



Pablo da Silva Machado

Impactos climáticos na composição do leite de bovinos leiteiros na região Noroeste do estado do Rio Grande do Sul

Dissertação de Mestrado

Cruz Alta – RS, 2024.



Pablo da Silva Machado

Impactos climáticos na composição do leite de bovinos leiteiros na região Noroeste do estado do Rio Grande do Sul

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural, da Universidade de Cruz Alta - Unicruz como requisito para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Rural.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Trevisan Gressler

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Paula Montagner

Cruz Alta, RS, 21 de Junho de 2024.

Universidade de Cruz Alta - Unicruz
Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão
Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural

Impactos climáticos na composição do leite de bovinos leiteiros na região Noroeste do estado do Rio Grande do Sul

Elaborado por

Pablo da Silva Machado

Como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento Rural, Área de Concentração: Desenvolvimento Rural Sustentável.

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Lucas Trevisan Gressler
Universidade de Cruz Alta (orientador)

Prof.^a Dr.^a Simone Stefanello
Universidade de Cruz Alta

Prof.^a Dr.^a Cláudia Balzan
Universidade do Oeste de Santa Catarina

Prof. Dr. José Francisco Xavier da Rocha
Centro de Ensino Superior Riograndense

Cruz Alta, RS, 21 de Junho de 2024.

RESUMO

As condições climáticas são fatores que podem influenciar de forma negativa a atividade leiteira, assim trazendo diversos prejuízos ao produtor como baixa de volume de leite produzido, queda de sólidos, ineficiência reprodutiva, entre outros problemas acarretados pelo estresse térmico. O conhecimento sobre os desafios climáticos ao longo dos 12 meses do ano pode beneficiar o produtor e assim traçar estratégias para mitigar perdas na atividade. Sendo assim, o estudo teve como objetivo avaliar a interferência da temperatura, umidade, precipitação e Índice Temperatura Umidade sobre a qualidade do leite de 23 propriedades distribuídas na região Noroeste do estado do Rio Grande do Sul ao longo de 24 meses. Para avaliação de qualidade e composição do leite, tais como, Gordura, Proteína, Lactose, Caseína, Sólidos Totais, Extrato Seco Desengordurado, Ureia e volume, e também os de temperatura, umidade, precipitação e ITU. Os resultados obtidos demonstrar um padrão em determinadas épocas do ano, seguindo tendências que podem oscilar de forma positiva em períodos onde o clima está mais favorável ao bem estar animal ou em épocas onde a questão climática afeta de forma negativa esse conforto térmico, resultados esses que serão discutidos ao longo do trabalho.

Palavras-chave: Qualidade do Leite, Conforto Térmico, Produtividade.

ABSTRACT

Climate conditions are factors that can negatively influence dairy activity, thus bringing various losses to the producer such as decreased milk volume, solids reduction, reproductive inefficiency, among other problems caused by thermal stress. Knowledge about the climatic challenges throughout the 12 months of the year can benefit the producer and thus devise strategies to mitigate losses in activity. Therefore, the study aimed to evaluate the interference of temperature, humidity, precipitation, and Temperature Humidity Index on the quality of milk from 23 properties distributed in the Northwest region of the state of Rio Grande do Sul over 24 months. For the evaluation of milk quality and composition, such as Fat, Protein, Lactose, Casein, Total Solids, Fat-Free Dry Extract, Urea, and volume, as well as temperature, humidity, precipitation, and THI. The results obtained show a pattern at certain times of the year, following trends that can fluctuate positively in periods where the climate is more favorable to animal welfare or in times when climatic issues negatively affect this thermal comfort, results that will be discussed throughout the work.

Keywords: Milk Quality, Thermal Comfort, Productivity.

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	7
1.1 Justificativa.....	7
1.2 Hipótese.....	8
1.3 Objetivos.....	8
1.3.1 Objetivo Geral.....	8
1.3.2 Objetivos Específicos.....	8
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	9
3 RESULTADOS.....	14
3.1 Manuscrito a ser submetido a revista Ciência Rural	14
4 CONCLUSÃO.....	36
5 REFÊRENCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca como um grande produtor de leite, mas também como um grande importador, devido à necessidade de atender o consumo do seu mercado interno (NASCIMENTO et al., 2017). A produção nacional de leite em 2021 foi de 35,30 bilhões de litros (IBGE, 2022), produção esta 0,39% menor que a de 2020 (EMBRAPA, 2023). Entre os estados brasileiros produtores de leite, o Rio Grande do Sul (RS) é o terceiro maior produtor, com uma participação de 12,42% da produção nacional. O destaque deste estado é a região Noroeste, que produz aproximadamente 2,97 bilhões de litros, correspondendo a cerca de 8,41% do leite produzido no país (EMBRAPA, 2023).

A atividade leiteira no RS está inserida em 137.449 propriedades rurais, contando com 493 dos 497 municípios do Estado, sendo que 466 municípios (93,76%) vendem leite de forma legalizada para algum laticínio. Dados apontam o rebanho do RS inclui cerca de 1.062.575 vacas leiteiras, das quais 81,37% estão vinculadas a produtores que entregam sua produção às indústrias de laticínios, enquanto 13,45% desses animais são de produtores que destinam a produção apenas para o consumo familiar (EMATER, 2021).

Uma das maiores preocupações na atividade leiteira são os desafios climáticos enfrentados ao longo dos 12 meses do ano. Dentre esses desafios, destaca-se o estresse térmico, o qual influencia negativamente o bem-estar animal, causando perdas significativas para a atividade. O ambiente térmico ao qual esses animais são expostos, independentemente do sistema de criação, é um obstáculo enfrentado pelos produtores, para produzir um produto de qualidade (SUBTIL, 2018).

Um segundo desafio para a produção de leite nacional é a obtenção de padrões de qualidade que atendam à legislação vigente e às exigências das indústrias. Tal fato tem sido motivado pelo aumento da demanda por matéria-prima de qualidade, que necessita de um produto com boas características sensoriais, físico-químicas e microbiológicas. Essas características são importantes para a fabricação de produtos lácteos, tendo em vista a exigência dos consumidores (CARVALHO et al., 2015). Este cenário coloca o produtor em uma situação relevante dentro da atividade, pois cabe ao setor produtivo manter uma produção com qualidade e de forma sustentável.

1.1 Justificativa

A importância do tema da pesquisa justifica-se por contribuir com a qualidade e a sustentabilidade de diversas propriedades leiteiras do Noroeste do Estado do Rio Grande Sul. Essa região é caracterizada por agricultura familiar e com sistema de produção semiextensivo. Ao longo dos anos diversas tecnologias ligadas a área de nutrição, reprodução e qualidade de leite agregam novos valores a atividade leiteira, e junto com isso, novos desafios surgiram. Entretanto, ainda nos deparamos com propriedades que possuem uma carência técnica relevante. Um indicador que nos mostra que esta propriedade está no caminho certo ou não, são as análises de leite. Através delas podemos analisar a vida da propriedade ao longo do tempo, e assim identificar os principais problemas e traçar metas

1.2 Hipóteses

A produção e a qualidade do leite nas propriedades do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul são influenciadas por fatores climáticos e nutricionais desencadeando queda na produção leiteira e prejuízos na atividade.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Caracterizar as propriedades produtoras de leite da região Noroeste do Rio Grande do Sul, quanto aos impactos das estações do ano e índices climáticos sobre a produção, composição e qualidade do leite.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Monitorar a qualidade, composição e produção de leite de 23 propriedades leiteiras da região Noroeste do Rio Grande do Sul durante os anos de 2021 e 2022.
2. Coletar e analisar os dados climáticos (temperatura, umidade e pluviometria) da região Noroeste do Rio Grande do Sul, durante os anos de 2021 e 2022.
3. Identificar os valores de ITU para a região Noroeste do Rio Grande do Sul nos anos de 2021 e 2022.

4. Avaliar o impacto do índice de pluviometria sobre a produção, qualidade e composição do leite do leite.
5. Avaliar o impacto do ITU em propriedade leiteiras com diferentes níveis de produção de leite mensal (até 10.000L/mês, entre 10.000 e 20.000L/mês e acima de 20.000 L/mês).
6. Identificar as condições climáticas e os momentos mais críticos do ano para a produção de leite.
7. Traçar estratégias para os produtores de leite com finalidade de mitigar os impactos do estresse térmico dentro da atividade leiteira.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O leite está entre os principais produtos do agronegócio brasileiro. Seus derivados são importantes tanto para a nutrição quanto para a geração de empregos e renda para a população. Entretanto, ainda enfrentamos desafios para o crescimento do setor leiteiro em áreas como a sanidade dos animais, o que por muitas vezes se resulta em limitações para o processamento desse produto. Além disso, os parâmetros de qualidade do leite cru refrigerado podem ser influenciados por diversos outros fatores como o armazenamento e conservação do leite, assim como o manejo, raça e nutrição desses animais (MARTINS et al., 2013).

Dentre os fatores citados acima, a nutrição de bovinos leiteiros é um dos principais responsáveis pela qualidade do leite dentro da propriedade, necessitando assim de uma formulação balanceada. O leite possui, em média, 3,6% de gordura em sua composição e este é um dos elementos que mais podem sofrer alterações em virtude da dieta, sendo influenciado positivamente quando a quantidade de fibra é ajustada em sua base nutricional (MÜLLER et al., 2021). A gordura do leite também é influenciada de forma positiva por porcentagens maiores de molaes de ácidos acético e butírico no rúmen, que são os precursores primários para a síntese de gordura no leite. Logo, animais que recebem baixas proporções de fibra e altas proporções de concentrado elevam a taxa de propionato no rúmen e aumentam o balanço energético líquido, e por uma maior ingesta de energia reduzem a secreção de gordura (FAGAN et al., 2010).

Além dos parâmetros nutricionais, o estresse térmico em vacas leiteiras afeta diretamente o consumo de matéria seca como resposta a esse estresse calórico, reduzindo consequentemente a concentração de gordura no leite. A recuperação dos níveis de produção de leite após o estresse térmico ocorre de forma gradual e pode variar conforme os danos desse

estresse, além da fase da lactação, dentro dos limites fisiológicos da glândula mamária. Além disso, a recuperação pode ser total ou até mesmo comprometer toda a lactação (DE FELICIO PORCIONATO et al., 2009).

Temperaturas elevadas em meses mais quentes podem impactar negativamente os níveis de gordura, mas também os níveis de proteína do leite. Isso pode ser justificado pelo alto nível de estresse térmico que os animais sofrem em períodos mais quentes. A falta de acesso a sombra, ventilação, aspersão, sala de espera com água de qualidade e quantidade adequada, são condições que contribuem negativamente para fatores fisiológicos dos animais como: ingestão de matéria seca, eficiência na utilização de nutrientes e aumento da frequência respiratória e cardíaca. Por isso, para animais em pastejo, recomenda-se a utilização de sombra natural ou artificial, ventilação e aspersão na sala de espera para melhorar o conforto térmico, uma vez que o consumo diminui quando a temperatura se encontra com valores superiores a 25°C (NOGARA et al., 2022).

Observa-se, geralmente, que a proteína do leite é impactada de forma negativa quando os animais passam por períodos de estresse térmico, com redução nos níveis de caseína. Os íons cálcio, fósforo e magnésio tem uma tendência a diminuir, enquanto os níveis de cloro aumentam (PORCIONATO et al., 2009). Considerando que as proteínas se dividem em caseína (80%) e proteínas do soro (20%), em algumas raças como a Holandesa, a variação média de proteína no leite é de aproximadamente 3,20%, sendo que as proteínas representam 3 a 4% dos sólidos encontrados. Perante os laticínios, a caseína e a proteína são componentes importantes para os mais diversos derivados, tais como queijos, leite fluido, cremes e iogurte, sendo a caseína considerada uma proteína de alto valor nutricional e base para os diversos produtos. Logo, o teor de proteína do leite é um componente importante para estimar seu rendimento nos diversos produtos (HENRICHS et al., 2014).

Outras variações que podem ser correlacionadas são a relação entre alterações de CCS e alterações na proteína no leite, nos casos de úbere sadio ou com inflamação, e também de processos enzimáticos. Animais com altos níveis CCS no leite pode elevar a sua atividade enzimática, assim como a ativação do plasminogênio em plasmina, resultando em proteólise de proteínas presentes no leite, principalmente a caseína. Ocorrendo assim, uma alteração da composição do leite por modificações no complexo da caseína (PORCIONATO et al., 2009).

Lactose é o principal glicídio do leite e desempenha um importante papel na sua síntese, pois possui fator osmótico e é responsável por 50% dessa síntese, isto é, atrai a água para o interior das células epiteliais mamárias. A lactose é a principal fonte de energia para o terneiro

recém-nascido sendo convertida em glicose e galactose pela enzima lactase (DIAZ GONZALEZ, 2001).

Concentrações menores de lactose podem ocorrer devido ao baixo consumo de matéria seca em consequência ao estresse térmico. Isso pode sobrevir, pois o fluxo sanguíneo periférico é aumentado na tentativa de minimizar a perda da temperatura corporal, além de reduzir a absorção de aminoácidos e de glicose na glândula mamária do animal, para a síntese de proteína e de lactose no leite. Assim como a deficiência nutricional pode acarretar em queda dos níveis de lactose, matéria seca de baixa qualidade e de baixa oferta diminuem a disponibilidade de glicose. Animais com estresse calórico apresentam diminuição de 200 a 400g diárias na síntese de glicose, e, tendo em vista que 79% da glicose disponível na corrente sanguínea é utilizada para a síntese do componente na glândula mamária (FRIGERI et al., 2010).

Entre os mais diversos sistemas de criação de bovinos leiteiros, o sistema de criação a pasto ainda é o mais difundido devido ao baixo custo de manutenção comparado com sistemas mais tecnificados que exigem um maior investimento. Porém, animais com maior capacidade produtiva possuem uma maior exigência nutricional, para manter boas média de produção apenas com o pastejo, necessitando uma suplementação com concentrados. Com isso, indicadores bioquímicos vêm sendo utilizados para o monitoramento da nutrição do rebanho. A determinação dos teores de nitrogênio ureico do leite (NUL) é uma ferramenta muito utilizada com finalidade de prevenir transtornos metabólicos, e até mesmo ajuste de dietas com fins de minimizar com custos com desperdícios de alimentos (DE SOUZA DA SILVA et al., 2019).

Índices pluviométricos baixos associados a altas temperaturas acabam levando a uma escassez de forrageiras de qualidade, o que leva frequentemente o produtor a fornecer um maior volume de concentrado na tentativa de atingir as exigências nutricionais do rebanho. Porém, volumes exacerbados de concentrado diminuem a lucratividade da atividade e por muitas vezes altera os índices de NUL (DE SOUZA DA SILVA et al., 2019).

O extrato seco desengordurado (ESD) representa os sólidos totais subtraídos os lipídios. Com isso, a relação entre ESD e Proteína sempre é esperada, uma vez que esta está junto em sua composição. Logo, quanto maior os níveis de densidade, maiores serão os níveis de proteínas (ELIAS et al., 2014). Dietas fornecidas aos animais com baixos teores de energia somado a restrição de pastagens podem ser outro limitante para níveis de ESD aceitáveis pela legislação (GONZALEZ et al., 2004).

Sólidos totais (ST) é a soma dos diferentes componentes do leite, como gordura, proteína, lactose, vitaminas e minerais, com exceção da água, sendo a gordura o maior responsável pela sua alteração. Assim, é um importante indicador da qualidade do leite,

altamente valorizado na indústria de laticínios, pois promovem rendimento nos produtos derivados do leite (DEITOS et al., 2010). A diminuição de 0,5 unidade percentual na produção de ST do leite pode gerar perdas de até cinco toneladas de leite em pó para cada milhão de litros de leite processados dentro do laticínio. Sendo que um conjunto de variáveis ao longo do ano podem ocasionar essa baixa nos valores de ST, como estresse térmico, manejo, nutrição e ausência de melhoramento genético (RIBAS et al., 2004).

Diversos fatores podem interferir na qualidade do leite cru, assim deixando um termo muito amplo que corresponde a diversas características que podem sofrer influência a fatores como: clima, alimentação, genética, idade, sanidade, sistema de criação, estágio de lactação, entre outros. Assim, fatores intrínsecos, extrínsecos, ambientais e nutricionais são os principais obstáculos para se manter uma estabilidade de volume x qualidade durante todos os meses do ano (ZANELA et al., 2018).

Pesquisas demonstram que fatores extrínsecos como temperatura e umidade podem interferir positivamente ou negativamente a qualidade e volume do leite em rebanhos do Noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Assim, ocorre um ápice de volume em meses com temperaturas mais amenas (características do inverno) e um decréscimo significativo na produção em meses com temperaturas mais altas (características de verão).

Além disso, é possível observar que existe uma tendência em baixa nos níveis de gordura e proteína do leite em meses do verão assim como uma alta desses parâmetros no inverno. Esses fatores estão relacionados a qualidade forrageira disponível em tais épocas, e segundo PARMEGGIANI et al., 2014, não existe em específico um mês do ano onde os resultados de qualidade estejam ligados diretamente a alta de gordura e proteína e sim a estações do ano, onde a média de temperatura e a oferta de alimentos proporcionam uma alta ou baixa desses valores. Meses de julho a setembro são meses que proporcionam essa melhor identificação de alta nos níveis de gordura e proteína, e de novembro a janeiro a menor relação gordura e proteína. (JUNIOR et al., 2009).

Incertezas na bovinocultura de leite como o Preço Pago ao Produtor (PPP), questões climáticas como seca ou excesso de chuvas, doenças etc., são fatores comumente enfrentados pelos produtores nesta atividade, sendo uma constante na área de interesse do estudo. Porém, modelos de otimização lavoura pecuária tendem a minimizar esses riscos, elevando assim a lucratividade e sustentabilidade do produtor na atividade.

A migração de áreas destinadas a outras atividades menos lucrativas tem se mostrado uma boa estratégia a ser adotada por produtores atuantes na bovinocultura de leite. A alocação de maiores áreas para pastagens anuais ou áreas destinadas a produção de milho para silagem

tem se mostrado uma boa opção com finalidade de enfrentar períodos de escassez alimentar, maximizando lucros e minimizando perdas decorrentes da atividade (NETO et al., 2004).

A nutrição animal é ponto chave em qualquer projeto, principalmente em momentos que se opta por substituição de cultivares, seja de cereais ou forrageiras. A avaliação nutricional do rebanho de acordo com a capacidade produtiva e capacidade genética é ponto chave para a tomada de qualquer decisão (RAMOS et al., 2014).

O estresse térmico pode ser responsável por grandes prejuízos no setor, podendo ocasionar uma redução na produtividade dos animais e mudanças na composição do leite. A redução de ingestão de água assim como de alimentos devido a esse estresse calórico traz grandes perdas na produtividade. Fatores como umidade relativa do ar, temperatura, velocidade do vento, nutrição, assim como outros fatores relacionados ao manejo são fatores que podem reduzir em até 10% ou mais essas perdas.

Com relação a temperatura ideal para bovinos, valores acima de 27°C já são apontadas como desfavoráveis, sendo temperaturas de 13°C a 18°C ideais para a maioria dos ruminantes. Entretanto, temperaturas de 4°C a 24°C seriam ideais para vacas em lactação podendo ser consideradas de 7°C a 21°C devido a umidade relativa do ar e a radiação solar (PORCIONATO et al., 2009).

Boa parte do território Brasileiro está localizado em região tropical, embora algumas regiões do Sul do país são classificadas como subtropical. As altas temperaturas ao longo do ano podem ser uma barreira para explorar o potencial total dos animais na produção leiteira. A temperatura do ar é uma importante variável que está intimamente relacionada com a umidade relativa do ar, sendo essas variáveis a composição do índice de temperatura e umidade (ITU), um indicador importante para avaliar os efeitos climáticos ao conforto térmico dos animais, variável esta que pode indicar estresse térmico quando ultrapassado 72 (NETO et al 2019).

O estresse térmico ocorre quando as temperaturas são superiores ao nível que o animal consegue dissipar, gerando assim um estoque de calor excedente. Bovinos são animais homeotérmicos capazes de manter a temperatura corporal estável independente das condições climáticas. Porém, há uma faixa de temperatura que o animal consegue manter seu metabolismo regulado sem demonstrar sinais de estresse calórico e sem ativar mecanismos físicos-químicos de termorregulação, tendo como premissa temperaturas de 10°C a 27°C, umidade relativa do ar entre 60% e 70% e índice temperatura umidade (ITU) menores que 74 (TAZZO et al., 2024). Valores de ITU inferiores a 70, com máximos de 75, não causarão desconforto térmico aos animais. Entretanto, com valores de ITU iguais ou superiores a 75 já é possível observar baixa na ingestão de alimentos e queda na produção de leite (PORCIONATO et al., 2009).

3 RESULTADOS

3.1 Manuscrito a ser submetido a revista Ciência Rural

1 **Climate impacts on the composition of milk from dairy cattle in the Northwest region of**
2 **Rio Grande do Sul state**

3 **Impactos climáticos na composição do leite de bovinos leiteiros na região Noroeste do**
4 **estado do Rio Grande do Sul**

5
6 **Pablo Machado¹ Paula Montagner² Aline Zampar³ Lucas Trevisan Gressler¹**

7
8 **ABSTRACT**

9 Heat stress directly affects the well-being of dairy cattle, negatively impacting production and
10 making maintaining a product quality standard over 12 months a challenge for dairy farming.
11 Therefore, the objective of the present study was to characterize the milk-producing properties
12 in the Northwest region of Rio Grande do Sul, regarding the impacts of climatic variables on
13 the production, composition, and quality of milk. To this end, monthly monitoring of 23 milk-
14 producing properties was carried out over two years (2020 and 2021) and the data was analyzed
15 by quarters of the year (1st quarter: Jan/Feb/Mar; 2nd quarter: Apr/May/Jun; 3rd quarter:
16 Jul/Aug/Sep; 4th quarter: Oct/Nov/Dec). Milk production, composition, and quality data, such
17 as Fat, Protein, Lactose, Casein, Total Solids, Defatted Dry Extract, and Urea were collected
18 monthly, in addition to collecting data on Rainfall, Temperature, and Relative Air Humidity,
19 generating the temperature and humidity index (ITU – or THI Temperature-humidity index).
20 The results showed a greater production of milk components (total solids, fat, defatted dry
21 matter, protein, and lactose) in the second and third quarters of the year. Therefore, it is
22 important to note that in the second and third trimesters, when temperatures are milder, the
23 animals' thermal comfort and a greater supply of pasture.

¹ Universidade de Cruz Alta, Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural, Cruz Alta, Rio Grande do Sul, Brasil.

² Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Microbiologia e Parasitologia, Centro de Ciências da Saúde, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

³ Universidade do Estado de Santa Catarina, Departamento de Zootecnia, Centro de Educação Superior do Oeste, Chapecó, Santa Catarina, Brasil.

1 **Keywords:** dairy cattle, milk composition, milk quality, heat stress, temperature and humidity
2 index.

3

4 **RESUMO**

5 O stress térmico tem efeito direto sobre o bem-estar de bovinos leiteiros, impacta negativamente
6 na produção e torna a manutenção de um padrão de qualidade do produto ao longo de 12 meses
7 um desafio para atividade leiteira. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi caracterizar
8 as propriedades produtoras de leite da região Noroeste do Rio Grande do Sul, quanto aos
9 impactos das variáveis climáticas sobre a produção, composição e qualidade do leite. Para isso,
10 foi realizado o acompanhamento mensal de 23 propriedades produtoras de leite, durante o
11 período de dois anos (2021 e 2022) e os dados analisados por trimestres do ano (1º trim:
12 jan/fev/mar; 2º trim: abr/mai/jun; 3º trim: jul/ago/set; 4º trim: out/nov/dez). Os dados de
13 produção, composição e qualidade do leite, tais como, Gordura, Proteína, Lactose, Caseína,
14 Sólidos Totais, Extrato Seco Desengordurado, Ureia foram coletados mensalmente, além da
15 coleta de dados de Precipitação Pluviométrica, Temperatura e Umidade Relativa do Ar, gerando
16 o índice de temperatura e umidade (ITU – ou do inglês THI Temperature-humidity index). Os
17 resultados demonstraram uma maior produção dos componentes do leite (sólidos totais, gordura,
18 extrato seco desengordurado, proteína e lactose) no segundo e terceiro trimestres do ano. Sendo
19 assim, torna-se relevante citar que no segundo e terceiro trimestre, em que as temperaturas são
20 mais amenas, ocorre um favorecimento ao conforto térmico dos animais, como também uma
21 maior oferta de pastagem. Conclui-se que o conforto térmico, aliado a uma nutrição de
22 qualidade, são ferramentas essenciais que devem estar presentes nas propriedades leiteiras,
23 reduzindo prejuízos e proporcionando bem-estar aos animais.

24 **Palavras-chave:** gado de leite, composição do leite, qualidade do leite, estresse térmico, índice
25 de temperatura e humidade.

1

2 **INTRODUÇÃO**

3 No Brasil, o leite é um dos seis produtos mais importantes do setor agropecuário, sendo
4 essencial no suprimento de alimentos com grande valor nutricional e na geração de emprego e
5 renda para a população (EMBRAPA, 2016). Segundo dados do Instituto Brasileiro de
6 Geografia e Estatística (IBGE), a produção de leite brasileira em 2018 foi de 33,8 bilhões de
7 litros, 1,6% maior que o ano anterior. Já a produção de leite em 2021 foi de 35,30 bilhões,
8 produção essa 0,39% menor que 2020. O Rio Grande do Sul se destaca sendo o terceiro maior
9 produtor de leite do Brasil com participação de 12,42% da produção nacional, tendo como o
10 Noroeste do estado do RS como destaque Nacional com 2.97 bilhões de litros aproximadamente
11 8,41% do leite produzido no Brasil (EMBRAPA, 2023).

12 De modo geral, a produção de leite tem registrado um aumento na produtividade. Nas
13 últimas décadas, a produção tem aumentado anualmente, principalmente para atender a
14 demanda interna do País. Por outro lado, os custos de produção elevam-se, juntamente com a
15 preocupação dos produtores, pois o mercado atual tem restringido o produto lácteo que não
16 atende aos parâmetros mínimos prescritos pela indústria (ZOCCAL; SOUZA; GOMES, 2005).

17 Diversos fatores podem afetar a produtividade láctea, tais como: custos de produção,
18 meio ambiente e qualidade do alimento fornecido aos animais (CREPALDI et al., 2019). As
19 alterações climáticas, que contribuem entre outras causas para o stress térmico em determinadas
20 épocas do ano, apresentam-se como um fator crucial para perdas na atividade, como baixa de
21 volume de produção, sólidos no leite e o bem-estar dos animais, impactando negativamente
22 sobre a rentabilidade da atividade (SUBTIL, 2018). Estudos demonstram que o índice de
23 temperatura e umidade (ITU - ou do inglês THI) acima de 80 contabilizam quedas na produção
24 (SUBTIL, 2018). Dados mais alarmantes demonstram que as perdas produtivas já ocorrem a
25 partir do THI de 68 (PINTO et al., 2020).

1 Portanto, vale ressaltar a importância do bem-estar animal e a climatização, elevando a
2 eficiência e a competitividade das unidades leiteiras e a produção de acordo com as exigências
3 do mercado. Além de garantir as condições para adaptação e profissionalização de grandes para
4 pequenos produtores, mitigando a marginalização e a informalidade no setor (ZOCCAL;
5 SOUZA; GOMES, 2005).

6 Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi caracterizar as propriedades produtoras
7 de leite da região Noroeste do Rio Grande do Sul, quanto aos impactos dos índices climáticos
8 em diferentes trimestres ao longo de um ano sobre a produção, composição e qualidade do leite.

9

10 **MATERIAIS E MÉTODOS**

11 O presente trabalho foi realizado na região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul,
12 no período de janeiro de 2021 a dezembro de 2022, totalizando 24 meses. Nesse período foram
13 realizadas 4.968 análises de composição de leite, oriundas de 23 propriedades leiteiras, sendo
14 elas: Gordura (GOR), Proteína (PROT), Lactose (LACT), Sólidos Totais (SOL), Extrato Seco
15 Desengordurado (ESD), Contagem de Células Somáticas (CCS), Contagem Padrão em Placas
16 (CPP), Nitrogênio Ureico no Leite (NUL) e Caseína. As amostras foram coletadas mensalmente
17 e enviadas para o laboratório Parleite, Curitiba - PR. As propriedades escolhidas realizavam um
18 sistema de semiconfinamento, isto é, silagem e concentrado no cocho e pastejo de culturas de
19 inverno e verão livre.

20 As 23 propriedades foram divididas geograficamente em 3 sub-regiões sendo elas
21 Ibirubá, Palmeira das Missões e Passo Fundo, cidades as quais possuíam uma estação
22 meteorológica com dados disponíveis para coleta (INMET-INSTITUTO NACIONAL DE
23 METEOROLOGIA). Os dados de mínimo, máximo e média aritmética mensal para
24 precipitação, temperatura e umidade relativa foram registrados para cada sub-região. Os valores

1 de ITU foram calculados conforme metodologia proposta por Thom (1959), modificado por
2 Burgos-Zimbelman (2008) sendo utilizada por diversos autores:

$$3 \text{ ITU} = (1,8 * T + 32) - ((0,55 - 0,0055 * H) * (1,8 * T - 26))$$

4 ITU = Índice de Umidade de Temperatura

5 T = temperatura ambiente em graus Celsius, e

6 H = % de umidade relativa (%)

7 Além dessa divisão geográfica, as propriedades também foram divididas quanto a
8 produtividade leiteira, em 3 grupos: até 10.000 litros/mês, 10.000 a 20.000 litros/mês e de
9 20.000 a 30.000 litros/mês.

10 Os dados foram analisados de acordo com um delineamento inteiramente casualizado,
11 separando-se os meses em trimestres: 1º trimestre: janeiro, fevereiro e março; 2º trimestre: abril,
12 maio e junho; 3º trimestre: julho, agosto e setembro; 4º trimestre: outubro, novembro e
13 dezembro.

14 Foram realizadas análises de normalidade de resíduos e homogeneidade de variâncias
15 (pressuposições da análise de variância). Quando atendidas as pressuposições, foram realizadas
16 as análises de variância e quando detectada diferença significativa (5%), procedeu-se o Teste
17 de Tukey. Como a variável lactose e umidade máxima não apresentaram distribuição normal
18 de resíduos, foi realizada a análise não-paramétrica, com teste de Kruskal-Wallis e comparação
19 por Bonferroni (5%). Foi realizado correlação linear de Pearson para as variáveis.

20

21 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

22 Foi possível observar que nos trimestres em que as estações são definidas como mais
23 amenas (segundo e terceiro trimestre) ocorreu um impacto positivo na composição e qualidade
24 do leite em relação aos trimestres mais quentes (primeiro e quarto trimestre). Segundo autores
25 (PARMEGGIANI et al., 2014) este fato está ligado diretamente com a oferta de pastagens de

1 melhor qualidade nutritiva e um maior conforto térmico em relação aos trimestres do ano em
2 que as temperaturas não são favoráveis para a produção de pastagens e conforto térmico.

3 A Figura 1 apresenta a máxima, a mínima e média de temperatura, umidade e ITU ao
4 longo dos quatro trimestres do ano. Os valores de ITU foram superiores no primeiro e quarto
5 trimestre, atingindo índices máximos de 92,46 e 90,30, respectivamente. Nesses trimestres em
6 que a temperatura (33,60°C e 32,49°C) e umidade (99,17% e de 98,94%) estavam elevadas foi
7 observado um impacto negativo na produtividade de vacas leiteiras e na composição do leite,
8 esta última evidenciada nos índices de GOR, PROT, LACT, SOL, ESD e CASEÍNA (Figura
9 2). Pesquisas demonstram perdas na atividade leiteira com limiares de ITU que alternam entre
10 60 a 78, sendo esses índices observados em meses mais quentes (CARTWRIGHT, 2023). As
11 elevadas temperaturas e os altos índices umidade quando associados, resultam em efeitos
12 negativos ao bem estra animal (COLLIER; RENQUIST; XIAO, 2017).

13 Com relação aos índices médios de temperatura e ITU (Figura 1) no primeiro e quarto
14 trimestre do ano, os valores atingiram números superiores a 33°C e índices de ITU superiores
15 a 92. Esses valores são similares com Fagan et al. (2010), que ressaltam a baixa do consumo de
16 matéria seca em meses mais quentes. De acordo com Tazzo et al. (2024), temperaturas altas
17 associadas ao ITU elevado resultam em perdas significativas na produção leiteira,
18 considerando-se que a temperatura ideal para os animais seria em torno de 10°C a 27°C,
19 umidade relativa do ar de 60% a 70% e ITU abaixo de 74. Índices superiores a esses podem
20 reduzir significativamente a ingestão de matéria seca, afetando negativamente a produção e a
21 saúde dos animais.

22 Quando observado os valores dos componentes do leite, os índices de SOL (Figura 2 B)
23 foram semelhantes entre o primeiro e quarto trimestre do ano ($12,39\% \pm 0,50\%$, $12,36\% \pm$
24 $0,45\%$ respectivamente) e inferiores ($p < 0,05$) aos valores do segundo e terceiro trimestre
25 ($12,88\% \pm 0,60\%$, $12,79\% \pm 0,57\%$). Pesquisas relatam uma redução de sólidos em meses mais

1 quentes como no verão em que o ITU está mais elevado em comparação ao inverno, chegando
2 a uma queda de 6% na proteína do leite atribuído principalmente a uma redução de ingestão de
3 matéria seca e menor eficiência da absorção de nutrientes essenciais (LUDOVICO et al., 2019).

4 Ambientes com altas temperaturas provocam efeitos negativos a todas as espécies
5 animais, causando um desequilíbrio entre o calor produzido e a capacidade de dissipá-lo. Como
6 consequência, o animal aumenta a ingestão de água e diminui a ingestão de volumoso a fim de
7 reduzir a produção de calor interno (CARTWRIGHT et al., 2023). O teor de sólidos apresenta
8 correlação negativa com o ITU (Tabela 1), e essa relação se explica, pois, animais submetidos
9 a extremo calor apresentam um aumento na procura e ingestão de água e em contrapartida
10 diminuição da ingestão de MS (NALESSO, 2021).

11 Os valores de GOR (Figura 2 D) no primeiro ($3,77\% \pm 0,33\%$) e terceiro trimestre
12 ($3,88\% \pm 0,37\%$) foram semelhantes ($p>0,05$), entretanto diferentes do segundo trimestre,
13 sendo possível observar um aumento de GOR ($4,08\% \pm 0,40\%$) ($p<0,05$) possivelmente em
14 decorrência ao início das pastagens de inverno, onde obtemos uma oferta de forragens de
15 melhor qualidade como Azevém (*Lolium multiflorum*) e Aveia Ucraniana (*Avena strigosa*). Os
16 trimestres mais quentes do ano (primeiro e o quarto) ($3,77\% \pm 0,33\%$; $3,70 \pm 0,31\%$) não
17 diferiram para os níveis de GOR. Esses dados são corroborados por Borges et al. (2009) os
18 quais relatam que no verão os teores de GOR e PROT apresentam grande tendência a baixa nos
19 meses mais quentes do ano.

20 Os dados obtidos de PROT (Figura 2 E) foram iguais entre o primeiro ($3,25\% \pm 0,19\%$)
21 e o quarto trimestre ($3,24\% \pm 0,19\%$) ($p>0,05$), assim como, entre o segundo ($3,41\% \pm 0,20\%$)
22 e o terceiro trimestre ($3,41\% \pm 0,18\%$) ($p>0,05$). Na Figura 1 podemos observar que a
23 temperatura média e ITU do segundo trimestre ($14,94^{\circ}\text{C}$; ITU 59) e o terceiro trimestre
24 ($14,96^{\circ}\text{C}$; ITU 57) são justamente os meses de outono e inverno, em que as temperaturas são
25 mais amenas, similares aos observados por Teixeira et al. (2003). Borges et al. (2009) destacam

1 que há uma oferta de forrageiras de melhor qualidade nesta época do ano, aumentando assim o
2 consumo de matéria seca e por sua vez elevando os níveis de gordura e proteína.

3 Gao et al. (2017) observaram em sua pesquisa que animais submetidos a temperaturas
4 entre 32°C e 36°C e umidade de 40% por 30 dias, apresentaram valores menores para proteína
5 e gordura (4% e 4,1%, respectivamente) em comparação a animais submetido a condições
6 favoráveis (20°C e 55% UR) pelo mesmo período. Esta relação também foi observada em
7 trimestres em que as temperaturas foram mais elevadas. Na Figura 2 B observamos no primeiro
8 trimestre uma média de SOL de 12,39% \pm 0,50 e no quarto trimestre de 12,36% \pm 0,46%.
9 Porém, quando analisamos os trimestres com temperaturas amenas, podemos identificar uma
10 elevação nos valores de SOL no segundo (12,88% \pm 0,60%) e terceiro trimestre (12,79% \pm
11 0,47%).

12 Bernabucci et al. (2015) analisaram um grupo de 25 animais durante dois anos, e
13 observaram que os níveis de gordura e proteína apresentaram uma redução nos meses de maior
14 calor e quando o ITU foram maiores que 75. Esses dados reiteram o impacto dos níveis elevados
15 de ITU na produção leiteira, demonstrando assim a importância da climatização do ambiente
16 para o conforto e bem-estar dos animais.

17 Os dados de ESD foram superiores no terceiro trimestre (8,91% \pm 0,23%) diferindo dos
18 demais. Entre o primeiro (8,62% \pm 0,24%) e o quarto trimestre (8,66% \pm 0,27%) ($p < 0,05$) não
19 diferiram. Gonzalez e colaboradores (2004) em estudo realizado no estado do Rio Grande do
20 Sul, observaram resultados de ESD semelhantes, associando os menores índices a escassez de
21 forrageiras de qualidade ou redução de energia na dieta.

22 Na Tabela 1, podemos observar uma correlação entre ESD e Prec. Acumulada, podendo
23 assim relacionar a escassez de forrageiras a períodos de baixa precipitação. Em estudo realizado
24 por Junior et al. (2019) níveis de ESD foram inferiores no verão, assim como os níveis de
25 LACT. Estes dados podem estar relacionados novamente a baixa qualidade e disponibilidade

1 de forrageiras, comprometendo assim a disponibilidade de glicose sanguínea que reflete
2 diretamente na síntese de lactose Junior et al. (2019). Uma vez instalado o desequilíbrio na
3 dieta, ocorre conseqüentemente uma redução da lactose, que atua como principal
4 osmorregulador da produção de leite, impactando diretamente os níveis de ESD.

5 Os resultados de LACT (Figura 2 F) obtidos no primeiro trimestre ($4,39\% \pm 0,12\%$)
6 foram inferiores aos demais, o que pode ser explicado devido a baixa ingestão de água pelos
7 animais, ocorrendo por diferentes fatores: ausência de água potável, indisponibilidade de
8 bebedouros perto de áreas sombreadas, lotação inadequada, entre outros. O terceiro trimestre
9 apresentou valores superiores ($4,50\% \pm 0,11\%$) aos demais, que podem estar relacionados a
10 pastagens com maior teor de água. Entretanto, a LACT não diferiu entre o segundo ($4,41\% \pm$
11 $0,17\%$) e o quarto trimestre ($4,43\% \pm 0,13\%$) ($p < 0,05$). A redução de LACT pode se dar por
12 alguns motivos entre esses, o estresse térmico, o qual acaba limitando o consumo de matéria
13 seca, a deficiência nutricional por volumosos de baixa qualidade (FRIGERI et al., 2020).

14 NUL apresentou diferença entre o segundo ($12,73\% \pm 4,40\%$) e quarto trimestre
15 ($14,77\% \pm 5,23$) (Figura 2 G). Como observado na Figura 1, o segundo trimestre foi o período
16 com maiores níveis pluviométricos (acumulado 173,33mm) o que pode ter ocasionado a entrada
17 tardia dos animais em pastagens de Azevém (*Lolium multiflorum*) e Aveia Ucraniana (*Avena*
18 *strigosa*), o que resultou em menores índices de NUL no segundo trimestre. Segundo Zeni
19 (2010), a introdução de animais em pastagens com alto nível de proteína pode ocasionar o
20 aumento do nitrogênio ureico do leite, entretanto no consumo de pastagens com baixo teor de
21 proteína pode se observar o inverso.

22 Os valores de Caseína (Figura 2 H) foram semelhantes entre o primeiro ($2,60\% \pm 0,14$)
23 e quarto trimestre ($2,59\% \pm 0,16\%$) ($p < 0,05$), assim como entre o segundo ($2,73\% \pm 0,17\%$) e
24 terceiro trimestre ($2,73 \pm 0,15$), observando-se uma correlação positiva entre Caseína, SOL e
25 ESD (Tabela 1). Quando ocorre restrição na oferta forrageira é observado uma redução nos

1 níveis de Caseína no leite (MACKLE et al., 1999; SILVA, 2015), o que também pode ser
2 observado neste estudo (fig. 2, letra H) através da redução desse componente no primeiro e
3 quarto trimestre.

4 Os valores de produção de leite (Kg) obtidos no primeiro trimestre (13737,04 kg) e
5 segundo trimestre (14008,21kg) foram inferiores aos do terceiro trimestre (17246,01kg). Isso
6 se deve à concentração de partos ao longo do terceiro trimestre, o que resultou em um aumento
7 no número de animais em ordenha.

8 A entrada de animais nas pastagens de inverno também é um fator muito importante que
9 contribui para o aumento de volume da produção destes animais associado ao conforto térmico.
10 Kemer et al. (2020) demonstram em seu estudo a influência do conforto térmico para a produção
11 em Kg/Leite/dia e influência deste conforto para índices reprodutivos, deste modo fica claro
12 que animais em condições favoráveis tendem a ter baixos níveis energéticos para manutenção,
13 e tendo maior disponibilidade para produção e reprodução.

14 Ao analisar o quarto trimestre (16427,57kg), observa-se o segundo maior resultado, o
15 que se deve ao pico de lactação dos animais que pariram ao longo do terceiro trimestre. O pico
16 de lactação pode variar dependendo da idade e raça do animal e do manejo alimentar adotado
17 em cada propriedade, assim como lotes por idade e fase de lactação que este animal se encontra.
18 Desta forma a curva de lactação se dá em dia média de início aos 35 dias pós-parto atingindo o
19 ápice os 60 dias podendo perdurar até os 90 dias (DA ROSA et al., 2019).

20

21 **CONCLUSÃO**

22 Ao longo do ano os animais passam por diversos desafios climáticos e as altas
23 temperaturas são uma importante barreira para o conforto e bem-estar animal. Podemos
24 observar um efeito negativo das altas temperaturas sobre os componentes do leite, entretanto
25 nos trimestres nos quais o clima foi mais favorável identificamos um aumento dos mesmos.

1 Concluimos que o conforto térmico associado a uma nutrição de qualidade são ferramentas
2 valiosas que precisam estar presentes nas propriedades leiteiras, mitigando prejuízos e
3 promovendo um maior conforto aos animais.

4

5 **AGRADECIMENTOS**

6 À Universidade de Cruz Alta (UNICRUZ) e ao Grupo Piracanjuba pelo bolsa de estudos
7 concedida.

8

9 **DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE**

10 Os autores declaram não haver conflitos de interesses.

11

12 **CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES**

13 Conceituação e design do estudo: PM, LTG e PM. Coleta de amostras de leite: PM.

14 Organização do banco de dados: PM, LTG, PM e AZ prepararam o esboço do manuscrito.

15 Todos os autores revisaram criticamente o manuscrito e aprovaram a versão final.

16

1 **REFERÊNCIAS**

2

3 CREPALDI, Silvio Aparecido; CREPALDI Guilherme Simões. Contabilidade de Custos. 6. ed.

4 São Paulo: Atlas, 2018.

5 ZOCCAL, Rosangela; SOUZA, Antônio Domingues; GOMES, Aloísio Teixeira. Produção de

6 leite na agricultura familiar. Juiz de Fora, MG: EMBRAPA, 2005.

7 PARMEGGIAN, ELIANA BURTET; KLEEMANN, ANA PAULA HUTTRA; BARONI,

8 JONAS ITILO; GRAZZIOTIN, SAMUEL ZULIANELLO; MARTINS, LUCIANE RIBEIRO

9 VIANA; FRAGA, DENIZE DA ROSA; A QUALIDADE DO LEITE DE REBANHOS DO

10 NOROESTE DO RIO GRANDE DO SUL PELA IN62. Salão do conhecimento UNIJUI. 2014.

11 FAGAN, E. P.; JOBIM, C. C.; CALIXTO JÚNIOR, M.; SILVA, M. S.; SANTOS, G. T. Fatores

12 ambientais e de manejo sobre a composição química do leite em granjas leiteiras do Estado do

13 Paraná, Brasil. Acta Scientiarum Animal Sciences, Maringá, v. 32, n. 3, p. 309-316, 2010.

14 BORGES, KAREN A.; REICHERT, SIMONE; ZANELA MAIARA B; FISCHER, VIVIAN;

15 Avaliação da qualidade do leite de propriedades da região do Vale do Taquari no Estado do Rio

16 Grande do Sul. Acta Scientiae Veterinariae. 2009.

17 TEIXEIRA, N.M.; FREITAS, A.F.; BARRA, R.B. Influência de fatores de meio ambiente na

18 variação mensal da composição e contagem de células somáticas do leite em rebanhos no

19 Estado de Minas Gerais. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.55, p.491-499, 2003.

20 Zeni, Diego. "Nitrogênio uréico no leite de vacas mantidas em pastagens de aveia e azevém."

21 (2010).

22 MACKLE, T.R.; BRYANT, A.M.; PETCH, S.F. et al. Nutritional influences on the

23 composition of milk from cows of different protein phenotypes in New Zealand. Journal of

24 Dairy Science, v.82, p.172-180, 1999

25

1 COLLIER, R. J.; RENQUIST, B. J.; XIAO, Y. A 100-Year Review: Stress physiology
2 including heat stress. Journal of Dairy Science, Champaign, v. 100, n.12, p. 10367-10380, 2017.

3 Nalesse, Ana I, A, O; EFEITOS DO ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE SOBRE
4 COMPONENTES E QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO LEITE CRU EM AMBIENTE
5 TROPICAL; Uberlandia. 2021.

6 GAO, S. T.; QUAN, S. Y.; NAN, X. M.; SANZ-FERNANDEZ, M. V.; BAUMGARD, L. H.
7 BU, D. P. Effect of heat stress on protein metabolism in lactating Holstein cows. Journal of
8 Dairy Science, Champaign, v.100, n.6, p.5040-5049, 2017.

9 BERNABUCCI, U.; BASIRICO, L.; MORERA, P.; DIPASQUALE, D.; VITALI, A.;
10 CAPPELLI, F. P.; CALAMARI, L. Effect of summer season on milk protein fractions in
11 Holstein cows. Journal of Dairy Science, Champaign, v.98, n.3, p.1815-1827, 2015.

12 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Gado do Leite:
13 Importância Econômica. 2016. Disponível em:
14 <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/importancia.html#:~:text=Gado%20de%20Leite&text=O%20leite%20est%C3%A1%20entre%20os,como%20caf%C3%A9%20beneficiado%20e%20arroz.&text=O%20Brasil%20%C3%A9%20o%20sexto,que%20ocupam%20os%20primeiros%20lugares>>.

18 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Sidra: Banco de
19 tabelas estatísticas. 2018. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>.

20 INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 76, DE 26 DE NOVEMBRO DE 2018. Publicado em:
21 30/11/2018 | Edição: 230 | Seção: 1 | Página: 9 Órgão: Ministério da Agricultura, Pecuária e
22 Abastecimento/Gabinete do Ministro.

23 Subtil, Andreia. S.; ESTRESSE TÉRMICO E PRODUÇÃO DE LEITE EM REGIÃO DE
24 CLIMA TEMPERADO E SUBTROPICAL. UNOPAR; LONDRINA; 2018

1 Cartwright, Shannon L., et al. "Impact of heat stress on dairy cattle and selection strategies for
2 thermotolerance: A review." *Frontiers in veterinary science* 10 (2023): 1198697.

3 Tazzo, Ivonete Fatima, et al. "Índice de Temperatura e Umidade (ITU) ao longo do verão de
4 2021/2022 e estimativas dos impactos na bovinocultura de leite no Rio Grande do Sul,
5 Brasil." *Ciência Animal Brasileira/Brazilian Animal Science* 25 (2024).

6 Ludovico, A., M. Trentin, and F. C. A. Rêgo. "Fontes de variação da produção e composição
7 de leite em vacas Holandesa, Jersey e Girolando." *Archivos de zootecnia* 68.262 (2019): 236-
8 243.

9 Frigeri, Karen Dal Magro, et al. "Estudo longitudinal sobre o efeito das estações do ano na
10 produção, composição centesimal, qualidade microbiológica e preço do litro do leite em uma
11 fazenda leiteira no Rio Grande Do Sul–Brasil." *Research, Society and Development* 9.11
12 (2020): e1419119490-e1419119490.

13 Silva, Valdevino Rodrigues da. "PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DE LEITE DE VACAS DA
14 RAÇA HOLANDESA SOB LOTAÇÃO INTERMITENTE DE TIFTON 85." (2015): 42-42.

15 Junior, Luis Carlos Arruda, et al. "Variáveis relacionadas ao teor de extrato seco
16 desengordurado em amostras de leite de tanques de resfriamento de estabelecimentos
17 rurais." *Semina: Ciências Agrárias* 40.1 (2019): 203-216.

18 Severino Pinto, Gundula Hoffmann Christian Ammon, Thomas Amon. Limiares críticos do THI
19 baseados nos parâmetros fisiológicos de vacas leiteiras em lactação; volume 88; Fevereiro de
20 2020.

21 Zimbelman, Rosemarie & Rhoads, Robert & Rhoads, Michelle & Duff, Glenn & Baumgard,
22 Lance & Collier, Robert. (2009). A Re-evaluation of the Impact of Temperature Humidity Index
23 (THI) and Black Globe Humidity Index (BGHI) on Milk Production in High Producing Dairy
24 Cows. Proc 24th Annual Southwest Nutrition and Management Conference.

25 THOM, E.C. The discomfort index. *Weatherwise*. Washington, v. 12, n.2, p.57-60, 1959.

1 EMBRAPA. ANUÁRIO Leite 2023: leite baixo carbono. Juiz de Fora: Embrapa Gado de
2 Leite, 2023.

3 **Gonzalez, HDL, Fischer, V., Ribeiro, MER, Gomes, JF, Stumpf Jr, W., & Silva, MAD**

4 **(2004). Avaliação da qualidade do leite na bacia leiteira de Pelotas, RS. Efeito dos meses**

5 do ano. *Revista Brasileira de Zootecnia* , 33 , 1531-1543.

6 KEMER, Andressa; GLIENKE, Carine Lisete; BOSCO, Leosane Cristina. Índices de conforto
7 térmico para bovinos de leite em Santa Catarina Sul do Brasil. **Brazilian Journal of**

8 **Development**, v. 6, n. 5, p. 29655-29672, 2020. DOI:10.34117/bjdv6n5-426 acessado em
9 27/05/2024

10 DA ROSA, Patricia Pinto et al. Eficiência produtiva de vacas leiteiras primíparas e multíparas-

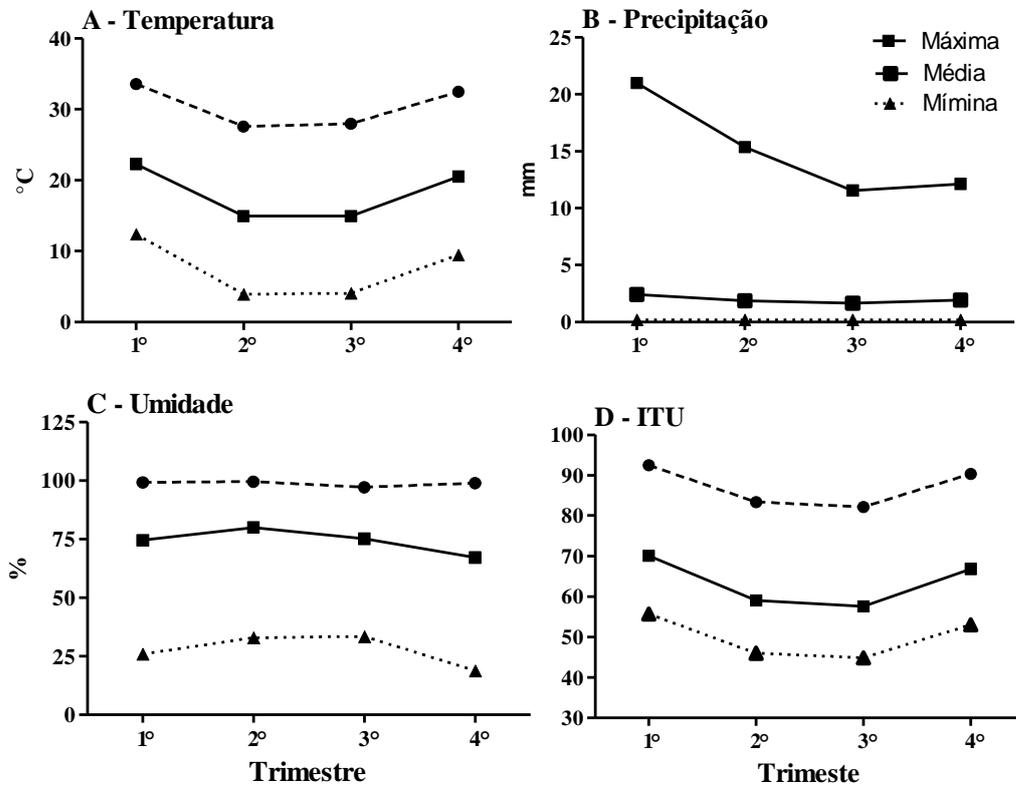
11 uma revisão. **Revista Científica Rural**, v. 21, n. 2, p. 406-420, 2019. Doi:

12 <https://doi.org/10.30945/rcr-v21i2.2750> acessado em 27/05/2024

13

14

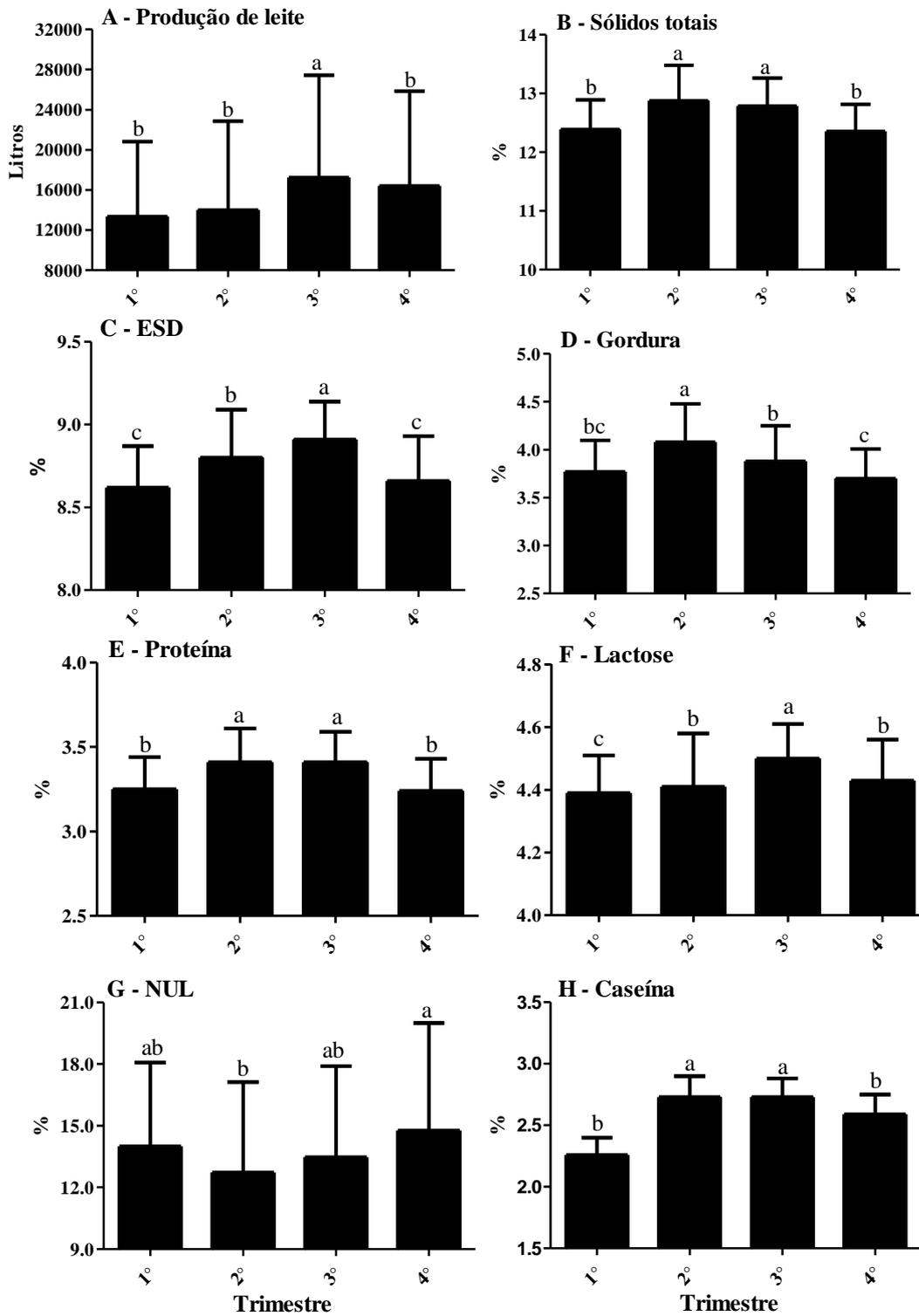
1 Figura 1 – Valores médios, máximos e mínimos para os dados climáticos e ITU ao longo dos
2 quatro trimestres dos nos anos de 2021 e 2022.



3

4

1 Figura 2 – Variação dos componentes do leite e produção ao longo dos quatro trimestres dos
 2 nos anos de 2021 e 2022.



Material suplementar

Tabela Suplementar 1 – Correlações de Pearson entre os constituintes do leite com os dados da qualidade do leite e climáticos (precipitação acumulada, temperatura média, umidade media e THI médio) para o primeiro trimestre do ano.

	Prod	Gord	Prot	Lact	SOL	ESD	CSS	CPP	NUL	Casei	Prec_ Med	Temp_ Med	Umid_ Med	THI_ Med
Prod	-0.12060 0.1620	-0.14918 0.0830	-0.01654 0.8484	-0.15366 0.0741	-0.14156 0.1002	-0.02251 0.7948	-0.08903 0.3027	0.09340 0.2795	-0.13588 0.1147	0.05268 0.5501	0.02717 0.7518	0.00259 0.9760	0.02842 0.7472	
Gord		0.58305 <.0001	0.00982 0.9100	0.90387 <.0001	0.49575 <.0001	0.04936 0.5697	-0.30119 0.0004	0.05497 0.5266	0.58599 <.0001	0.00012 0.9990	0.03222 0.7181	0.18782 0.0292	-0.11808 0.1843	
Prot			0.15411 0.0743	0.82205 <.0001	0.88800 <.0001	0.05257 0.5448	-0.16091 0.0623	0.15214 0.0781	0.99616 <.0001	0.04220 0.6362	-0.22964 0.0074	0.20237 0.0186	-0.23878 0.0066	
Lact				0.29550 0.0005	0.58673 <.0001	-0.50749 <.0001	-0.32267 0.0001	-0.03008 0.7291	0.15327 0.0759	-0.25623 0.0035	-0.04882 0.5739	0.20650 0.0163	-0.00652 0.9418	
SOL					0.81963 <.0001	-0.06110 0.4814	-0.34592 <.0001	0.09027 0.2978	0.82322 <.0001	-0.04822 0.5888	-0.20021 0.0199	0.25540 0.0028	-0.16812 0.0578	
ESD						-0.19013 0.0272	-0.29890 0.0004	0.10964 0.2056	0.88644 <.0001	-0.10085 0.2573	-0.20509 0.0170	0.26695 0.0017	-0.19054 0.0312	
CCS							0.21809 0.0111	0.08754 0.3127	0.05150 0.5531	-0.05427 0.5429	-0.01629 0.8512	-0.05743 0.5082	-0.01920 0.8296	
CPP								-0.02356 0.7862	-0.17874 0.0381	0.08407 0.3455	0.05663 0.5141	-0.08369 0.3345	0.03773 0.6724	
NUL									0.14636 0.0903	0.07022 0.4309	-0.18987 0.0274	0.13449 0.1199	-0.21918 0.0129	
Casei										0.11484 0.1968	-0.22827 0.0077	0.20649 0.0163	-0.23344 0.0080	
Prec_ Med											-0.43121 <.0001	0.46842 <.0001	-0.39973 <.0001	
Temp_ Med												-0.89106 <.0001	0.98986 <.0001	
Umid_ Med													-0.82347 <.0001	

Tabela Suplementar 2 – Correlações de Pearson entre os constituintes do leite e dados climáticos (precipitação acumulada, temperatura média, umidade media e THI médio) para o segundo trimestre do ano.

	Prod	Gord	Prot	Lact	SOL	ESD	CSS	CPP	NUL	Casei	Prec_ Med	Temp_ Med	Umid_ Med	THI_ Med
Prod	-0.12428 0.1435	-0.12667 0.1359	-0.00229 0.9785	-0.13230 0.1192	-0.10247 0.2283	-0.02805 0.7421	-0.02805 0.9336	0.01247 0.8837	-0.11137 0.1902	0.03836 0.6813	-0.06203 0.9380	-0.00668 0.9380	-0.07493 0.4220	
Gord		0.70098 <.0001	-0.10210 0.2300	0.90205 <.0001	0.50841 <.0001	0.05493 0.5192	-0.07845 0.3569	0.25276 0.0026	0.64544 <.0001	0.17204 0.0614	-0.12019 0.1572	0.17979 0.0335	-0.17263 0.0605	
Prot			0.03160 0.7109	0.86141 <.0001	0.81592 <.0001	0.07623 0.3707	-0.09924 0.2434	0.34673 <.0001	0.96864 <.0001	0.12223 0.1854	-0.10460 0.2187	0.14325 0.0913	-0.14290 0.1211	
Lact				0.22682 0.0070	0.59853 <.0001	-0.59776 <.0001	-0.13362 0.1155	0.10944 0.1980	0.04546 0.5938	0.05342 0.5639	-0.08220 0.3343	0.11427 0.1788	-0.13267 0.1503	
SOL					0.82609 <.0001	-0.10923 0.1989	-0.13455 0.1130	0.33907 <.0001	0.82869 <.0001	0.18873 0.0398	-0.14977 0.0774	0.20635 0.0144	-0.21085 0.0214	
ESD						-0.29311 0.0004	-0.16379 0.0532	0.33232 <.0001	0.80392 <.0001	0.15639 0.0894	-0.15793 0.0624	0.18974 0.0247	-0.21481 0.0190	
CCS								0.17868 0.0347	-0.10497 0.2171	0.07631 0.3702	-0.16452 0.0738	0.03021 0.7231	-0.10037 0.2380	0.11659 0.2067
CPP								-0.07921 0.3522	-0.11442 0.1782	0.06780 0.4638	0.04942 0.5620	-0.00568 0.9469	0.05211 0.5735	
NUL									0.34873 <.0001	-0.11906 0.1972	0.08630 0.3107	0.09592 0.2596	0.09341 0.3123	
Casei										0.06576 0.4773	-0.16391 0.0530	0.13125 0.1222	-0.20513 0.0252	
Prec_ Med											-0.24332 0.0077	0.38776 <.0001	-0.22343 0.0146	
Temp_ Med												-0.57507 <.0001	0.99958 <.0001	
Umid_ Med													-0.71841 <.0001	

Tabela Suplementar 3 – Correlações de Pearson entre os constituintes do leite e dados climáticos (precipitação acumulada, temperatura média, umidade media e THI médio) para o terceiro trimestre do ano.

	Gord	Prot	Lact	SOL	ESD	CSS	CPP	NUL	Casei	Prec_ Med	Temp _Med	Umid_ Med	THI_ Med
Prod	-0.12256 0.1521	0.08687 0.3110	0.0240 0.7942	-0.06178 0.4716	0.07371 0.3902	-0.01688 0.8442	0.15242 0.0743	-0.02759 0.7480	0.04645 0.5885	0.03463 0.7109	-0.01281 0.8846	-0.03335 0.7053	-0.02783 0.7658
Gord		0.28599 0.0007	-0.08151 0.3419	0.88326 <.0001	0.22411 0.0082	-0.02062 0.8103	-0.12141 0.1560	0.05060 0.5556	0.26885 0.0014	0.04566 0.6249	0.02854 0.7463	0.07128 0.4185	0.11126 0.2324
Prot			0.63463 <.0001	0.85918 <.0001	-0.02363 0.7832	-0.20434 0.0162	0.06054 0.4806	0.98550 <.0001	-0.12254 0.1881	-0.27250 0.0016	-0.27250 0.0016	0.19485 0.0257	-0.15184 0.1022
Lact				0.14541 0.0888	0.43270 <.0001	-0.66603 <.0001	-0.33806 <.0001	0.24401 0.0039	-0.00174 0.9839	0.02716 0.7713	0.00987 0.9109	0.23348 0.0073	0.10569 0.2567
SOL					0.65488 <.0001	-0.18709 0.0280	-0.25793 0.0023	0.12197 0.1541	0.61867 <.0001	0.00003 0.9998	-0.08478 0.3357	0.20207 0.0206	0.06580 0.4809
ESD						-0.35518 <.0001	-0.34049 <.0001	0.17238 0.0432	0.85333 <.0001	-0.08959 0.3368	-0.22879 0.0086	0.31194 0.0003	-0.06284 0.5009
CCS							0.46130 <.0001	-0.18645 0.0285	-0.04815 0.5749	0.02474 0.7912	0.17042 0.0516	-0.34964 <.0001	-0.01647 0.8601
CPP								-0.21271 0.0123	-0.21321 0.0120	0.06532 0.4841	0.11480 0.1917	-0.18947 0.0302	-0.01582 0.8656
NUL									0.07723 0.3680	0.06940 0.4572	-0.04083 0.6433	0.12750 0.1467	0.04335 0.6426
Casei										-0.07666 0.4114	-0.25463 0.0033	0.23064 0.0080	-0.13962 0.1333
Prec_ Med											0.69115 <.0001	0.52021 <.0001	0.69646 <.0001
Temp_ Med												-0.21999 0.0116	0.99988 <.0001
Umid_ Med													0.30210 0.0009

Tabela Suplementar 4 – Correlações de Pearson entre os constituintes do leite e dados climáticos (precipitação acumulada, temperatura média, umidade media e THI médio) para o quarto trimestre do ano.

	Gord	Prot	Lact	SOL	ESD	CSS	CPP	NUL	Casei	Prec_ Med	Temp Med	Umid_ Med	THI_ Med
Prod	0.04421 0.6067	0.14448 0.0909	0.08751 0.3074	0.11412 0.1826	0.17166 0.0441	-0.05452 0.5274	0.02422 0.7788	-0.06579 0.4433	0.12660 0.1390	-0.05111 0.5516	-0.05072 0.5546	0.03216 0.7081	-0.05258 0.5402
Gord		0.35956 <.0001	-0.00046 0.9958	0.83138 <.0001	0.28012 0.0009	-0.01951 0.8204	-0.01684 0.8446	0.17739 0.0374	0.30714 0.0002	0.18570 0.0292	-0.16075 0.0596	0.13347 0.1186	-0.15990 0.0610
Prot			0.27323 0.0012	0.76640 <.0001	0.90654 <.0001	-0.15709 0.0658	0.00283 0.9737	0.14236 0.0958	0.97282 <.0001	0.17423 0.0410	-0.29796 0.0004	0.25839 0.0022	-0.30003 0.0003
Lact				0.36604 <.0001	0.61595 <.0001	-0.50423 <.0001	-0.09336 0.2761	-0.08808 0.3043	0.27116 0.0013	0.16316 0.0559	-0.03270 0.7034	0.13314 0.1195	-0.02149 0.8024
SOL					0.76248 <.0001	-0.20453 0.0161	-0.03558 0.6787	0.15935 0.0619	0.71392 <.0001	0.23455 0.0056	-0.25804 0.0022	0.24411 0.0039	-0.25596 0.0024
ESD						-0.31645 0.0002	-0.04752 0.5800	0.06566 0.4442	0.87281 <.0001	0.20001 0.0187	-0.25013 0.0031	0.26467 0.0017	-0.24694 0.0035
CCS							0.12806 0.1344	-0.00930 0.9138	-0.19758 0.0202	-0.18130 0.0333	0.09693 0.2581	-0.06642 0.4389	0.09421 0.2717
CPP								0.01901 0.8248	-0.01420 0.8687	-0.04899 0.5683	-0.07716 0.3684	0.11408 0.1828	-0.07110 0.4073
NUL									0.16327 0.0557	0.24701 0.0035	0.00446 0.9586	0.04677 0.5859	0.00855 0.9207
Casei										0.18972 0.0258	-0.24668 0.0035	0.17208 0.0436	-0.25355 0.0027
Prec_ Med											-0.19643 0.0209	0.33160 <.0001	-0.17712 0.0377
Temp_ Med												-0.79760 <.0001	0.99849 <.0001
Umid_ Med													-0.76941 <.0001

4 CONCLUSÃO

O estresse térmico é um assunto amplamente discutido na bovinocultura de leite, trazendo diversas perdas na atividade. Podemos observar um aumento na produtividade e na qualidade do leite nos trimestres onde o clima proporciona um maior conforto térmico aos animais, em contra partida, em períodos onde desafio térmico se torna mais proeminente, existe uma tendência a queda no volume e na qualidade do leite. Podemos concluir que o conforto térmico é uma importante ferramenta que deve ser implementada na atividade leiteira com finalidade de minimizar perdas.

5 REFERÊNCIAS

CARVALHO, T. S. et al. Influência da contagem de células somáticas na composição química do leite refrigerado da Região Sudoeste de Goiás. Rev. Inst. Lat. Cândido Tostes, v. 70, n. 4, p. 200-205, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Gado do Leite: Importância Econômica. 2016. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/importancia.html#:~:text=Gado%20de%20Leite&text=O%20leite%20est%C3%A1%20entre%20os,como%20caf%C3%A9%20beneficiado%20e%20arroz.&text=O%20Brasil%20%C3%A9%20o%20sexto,que%20ocupam%20os%20primeiros%20lugares>>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Sidra: Banco de tabelas estatísticas. 2018. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. instrução normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Publicado em: 30/11/2018 | Edição: 230 | Seção: 1 | Página: 9 Órgão: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Gabinete do Ministro.

JÚNIOR, L. C. R.; Montoya, J.F.G.; Martins T.T; Cassoli, L.D.; Machado, PF.; Sazonalidade do teor de proteína e outros componentes do leite e sua relação com programa de pagamento por qualidade. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.61, n.6, p.1411-1418, 2009.

NETO, B. S.; Eliani, R.; Otimização sob incerteza de sistemas de produção: Interação lavoura-pecuária, com ênfase em bovinocultura de leite. Ciência Rural, Santa Maria, v.34, n.4, p.1207-1212, jul-ago, 2004.

PARMEGGIANI, E. B.; Kleemann, A. P. H.; Baroni, J. I.; Grazziotin S. Z.; Martins, L. R. V.; Fraga, D. R. a qualidade do leite de rebanhos do noroeste do rio grande do sul pela in62. 2014.

RAMOS, M. C; campos, A.T.; Júnior, t. Y.; , Silva, k. P. C.; Sustentabilidade na produção de leite: balanço energético em sistema intensivo de produção com visão focada nos processos 2014.

(ZANELA, M. B.; RIBEIRO, M. E. R.; LINA- Leite instável não ácido. Pelotas-RS; EMBRAPA; 2018)

ZANELA M.B.; Ribeiro M.E.R.; Fischer, V.; Gomes, J.F.; Stumpf Jr. W.; Ocorrência do leite instável não ácido no noroeste do Rio Grande do Sul. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.61, n.4, p.1009-1013, 2009

<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1154264/anuario-leite-2023-leite-baixo-carbono> acesso em 09/04/2024

SUBTIL, A. S.; Pstresse térmico e produção de leite em região de clima temperado e subtropical. Unopar; Londrina; 2018

RELATÓRIO SOCIOECONÔMICO DA CADEIA PRODUTIVA DO LEITE NO RIO GRANDE DO SUL: 2021 / realização: Emater/RS-Ascar; (Acesso 27/05/2024)

MARTINS, M. L., et al. Qualidade do leite cru dos tanques de expansão individuais e coletivos de um laticínio do município de Rio Pomba, MG-um estudo de caso. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 68, n. 392, p. 24-32, 2013.

MÜLLER, T.; REMPEL, C.; Qualidade do leite bovino produzido no Brasil—parâmetros físico-químicos e microbiológicos: uma revisão integrativa. Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia, v. 9, n. 3, p. 122-129, 2021.

FAGAN, E. P., C.; J.; C., Júnior, M. C., Simili da Silva, M., & dos Santos, G. T. (2010). Fatores ambientais e de manejo sobre a composição química do leite em granjas leiteiras do Estado do Paraná, Brasil. Acta Scientiarum. Zootecnia, 32(3),309-316. [fecha de Consulta 28 de Mayo de 2024]. versão impressa ISSN: 1806-2636. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303126501012>

DE FELICIO PORCIONATO, M. A., Fernandes, A. M., Netto, A. S., & dos Santos, M. V. (2009). Influência do estresse calórico na produção e qualidade do leite. Revista Acadêmica Ciência Animal, 7(4), 483-490.

NOGARA, K. F., Kaelle, G. C. B., Tavares, Q. G., Marcon, T. R., Gopinger, E., Zopollatto, M., & Debortoli, E. D. C. (2022). Influência das estações do ano sobre a qualidade microbiológica do leite de fazendas leiteiras da região norte do Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência Animal Brasileira*, 23, e72795.

HENRICHES, S. C.; De Macedo.; R. F.; Karam, L. B.; Influência de indicadores de qualidade sobre a composição química do leite e influência das estações do ano sobre esses parâmetros. *Revista Acadêmica Ciência Animal*, v. 12, n. 3, p. 199-208, 2014.

PORCIONATO, Felicio M. A.; et al. Influência do estresse calórico na produção e qualidade do leite. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, v. 7, n. 4, p. 483-490, 2009.

DIAZ GONZALEZ, F.; H.; Composição bioquímica do leite e hormônios da lactação. Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo em vacas leiteiras. Porto Alegre: UFRGS. p. 5-21, 2001.

FRIGERI, K. D M.; et al. Estudo longitudinal sobre o efeito das estações do ano na produção, composição centesimal, qualidade microbiológica e preço do litro do leite em uma fazenda leiteira no Rio Grande Do Sul–Brasil. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 11, p. e1419119490-e1419119490, 2020.

DE SOUSA SILVA, T. I.; et al. Nitrogênio ureico no leite (NUL) e nitrogênio ureico no plasma (NUP) de vacas leiteiras em pastejo: Revisão. *Pubvet*, v. 13, p. 152, 2019.

ELIAS, T.; SILVA, A.; JÚNIOR, H.; Modelo não linear para a relação entre proteína e extrato seco desengordurado do leite (pp. 629-633). *Revista da Estatística da Universidade Federal de Ouro Preto*, v. 3, n. 3, 2014.

GONZALEZ, H. L.; et al. Avaliação da qualidade do leite na bacia leiteira de Pelotas, RS. Efeito dos meses do ano. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, p. 1531-1543, 2004.

DEITOS, A. C.; MAGGIONI, D.e; ROMERO, E. A.; Produção e qualidade de leite de vacas de diferentes grupos genéticos. *Revista Campo Digital*, v. 5, n. 1, 2010.

RIBAS, N. P. et al. Sólidos totais do leite em amostras de tanque nos estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, p. 2343-2350, 2004.

PORCIONATO, M. A. F.; et al. Influência do estresse calórico na produção e qualidade do leite. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, v. 7, n. 4, p. 483-490, 2009.

TAZZO, I. F.; et al. "Índice de Temperatura e Umidade (ITU) ao longo do verão de 2021/2022 e estimativas dos impactos na bovinocultura de leite no Rio Grande do Sul, Brasil." *Ciência Animal Brasileira/Brazilian Animal Science* 25 (2024).

NASCIMENTO, ST, Rossetto, YP, Silva, AA, Mac-Lean, PAB, & Tenório, JPL (2017). Influência da temperatura ambiente no verão na produção de leite de fêmeas holandesas. *Pubvet*, 11 (3), 217-223.

NETO, C. C. B., Vieira, A. A. C., Schwegler, E., Moreira, F., de Oliveira Junior, J. M., Bianchi, I., ... & Peripolli, V. (2019). PRODUÇÃO LEITEIRA DE VACAS EM MANEJO SEMI-EXTENSIVO E SUA RELAÇÃO COM O ESTRESSE TÉRMICO. *Anais da Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar (MICTI)*-e-ISSN 2316-7165, 1(12).