

Estudo dos elementos climáticos sobre a produção leiteira bovina na região de transição de climas

As variações climáticas podem gerar estresse térmico bovino, influenciando a produção, composição e qualidade do leite. Est 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 holandês, 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 as 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, 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%, 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 com 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

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 protein (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.

Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**

Received: **10/09/2022**

Approved: **27/09/2022**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Eloísa dos Santos Siviero 
Universidade Cesumar, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4710514238635326>
<http://orcid.org/0000-0001-6306-7059>
elosiviero@gmail.com

Isabele Picada Emanuelli 
Universidade Cesumar, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7211889533862650>
<http://orcid.org/0000-0002-1423-2748>
isabele.emanuelli@unicesumar.edu.br

Josmar Mazucheli 
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8899185212821611>
<http://orcid.org/0000-0001-6740-0445>
jmazucheli@gmail.com

Mariana Luísa Chiezi de Oliveira 
Universidade Cesumar, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1869163845516982>
<http://orcid.org/0000-0002-5735-2598>
marianalcoliveira@hotmail.com

Márcia Aparecida Andreazzi 
Universidade Cesumar, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0356767742666814>
<http://orcid.org/0000-0002-4663-3837>
marcia.andreazzi@unicesumar.edu.br

Fábio Luiz Bim Cavaliéri 
Universidade Cesumar, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6534931458837778>
<http://orcid.org/0000-0003-4246-6995>
fbim52@hotmail.com

José Eduardo Gonçalves 
Universidade Cesumar, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9921543756032859>
<http://orcid.org/0000-0002-2505-0536>
jose.goncalves@unicesumar.edu.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.009.0013

Referencing this:

SIVIERO, E. S.; EMANUELLI, I. P.; MAZUCHELI, J.; OLIVEIRA, M. L. C.; ANDREAZZI, M. A.; CAVALIERI, F. L. B.; GONÇALVES, J. E.. Estudo dos elementos climáticos sobre a produção leiteira bovina na região de transição de climas. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.13, n.9, p.154-164, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.009.0013>

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 et al., 2019). Sendo o Brasil um País continental, apresentando diferentes tipos de clima (equatorial, tropical, tropical de altitude, semiárido, 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 influencia 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 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 influencia 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 Planalto 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). 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) 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)¹.

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, era realizada 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

¹ <http://www.simepar.br/prognozweb/simepar>

(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 ≤500.000 CS/MI), grau moderado (médias trimestrais no intervalo >500.000 ≤1.000.000 CS/mL) e grau intenso (médias trimestrais >1.000.000 CS/MI), 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 à 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 (%), sendo realizadas 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:

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

onde:

Ta = temperatura máxima diária (°C).

UR = umidade relativa mínima diária (%).

Esse cálculo permite determinar o efeito do estresse termico 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 a 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% ($p < 0,05$).

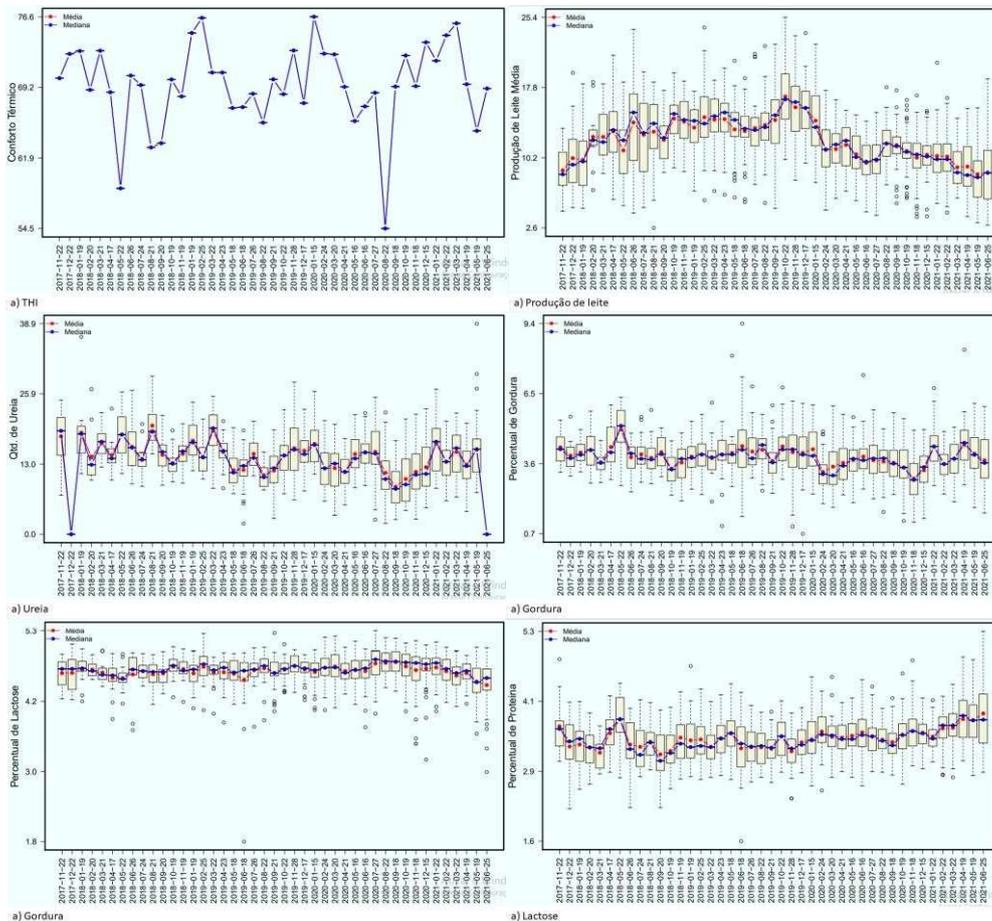
RESULTADOS

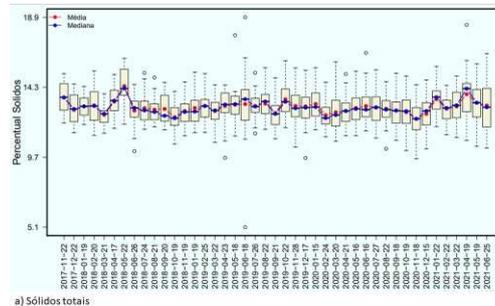
A produção diária de leite foi de 1183.00±3.69 kg/dL. foram selecionadas de forma semelhante no início dos experimentos em cada estação do ano. Através dos dados obtidos foi realizada a descritiva global e os gráficos da produção de leite, composição e do clima durante o período inteiro da coleta dos 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 - miligrama/litro/dia; CSS - contagem de células somáticas; CS - células somáticas/mililitro. Os valores são expressos como média±DP.





a) Sólidos totais

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 (°C) e a umidade relativa (%) foram maiores no verão (25.10°C±1.56°C; 71.02%±1.05%) e menores no inverno (21.08°C±2.80°C; 64.61%±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(°C)	20.32±0.36 ^a	22.08±0.25 ^a	22.79±0,18 ^a	25.22±0.18 ^b
UR (%)	62.91±1.26 ^a	62.68±0.88 ^a	74.02±1,18 ^c	69.46±1.26 ^b
THI diário	66.25±0.50 ^a	68.98±0.38 ^a	70.72±0,22 ^b	73.95±0.19 ^c
Produção de leite (kg/d)	1190.89±3.71 ^b	1103.80±3.42 ^a	1281.67±3,88 ^c	1180.55±3.55 ^b
Ureia (mg/dL)	11.60±6.25 ^a	14.35±4.41 ^b	13.32±4,72 ^c	14.32±5.55 ^b
Gordura (%)	3.85±0.08 ^a	4.00±0.09 ^a	3.65±1,01 ^a	3.91±0.08 ^a
Lactose (%)	4.68±0.02 ^a	4.61±0.02 ^a	4.70±0,02 ^a	4.68±0.24 ^a
Proteína (%)	3.40±0.04 ^a	3.53±0.04 ^a	3.44±0,03 ^a	3.46±0.03 ^a
Sólidos totais (%)	12.91±1.03 ^a	13.12±1.28 ^a	12.75±1,14 ^a	13.00±0.10 ^a
CCS (CS/mL)	250.15±0.73 ^a	207.18±0.52 ^a	223.42±0,58 ^a	247.90±0.60 ^a

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

Os valores são expressos como média±DP.

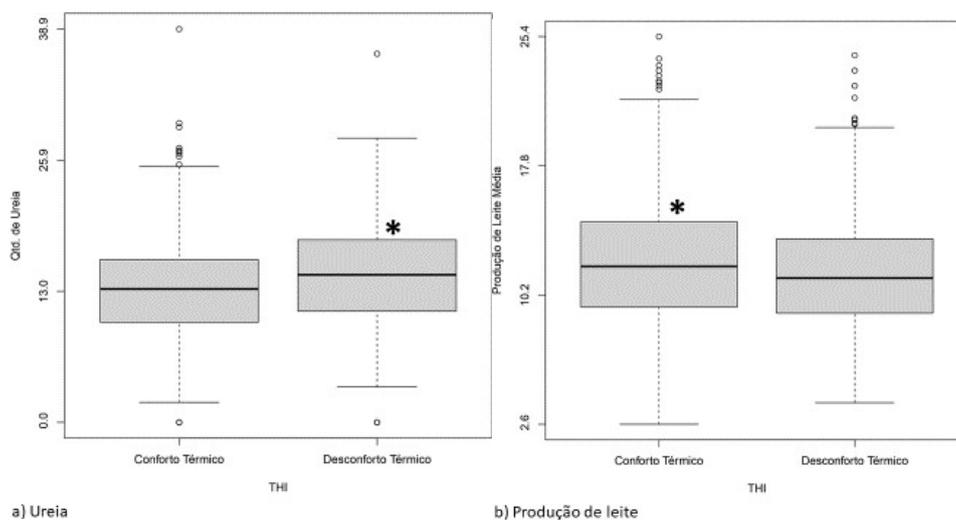


Figura 2: Correlação entre o estresse térmico sazonal e a composição, CCS e produção de leite de vacas Holandesas.

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

A análise dos dados indica que houve uma associação negativa com a produção de leite e positiva com a quantidade de ureia (P<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 ($P > 0,05$).

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).

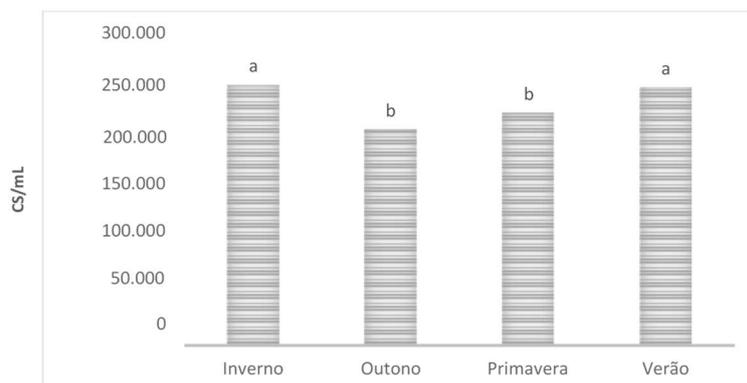


Figura 3: Contagem de células somáticas no leite em diferentes estações do ano.

*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.

Classificação das observações do grau de mastite bovina				
Variações	>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 - miligrama/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 CSS 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 ($P > 0,05$).

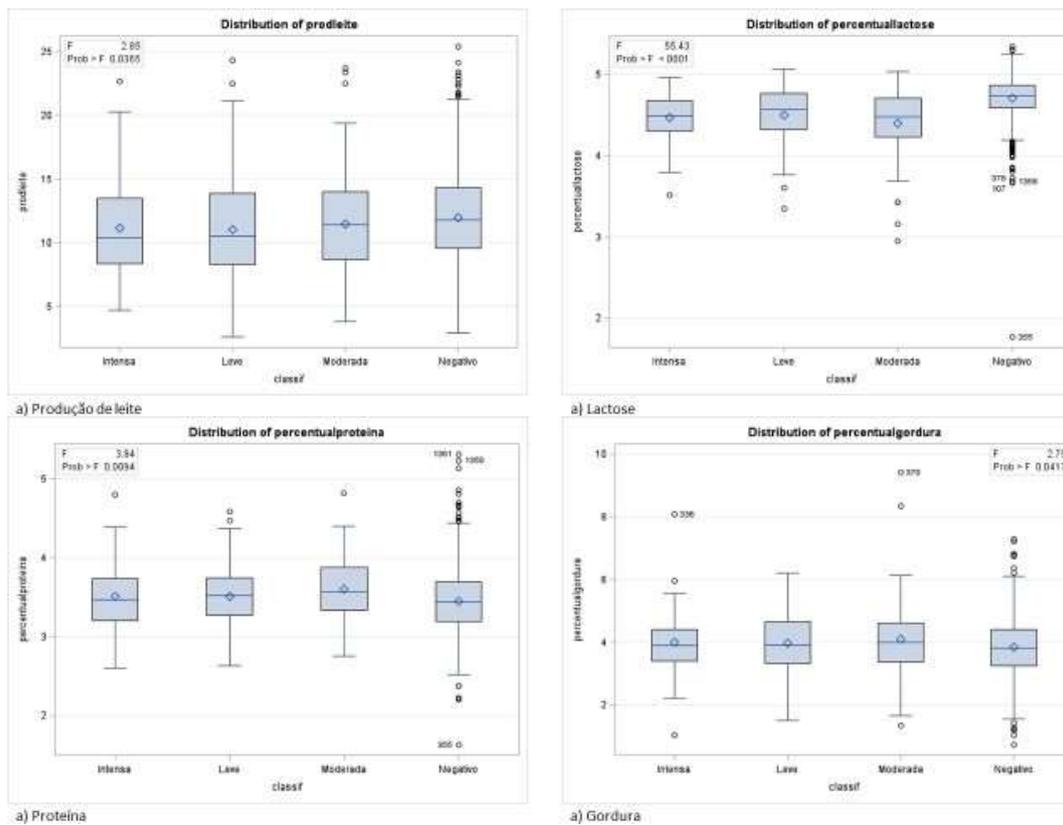


Figura 4: Correlação entre a concentração de CCS e a produção e composição do leite de vacas Holandesas.

DISCUSSÃO

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, conseqüentemente, 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 Schultz et al. (2003). Segundo Doska et al. (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 et al., 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, conseqüentemente, a produção de leite (ZHAO et al., 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 média 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 et al. (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 e 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 (REIS et al., 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 Reis et al. (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

AKYUZ, A.; BOYACI, S.; CAYLI, A.. Determinação do período crítico para vacas leiteiras utilizando índice de temperatura e umidade. *Journal of Animal and Veterinary Advances.*, v.9, p.1824-1827, 2010.

ALMUHANNA, E. A.. Performance of roof-mounted misting fans to regulate heat stress in dairy cows. *Journal of Thermal Biology*, v.99, p.102984, 2021. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.102984>

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G.. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, n.6, p.711-728, 2013. DOI: <http://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

ARUNVIPAS, P.; DOHOO, I. R.; VANLEEUWEN, J. A.; KEEFE, G. P.. The effect of non-nutritional factors on milk urea nitrogen levels in dairy cows in Prince Edward Island, Canada. *Preventive Veterinary Medicine*, v.59, n.1-2, p.83-93, 2003. DOI: [http://doi.org/10.1016/S0167-5877\(03\)00061-8](http://doi.org/10.1016/S0167-5877(03)00061-8)

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº51**. Brasília: MAPA, 2020.

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

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

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

DALTRO, A. M.. Efeito do estresse térmico por calor na produção de vacas leiteiras. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, v.26, n.1, p.288-311, 2020. DOI: <http://doi.org/10.36812/pag.2020261288-311>

DAVISON, T. M.; JONSSON, N. N.; MAYER, D. G.; GAUGHAN,

J. B.; EHRlich, W. K.; MCGOWAN, M. R.. 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**, v.60, p.1961-1968, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1007/s00484-016-1183-2>

DETILLEUX, J.. Tolerance to bovine clinical mastitis: Total, direct, and indirect milk losses. **Journal of Dairy Science**, v.101, n.4, p.3334-3343, 2018.

DOSKA, M. C.; SILVA, D. F. F.; HORST, J. A.; VALLOTO, A. A.; ROSSI JUNIOR, P.; ALMEIDA, R.. Sources of variation in milk urea nitrogen in Paraná dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, p.692-697, 2012.

FORSBÄCK, L.; MÅNSSON, H. L.; ANDRÉN, A.; SJAUNJA, K. S.. Evaluation of quality changes in udder quarter milk from cows with low-to-moderate somatic cell counts. **Animal**, v.4, n.4, p.617-626, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1017/S1751731109991467>

GABBI, A. M.; PERIPOLLI, V.; COBUCCI, J. A.; FISCHER, V.; COSTA JUNIOR, J. B. G.; PIMENTEL, C. M. M.. 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: <http://doi.org/10.21071/az.v66i254.2332>

GANTNER, V.. 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: <http://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: <http://doi.org/10.3168/jds.2016-11913>

GODDEN, S. M.; LISSEMORE, K. D.; KELTON, D. F.; LESLIE, K. E.; WALTON, J. S.; LUMSDEN, J. H.. Relationships between milk urea concentrations and nutritional management, production, and economic variables in Ontario dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.5, p.1128-1139, 2001. DOI: [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74573-0](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74573-0)

GROSS, J.; BRUCKMAIER, R.. Invited review: Metabolic challenges and adaptation during different functional stages of the mammary gland in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.102, n.4, p.2828-2843, 2019. 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: <http://doi.org/10.3168/jds.2018-14824>

HILL, D. L.; WALL, E.. 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: <http://doi.org/10.1017/S1751731114002456>

REIS, C. B. M.; BARREIRO, J. R.; MESTIERI, L.; PORCIONATO, M. A. F.; SANTOS, M. V.. Effect of somatic cell count and mastitis pathogens on milk composition in Gyr cows. **BMC Veterinary Research**, v.9, p.1-7, 2013.

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

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

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.

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. **Anais**. New Zealand Society Of Animal Prod Publ, 1993. p.83-83.

PYÖRÄLÄ, S.. Indicators of inflammation in the diagnosis of mastitis. **Veterinary Research**, v.34, n.5, p.565-578, 2003. DOI: <http://doi.org/10.1051/vetres:2003026>

ROGERS, S. A.; SLATTERY, S. L.; MITCHELL, G. E.; HIRST, P. A.; GRIEVE, P. A.. The relationship between somatic cell count, composition, and manufacturing properties of bulk milk 3. Individual proteins. **Journal Dairy Technology**, v.44, p.49-52, 1989.

SCHULTZ, P. J. R.; SAVILLE, W. J. A.. Sources of variation in milk urea nitrogen in Ohio dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.5, p.1653-1661, 2003.

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: <http://doi.org/10.1089/fpd.2014.1916>

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

ZHAO, X.; LACASSE, P.. Mammary tissue damage during bovine mastitis: causes and control. **Journal of animal science**, v.86, n.13, p.57-65, 2008.