de produção, composição (teor de proteína, gordura, lactose, sólidos totais, ureia) e qualidade (CCS) do leite.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 SUSTENTABILIDADE NA PECUÁRIA LEITEIRA

Com o crescimento populacional, o aumento da demanda alimentar e a melhora no padrão mundial de vida, o meio ambiente foi afetado em uma tentativa de suprir as necessidades da população (ROJAS-DOWNING et al., 2017). Na atualidade, é muito relevante a busca por estratégias para aumento de produção de alimentos sem degradação ambiental (RAFIEE et al., 2016).

Além do aumento da população mundial, houve também o aumento no consumo de alimentos de origem animal, principalmente o leite. O Brasil possui cerca de 218 milhões de cabeça de gado leiteiro, ocupando o quinto lugar de maior produtor mundial de leite, e o Estado do Paraná o terceiro maior do País (Anuário de leite, 2019). crescimento da pecuária leiteira, além de outras consequências, acarreta em competição alimentar. Isto porque grande parte dos grãos produzidos, com capacidade para alimentar bilhões de pessoas, são destinados à alimentação animal (EISLER et al., 2014).

Sabendo-se que tanto os ingredientes provenientes de vegetais como os de animais são importantes para a saúde humana, estudos e experimentações científicas que abordem a pecuária sustentável se tornam essenciais, a fim de aumentar a produtividade animal (rendendo mais com menos animais) e a lucratividade do produtor, sem prejudicar a qualidade e a quantidade alimentar da população (SPOELSTRA et al., 2013).

Em se tratando de pecuária bovina, o manejo do gado possui papel importante no desenvolvimento sustentável, desde a genética até a comercialização do produto final. Portanto, é necessário que inicialmente o produtor compreenda a relação entre a pecuária e o meio ambiente e, principalmente, como isso pode ser gerenciado de forma que o resultado final do processo seja positivo para ambos (SWAIN et al., 2018).

O consumo de produtos de origem animal tende a crescer até 70% nas próximas décadas, podendo gerar grandes prejuízos caso a produção destes alimentos continue sendo executada de forma insustentável em todas as etapas da cadeia (PRADÈRE et al., 2014). Por isso foi criada a Agenda Global da Pecuária Sustentável, uma parceria entre diversos países, organizações públicas e privadas, com o objetivo de alcançar desenvolvimento da sustentabilidade no setor pecuário (BREEMAN; DIJKMAN; TERMEER, 2015).

Portanto, investimentos em pesquisas precisam ser realizados para melhorar a produtividade, assegurar a segurança alimentar e a sustentabilidade em seus três pilares dentro de todas as fases da cadeia (ZOCCA et al., 2018; ENAHORO et al., 2019).

O modelo P triplo demonstra as três dimensões da sustentabilidade e a prioridade de cada uma delas: (1) ambiental – planeta, (2) social – pessoas, (3) econômico – lucro. Apenas quando os três pilares forem praticados haverá sustentabilidade no processo (EVANS et al., 2017).

A pecuária leiteira no Brasil tem gerado um desenvolvimento econômico positivo no País, como geração de emprego, lucratividade e competitividade (GOMES et al., 2014). O segmento de produção esta relacionado com a produção de proteína de origem animal, entretanto, pode causar impacto ambiental pela forma intensiva de criação quando não manejado corretamente (BRITO et al., 2017).

Dessa forma, a cadeia produtiva de leite deve ser analisada desde a produção até o consumo, em todas as suas etapas, para avaliação do manejo dos animais, dos impactos que podem ser gerados e a respeito da sustentabilidade da mesma (GOVINDAN et al., 2018).

3.2 CADEIA PRODUTIVA DE LEITE

A maior parte do leite consumido mundialmente é proveniente de vacas, configurando 85% da produção global de leite (FAYE; KONUSPAYEVA, 2012). A cadeia produtiva de leite bovino inclui desde a alimentação dos animais, equipamentos utilizados, instalações, cuidados com o rebanho, manejo, ordenha, até a comercialização do produto final, ou seja, todas as etapas do processo de criação do gado leiteiro (COSTA et al., 2009).

A produção leiteira do Brasil cresceu 43% entre os anos de 2005 e 2014 (VILELA; RESENDE, 2014). Em 2014 o país produziu um total de 35,17 bilhões de litros, colocando-o na quinta posição no ranking mundial, atrás apenas da União Europeia, Índia, Estados Unidos e China. Em contrapartida, os maiores desafios para os pecuaristas e para a consolidação da indústria de laticínios no país são a quantidade de leite produzida por animal e a qualidade do produto (LANGE et al., 2017).

Devido a problemas com a qualidade do leite, foi necessária a criação da Instrução Normativa nº 51 (IN nº 51), cujo objetivo é fiscalizar e monitorar a qualidade do leite produzido no país, regulamentando a produção, identidade, qualidade, coleta, transporte e classificação do leite, visando atender o consumidor com produto de maior qualidade (MAPA, 2020).

A classificação do leite é determinadas a partir da contagem de micro-organismos presentes no leite. O leite tipo A é o que contém menos de 10.000 microrganismos/ml de leite cru, enquanto o B pode apresentar até 500.000 microrganismos/ml e o C, mais de 500.000 microrganismos/ml (GUIMARÃES et al., 2020.). Porém, o leite de maior produção atualmente

no Brail é o UHT TetraPak (leite processado em temperatura ultra-alta) (PRIYASHANTHA et al., 2021.).

Projeções indicam que produção de leite no País seja capaz de atingir 44,2 bilhões de litros ao ano até o ano de 2025 (VILELA et al., 2016). Porém, a falta de sustentabilidade constitui um dos grandes desafios para que esta evolução impactem minimamente o ambiente. Portanto, o futuro da cadeia leiteira depende de pesquisas que busquem reduzir seus impactos socioambientais (ENAHORO et al., 2019).

O leite é a base para a produção de outros produtos lácteos e o principal produto do setor lácteo, se destacando como uma fonte de proteína animal de alto valor biológico, pois auxilia na síntese muscular, fornece aminoácidos constantemente, beneficia o sistema imunológico e contribui para a saciedade (BÄR et al., 2019). Devido a sua conhecida vantagem nutricional, o teor de proteína, além do volume de leite produzido, também é um fator que interfere na lucratividade do produtor (WU et al., 2018).

Raça, idade, estado nutricional, saúde dos animais, estação do ano, temperatura, entre outros, são os fatores responsáveis pela variação na composição do leite, sendo que em todos os casos os constituintes de maior quantidade em 100g são: gordura (3g), lactose (4,7g) e proteína (3g). A caseína, proteína contida no leite bovino, é de fácil digestão, tornando o alimento um aliado importante na erradicação da desnutrição (VARGAS et al., 2019).

O leite é um alimento nutricionalmente completo, fornecendo grande diversidade de nutrientes essenciais, sendo indispensável ingerir a recomendação diária de leite. Quando consumido em quantidades adequadas auxilia no metabolismo das vitaminas lipossolúveis e em outras funções orgânicas, não contribuindo dessa forma para dislipidemias (GÓMES; JUÁREZ; FUENTE, 2018).

Seu consumo, tanto por idosos e crianças, quanto por adultos, pode prevenir doenças como câncer, diabetes e obesidade. Assim como na prevenção de doenças, atua também na promoção da saúde, sendo fonte de vitaminas A, D, E, do complexo B e de minerais, como cálcio e fósforo, sendo o cálcio um nutriente fundamental para formação e manutenção da estrutura óssea (PARRÓN et al., 2018).

Com efeito, observa-se a preocupação em avaliar os principais indicadores de qualidade do leite (CCS, CBT, presença de resíduos) e dos constituintes do produto (gordura, proteína, lactose, sólidos totais), delimitados pela Instrução Normativa nº 62 do MAPA (IN-62) (MAPA, 2020). Quando sabido sobre os constituintes do leite, é possível melhorar a produção do mesmo, além de assegurar a qualidade final dos produtos e seus derivados ao consumidor (MOTTA et al., 2015).

3.3 CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS E PRODUÇÃO DE LEITE

As células somáticas do leite são formadas por células epiteliais da glândula mamária e de defesa do organismo que migram do sangue para o leite como consequênciada inflamação do úbere, um exemplo de inflamação é a mastite (SONG et al., 2020). Essa inflamação pode ser classificada quanto à forma de manifestação em: mastite clínica, quando há sinais clínicos evidentes, ou mastite subclínica, quando há ausênciade alterações visíveis (HOQUE et al., 2020).

Dentre as doenças relacionadas à higiene do leite em todo mundo, a mastite é considerada a mais constante e disseminada, podendo causar interferências na qualidade do leite. Essa infecção na glândula mamária provoca aumento da contagem de bactérias prevalentes na superfície externa dos tetos e, consequentemente, o número de células somáticas (HEIKKILÄ et al., 2018). Assim, quanto maior a infecção dos tetos, mais altaa contagem de células somáticas e de bactérias no leite produzido.

A contagem de células somáticas no leite é uma metodologia apreciada internacionalmente como critério de avaliação da sanidade da glândula mamária, que pode sofrer influência não apenas pela mastite bovina, mas também pelo estágio de lactação, idade do animal, temperaturas elevadas na estação do verão, dentre outros (HOQUE et al., 2020).

Para regulamentar a produção de leite no Brasil foi aprovada, em 2018, a Instrução Normativa nº 76 (IN 76) definindo que o leite cru refrigerado de tanque individual ou deuso comunitário deve apresentar médias trimestrais de no máximo 500.000 CS/mL (MAPA, 2018). Enquanto o SCC para o leite de um úbere saudável pode alcançar 300.000células/mL, os casos de mastite clínica podem resultar CCS de até 1.000.000 de células/mL ou mais. Uma vez que o leite o valor máximo estabelecido máximo permitidopela IN 76 seja ultrapassado, os produtores devem realizar medidas para minimizem esse número. (NEVES et al., 2019).

A redução da CCS, é uma das grandes prioridades do setor, pois a alta CCS está sempre relacionada negativamente com a qualidade do leite cru, uma vez que afeta a composição do leite produzido. A principal alteração é a diminuição do teor de caseína, lactose e dos minerais cálcio e fósforo, que pode impedir o adequado processamento industrial (BURMAŃCZUK et al., 2018.).

Para incentivar produtores a se tornarem mais competitivos em volume de produção e qualidade do leite, algumas indústrias definiram programas para melhoria daqualidade do leite, baseados na bonificação para produtores que comercializassem maiorvolume de leite e com melhores padrões de qualidade (JUNIOR et al., 2021).

3.4 CONFORTO TÉRMICO

Bovinos são considerados animais homeotérmicos devido sua capacidade de manter a temperatura corporal em níveis constantes, independentemente das variações da temperatura do meio externo (PEZZOPANE et al., 2019). Quando o animal é submetido a um ambiente com temperatura mais baixas que a corporal, há um aumento na sua produção de calor e redução das perdas para o ambiente, mantendo assim, sua temperatura interna controlada (KOVÁCS et al., 2018).

A zona de termoneutralidade é uma faixa de temperatura ambiente na qual o animal não sofre estresse pelo frio ou pelo calor, gerando um custo fisiológico mínimo, retenção de energia da dieta máxima, temperatura corporal e apetite normais e produção excelente (BERNABUCCI et al., 2014). Essa zona de temperatura é onde os animais estão em conforto térmico e tem como limites a Temperatura Crítica Inferior (TCI) e a Temperatura Crítica Superior (TCS). Alterações na temperatura abaixo da TCI ou acima da TCS ocasionam reações fisiológicas, ou seja, abaixo da TCI o animal entra em estresse pelo frio e acima da TCS, sofre estresse pelo calor. (KOVÁCS et al., 2018).

Fatores como diferenças entre raças, altas temperaturas e umidade relativa do ar, devem ser considerados. Vacas de alta produção requerem uma zona de neutralidade baixa por possuirem uma maior exigência na quantidade de calor metabólico (PEZZOPANE et al., 2019). Animais criados em confinamento podem ter a umidade relativa do ar maior devido a aglomeração dos animais e a produção de vapor d'água e taxa de passagem do ar não serem suficientes para eliminar o excesso. A maior parte do Brasil apresenta freqüentemente temperaturas altas por várias horas do dia, em grande parte do ano, sujeitando as vacas leiteiras ao estresse térmico por calor (ARANH et al., 2019).

No caso dos bovinos, o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) é um dos indicadores mais utilizados para avaliar a condição de (des) conforto térmico que o animal pode ser submetido. Valores de ITU igual ou inferior a 72 indica condição normal e acima de 72 impõe desconforto ao animal, passando a afetar seu rendimento. O desconforto térmico aumentar na medida que cresce o ITU, podendo atingir níveis de risco para a saúde animal (INMET, 2021).

3.5 ESTRESSE TÉRMICO E A PRODUÇÃO DE VACAS LEITEIRA

O Brasil é considerado um país de clima tropical, com médias altas de temperaturas durante o ano, podendo predispor o estresse térmico em animais de difícil adaptação. As diferentes raças leiteiras possuem características e produtividades diferentes, tendo influência sobre a confiabilidade de estresse térmico do animal. Dessa forma, é importante que o produtor conheça bem a raça do animal que quer ter em sua propriedade e suas exigências.

Dentre as raças leiteiras mais utilizadas pelos produtores no País, encontram-se as que toleram o clima quente, como a raça Gir e Sindi, e as mais adaptadas a um clima mais ameno, como Holandês e Jersey. A raça Holandês, estudada no artigo, é uma raça importante na produção leiteira e sofre mais com o calor do que as demais, estando mais sujeita a condição de estresse térmico.

O estresse térmico é um dos principais fatores que afetam a produção animal. Fora do seu estado de conforto térmico, o animal apresenta formas de desequilíbrios envolvendo uma série de adaptações para manter, como alteração na ingestão de alimentos e água, decréscimo do metabolismo basal e da produção de leite (MAUGER et al., 2015).

A diminuição na produção de vacas leiteiras sob estresse térmico advindo de elevadas temperaturas se dá devido à redução no consumo de alimentos, menor função da glândula tireóide e alta demanda energética necessária para a eliminação do calor corporal (TAO et al., 2020). As respostas das vacas em lactação ao estresse térmico incluem, além da redução no consumo de alimentos: redução no consumo de forragem como porcentagem do total de alimento, redução na produção e porcentagem de gordurado leite, diminuição da atividade, especialmente durante o dia, aumento da frequência respiratória e hipertermia (WANG et al., 2021).

O consumo de matéria seca diminui em até 55% nas condições de estresse, e juntocom a redução na ingestão de alimentos ocorre um menor fluxo de sangue da veia porta e a glândula mamária, ocasionando uma menor quantidade de nutrientes e de energia para a produção de leite. Dessa forma, a redução entre 35 a 50% na produção do leite em vacas sob estresse térmico, é relacionado a diminuição da alimentação, e o restante ficaria sob efeito direto do calor em si (OUELLET et al., 2019).

Para cada situação há uma alternativa que se apresenta mais eficaz para amenizar os efeitos do estresse calórico sobre a produção e qualidade do leite. Medidas devem ser adotadas visando ao conforto térmico, considerando as características climáticas inerentes a cada propriedade e à região na qual se localiza, além das características do rebanho e a relação custo-

benefício (ALMUHANNA et al., 2021).

3.6 ESTRESSE CALÓRICO E CARACTERÍSTICAS DO LEITE

No Paraná, o clima predominante é o subtropical, sendo que a região do estudo se encontra no limite final do clima subtropical e no início do tropical, com temperaturas mais elevadas. Embora a produção do Estado seja de 3,9 bilhões de litros/ano e represente a cadeia produtiva mais importante para os agricultores familiares do estado, as mudanças climáticas tem impacto direto na fertilidade do solo, disponibilidade de água e crescimento das pastagens.

Durante o estresse calórico, o animal diminui seu consumo de ração e a síntese de leite para manter sua temperatura corporal interna constante (DAS et al., 2016). Como resultado, ocorrem alterações na síntese, absorção e mobilização de metabólitos como a glicose, ácidos graxos voláteis, lipídeos e aminoácidos. Há também um desvio do fluxo sanguíneo dos órgãos internos dos animais para os tecidos periféricos, ocasionando a redução dos nutrientes e consequentemente a produção e composição do leite (GANTNER et al., 2017).

O leite de vacas leiteiras em lactação acomodadas em ambientes com temperaturas baixas apresenta maiores porcentagens de gordura, proteína e lactose, redução de CCS e aumento do potássio e acidez titulável. Os maiores rendimentos e a melhor composição do leite produzido no inverno e na primavera estão relacionados à quantidade e qualidade da forragem temperada. A ingestão de alimento por vacas em lactação é influenciada pela disponibilidade e a demanda de nutrientes dos animais, afetando a composição orgânica e inorgânica do leite (FAN et al., 2019).

Vacas com estresse térmico sofrem redução no teor de proteína no leite, devido ao catabolismo muscular ser maior e na redução da concentração da proteína em virtude da menor ingestão de alimentos. A lactose tem papel fundamental na síntese do leite, devido ao seu principal fator osmótico do leite, onde puxa água para as células epiteliais mamárias. Em virtude da importância entre a síntese e a quantidade de água drenada para o leite, o conteúdo de lactose é o componente que tem menor variação em relação aos fatores ambientais (GAO et al., 2017).

Dessa forma, hoje existem diferentes sistemas de criação, tipos de instalações e diversos equipamentos justamente para manter o conforto térmico animal, pois de acordo com a instalação em que se encontra, o animal pode sofrer mais ou menos com a temperatura ambiente. Um dos melhores sistemas de confinamento para garantir o conforto e bem-estar animal e aumentar a produtividade do rebanho é o free-stall, sendo este utilizado no estudo (SHEPLEY et al., 2020).

REFERÊNCIAS

- ALMUHANNA, Emad A. Performance of roof-mounted misting fans to regulate heat stress in dairy cows. **Journal of Thermal Biology**, v. 99, p. 102984, 2021. DOI: [10.1016/j.jtherbio.2021.102984](https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.102984).
- ARANHA, Helena Sampaio. Produção e conforto térmico de bovinos da raça Nelore terminados em sistemas integrados de produção agropecuária. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, p. 1686-1694, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/336888716>.
- BÄR, Ério. Protein profile of dairy products: simultaneous quantification of twenty bovine milk proteins. **International Dairy Journal**, v. 97, p. 167-175, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.idairyj.2019.01.001>.
- BERNABUCCI, Ério. The effects of heat stress in Italian Holstein dairycattle. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 1, p. 471-486, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6611>.
- BRASIL. Instrução Normativa nº51, 2020. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <https://in.gov.br/web/dou/>
- BRASIL. Instrução Normativa nº62, 2020. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-62-de-16-de-junho-de-2020-261924231>.
- BRASIL. Instrução Normativa nº76, 2018. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia/>.
- BREEMAN, G.; DIJKMAN, J.; TERMEER, C. Enhancing food security through a multi-stakeholder process: the global agenda for sustainable livestock. **Food Security**, [s.l.], v.7, n. 2, p.425-435, 2015. Springer Nature. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12571-015-0430-4>.
- BRITO, M. M. Leite na produção familiar: hoje e o futuro. **Revista Balde Branco**, v. 632, 2017. Disponível em: <https://www.baldebranco.com.br/leite-na-producao-familiar-hoje-e-o-futuro/>.
- BURMAŃCZUK, Artur. Quercetin decrease somatic cells count in mastitis of dairycows. **Research in veterinary science**, v. 117, p. 255-259, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.01.006>.
- COSTA, Z. F. **Eficiência energética e econômica da produção de leite bovino em explorações familiares no Município de Pardinho, região de Botucatu-SP**. 2009. xiv,132 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista , Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, 2009. Disponível em:<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/137354>.
- DALTRO, Andressa Machado. Efeito do estresse térmico por calor na produção de vacas leiteiras. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 26, n. 1, p. 288-311, 2020. DOI: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261288-311>.
- DAS, Ramendra. Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. **Veterinary world**, v. 9, n. 3, p. 260, 2016. DOI

[https://dx.doi.org/10.14202%2Fvetworld.2016.260-268.](https://dx.doi.org/10.14202%2Fvetworld.2016.260-268)

EISLER, M. C. Agriculture: Steps to sustainable livestock. **Nature, Ecology and Evolution**, [s.l.], v. 507, n.7490, p.32-34, 2014. Springer Nature. DOI:<http://dx.doi.org/10.1038/507032a>.

EMBRAPA. **Indicadores: Leite e Derivados** – Ano 8, n. 65 –Embrapa Gado de Leite, 2017. Disponível em:http://www.cileite.com.br/sites/default/files/2017_04_Indicadores_leite.pdf.

ENAHORO, D. Supporting sustainable expansion of livestock production in SouthAsia and Sub-Saharan Africa: Scenario analysis of investment options. **Global Food Security**, [s.l.], v. 20, p.114-121, 2019. Elsevier BV. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.gfs.2019.01.001>.

FABRIS, Thiago F. Effect of heat stress during the early and late dry period on mammary gland development of Holstein dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 103,n. 9, p. 8576-8586, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17911>.

FAN, Cai-yun. Milk production and composition and metabolic alterations in the mammary gland of heat-stressed lactating dairy cows. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 18, n. 12, p. 2844-2853, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/S2095->

FAYE, B.; KONUSPAYEVA, G. The sustainability challenge to the dairy sector – The growing importance of non-cattle milk production worldwide. **International Dairy Journal**, [s.l.], v. 24, n. 2, p.50-56, 2012. Elsevier BV.
DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.12.011>.

GANTNER, Vesna. Differences in response to heat stress due to production level and breed of dairy cows. **International Journal of Biometeorology**, v. 61, n. 9, p. 1675-1685, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1348-7>.

GAO, S. T. The effects of heat stress on protein metabolism in lactating Holstein cows. **Journal of dairy science**, v. 100, n. 6, p. 5040-5049, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11913>.

GOMES, A. C. A. Incentivos para a viabilização do biogás a partir dos resíduos da pecuária leiteira no Estado de Minas Gerais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 30,p. 149-160, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v30i0.34192>.

GÓMEZ-CORTÉS, P.; JUÁREZ, M.; LAFUENTE, M. A. Milk fatty acids and potential health benefits: An updated vision. **Trends In Food Science & Technology**, [s.l.], v. 81,p.1-9, 2018. Elsevier BV. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2018.08.014>.

GOVINDAN, K. Sustainable consumption and production in the food supply chain: A conceptual framework. **International Journal Of Production Economics**, [s.l.], v. 195, p.419-431, 2018. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.03.003>.

GROSS, J.; BRUCKMAIER, R. Invited review: Metabolic challenges and adaptation during different functional stages of the mammary gland in dairy cows. **Journal Of DairyScience**, [s.l.], v. 102, n. 4, p.2828-2843, 2019. American Dairy Science Association.
DOI:<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2018-15713>.

GUIMARÃES, Geovanna Machado. Qualidade do leite in natura perante a instruções normativa IN 76 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil. **Research**,

Society and Development, v. 9, n. 9, p. e262996746-e262996746, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.6746>.

HAYGERT-VELHO, Ione MP. Análise multivariada relacionando produção de leite, composição do leite e estações do ano. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, p. 3839-3852, 2018). DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3839.3852>

HEIKKILÄ, A.-M. Pathogen-specific production losses in bovine mastitis. **Journal of dairy science**, v. 101, n. 10, p. 9493-9504, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14824>.

HOQUE, M. Nazmul. Microbiome dynamics and genomic determinants of bovine mastitis. **Genomics**, v. 112, n. 6, p. 5188-5203, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ygeno.2020.09.039>.

Instituto Nacional de Metereologia - INMET, 2021. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>.

JUNIOR, Clodoaldo Souza Monteiro. Incentivos e tipologia de sistemas produtivos leiteiros que participam de programas para a melhoria da qualidade do leite. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. 4, p. 1-10, 2021. DOI: 10.17765/2176-9168.2021v14n4e7774.

KAUFMANN, T. Sustainable livestock production: Low emission farm – The innovative combination of nutrient, emission and waste management with special emphasis on Chinese pig production. **Animal Nutrition**, [s.l.], v. 1, n. 3, p.104-112, 2015. ElsevierBV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aninu.2015.08.001>.

KOVÁCS, Levente. Association between human and animal thermal comfort indices and physiological heat stress indicators in dairy calves. **Environmental research**, v. 166, p. 108-111, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.05.036>.

LANGE, M. J. Tipologia de manejo de ordenha: análise de fatores de risco para a mastite subclínica. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, [s.l.], v. 37, n. 11, p.1205-1212, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2017001100004>.

LAUER, M. Making money from waste: The economic viability of producing biogas and biomethane in the Idaho dairy industry. **Applied Energy**, [s.l.], v. 222, p.621-636, 2018. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.04.026>.

MARCHEZAN, W. M. **Estresse térmico em bovinos leiteiros**. 2013. Dissertação (Monografia de Especialização) – Medicina Veterinária, Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/12457>.

MAUGER, Guillaume. Impacts of climate change on milk production in the United States. **The Professional Geographer**, v. 67, n. 1, p. 121-131, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/00330124.2014.921017>.

MOTTA, Rodrigo G. Indicators of quality and composition of informal milk marketed in the in the Southeast region of São Paulo, Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, n. 5, p. 417-423, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2015000500005>.

NEVES, R. B. S. Avaliação Sazonal e Temporal da Qualidade do Leite Cru Goiano tendo como parâmetros a CCS e a CBT. **Archives of Veterinary Science**, v. 24, n. 1, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/avs.v24i1.59996>.

NOYA, I. Environmental and water sustainability of milk production in Northeast Spain. **Science Of The Total Environment**, [s.l.], v. 616-617, p.1317-1329, 2018. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.186>.

Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura - FAO, 2018. Disponível em:<https://www.fao.org/3/CA1201EN/ca1201en.pdf>.

OUELLET, V. The relationship between the number of consecutive days with heatstress and milk production of Holstein dairy cows raised in a humid continental climate. **Journal of dairy science**, v. 102, n. 9, p. 8537-8545, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16060>.

PARRÓN, J. A. Antirotaviral activity of bovine milk components: Extending the list of inhibitory proteins and seeking a better understanding of their neutralization mechanism. **Journal Of Functional Foods**, [s.l.], v. 44, p.103-111, 2018. ElsevierBV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2018.03.002>.

PEZZOPANE, J. R. M. Animal thermal comfort indexes in silvopastoral systems with different tree arrangements. **Journal of thermal biology**, v. 79, p. 103-111, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.12.015>.

PRADÈRE, J. P. Links between livestock production, the environment and sustainable development. **Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz**, [s.l.], v. 3, n. 33, p.765-781, 2014. Disponível em: <https://europepmc.org/article/med/25812202#impact>.

PRIYASHANCHA, H. Composition and properties of bovine milk: A case study from dairy farms in Northern Sweden; Part II. Effect of monthly variation. **Journal of dairy science**, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19651>.

RAFIEE, S. Sustainability evaluation of pasteurized milk production with a life cycle assessment approach: An Iranian case study. **Science Of The Total Environment**, [s.l.], v. 562, p.614-627, 2016. Elsevier BV. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.070>.

ROJAS-DOWNING, M. M. Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. **Climate Risk Management**, [s.l.], v. 16, p.145-163, 2017. Elsevier BV. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.crm.2017.02.001>.

SHEPLEY, E. The effect of free-stall versus strawyard housing and access to pasture on dairy cow locomotor activity and time budget. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 224, p. 104928, 2020. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.104928>.

SILVA, S.; KANUGALA, K.; WEERAKKODY, N. Microbiological Quality of Raw Milk and Effect on Quality by Implementing Good Management Practices. **Procedia Food Science**, [s.l.], v. 6, p.92-96, 2016. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.profoo.2016.02.019>.

SILVESTRE, B. S.; TIRCA, D. M. Innovations for sustainable development: Moving toward a sustainable future. **Journal Of Cleaner Production**, [s.l.], v. 208, p.325-332, 2019. Elsevier BV. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.244>.

- SONG, X. The prevalence of pathogens causing bovine mastitis and their associated risk factors in 15 large dairy farms in China: An observational study. **Veterinary Microbiology**, v. 247, p. 108757, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2020.108757>.
- SPOELSTRA, S. F. Sustainability research: Organizational challenge for intermediary research institutes. **Njas - Wageningen Journal Of Life Sciences**, [s.l.], v. 66, p.75-81, 2013. Elsevier BV. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.njas.2013.06.002>.
- SWAIN, M. Reducing the environmental impact of global diets. **Science Of The Total Environment**, [s.l.], v. 610-611, p.1207-1209, 2018. Elsevier BV. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.125>.
- TAO, S. Impact of heat stress on lactational performance of dairy cows. **Theriogenology**, v. 150, p. 437-444, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.02.048>.
- VARGAS, D. P. Qualidade físico-química e microbiológica do leite bovino em diferentes sistemas de produção e estações do ano. **Ciência Animal Brasileira**, v. 20, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v20e-46898>.
- VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. da. **Características do leite**. Boletim Técnico - PIE – UFES: 01007, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES,2007. Disponível em: http://www.agais.com/telomc/b01007_caracteristicas_leite.pdf.
- VILELA, D. **Pecuária de leite no Brasil** – Cenários e avanços tecnológicos. 1a ed. Brasília: [s.n], 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164236/1/Pecuaria-de-leite-no-Brasil.pdf>.
- VILELA, D.; DE RESENDE, J. C. Cenário para a produção de leite no Brasil na próxima década. In: **Embrapa Gado de Leite-Artigo em anais de congresso (ALICE)**.In: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA LEITEIRA NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 6.; SEMINÁRIO DOS CENTROS MESORREGIONAIS DE EXCELÊNCIA EM TECNOLOGIA DO LEITE, 2. Perspectivas
- WANG, Y. Development of a method for the analysis of multiclass antibiotic residues in milk using QuEChERS and liquid chromatography – Tandem mass spectrometry. **Foodborne Pathogens and Disease**, v. 12, n. 8, p. 693 – 703, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1089/fpd.2014.1916>.
- WANG, Z. Alterations of endotoxin distribution across different biofluids and relevant inflammatory responses by supplementing L-theanine in dairy cows during heatstress. **Animal Nutrition**, v. 7, n. 4, p. 1253-1257, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.03.012>.
- WU, X. Serum metabolome profiling revealed potential biomarkers for milk protein yield in dairy cows. **Journal Of Proteomics**, [s.l.], v. 184, p.54-61, 2018. Elsevier BV. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jprot.2018.06.005>.
- ZHANG, C. Economic assessment of photovoltaic water pumping integration withdairy milk production. **Energy Conversion And Management**, [s.l.], v. 177, p.750-764, 2018. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2018.09.060>.

ZOCCA, R. O. Introduction to Sustainable Food Production. **Sustainable Food Systems From Agriculture To Industry**, [s.l.], p.3-46, 2018. Elsevier.
DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-811935-8.00001-9>.



4. ARTIGO

ESTUDO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS SOBRE A PRODUÇÃO LEITEIRA BOVINA NA REGIÃO DE TRANSIÇÃO DE CLIMAS

RESUMO

As variações climáticas podem gerar estresse térmico bovino, influenciando a produção, composição e qualidade do leite. Este trabalho teve como objetivo investigar os efeitos das estações do ano e os índices de temperatura e umidade sobre a composição, qualidade e produção de leite de vacas, entre os anos de 2017 e 2021. Foram utilizados dados de produção de leite de 45 fêmeas bovinas da raça holandesa, criadas em sistema de resfriamento evaporativo na região de transição do clima subtropical para o tropical chuvoso, Maringá-PR. As variáveis que compõem o estudo são referentes ao clima (precipitação, temperatura, umidade relativa e THI), a produção e a composição de leite do rebanho (lactose, gordura, proteína, ureia, sólidos totais e contagem de células somáticas). A avaliação destas foi realizada por Análise de Variância e teste Tukey. Observou-se que a produção de leite no verão (11.55 ± 3.56) diminuiu quando comparado a produção de leite no inverno (11.96 ± 3.74). Já a quantidade de ureia foi maior para valores de THI ≥ 72 (14.36 ± 5.28) do que para valores de THI < 72 (12.91 ± 5.32). Em relação às células somáticas presentes no leite, verificamos que as temperaturas extremas nas estações do ano aumentaram sua quantidade, reduzindo a produção de leite em casos de mastite leve, moderada e intensa (2,75%; 3,95%; e 6,84%, respectivamente). Da mesma forma para os percentuais de lactose (4,47%; 6,38% e 11,27%, respectivamente). Em contra partida, o aumento da CCS acarretou no crescimento dos percentuais de proteína (1,74%; 1,74% e 7,53%, respectivamente) e de gordura do leite (4,47%; 6,38% e 11,27%, respectivamente). As variáveis climáticas e o conforto térmico interferem minimamente a produção de leite em vacas holandesas criadas em sistema de resfriamento evaporativo na região de transição do clima subtropical para o tropical chuvoso. As estações do ano podem influenciar nas variáveis de composição e de contagem de células somáticas do leite. E ainda, que a quantidade de células somáticas presentes no leite alteram a produção e a composição do leite.

Palavras-chave: cadeia produtiva leiteira, composição do leite, variáveis climáticas, células somáticas, segurança alimentar.

STUDY OF CLIMATE ELEMENTS ON BOVINE MILK PRODUCTION IN THE CLIMATE TRANSITION REGION

ABSTRACT

Climatic variations can generate bovine thermal stress, influencing the production, composition and quality of milk. This study aimed to investigate the effects of the seasons and the temperature and humidity indices on the composition, quality and milk production of cows, between the years 2017 and 2021. Milk production data from 45 cows were used. of the Dutch breed, reared in an evaporative cooling system in the transition region from the subtropical to the rainy tropical climate, Maringá-Pr. The variables that make up the study refer to climate (rainfall, temperature, relative humidity and THI), production and milk composition of the herd (lactose, fat, protein, urea, total solids and somatic cell count. The evaluation of these was performed by Analysis of Variance and Tukey test. It was observed that milk production in summer (11.55 ± 3.56) decreased when compared to milk production in winter (11.96 ± 3.74). THI ≥ 72 (14.36 ± 5.28) than for THI values <72 (12.91 ± 5.32) In relation to somatic cells present in milk, we found that extreme temperatures in the seasons increased their quantity, reducing milk production in cases of mild, moderate and severe mastitis (2.75%; 3.95%; and 6.84%, respectively. Likewise for the percentages of lactose (4.47%; 6.38% and 11.27% , respectively). On the other hand, the increase in CCS resulted in an increase in the percentages of prot eine (1.74%; 1.74% and 7.53%, respectively) and milk fat (4.47%; 6.38% and 11.27%, respectively). Climatic variables and thermal comfort minimally interfere with milk production in Holstein cows raised with an evaporative cooling system in the transition region from subtropical to rainy tropical climate. The seasons of the year can influence the composition and somatic cell count variables of milk. Furthermore, the amount of somatic cells present in milk alters the production and composition of milk.

Keywords: dairy production chain, milk composition, climate variables, somatic cells, food security.

INTRODUÇÃO

As condições ambientais, como as mudanças climáticas, estão causando uma série de acontecimentos anormais prejudiciais, como temperaturas mais elevadas e estação de verão prolongado (ZHANG, 2018; GROSS e BRUCKMAIER, 2019). Sendo o Brasil um País continental, apresentando diferentes tipos de clima (equatorial, tropical, tropical de altitude, simiárido, tropical atlântico e subtropical), e o Estado do Paraná apresentando dois tipos deles (tropical e subtropical), a preocupação com a qualidade e a produção leiteira deve-se ao fato dessa criação sofrer influência pelas condições climatológicas (WANG, 2015). Especificamente na cidade de Maringá-PR inicia-se a região dos trópicos com a passagem do trópico de Capricórnio.

Nos trópicos, a umidade relativa do ar, temperaturas altas e radiação solar são consideradas estressores climáticos que podem ultrapassar a zona de conforto térmico dos animais, levando ao estresse térmico (DALTRO, 2020.). Essas condições podem ter influência negativa sobre a sanidade, comportamento, reprodução animal, produção e características do leite (MARCHEZAN, 2013).

Vários são os fatores que influenciam na quantidade de leite produzida pelo organismo animal, e o estado metabólico é um deles. As fêmeas bovinas de alta produção leiteira são as mais afetadas, principalmente aquelas que se encontram em ambientes quentes e úmidos, de regiões tropicais e subtropicais, como é o caso do Brasil (GANTNER, 2017). Observa-se nas regiões de clima tropical um problema de adaptação de raças europeias, em especial a raça Holandesa, que devido a sua alta produção sofre problemas fisiológicos causados pelo estresse térmico (MAUGER, 2015).

As variações sazonais, como aumentos de temperatura, umidade relativa e radiação solar interferem na disponibilidade e qualidade de forragens, resultando na redução de ingestão de alimentos do animal e aumento do gasto energético para manter a temperatura corporal constante, podendo ter influência negativa sobre a composição e a produção de leite (DAVISON et al., 2016; GABBI et al., 2017).

É importante destacar que devem ser adotadas medidas que proponham ao conforto térmico animal, como nutrição, práticas de manejo e instalações mais adequadas, considerando as características climáticas inerentes a cada propriedade e à região na qual se localiza, além das características do rebanho e a relação custo-benefício (GANTNER et al., 2017; HILL e WALL et al., 2015). Visto que, há uma alternativa que se apresenta mais eficaz em cada situação para diminuir os efeitos do estresse calórico sobre a produção e qualidade do leite (ALMUHANNA, 2021).

Baseado na problemática apresentada, percebe-se a necessidade de entender os possíveis efeitos das condições climáticas sobre a composição, a qualidade e a produção de leite em regiões produtoras de leite situadas em climas mais quentes, fora do estado de conforto térmico animal, visando compreender os pontos relacionados a eficiência e sustentabilidade da produção nos diferentes climas.

O objetivo deste estudo foi investigar a influência das condições climáticas (temperatura, umidade relativa do ar e THI) sobre a produção e a composição do leite (lactose, gordura, proteína, sólidos totais, ureia e contagem de células somáticas) em uma zona climática de transição do subtropical para o tropical chuvoso no Sul do Brasil.

METODOLOGIA

Caracterização do estudo

A área de estudo concentra-se na região Noroeste do Estado do Paraná, na cidade de Maringá. O município situa-se no 3º Planalto ou planalto do “Trapp” do Paraná no Panalto de Apucarana e no Sul do Brasil e ao Norte do Estado do Paraná, com latitude 23º 25'S e longitude 51º 57' W, altitude 542 metros. Tem uma população estimada de 436.472 habitantes (IBGE, 2021). O clima da região é classificado como em transição do subtropical chuvoso para o tropical chuvoso, de acordo com a classificação de Koppen (ALVARES et al., 2013). Os dados climatológicos foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2021) durante o período de novembro de 2017 à junho de 2021 (3.8 anos) através do site da estação de monitoramento automática situada na região de Maringá (latitude -23.4º, longitude -51.91º e altitude 542m) (<http://www.simepar.br/prognozweb/simepar>).

Dados dos animais

O estudo foi caracterizado como retrospectivo longitudinal, em que foi utilizado um banco de dados com registros de produção e composição do leite (gordura, lactose, proteína, sólidos totais, ureia e CCS) de 45 fêmeas bovinas da raça holandês, todas da mesma linhagem genética e alojadas em uma propriedade rural a 10km da cidade de Maringá. O manejo nutricional dos animais foi através de sistema rotativo, e com pastagem, principalmente de *Panicum maximum*, cultivo de Mombaça e fornecimento de concentrado, à base de farelo de soja, milho moído e núcleo mineral e vitamínico e água oferecida à vontade. O sistema de confinamento utilizado foi o free stall com sistema de resfriamento evaporativo e piso concretado.

Coleta e análise das amostras de leite

O procedimento de coleta do leite em todas as propriedades seguiu a sequência: teste para clínica detecção de mastite, utilizando os primeiros jatos de leite; pré-desinfecção (pré-imersão) dos tetos com solução de iodo glicerina a 0,3%; secagem dos tetos com papel toalha e, em seguida, erarealizada a ordenha mecânica. A pós-imersão foi realizada imergindo os tetos em uma solução desinfetante contendo ácido láctico a 12%.

Para a avaliação de CCS, proteína total, gordura, lactose, sólidos totais e uréia do leite, foram coletadas amostras individuais, mensalmente, por todo o período.

As amostras de CCS, proteína total, gordura, lactose, sólidos totais e uréia do leite, foram coletadas em recipientes plásticos de 50mL, contendo 10mg da Brononata© conservante. Após agitar as amostras, as mesmas foram acondicionadas em caixas de papelão, e encaminhadas para análise e encaminhadas para análise no laboratório oficial da Rede Brasileira de Laboratórios de Controle de Qualidade do Leite (MQCL), no laboratório centralizado de análise de leite do Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná (HAPPD). A contagem eletrônica de células somáticas em amostras de leite foi realizada por meio da citometria de fluxo.

Para análise da contagem de células somáticas presentes no leite e seu efeito sobre as variáveis estudadas, as amostras foram classificadas em quatro graus quanto a presença das células somáticas: grau negativo (médias trimestrais < 300.000 CS/mL), grau leve (médias trimestrais no intervalo $>300.000 \leq 500.000$ CS/mL), grau moderado (médias trimestrais no intervalo $>500.000 \leq 1.000.000$ CS/mL) e grau intenso (médias trimestrais $>1.000.000$ CS/mL), de acordo com a Instrução Normativa nº76 (IN 76) (MAPA, 2018).

Dados das variáveis de produção e composição do leite

Os dados de produção de leite foram contabilizados em quilo/dia litro (kg/dL) e os de composição: proteína, gordura, lactose e sólidos totais em percentual (%); uréia como miligrama/ dia litro (mg/dL) e contagem de células somáticas em quantidade de células somáticas presentes/mililitro de leite (CS/mL). Estes dados referem-se á média de coleta mensal de amostras de leite individual por animal, durante o período de novembro de 2017 à junho de 2021, totalizando 3.8 anos.

Dados das Variáveis climáticas

As variáveis climáticas incluem dados da temperatura máxima e mínima diária (°C) e umidade relativa (%), sendorealizadas as médias dos decêndios para ambos. Os valores de temperatura e umidade relativa foram utilizados para calcular os valores do Índice de Temperatura e Umidade (THI). O THI diário foi calculado aplicando a fórmula do Conselho

Nacional de Pesquisa (COUNCIL, 1971) da seguinte forma:

$$THI = (1,8 \times Ta + 32) - (0,55 - 0,0055 \times UR)x ((1,8 \times Ta + 32) - 58)$$

onde:

Ta = temperatura máxima diária (°C).

UR = umidade relativa mínima diária (%).

Esse cálculo permite determinar o efeito do estresse térmico nas variáveis de interesse do estudo (HAMMAMI, 2013).

Análise de dados

Primeiramente, para todas as variáveis estudadas as hipóteses de igualdades entre as médias foram observadas através de uma Análise de Variância Multivariada na presença de heterogeneidade. Quando observado diferença entre pelo menos uma das médias, aplicou-se o teste Tukey para analisar as comparações pareadas. Por fim, foi realizada uma análise de correlação canônica, que permite estudar se existe uma relação entre um grupo de variáveis (variáveis climáticas) com outro grupo de variáveis (produção e composição do leite). Em seguida, as variáveis inerentes à composição (lactose, gordura, proteína, sólidos totais, ureia e CCS), produção e clima (temperatura, umidade e THI) foram consideradas variáveis dependentes e foi calculada a correlação entre cada par de variáveis. Foi considerada significativa a correlação entre os pares com probabilidade 5% ($p<0,05$).

RESULTADOS

A produção diária de leite foi de 1183.00 ± 3.69 kg/dL. foram selecionadas de forma semelhante no início dos experimentos em cada estação do ano. Através dos dados obtidos foi realizada a descritiva global e os gráficos da produção de leite, composição e do clima durante o período inteiro da coleta dos dados (Tabela 1; Figura1).

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão das variáveis climáticas, produção e composição de leite nas amostras analisadas em 3.8 anos.

Período - 2017 à 2021	
n = 45	
Variações	Médias ± DP
Ta (°C)	22.40 ±3.10
UR (%)	66.72 ±1.23
THI	69.65 ±0.31
Produção de leite total (kg/d)	1183.00 ±3.69
Produção de leite/animal (kg/dia)	26.28 ±3.69
Ureia (mg/dL)	13.39 ±5.35
Gordura (%)	3.86 ±0.09
Lactose (%)	4.66 ±0.02
Proteína (%)	3.46 ±0.04
Sólidos totais (%)	12.95 ±1.14
CCS (CS/mL)	230.000 ±0.61

N - número total de vacas; Ta - temperatura ambiente; UR - umidade relativa; THI - índice de temperatura e umidade; kg/d - quilograma/dia; mg/dL - miligramma/litro/dia; CSS - contagem de células somáticas; CS - células somáticas/mililitro.

Os valores são expressos como média±DP.

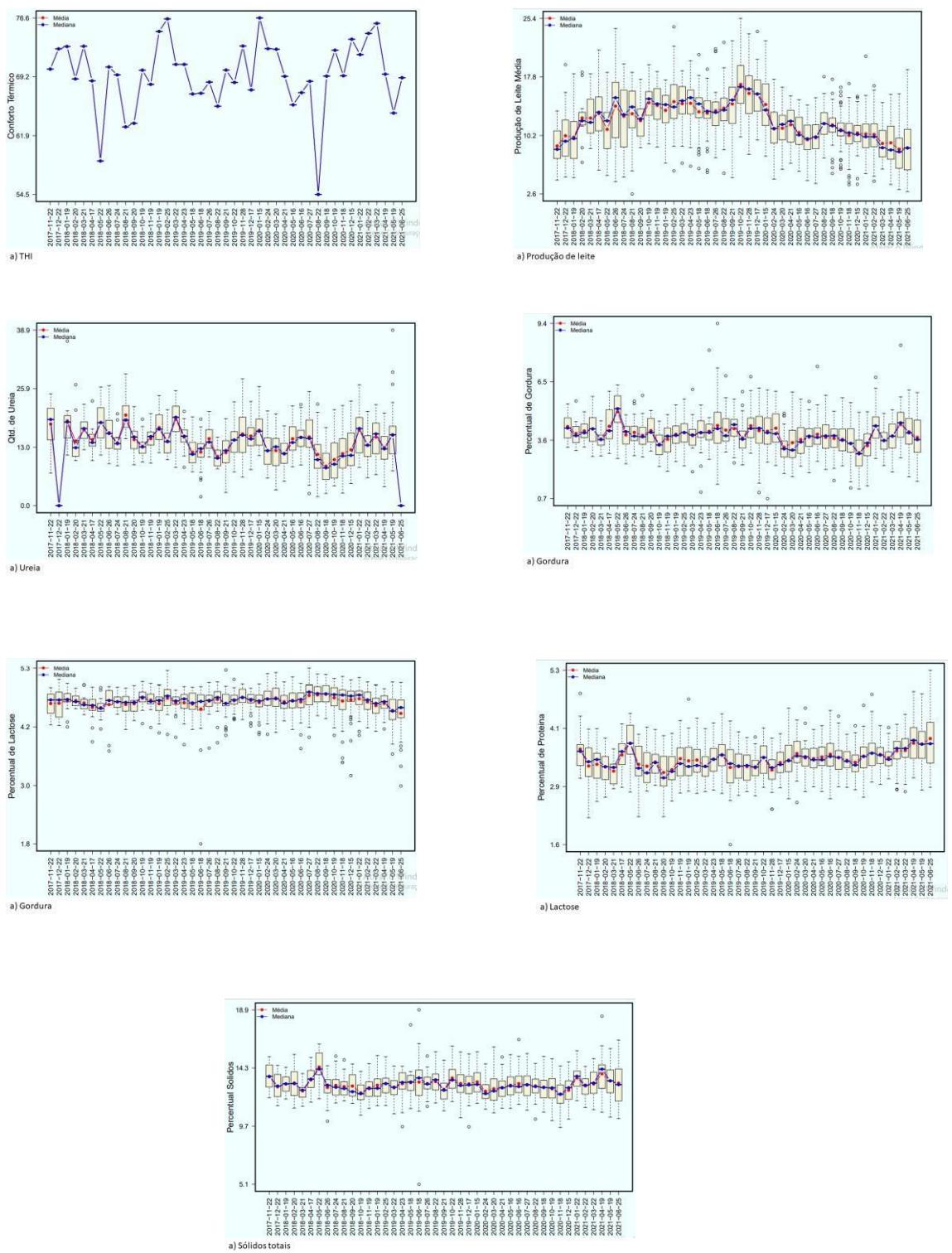


Figura 1. Valores médios das variáveis climáticas, produção e composição de leite nas amostras analisadas em 3.8 anos.

Os resultados mostraram que a temperatura ambiente média diária ($^{\circ}\text{C}$) e a umidade relativa (%) foram maiores no verão ($25.10^{\circ}\text{C} \pm 1.56^{\circ}\text{C}$; $71.02\% \pm 1.05\%$) e menores

no inverno ($21.08^{\circ}\text{C} \pm 2.80^{\circ}\text{C}$; $64.61\% \pm 1.26\%$). O THI médio diário no verão foi maior que o ideal THI ≥ 72 , contrastando com as médias diárias de THI no inverno, outono e primavera, que ficaram dentro da condição normal de conforto térmico THI < 72 (Tabela 2).

Tabela 2. Correlações entre as diferentes estações do ano e as variáveis analisados durante o período experimental.

Itens	Períodos			
	Inverno	Outono	Primavera	Verão
Ta($^{\circ}\text{C}$)	$20.32 \pm 0.36^{\text{a}}$	$22.08 \pm 0.25^{\text{a}}$	$22.79 \pm 0.18^{\text{a}}$	$25.22 \pm 0.18^{\text{b}}$
UR (%)	$62.91 \pm 1.26^{\text{a}}$	$62.68 \pm 0.88^{\text{a}}$	$74.02 \pm 1.18^{\text{c}}$	$69.46 \pm 1.26^{\text{b}}$
THI diário	$66.25 \pm 0.50^{\text{a}}$	$68.98 \pm 0.38^{\text{a}}$	$70.72 \pm 0.22^{\text{b}}$	$73.95 \pm 0.19^{\text{c}}$
Produção de leite (kg/d)	$1190.89 \pm 3.71^{\text{b}}$	$1103.80 \pm 3.42^{\text{a}}$	$1281.67 \pm 3.88^{\text{c}}$	$1180.55 \pm 3.55^{\text{b}}$
Ureia (mg/dL)	$11.60 \pm 6.25^{\text{a}}$	$14.35 \pm 4.41^{\text{b}}$	$13.32 \pm 4.72^{\text{c}}$	$14.32 \pm 5.55^{\text{b}}$
Gordura (%)	$3.85 \pm 0.08^{\text{a}}$	$4.00 \pm 0.09^{\text{a}}$	$3.65 \pm 1.01^{\text{a}}$	$3.91 \pm 0.08^{\text{a}}$
Lactose (%)	$4.68 \pm 0.02^{\text{a}}$	$4.61 \pm 0.02^{\text{a}}$	$4.70 \pm 0.02^{\text{a}}$	$4.68 \pm 0.24^{\text{a}}$
Proteína (%)	$3.40 \pm 0.04^{\text{a}}$	$3.53 \pm 0.04^{\text{a}}$	$3.44 \pm 0.03^{\text{a}}$	$3.46 \pm 0.03^{\text{a}}$
Sólidos totais(%)	$12.91 \pm 1.03^{\text{a}}$	$13.12 \pm 1.28^{\text{a}}$	$12.75 \pm 1.14^{\text{a}}$	$13.00 \pm 0.10^{\text{a}}$
CCS (CS/mL)	$250.15 \pm 0.73^{\text{a}}$	$207.18 \pm 0.52^{\text{a}}$	$223.42 \pm 0.58^{\text{a}}$	$247.90 \pm 0.60^{\text{a}}$

Ta - temperatura ambiente; UR - umidade relativa; THI - índice de temperatura e umidade; kg/d - quilograma/dia; mg/dL - miligramas/litro/dia; CCS - contagem de células somáticas; CS - células somáticas/mililitro.

Os valores são expressos como média \pm DP.

A análise dos dados indica que houve uma associação negativa com a produção de leite e positiva com a quantidade de ureia ($P \leq 0,05$) (Figura 2). No verão, a produção de leite (11.55 ± 3.56) para valores de THI ≥ 72 , sofreu redução quando comparado a produção de leite no inverno (11.96 ± 3.74), para valores de THI < 72 . Em contra partida, a quantidade de ureia foi significativamente maior para valores de THI ≥ 72 (14.36 ± 5.28) do que para valores de THI < 72 (12.91 ± 5.32). Os percentuais de gordura, lactose, proteína, sólidos totais e CCS não tiveram associação com os valores de THI ($P > 0,05$).

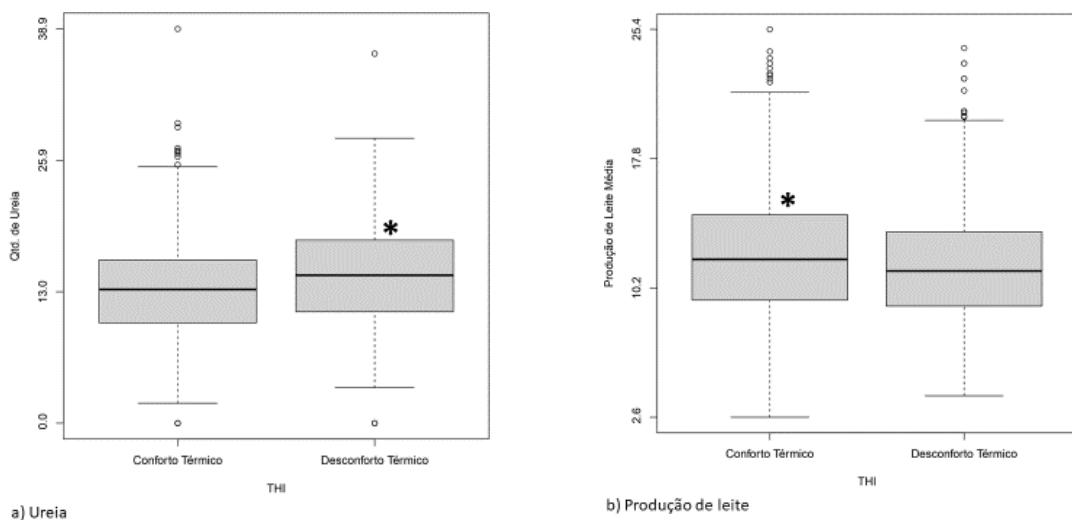


Figura 2. Correlação entre o estresse térmico sazonal e a composição, CCS e produção de leite de vacas Holandesas.

* Médias com diferentes sobrescritos na linha indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$).

A análise dos dados mostra que as temperaturas extremas nas estações do ano, seja para o quente ou frio, tendem a aumentar a quantidade de células somáticas, embora no inverno a CSS seja maior que no verão. Já estações com temperaturas mais amenas, como outono e primavera, a quantidade de células somáticas tende a diminuir (Figura 3).

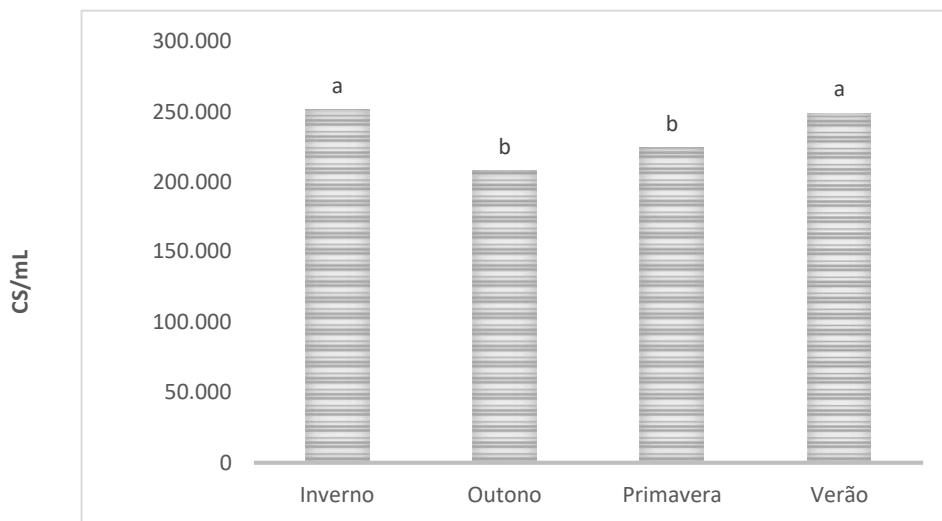


Figura 3. Contagem de células somáticas no leite em diferentes estações do ano.

*Valores com diferentes subscritos na mesma coluna diferem significativamente ($P \leq 0,05$).

Tabela 3. Valores médios da produção de leite e dos teores de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e ureia de acordo com as diferentes concentrações de CCS.

Variações	Classificação das observações do grau de mastite bovina			
	>1.000.000 CS/mL	>500.000≤1.000.000 CS/mL	>300.000≤500.000 CS/mL	<300.000 CS/mL
	Intensa (n=62%)	Moderada (n=66%)	Leve (n=93%)	Negativo (n=1168%)
Produção de leite (kg/dL)	1113.44±3.86 ^a	1147.90±4.52 ^b	1162.29±018 ^b	1195.14±4.46 ^c
Gordura(%)	4.10±0.09 ^a	4.09±1.29 ^a	3.98±0.09 ^a	3.83±0.08 ^b
Proteína(%)	3.71±0.04 ^a	3.01±0.03 ^b	3.51±0.04 ^c	3.44±0.04 ^c
Lactose(%)	4.17±0.02 ^a	4.40±0.04 ^b	4.49±0.03 ^b	4.70±0.02 ^c
Sólidos totais (%)	12.95±1.23 ^a	13.07±1.58 ^a	12.95±1.15 ^a	12.95±1.11 ^a
Ureia (mg/dL)	14.70±7.32 ^a	13,43±4.93 ^b	12.80±6.09 ^c	12.36±5.18 ^c

N - percentual de vacas; kg/dL - quilograma/litro/dia; mg/dL - miligramma/litro/dia;CS/mL - células somáticas/mililitro.

Os valores são expressos como média±DP.

A análise dos dados indica que a contagem de células somáticas influenciou negativamente produção de leite e o percentual lactose e positivamente os percentuais de proteína e gordura ($P\leq 0,05$) (Figura 4). Em vacas onde a CCS ficou dentro do permitido, ou seja, sem possível contaminação do animal por mastite, a produção de leite média foi de 119.51±4.46 kg/dL. Porém, o aumento na CCS indicou possíveis casos de infecção por mastite, reduzindo a produção de leite em 2,75% em casos classificados como leve, 3,95% em casos moderados e 6,84% em intensos. Da mesma forma, o percentual de lactose diminuiu 4,47% em casos de mastite leve, 6,38% nos moderados e 11,27% nos classificados como mastite intensa. Em contra partida, usando a mesma classificação de contagem de células somáticas por mililitro de leite, os resultados mostraram que o aumento da CCS acarretou no crescimento dos percentuais de proteína (1,74%; 1,74% e 7,53%, respectivamente) e de gordura do leite (4,47%; 6,38% e 11,27%, respectivamente). O percentual de sólidos totais e a quantidade de ureia não tiveram associação com a CCS ($P>0,05$).

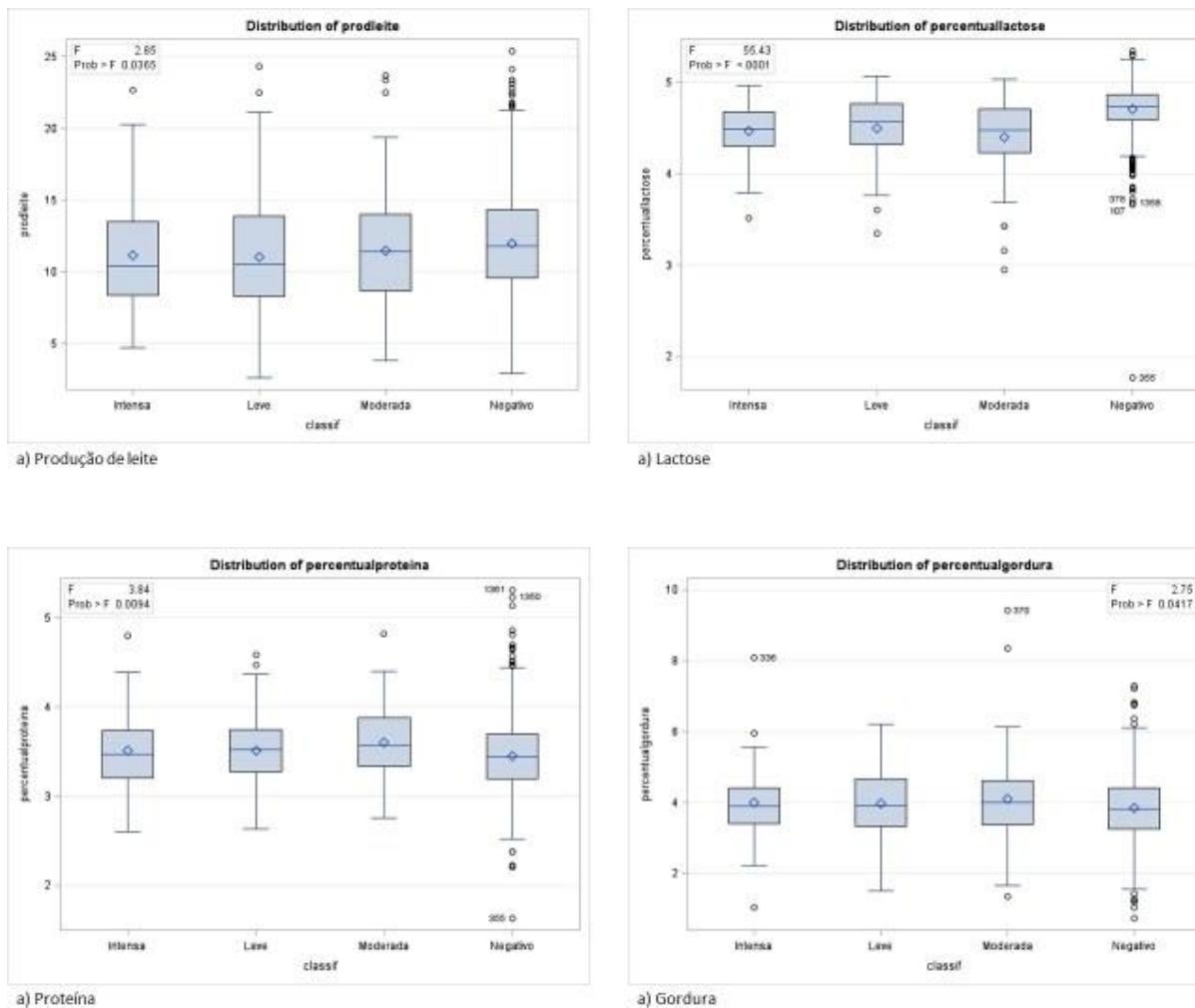


Figura 4. Correlação entre a concentração de CCS e a produção e composição do leite de vacas Holandesas.

DISCUSSÕES

O THI é um dos indicadores mais utilizados para avaliar a condição de (des) conforto térmico que o animal pode ser submetido. O estresse térmico para bovinos está relacionado a valores de THI iguais ou superiores a 72 (AKYUS et al., 2010). No presente estudo, a média diária de THI no inverno ficou dentro da condição normal, contrastando com o verão onde a média ficou acima, indicando que as vacas leiteiras foram expostas a condição de estresse térmico nessa estação do ano. Os valores de THI foram correlacionados a produção de leite, uma vez que as vacas sob estresse térmico, submetidas a condições climáticas de THI elevado, apresentaram uma diminuição na produção de leite, diferentes das vacas em condições climáticas de conforto térmico. Segundo Bernabucci (2014) o aumento da energia de manutenção e a ingestão inadequada de alimentos durante o estresse térmico são

considerados a causa do balanço energético negativo acentuado e, consequentemente, da redução da produção de leite. Da mesma forma, o estresse térmico resulta na redução da síntese de proteína da glândula mamária, afetando diretamente a produção de leite (GAO, 2017).

A leve redução do teor de proteína e da produção de leite no presente estudo pode estar relacionada ao fato de os animais se encontrarem alojados em sistema de confinamento free stall, com sistema de resfriamento evaporativo e piso concretado, garantindo conforto e bem estar animal, mesmo nas estações do ano com temperaturas mais elevadas.

Em contra partida, os maiores valores de nitrogênio uréico foram observados durante as estações mais quentes do ano, onde os valores médios de THI encontrados foram elevados, corroborando com os resultados de Godden et al. (2001), Arunvipas et al. (2002) e Rajala-Schultz e Saville (2003). Segundo Doska (2012) o aumento da concentração de uréia durante o inverno, se deve a maior disponibilidade de gramíneas ricas em proteínas, que variam nas diferentes estações do ano. Ainda, Moller et al. (1993) afirmam que a variação no nitrogênio uréico ocorre devido às variações sazonais nos componentes de proteína e energia do pasto. A pastagem de primavera é rica em proteínas e pobre em carboidratos solúveis, criando assim um aumento da relação proteína-energia, o que pode resultar em altas concentrações de uréia. No presente estudo, a alimentação foi através de regime alimentar com pastagem, principalmente de *Panicum maximum*, cultivo de Mombaça e fornecimento de concentrado, à base de farelo de soja, milho moído e núcleo mineral e vitamínico e água oferecida à vontade, durante todo o ano. Este consumo alimentar rico em proteínas, pode estar relacionado ao aumento das concentrações de ureia durante o inverno, uma vez que a alimentação dos animais se torna mais protéica. Não foram encontradas correlações entre os percentuais de gordura, lactose, proteína, sólidos totais com o THI.

Na literatura científica existe um consenso da correlação do aumento de células somáticas com a ocorrência de mastite, uma vez que a infecção provoca o aumento nas células de descamação do epitélio da glândula mamária e nas células de defesa do organismo (FORSBACK, 2010; DETILLEUX, 2018; HEIKKILÄ, 2018). A presença de microrganismos está associada a danos no tecido mamário, responsável por reduzir o número e atividade das células epiteliais e, consequentemente, a produção de leite (ZHAO e LACASSE, 2008). No presente estudo, o aumento na CCS foi relacionado a casos de mastite bovina, sendo classificados em relação ao seu grau, como casos de ausência, mastite leve, moderada e intensa. Os dados obtidos indicaram que a produção de leite média diária

reduziu à media que o grau de mastite aumentou, sendo semelhantes aos encontrados nos estudos a cima. Para o componente lactose, foram encontradas correlações negativas, em que o aumento de CCS provoca redução do seu percentual, podendo ser explicada pela perda de lactose da glândula mamária para o sangue, ocasionando a diminuição da síntese deste componente (PYÖRÄLÄ, 2003). Resultados semelhantes foram encontrados nesse estudo, em que o aumento de células somáticas ocasionou perda significativa no percentual de lactose. Outra possível explicação para este achado seria a degradação da lactose pelos microorganismos causadores da infecção.

Em contra partida, através de estudos com vacas Holandesas, Forsback (2010), observou correlação positiva entre CCS e porcentagens de gordura e proteína do leite, podendo ser justificada pela diminuição da síntese de caseína e redução da produção de leite. Achados relatados comparam leites de tetos afetados saudáveis, mostrando haver alteração na composição protéica do leite nos tetos não saudáveis, onde o nível de proteína aumentou devido a diminuição da síntese de caseína (MALEK DOS REIS, 2013). Os resultados encontrados neste estudo foram análogos aos da literatura, uma vez que a quantidade elevada de células somáticas presentes no leite acarretou no aumento significativo do percentual de proteína, podendo ser justificado pela redução da produção de leite.

Estudos mostram conflitos sobre o efeito da contagem de células somáticas no teor de gordura. No relato feito por Malek dos Reis (2003), o aumento da CCS em decorrência da mastite reduziu significativamente o teor de gordura do leite, diferindo dos resultados de Rogers et al. (1989) que não mostram efeito da mastite sobre o teor de gordura, enquanto Mitchell et al. (1986) relataram um acréscimo da concentração de gordura em amostras de leite de vacas com mastite devido ao consumo adequado de forragem, garantindo fibra para o bom funcionamento do rúmen. Em suma, confrontando os resultados desta investigação com os encontrados na literatura científica, percebe-se que foram resultados semelhantes, em que o aumento de células somáticas no leite acarretou no acréscimo do percentual de gordura. Não foram encontradas correlações entre os percentuais de sólidos totais e ureia com a CCS.

CONCLUSÕES

As variáveis climáticas e o conforto térmico afetaram minimamente a produção de leite em vacas Holandesas criadas com sistema de resfriamento evaporativo na região de transição do clima subtropical para o tropical chuvoso. A produção de leite foi reduzida apenas na estação do verão, tendo correlação negativa com condições climáticas fora do

conforto térmico superior. Em contra partida, a quantidade de ureia foi significativamente maior nas estações mais quentes havendo correlação positiva com o aumento do conforto térmico.

A contagem de células somáticas aumentou em estações do ano com temperaturas extremas, embora no inverno esse número seja maior que no verão. O aumento de células somática no leite teve uma correlação positiva sobre os percentuais de gordura e proteína.

Foi determinado neste estudo que houve mudança significativa nas condições ambientais de cada estação do ano na zona climática de transição do subtropical para o tropical chuvoso no Sul do Brasil, no entanto a produção e composição do leite foi minimamente influenciada em animais criados em free stall com sistema de resfriamento evaporativo.

REFERÊNCIAS

- ROGERS, S. A., S. L. SLATTERY, G. E. MITCHELL, P. A. HIRST, AND P. A. GRIEVE. 1989. The relationship between somatic cell count, composition, and manufacturing properties of bulk milk 3. Individual proteins. *Journal Dairy Technology*. 44:49-52.
- HEIKKILÄ, A.-M. et al. Pathogen-specific production losses in bovine mastitis. *Journal of dairy science*, 101: 10: 9493-9504, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14824>.
- ZHAO, X.; LACASSE, P. Mammary tissue damage during bovine mastitis: causes and control. *Journal of animal science*, 86:13:57-65, 2008.
- PYÖRÄLÄ, Satu. **Indicators of inflammation in the diagnosis of mastitis.** Veterinary research, 34:5: 565-578, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1051/vetres:2003026>.
- MOLLER, S.; MATHEW, C.; WILSON, G. F. Pasture protein and soluble carbohydrate levels in spring dairy pasture and associations with cow performance. In: Proceedings-New Zealand Society of Animal Production. **NEW ZEALAND SOCIETY OF ANIMAL PROD PUBL**, 1993. p. 83-83.
- FORSBÄCK, L. et al. **Evaluation of quality changes in udder quarter milk from cows with low-to-moderate somatic cell counts.** Animal, 4: 4: 617-626, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731109991467>.
- DETILLEUX, Johann. Tolerance to bovine clinical mastitis: Total, direct, and indirect milk losses. *Journal of dairy science*. 101:4:3334-3343, 2018.
- MITCHEL, G.E.; ROGERS, S.A.; HOULIHAN, D.B. The relationship between somatic cell count, composition and manufacturing properties of bulk milk. 2. Composition of farm bulk milk. *Journal Dairy Technology*, v.41, p.9-12, 1986.
- ALMUHANNA, Emad A. Performance of roof-mounted misting fans to regulate heat stress in dairy cows. *Journal of Thermal Biology*, v. 99, p. 102984, 2021. DOI: [10.1016/j.jtherbio.2021.102984](https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.102984).
- GODDEN, S. M. et al. Relationships between milk urea concentrations and nutritional management, production, and economic variables in Ontario dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 84: 5: 1128-1139, 2001. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.S0022>.
- RAJALA-SCHULTZ, P. J.; SAVILLE, W. J. A. Sources of variation in milk urea nitrogen in Ohio dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 86: 5: 1653-1661, 2003.

BERNABUCCI, Ério. The effects of heat stress in Italian Holstein dairycattle. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 1, p. 471-486, 2014. DOI:<https://doi.org/10.3168/jds.2013-6611>.

BRASIL. Instrução Normativa nº51, 2020. **Ministério daAgricultura, Pecuária e Abastecimento**.

BRASIL. Instrução Normativa nº62, 2020. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**.

BRASIL. Instrução Normativa nº76, 2018. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**.

DALTRÔ, Andressa Machado. Efeito do estresse térmico por calor na produção devacas leiteiras. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 26, n. 1, p. 288-311, 2020. DOI: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261288-311>.

DAVISON TM, JONSSON NN, MAYER DG, GAUGHAN JB, EHRLICH WK, MCGOWAN MR. 2016. Comparison of the impact of six heat-load management strategies on thermal responses and milk production of feed-pad and pasture fed dairy cows in a subtropical environment. **International Journal of Biometeorology** 60:1961–1968, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-016-1183-2>.

GABBI, Alexandre Mossate et al. **Can meteorological variables affect milk production in different lactation orders of dairy cows in the Cfb climatic zone**. A case study in Southern Brazil. **Archivos de zootecnia**, v. 66, n. 254, p. 271-278, 2017. DOI:<https://doi.org/10.21071/az.v66i254.2332>

EMBRAPA. **Indicadores: Leite e Derivados** – Ano 8, n. 65 –Embrapa Gado de Leite, 2017.

DOSKA, Maria Cecília et al. Sources of variation in milk urea nitrogen in Paraná dairycows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 41:3:692-697, 2012.

ALVARES, Clayton Alcarde et al. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

GANTNER, Vesna. Differences in response to heat stress due to production level and breed of dairy cows. **International Journal of Biometeorology**, v. 61, n. 9, p. 1675-1685, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1348-7>.

HILL, Davina L.; WALL, Eileen. **Dairy cattle in a temperate climate: the effects of weather on milk yield and composition depend on management**. **Animal**, v. 9, n. 1, p. 138-149, 2015. DOI:<https://doi.org/10.1017/S1751731114002456>.

ARUNVIPAS, P. et al. **The effect of non-nutritional factors on milk urea nitrogen levels in dairy cows in Prince Edward Island, Canada**. Preventive Veterinary Medicine, 59: 1-2: 83-93, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(03\)00061-8](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(03)00061-8).

GAO, S. T. The effects of heat stress on protein metabolism in lactating Holstein cows. **Journal of dairy science**, v. 100, n. 6, p. 5040-5049, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11913>.

GROSS, J.; BRUCKMAIER, R. Invited review: Metabolic challenges and adaptation during different functional stages of the mammary gland in dairy cows. **Journal Of DairyScience**, [s.l.], v. 102, n. 4, p.2828-2843, 2019. American Dairy Science Association. DOI:<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2018-15713>.

HEIKKILÄ, A.-M. Pathogen-specific production losses in bovine mastitis. **Journal of dairy science**, v. 101, n. 10, p. 9493-9504, 2018. DOI:<https://doi.org/10.3168/jds.2018-14824>.

Instituto Nacional de Metereologia - **INMET**, 2021.

MALEK DOS REIS, Carolina Barbosa et al. Effect of somatic cell count and mastitis pathogens on milk composition in Gyr cows. **BMC Veterinary Research**, 9: 1:-7, 2013.

COUNCIL, N. R et al. **A guide to environmental research on animals: National Academies**. 1971.

AKYUZ, A.; BOYACI, S.; CAYLI, A. 2010. Determinação do período crítico para vacas leiteiras utilizando índice de

temperatura e umidade. **Journal of Animal and Veterinary Advances.**, 9:1824-1827.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – **IBGE**. Senso Brasileiro de 2021. Maringá, Paraná: IBGE 2021.

MARCHEZAN, W. M. **Estresse térmico em bovinos leiteiros**. 2013. Dissertação (Monografia de Especialização) – Medicina Veterinária, Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2013.

MAUGER, Guillaume. Impacts of climate change on milk production in the United States. **The Professional Geographer**, v. 67, n. 1, p. 121-131, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/00330124.2014.921017>.

WANG, Y. Development of a method for the analysis of multiclass antibiotic residues in milk using QuEChERS and liquid chromatography – Tandem mass spectrometry. **Foodborne Pathogens and Disease**, v. 12, n. 8, p. 693 – 703, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1089/fpd.2014.1916>.

ZHANG, C. Economic assessment of photovoltaic water pumping integration with dairy milk production. **Energy Conversion And Management**, [s.l.], v. 177, p.750-764, 2018. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2018.09.060>.

5. NORMAS DO ARTIGO

Na seção Artigos serão publicados artigos originais ou de revisão. Artigos originais são aqueles que apresentam temas e abordagem originais, enquanto artigos de revisão são aqueles que melhoraram ou atualizam significativamente as informações de trabalhos anteriormente publicados. A estrutura do artigo, entre 10 e 20 laudas¹, deve conter os elementos pré-textuais, os textuais no formato IRMRDC (Introdução, Revisão, Metodologia, Resultados, Discussão e Conclusões).

Elementos pré-textuais: título, subtítulo (se houver), nome e biografia dos autores (apenas no sistema, pois na fase de submissão, devem ser excluídos do arquivo em Word ou Open Office), resumo, palavras-chave (3 a 5), tradução para o inglês do título, subtítulo, resumo (abstract) e palavras-chave (keywords).

O manuscrito deve ser iniciado com o Título, que deve ser conciso e informativo, com no máximo 15 palavras, todo em maiúsculas, negrito e centralizado. Os subtítulos incluídos no texto devem ser em maiúsculas, não numerados e alinhados à esquerda. Não deverão ser colocados os dados dos autores para preservar o sigilo da avaliação por pares cegas. Logo após o Título, inserir o Resumo, que deve ter caráter informativo, apresentando as ideias mais importantes do trabalho, escrito em espaçamento simples, em um único parágrafo que deverá ter entre 200 e 400 palavras. Incluir, ao final, de 03 (três) até 05 (cinco) Palavras-chave. Na continuidade, o autor deverá traduzir para a língua inglesa o Título, o Resumo e as Palavras-chave, nomeando a tradução para o inglês de Abstract e Keywords, respectivamente. Nas Referências, as obras/autores devem ter sido citadas no texto do trabalho e devem obedecer às disposições no final deste documento, que foram constituídas com base nas orientações da ABNT, bem como as orientações no final deste documento. Trata-se de uma listagem dos livros, artigos e outros elementos de autores efetivamente utilizados e referenciados ao longo do artigo. Não podem existir referências sem as devidas citações, e vice-versa.

O manuscrito deve ser editado em Microsoft Word ou Open Office, sendo formatado em tamanho A4 (210 x 297 mm), texto na cor preta e fonte Calibri, tamanho 11 para o texto geral, e tamanho 10 para citações longas, legendas de figuras, tabelas e referências. Todas as margens do manuscrito (superior, inferior, esquerda e direita) devem ter 2,0 cm. Os manuscritos deverão ter espaçamento entre linhas de 1,5, contendo espaçamento entre parágrafos, e estes, em alinhamento justificado e com recuo especial da primeira linha de 1,25. As notas de rodapé, as legendas de ilustrações e tabelas, e as citações textuais longas devem ser formatadas em espaço simples de entrelinhas. Os resumos, em qualquer uma das seções, deverão manter

espaçamento simples em um único parágrafo e alinhamento justificado. Ilustrações e fotografias podem ser coloridas ou em escala cinza. As ilustrações que compreendem tabelas, gráficos, desenhos, mapas e fotografias, lâminas, plantas, organogramas, fluxogramas, esquemas ou outros elementos autônomos devem aparecer sempre que possível na própria folha onde está inserido o texto a que se refere.

Entende-se por referências bibliográficas o conjunto de elementos que permitem a identificação, no todo ou em parte, de documentos impressos ou registrados em diversos tipos de materiais. As referências bibliográficas são uma lista de fontes consultas e citadas ao longo do corpo do trabalho, estas devem ser listadas em ordem alfabética de autor, alinhadas a esquerda, em tamanho 9, espaço simples entre linhas, e duplo entre as referências. Em nossa plataforma, e consequentemente em todos os periódicos da mesma, as referências seguem as orientações da ABNT. ATENÇÃO: as obras que tiverem registro internacional do tipo DOI da CrossRef devem ter obrigatoriamente ao final o número de registro, como segue no exemplo abaixo: SILVA, C. E.; PINTO, J. B.; GOMES, L. J.. Ecoturismo na Floresta Nacional do Ibura como potencial fomento de sociedades sustentáveis. *Revista Nordestina de Ecoturismo*, Aracaju, v.1, n.1, p.10-22, 2008. DOI: <http://doi.org/10.6008/ESS1983- 8344.2008.001.0001> ATENÇÃO: O “et al.” só pode ser utilizado nas CITAÇÕES e não nas REFERÊNCIAS, onde deve constar obrigatoriamente o nome de todos os autores.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As condições do ambiente nos trópicos causam grandes prejuízos econômicos à produção animal, reduzindo o desempenho reprodutivo e a produção de leite do rebanho.

Esse efeitos são, principalmente, devidos às temperaturas elevadas (excedendo os limites diários ditados pela genética do animal), às altas taxas de radiação solar durante o dia e à elevada umidade relativa, que combinados entre si provocam grandes mudanças no mecanismo fisiológico dos animais.

Um exemplo que se pode destacar é o conforto térmico, sendo a faixa de temperatura na qual os animais mantém sua temperatura corporal constante, não sofrendo estresse pelo frio ou pelo calor. Fora do seu estado de conforto térmico, o animal apresenta formas de desequilíbrios envolvendo uma série de adaptações para manter a temperatura corporal constante, como alteração na ingestão de alimentos e água, ocasionando uma diminuição na produção de vacas leiteiras.

É importante, portanto, que sejam estudadas as condições que provocam estresses fisiológicos em diferentes raças e categorias de animais, juntamente com o conhecimento e a quantificação dessas condições. Nos estudos, deverão ser contemplados os índices fisiológicos mais apropriados para medir as limitações ambientais e o desempenho dos rebanhos. Dada a importância social e econômica da pecuária leiteira no Brasil, assim como a existência permanente de fatores ambientais limitantes à sua produtividade, este documento se propõe a discutir a influência do ambiente sobre o desempenho de bovinos de leite, enfocando o efeito dos fatores climáticos sobre o a produção, composição e qualidade do leite de bovinos leiteiros nos trópicos.

REFERÊNCIAS