



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI
CENTRO CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DA BIODIVERSIDADE
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

FAGNER SOARES FARIAS

AVALIAÇÃO DA ADAPTABILIDADE DE VACAS LEITEIRAS CRIADAS NO
CARIRI CEARENSE DURANTE A ÉPOCA QUENTE E ÚMIDA

CRATO - CE

2026

FAGNER SOARES FARIAS

**AVALIAÇÃO DA ADAPTABILIDADE DE VACAS LEITEIRAS CRIADAS NO
CARIRI CEARENSE DURANTE A ÉPOCA QUENTE E ÚMIDA**

Monografia apresentada ao curso de Medicina Veterinária, do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade, da Universidade Federal do Cariri, Campus Crato, como requisito parcial para a obtenção do título de Médico Veterinário.

Orientador: Profa. Dra. Priscila Teixeira de Souza.

CRATO - CE

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Cariri
Sistema de Bibliotecas

F224a Farias, Fagner Soares.

Avaliação da adaptabilidade de vacas leiteiras criadas no Cariri Cearense durante a época quente e úmida / Fagner Soares Farias. - 2026.

34 f. il.: color. 30 cm.

(Inclui bibliografia, p.31-33).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Cariri, Centro de Ciências Agrárias e Biodiversidade, Mestrado em Desenvolvimento Regional Sustentável, Crato, 2026.

Orientadora: Profa. Dra. Priscila Teixeira de Souza.

1. Bioclimatologia. 2. Termografia. 3. Estresse térmico. 4. Reatividade. 5. bovinos leiteiros. I. Souza, Priscila Teixeira de - orientadora. II. Título.

CDD 636.208842

Bibliotecária: Maria Eliziana Pereira de Sousa – CRB 15/564

FAGNER SOARES FARIAS

**AVALIAÇÃO DA ADAPTABILIDADE DE VACAS LEITEIRAS CRIADAS NO
CARIRI CEARENSE DURANTE A ÉPOCA QUENTE E ÚMIDA**

Monografia apresentada ao curso de Medicina Veterinária, do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade, da Universidade Federal do Cariri, Campus Crato, como requisito parcial para a obtenção do título de Médico Veterinário.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Priscila Teixeira de Souza (Orientadora)
Universidade Federal do Cariri (UFCA)

Prof. Dr. Antônio Nelson Lima da Costa (Avaliador)
Universidade Federal do Cariri (UFCA)

Dr. Murilo Duarte de oliveira (Avaliador)
Universidade Federal do Cariri (UFCA)

Prof. Me. Hilton Alexandre Vidal Carneiro (Avaliador suplente)
Centro Universitário Doutor Leão Sampaio (UNILEÃO)

CRATO, 05 DE fevereiro DE 2026

Dedico este trabalho à memória do meu avô, José Alves de Sousa, que cuidou de mim desde o nascimento. Sua influência paterna foi fundamental na minha formação, sempre acreditando nos meus sonhos e fazendo o impossível para que se tornassem realidade. Obrigado por tudo, vô.

Dedico-o também à minha avó, Maria Soares Ferreira, por todo o amor, carinho e paciência. Suas orações me fizeram acreditar que seria possível chegar até aqui.

Dedico, ainda, à minha mãe, Iranilda Soares de Sousa Farias. Sua saúde foi minha maior conquista, e o desejo de vê-la bem foi a minha maior força ao longo dos anos.

Por fim, dedico este trabalho à minha orientadora, Profa. Dra. Priscila Teixeira Souza, pelo cuidado, dedicação e apoio ao longo desta trajetória. Sua energia transmite paz e renovação, e sou profundamente grato por todo o aprendizado e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder força, saúde e sabedoria ao longo de toda essa trajetória. À memória do meu querido avô, José Alves de Sousa, eterno exemplo de amor, incentivo e inspiração. À minha avó, Maria Soares Ferreira, pelo carinho, pelas orações e pelo apoio incondicional. À minha mãe, Iranilda Soares de Sousa Farias, minha maior motivação, e ao meu pai, Francisco das Chagas de Sousa Farias, pelo apoio constante e pelas palavras de incentivo. Às minhas irmãs, Ana, Isabely e Vitória, por todos os momentos compartilhados e pelo companheirismo ao longo dessa caminhada. Estendo minha gratidão a toda a minha família, que sempre acreditou em mim e esteve ao meu lado, em especial à minha avó Maria (vó Dona) e ao meu avô Cridenou.

À Universidade Federal do Cariri (UFCA), pela oportunidade de realizar um sonho, e a todos os funcionários da instituição, pelo suporte oferecido durante a graduação. Aos professores, agradeço pelo conhecimento transmitido e pela contribuição fundamental para a minha formação acadêmica e profissional.

Aos professores que compuseram a banca examinadora, Profa. Dra. Priscila Teixeira de Souza, Prof. Dr. Antônio Nelson Lima da Costa, Dr. Murilo Duarte de Oliveira e Prof. Me. Hilton Alexandre Vidal Carneiro, minha sincera gratidão pelas valiosas contribuições, orientações e pela participação essencial na consolidação da minha formação.

Aos meus amigos de turma Acasa Farias, Durval Rodrigues, Guilherme José, Maria Clara e Catharina de Oliveira, agradeço pela parceria, pelo companheirismo e por todos esses anos de convivência, que tornaram essa caminhada mais leve e significativa. Aos meus amigos Gabriel, Dayane, Érika e Kamila, que me acompanham desde a infância, agradeço por nunca soltarem a minha mão. Aos amigos Lázaro, Gerlândio e Ângela, que dividiram a morada comigo durante tantos anos, vocês se tornaram uma segunda família. Aos amigos Arthur, Bianca, Camila, Célia, Débora, Diogo, Elinaldo, Élida, Emilly, Erikles, Eugência, Giselle, Hérika, Iandara, Isadora, Ítalo, Jackie, José Lucas, Juliana, Júlia, Karol, Kailane, Lucas, Mayla, Mirele, Petrus, Rawell, Rita, Túlio e Yury, agradeço pela amizade, pelo apoio e pelos inúmeros momentos compartilhados ao longo dessa jornada.

Agradeço, de forma especial, à minha amiga Kamilly, pela paciência, pelo apoio constante e por celebrar comigo cada conquista ao longo desse percurso.

Agradeço também, com carinho, ao doguinho Guiguiba, que, mesmo sem saber, proporcionou momentos únicos e inesquecíveis durante a vida acadêmica.

Por fim, agradeço aos participantes da pesquisa, Nego Abreu e Sr. Antônio José, por permitirem a realização do estudo em suas propriedades, contribuindo de forma essencial para o desenvolvimento deste trabalho, bem como a todos os colegas de turma que, de alguma forma, fizeram parte dessa trajetória.

RESUMO

Em clima tropical como no nordeste do Brasil, elementos climáticos como temperatura e umidade do ar exercem um efeito pronunciado sobre o organismo vivo, sendo muitas vezes limitantes ao desenvolvimento, produção e reprodução dos animais em razão do estresse a eles associados. Portanto, estudos que monitorem a adaptabilidade de animais nas mais diversas condições climáticas revestem-se de importância. Assim, objetivou-se com este estudo avaliar a adaptabilidade de vacas leiteiras criadas na região do Cariri cearense, durante a época chuvosa, caracterizada como quente e úmida. O trabalho foi executado em duas propriedades (5 Km de distância entre elas) localizadas no município do Crato. As coletas dos dados ocorreram durante a época das águas, compreendendo os meses de dezembro à abril, avaliando 3 momentos (Tempos): T1. dezembro/janeiro (início da época chuvosa); T2. fevereiro/março (meio da época chuvosa); T3. abril (final da época chuvosa). Foram obtidos os registros da temperatura ambiente (TA) e umidade relativa do ar (UR), ao sol e à sombra. A partir do registro dos elementos climáticos foi calculado o índice de temperatura e umidade (ITU) ao sol (ITUsol) e à sombra (ITUsombra). A termografia dos animais e a aferição da temperatura retal (TR) aconteceu durante a ordenha da tarde (13:30 - 15:30), bem como o registro das variáveis climáticas. A reatividade foi avaliada no momento da aferição da temperatura retal. Os dados foram submetidos à análise estatística, apresentando ITUsol consistentemente mais alto que o ITUsombra, o que era de se esperar, com valores maiores que 81, destacando que os animais estavam submetidos a uma condição crítica. De um modo geral, as temperaturas superficiais se mostraram elevadas, variando entre 36,19 °C (TSF, Girolando, tempo 2) e 39,52 (TSUd, Jersolando, tempo 2). A temperatura retal do genótipo Girolando foi de 38,87 no início das águas (T1), apresentou o menor valor geral, enquanto a TR mais elevada foi verificada no genótipo Jersolando (39,52), no meio da época chuvosa (T2). O grupo Girolando apresentou uma média de reatividade de 1.03, enquanto o grupo Jersolando teve uma média significativamente maior, de 1.72. Isso sugere que, em média, os indivíduos do grupo Jersolando demonstram uma reatividade mais elevada em comparação com os do grupo Girolando. Os resultados deste estudo demonstram a importância de considerar tanto a genética quanto as condições climáticas locais para atividade da bovinocultura leiteira. Dessa forma, as vacas com predominância do genótipo zebuino (Girolando) apresentaram temperaturas superficiais e retais mais amenas, reafirmando maior adaptabilidade desses animais ao clima quente e úmido do Cariri cearense.

Palavras-chave: Bioclimatologia; termografia; estresse térmico; reatividade; bovinos leiteiros.

ABSTRACT

In tropical climates such as that of Northeastern Brazil, climatic elements such as air temperature and humidity exert a pronounced effect on living organisms, often limiting animal development, production, and reproduction due to the associated stress. Therefore, studies that monitor animal adaptability under diverse climatic conditions are of great importance. Thus, the objective of this study was to evaluate the adaptability of dairy cows raised in the Cariri region of Ceará during the rainy season, which is characterized as hot and humid. The study was conducted on two farms (5 km apart) located in the municipality of Crato. Data collection took place during the rainy season, from November to April, comprising three periods (Times): T1—December/January (beginning of the rainy season); T2—February/March (mid-rainy season); and T3—April (end of the rainy season). Records of ambient temperature (AT) and relative humidity (RH) were obtained both under direct sunlight and in the shade. Based on these climatic variables, the Temperature and Humidity Index (THI) was calculated for sun exposure (THI_{sun}) and shade (THI_{shade}). Animal thermography and rectal temperature (RT) measurements were performed during the afternoon milking period (13:30–15:30), along with the recording of climatic variables. Reactivity was assessed at the time of rectal temperature measurement. The data were subjected to statistical analysis, showing that THI_{sun} was consistently higher than THI_{shade}, as expected, with values exceeding 81, indicating that the animals were exposed to critical conditions. Overall, surface temperatures were high, ranging from 36.19 °C (forehead surface temperature, Girolando, Time 2) to 39.52 °C (udder surface temperature, Jersolando, Time 2). The rectal temperature of the Girolando genotype was 38.87 °C at the beginning of the rainy season (T1), representing the lowest overall value, while the highest RT was observed in the Jersolando genotype (39.52 °C) during the mid-rainy season (T2). The Girolando group showed an average reactivity score of 1.03, whereas the Jersolando group presented a significantly higher mean value of 1.72. This suggests that, on average, individuals in the Jersolando group exhibited greater reactivity compared to those in the Girolando group. The results of this study highlight the importance of considering both genetic factors and local climatic conditions in dairy cattle production. Thus, cows with a predominance of the zebu genotype (Girolando) exhibited lower surface and rectal temperatures, reinforcing their greater adaptability to the hot and humid climate of the Cariri region of Ceará.

Keywords: Bioclimatology; thermography; heat stress; reactivity; dairy cattle.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Imagem termográfica da região do flanco esquerdo (TSFe). Processamento das imagens por meio do aplicativo FLIR Tools, v. 5.13.18031.2002. 21
- Figura 2** – Imagem termográfica da região da face (TSF) de vaca leiteira criada no Cariri cearense durante a época quente e úmida. 28
- Figura 3** – Reatividade de vacas leiteiras durante a mensuração da temperatura, no município do Crato-CE, na época das águas. 29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Índice de temperatura e umidade (ITU) no sol (ITU _{sol}) e na sombra (ITU _{sombra}) registrados durante a ordenha de vacas leiteiras, no município de Crato-CE, na época das águas.	23
Tabela 2 – Temperatura superficial registrada na termografia durante a ordenha de vacas leiteiras, no município do Crato-CE, na época das águas.	25
Tabela 3 – Termografia de vacas leiteiras registradas durante a ordenha de vacas leiteiras, no município de Crato-CE, na época das águas. Comparações Post Hoc - Tempo.	26
Tabela 4 – Termografia de vacas leiteiras registradas durante a ordenha de vacas leiteiras, no município de Crato-CE, na época das águas. Comparações Post Hoc - Genética.	27
Tabela 5 – Análise de variância das temperaturas superficiais registradas por termografia.	28
Tabela 6 – Análise de reatividade Kruskal-Wallis.	28
Tabela 7 – Comparações múltiplas Dwass-Steel-Critchlow-Fligne.	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ITU	Índice de Temperatura e Umidade
TS	Temperatura Superficial
TSF	Temperatura Superficial da Face
TSFe	Temperatura Superficial do Flanco Esquerdo
TSFd	Temperatura Superficial do Flanco Direito
TSUe	Temperatura Superficial do Úbere Esquerdo
TSUd	Temperatura Superficial do Úbere Direito
°C	Graus Celsius

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Importância e desafios da bovinocultura leiteira	15
2.2 Município de Crato	16
2.3 Zona de conforto	16
2.4 Estresse térmico	17
2.5 Parâmetros Fisiológicos	18
2.6 Câmera Termográfica	18
2.7 Parâmetros Ambientais	19
2.8 Reatividade	20
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	20
3.1 Índice de Temperatura e Umidade (ITU)	21
3.2 Termografia dos animais e Temperatura Retal	21
3.3 Reatividade	22
3.4 Análise estatística	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
3.1 Índice de Temperatura e Umidade (ITU)	22
3.2 Termografia dos animais e Temperatura Retal	24
3.3 Reatividade	28
5. CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a temperatura média anual em 2022 foi de 22,8 °C, a maior registrada desde 1961, evidenciando um cenário de aumento progressivo das temperaturas. Em climas tropicais, como os do Brasil, elementos climáticos como temperatura e umidade do ar exercem um efeito pronunciado sobre o bem-estar animal, sendo muitas vezes limitantes ao desenvolvimento, produção e reprodução, em razão do estresse térmico a eles associado (CARNEIRO et al., 2015).

O estado do Ceará está localizado no Semiárido do Nordeste Brasileiro. A temperatura média anual da região é de aproximadamente 22 a 27°C com amplitude térmica de 3-4°C, as precipitações podem chegar abaixo dos 600 mm anuais e a evapotranspiração supera os 1.500 mm anuais. O clima tropical é predominante, de modo que elevadas temperaturas durante o ano podem influenciar negativamente no bem-estar animal e, consequentemente, na produção de leite, e assim, reduzir o desempenho produtivo da pecuária leiteira.

Altas temperaturas, principalmente quando associadas à elevada umidade relativa do ar, afetam negativamente a produção de leite, a reprodução, aumentam a mortalidade e a susceptibilidade a doenças, ocasionando importantes prejuízos econômicos à pecuária leiteira (PEREIRA, 2005). A zona de conforto térmico para a maioria das vacas leiteiras corresponde a faixa de -13 a 25 °C, com isso, variações meteorológicas têm o potencial de causar desequilíbrios térmicos nos animais, forçando-os a encontrar outros meios para dissipação de calor (DE LIMA et al., 2021), na tentativa de se obter conforto térmico.

O estresse térmico em bovinos leiteiros ocorre quando há dificuldade na dissipação do calor corporal, frequentemente causado por altas temperaturas do ar, associadas à elevada umidade, radiação solar intensa, baixa ventilação e calor metabólico elevado (AZEVEDO; ALVES, 2009). Durante situações de estresse térmico, ocorrem mudanças no fluxo sanguíneo que afetam a dissipação de calor pelo organismo dos animais. Essas variações podem ser identificadas por meio da termografia infravermelha, uma ferramenta não invasiva e eficaz na avaliação do bem-estar animal (STEWART et al., 2008; BOUZIDA et al., 2009).

O Índice de Temperatura e Umidade (ITU), desenvolvido por Thom (1958), é um dos parâmetros mais amplamente utilizados para estimar o conforto térmico animal, por associar temperatura e umidade relativa do ar. Outro índice importante é o de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), proposto por Buffington et al. (1981), que também considera a radiação e a velocidade do vento. Para minimizar os impactos do estresse térmico, as vacas reduzem a produção metabólica de calor, diminuindo a produção de leite e a resposta do sistema imunológico (Cunningham, 2011).

Condições climáticas adversas também influenciam o comportamento animal. Schutz et al. (2010) demonstraram que a disponibilidade de sombra reduz o comportamento agressivo entre bovinos, evidenciando a importância da ambiência sobre a reatividade comportamental, uma resposta integrada entre fatores fisiológicos e comportamentais (BREUER et al., 2000).

Nesse contexto, o presente estudo busca avaliar a adaptabilidade de vacas leiteiras criadas na região do Cariri cearense, com base em indicadores climáticos, fisiológicos e comportamentais, durante a época chuvosa, caracterizada como sendo quente e úmida. Assim, os resultados poderão auxiliar na adequação das práticas de manejo, objetivando o conforto térmico dos animais e, conseqüentemente, maior eficiência produtiva da pecuária leiteira da região.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância e desafios da bovinocultura leiteira

No Brasil, mais de um milhão de propriedades estão envolvidas na produção de leite, abrangendo cerca de 98% dos municípios do país. Esse cenário é caracterizado pela predominância de pequenas e médias propriedades dedicadas à atividade leiteira. Segundo informações fornecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o Brasil se destaca como o terceiro maior produtor global de leite, alcançando uma produção anual superior a 34 bilhões de litros (MAPA, 2023).

De acordo com o Anuário Leite 2023, divulgado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), a análise da produção anual média de leite inspecionado por região brasileira entre os anos de 2013 e 2022 revela uma estagnação no volume da produção leiteira nacional nesse período. No entanto, destaca-se o Nordeste brasileiro que registrou um aumento significativo de 63% na produção, o maior entre todas as regiões, evidenciando o território como um dos mais importantes para a expansão do agronegócio do leite (EMBRAPA, 2023).

A bovinocultura leiteira tem apresentado crescimento significativo no estado do Ceará nos últimos anos, consolidando-se como uma atividade relevante dentro do setor agropecuário estadual. De acordo com a *Agenda Estratégica do Leite*, esse avanço reflete a importância econômica e social da cadeia produtiva do leite, especialmente para o desenvolvimento regional e para a agricultura familiar (CÂMARA SETORIAL DO LEITE NO CEARÁ, 2012).

Em termos produtivos, no ano de 2021 o estado alcançou cerca de 960.434 litros de leite, correspondendo a aproximadamente 2,72% da produção nacional, o que posicionou o Ceará como o nono maior produtor de leite entre as unidades federativas brasileiras naquele período (EMBRAPA, 2023). Apesar dos avanços observados nos últimos anos, a cadeia produtiva do leite no Ceará ainda enfrenta limitações e desafios que comprometem seu desenvolvimento pleno no setor (REIS FILHO, 2009).

2.2 Município de Crato

O município do Crato está localizado no estado do Ceará, na mesorregião do Cariri. Apresenta uma área territorial de aproximadamente 1.121 km². Geograficamente, o Crato encontra-se a 558 metros acima do nível do mar, e faz divisa com os municípios de Juazeiro do Norte, Barbalha, Missão Velha e Nova Olinda (IBGE, 2023; Prefeitura do Crato, 2023). O clima da região é caracterizado como quente e semiárido, com precipitação média anual em torno de 1.037 mm, concentrada principalmente nos primeiros meses do ano (Rodrigues et al., 2022).

2.3 Zona de conforto

Na bovinocultura, a manutenção da produção e da sobrevivência dos animais está diretamente relacionada à capacidade de manter a temperatura corporal dentro de limites fisiologicamente adequados (FERREIRA et al., 2006). O equilíbrio entre as condições ambientais e as características genéticas dos animais torna a adaptabilidade um tema de interesse permanente para produtores, médicos-veterinários e pesquisadores, destacando-se a tolerância ao calor como um dos fatores mais relevantes nesse contexto (SQUILASSI, 2003).

Segundo Baêta e Souza (2010), para que os animais expressem máxima produtividade, é necessária a manutenção de uma faixa de temperatura adequada, denominada zona de conforto térmico, na qual ocorre gasto mínimo de energia para a manutenção da homeotermia. Nessas condições, os nutrientes ingeridos são direcionados majoritariamente para o desenvolvimento corporal e para as funções produtivas.

Quando os animais se encontram fora dessa zona de conforto e tornam-se incapazes de eliminar adequadamente o calor corporal excedente, ocorre o estresse térmico, condição que compromete o desempenho produtivo, reduz os índices reprodutivos e afeta negativamente o bem-estar animal (Ferrazza et al., 2018).

Nesse contexto, o bem-estar animal refere-se à forma como o animal lida com as condições em que vive, refletindo seu estado físico e mental. De acordo com o MAPA (2018), um animal encontra-se em adequado estado de bem-estar quando está saudável, confortável, bem nutrido, seguro, capaz de expressar seu comportamento natural e não submetido a estados negativos como dor, medo ou angústia. Assim, práticas adequadas de manejo, nutrição, sanidade e ambiência tornam-se fundamentais para a manutenção da saúde, do desempenho produtivo e da adaptação dos animais às condições ambientais.

2.4 Estresse térmico

A pecuária caracteriza-se como uma atividade fortemente dependente das condições climáticas, uma vez que variações ambientais exercem influência direta sobre o desempenho produtivo dos animais. Nesse contexto, o estresse térmico configura-se como um dos principais desafios enfrentados pelos sistemas de produção leiteira, pois pode desencadear alterações comportamentais e fisiológicas, além de comprometer a produção e a qualidade do leite, resultando em prejuízos econômicos significativos para os produtores (DALTRO et al., 2020).

O estresse térmico na bovinocultura leiteira caracteriza-se pela incapacidade do animal em dissipar adequadamente o calor corporal produzido, comprometendo a manutenção da homeotermia. Esse desequilíbrio ocorre, principalmente, em função das elevadas temperaturas ambientais, e por fatores como alta umidade relativa do ar, intensidade da radiação solar, baixa movimentação das massas de ar e pelo próprio calor metabólico do animal (Azevêdo; Alves, 2009). Nessas condições, os mecanismos fisiológicos de termorregulação tornam-se insuficientes, resultando em alterações no desempenho produtivo.

Os fatores climáticos compõem o ambiente térmico ao qual os animais estão expostos e exercem influência direta sobre diversas funções biológicas. Entre os elementos climáticos, a temperatura do ar e a umidade relativa são considerados os principais fatores que afetam a dissipação de calor nos bovinos, influenciando diretamente o consumo alimentar, o metabolismo e, conseqüentemente, a produção de leite. Ademais, índices meteorológicos também podem influenciar na produção leiteira pois influenciam na quantidade de radiação solar incidida, temperatura do solo e precipitações que podem interferir também na qualidade e disponibilidade das pastagens. (Titto, 2006; Ganaie et al., 2013; Zhang et al., 2020).

2.5 Parâmetros Fisiológicos

De acordo com Collier (2012), o estresse térmico em bovinos pode ser indicado por meio de alterações nos parâmetros fisiológicos, como aumento da temperatura. Os mecanismos fisiológicos e comportamentais adotados pelos organismos vivos com a finalidade de controlar e manter a temperatura corporal dentro de limites compatíveis com a sobrevivência são denominados termorregulação. Esse processo é essencial para a adaptação dos animais aos mais variados ambientes, permitindo a manutenção do equilíbrio térmico mesmo diante de condições climáticas adversas (SOUZA; BATISTA, 2012).

A frequência respiratória constitui um dos principais sinais utilizados para identificar o estresse térmico em animais. Conforme Sejian et al. (2018), elevações nesse parâmetro indicam que o animal está mobilizando esforços para manter a homeotermia, dissipando calor por meio da respiração.

Além das alterações respiratórias, outras respostas fisiológicas também são observadas em condições de estresse térmico. A frequência cardíaca constitui um importante indicador do estado fisiológico dos animais. De acordo com Furtado et al. (2017), em situações de estresse térmico, o aumento da frequência cardíaca ocorre como resposta à redução da pressão arterial causada pela vasodilatação periférica. Esse mecanismo tem como objetivo direcionar maior fluxo sanguíneo à superfície corporal, auxiliando na dissipação do calor, enquanto a elevação da frequência cardíaca atua como uma compensação fisiológica.

De forma complementar, a temperatura retal (TR) é um parâmetro relevante para avaliar a adaptação dos animais ao ambiente. Estudos realizados por Baeta e Souza (1997) indicam que a temperatura corporal média de diferentes espécies de animais de produção apresenta variações específicas. Em bovinos de corte, a média registrada é de aproximadamente 38,3 °C, enquanto em bovinos leiteiros esse valor é ligeiramente superior, em torno de 38,6 °C.

2.6 Câmera Termográfica

A termografia infravermelha consiste em uma técnica de sensoriamento utilizada para a identificação da radiação térmica emitida por corpos com temperatura acima do zero absoluto. A análise de variáveis fisiológicas e comportamentais dos animais é

fundamental para a identificação de alterações associadas ao estresse térmico. Nesse contexto, essa ferramenta tem se destacado como um método auxiliar eficiente, contribuindo para a detecção e a minimização desses impactos (MOUSQUER, 2016).

As imagens termográficas por infravermelho possibilitam a visualização térmica da superfície corporal através de diversos gradientes de temperatura. Essa técnica permite identificar eventos fisiológicos desencadeados pelo estresse térmico (Bouzida et al., 2009). Considerada uma ferramenta moderna e não invasiva, essa técnica possibilita a visualização térmica de superfícies e materiais por meio da captação da radiação infravermelha. No contexto da produção animal, a termografia infravermelha destaca-se na avaliação do estresse térmico, pois permite a geração de termogramas capazes de mensurar a produção de calor corporal e mapear a distribuição térmica em diferentes regiões do corpo, contribuindo para a análise das condições térmicas dos animais (SOUSA, 2023).

2.7 Parâmetros Ambientais

Diversos índices têm sido desenvolvidos e aplicados com o objetivo de avaliar o conforto térmico ambiental. De modo geral, esses índices consideram variáveis climáticas como a temperatura do ar e a umidade relativa. Cada um desses parâmetros contribui de forma distinta para a composição dos índices, recebendo pesos específicos de acordo com sua importância relativa para a resposta fisiológica dos animais (Sampaio et al., 2004).

Entre os índices de conforto térmico mais utilizados, destaca-se o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), proposto por Thom, que associa a temperatura do ar à umidade relativa. Outro índice bastante utilizado foi desenvolvido por BUFFINGTON ET AL. (1981), que propuseram o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), onde considera-se os efeitos da temperatura de bulbo seco, da umidade do ar, do nível de radiação e da movimentação do ar. Esses índices são ferramentas práticas e padronizadas, sendo amplamente utilizados em estudos de bioclimatologia, com validade para diferentes espécies de animais domésticos.

O ITU foi originalmente desenvolvido por Thom (1959) com o objetivo de avaliar os efeitos combinados da temperatura do ar e da umidade relativa sobre o conforto térmico humano, sendo posteriormente adaptado em estudos com animais. A partir dessas duas variáveis climáticas, o índice pode ser calculado por meio da seguinte equação:

$$ITU = (0,8 \times TA) + [(UR / 100) \times (TA - 14,4)] + 46,4$$

em que:

TA = temperatura do ar (°C);

UR = umidade relativa do ar (%).

2.8 Reatividade

A reatividade em bovinos refere-se às respostas comportamentais e fisiológicas dos animais diante de estímulos externos, principalmente durante o manejo e a interação com humanos, sendo considerada um dos principais componentes do temperamento. De acordo com Menezes, Cardoso e Silveira (2017), animais mais reativos apresentam respostas intensas a situações de contenção e manipulação, caracterizadas por maior agitação, movimentos bruscos e tentativas de fuga. Tais respostas estão diretamente associadas ao estresse, podendo comprometer o desempenho produtivo, a eficiência reprodutiva e o bem-estar animal.

Grandin (1997) destaca que diferenças individuais e raciais influenciam o temperamento dos bovinos, refletindo-se na intensidade das reações comportamentais e fisiológicas observadas durante o manejo de rotina.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho foi executado na região do Cariri, em dois rebanhos pertencentes a produtores cooperados – CAIPEMA (Cooperativa Agroindustrial dos Pequenos Produtores do Sítio Malhada/Crato). As duas propriedades estão localizadas no município do Crato (7°12'41" S - 39°26'40" W, 558 m acima do nível do mar), com uma distância entre elas de 5 km. O clima da região caracteriza-se como sendo quente e seco na maior parte do ano, com períodos de alta precipitação pluviométrica entre os meses de janeiro a abril. Segundo o balanço hídrico da estação meteorológica do INMET nº 82784, a região do Cariri Cearense apresenta precipitação média anual de aproximadamente 1 037 mm (RODRIGUES et al., 2022).

A propriedade 1 contava com animais de genótipo Girolando (Gir + Holandês; n= 15), enquanto na propriedade 2 o genótipo era Jersolando (Gir + Holandês + Jersey; n= 15). A coleta ocorreu durante o período de cinco meses (época das águas), compreendendo dezembro de 2023 a abril de 2024. Esse período foi dividido em três diferentes tempos de coleta: início,

meio e final da época chuvosa (T1. dezembro/janeiro; T2. fevereiro/março; T3. abril). As mensurações foram realizadas durante as ordenhas da tarde (13:30h às 15:30h).

3.1 Índice de Temperatura e Umidade (ITU)

Foram registradas a temperatura ambiente (TA) e a umidade relativa do ar (UR) com auxílio de termohigrômetros digitais (J Prolab), posicionados tanto no interior (sombra) quanto na área externa (sol) das instalações, na altura do centro de massa dos animais. A partir do registro dos elementos climáticos foi calculado o índice de temperatura e umidade (ITU), segundo a fórmula proposta por THOM (1959).

3.2 Termografia dos animais e Temperatura Retal

As temperaturas superficiais corpóreas da face (TSF), do flanco esquerdo (TSFe) e direito (TSFd) e do úbere esquerdo (TSUe) e direito (TSUd) foram obtidas por meio de imagens termográficas registradas a 1 metro de distância dos animais em estação, com o auxílio de câmera termográfica de infravermelho FLIR E6 (Teledyne FLIR Systems, Wilsonville, Oregon, EUA). As imagens foram avaliadas por meio do aplicativo FLIR Tools, v. 5.6.16078.1002 (Teledyne FLIR Systems, Wilsonville, Oregon, EUA). As temperaturas de TSFe e TSFd foram aferidas considerando a temperatura média de uma área retangular com vértices no ponto mais alto da região interescapular, na região medial da escápula, na tuberosidade sacral do ílio e na região medial do pernil. Para TSF foi considerada a temperatura média de área delimitando a face frontal da cabeça dos animais. E a TSU considerou a temperatura verificada na face lateral do úbere.

A temperatura retal (TR) foi aferida por meio de termômetro digital, posicionado na ampola retal dos animais durante 2 minutos, registrando a temperatura (°C) após esse tempo.

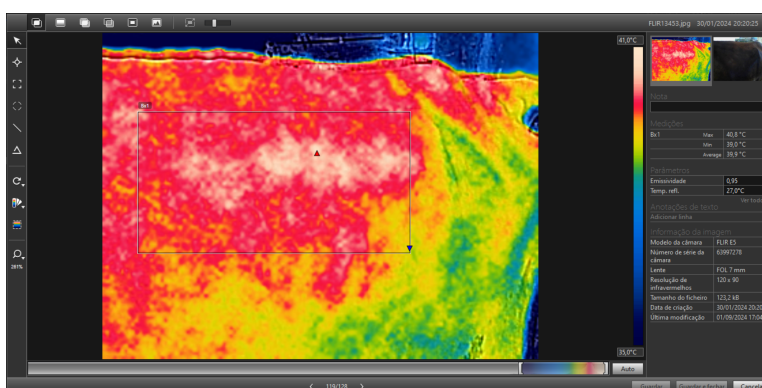


Figura 1 – Imagem termográfica da região do flanco esquerdo (TSFe) de vaca leiteira. Processamento das imagens por meio do aplicativo FLIR Tools, v. 5.13.18031.2002.

3.3 Reatividade

O escore de reatividade foi avaliado no momento da aferição da temperatura retal do animal. Os escores variaram de 0 a 3, sendo: 0= fica quieta; 1= desloca-se alguns passos e então fica quieta; 2= sapatea inicialmente, mas depois permanece quieta; 3= sapatea e permanece inquieta.

3.4 Análise estatística

Todas as variáveis quantitativas avaliadas foram submetidas ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, sendo expressas em médias e desvios-padrão (variáveis paramétricas) ou de suas medianas (variáveis não paramétricas). As variáveis foram comparadas entre os diversos períodos avaliados na análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas com teste post-hoc de Tukey (variáveis paramétricas) ou por meio do teste de Friedman com teste post-hoc de Durbin-Conover (variáveis não paramétricas) a 5% de probabilidade de erro tipo I. Todas as análises serão realizadas por meio do aplicativo Jamovi (THE JAMOVİ PROJECT, 2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Índice de Temperatura e Umidade (ITU)

Os índices de conforto térmico, estabelecido pelos elementos climáticos, podem servir como parâmetros para caracterizar o conforto de um ambiente. Uma maneira aplicada para verificar se um ambiente é propício a causar estresse térmico nos animais é por meio do Índice de Temperatura e Umidade (ITU).

Na tabela 1 estão representados os valores médios de ITU em dois ambientes (sol e sombra). Os valores de ITU_{sol} são consistentemente mais altos do que os valores de ITU_{sombra} em todos os três tempos analisados. Pode-se perceber que existe diferença estatística acentuada, porém mesmo assim todos os valores se encontram acima de 81, destacando que os animais estão em estresse crítico segundo as classificações dos estudos feitos por Pires & Campos (2004) e Azevedo, et al (2005). Ademais, em ambiente exposto ao sol os valores médios observados variaram de 85.3 a 89.0°C caracterizando estresse moderado a severo por calor, de acordo com a classificação de Armstrong (1994), mostrando que nessa classificação ao sol os animais sofrem um maior impacto no estresse por calor.

Tabela 1 – Índice de temperatura e umidade (ITU) no sol (ITUsol) e na sombra (ITUsombra) registrados durante a ordenha de vacas leiteiras, no município de Crato-CE, na época das águas.

Shapiro-Wilk							
Variável Climática	Tempo	Média	Desvio - Padrão	Mínimo	Máximo	W	P
ITUsombra	1	81.8	0.5558	81.2	82.3	0.635	<.001
	2	82.4	1.3915	81.1	83.8	0.636	<.001
	3	83.3	0.7297	82.6	84.0	0.637	<.001
ITUsol	1	87.3	1.8946	85.3	89.0	0.635	<.001
	2	85.7	0.2985	85.4	86.0	0.636	<.001
	3	85.9	0.0304	85.8	85.9	0.637	<.001

Fonte: Arquivo pessoal.

De acordo com a classificação do ITU realizada por Pires & Campos (2004), valores inferiores a 70 encontram-se dentro da normalidade (os animais estão numa faixa de temperatura e umidade ideal para seu desempenho produtivo); ITU maior que ou igual a 70 e menor que ou igual a 72 os animais estão em estado de alerta (os elementos climáticos estão no limite para o bom desempenho produtivo); Maior que 72 e menor que ou igual a 78 os bovinos ainda estão em alerta, e acima do índice crítico para a produção de leite (nesta faixa, o desempenho produtivo está abaixo do ideal); Maior que 78 e menor que ou igual a 84 demonstra estado de perigo (todas as funções orgânicas dos animais estão comprometidas); Superior a 84 tem-se emergência (providências urgentes devem ser tomadas). Ademais, condições climáticas ideais para os bovinos seriam de TA entre 10°C e 27°C para gado europeu e até 33°C para bovinos de raças indianas e UR entre 60% e 70%, variando de acordo com fatores como a genética do animal estudado.

Pelo cálculo de ITU integra-se os valores de temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%), correlacionando os elementos para estimar o nível de conforto térmico do ambiente.

Armstrong (1994) classificou o estresse térmico de acordo com a variação de ITU em ameno ou brando (72 a 78), moderado (79 a 88) e severo (89 a 98) de maneira geral, sem distinção de raças. Outros autores como Johnson (1980) e Bertoncelli et al. (2013) determinam que vacas Holandesas apresentam situação de estresse e queda de produtividade com valores de ITU acima de 72.

Segundo Azevedo (2009), o ITU calculado para vacas leiteiras mestiças apresentou-se crítico com valores iguais ou acima de 81. Esses resultados se mostraram mais próximos dos

encontrados no presente trabalho, pois as vacas em questão eram mestiças de raças européias e zebuínas tendo apresentado ITU próximo ao analisado neste estudo. Ainda assim, os valores encontrados apresentaram-se acima do considerado crítico.

Durante o Tempo 1, o ITUsombra foi de 81.8 e o ITUsol foi de 87.3, indicando um período com alta umidade e temperatura. Em comparação, o Tempo 2 apresentou um ITUsombra de 82.4 e um ITUsol de 85.7, que, embora ainda elevados, são inferiores aos valores do Tempo 1. O Tempo 3 teve um ITUsombra de 83.3 e um ITUsol de 85.9, que são ligeiramente mais altos que os do Tempo 2, mas ainda assim não alcançam os níveis críticos do Tempo 1.

Portanto, os resultados da análise climática indicam que o início da época chuvosa se destaca como o período mais crítico, quanto ao clima, enfrentado pelos animais, apresentando a temperatura mais alta no sol (39.8 °C) e um índice de temperatura umidade (ITUsol) elevado (87.3).

4.2 Termografia dos animais e temperatura retal

Na tabela 2 encontra-se a estatística descritiva das temperaturas superficiais dos animais, mensuradas por meio da câmera termográfica, assim como da temperatura retal. De um modo geral, as temperaturas superficiais se mostraram elevadas, variando entre 36,19 °C (TSF, Girolando, tempo 2) e 39,52 (TSUd, Jersolando, tempo 2). A temperatura retal do genótipo Girolando foi de 38,87 no início das águas (T1), apresentando o menor valor geral, enquanto a TR mais elevada foi verificada no genótipo Jersolando (39,52), no meio da época chuvosa (T2). Como se pode observar, o comportamento da temperatura superficial e retal se assemelha, sendo menores no genótipo Girolando. Inclusive, o aumento da temperatura superficial reflete o processo de termorregulação em que a temperatura da superfície do corpo se eleva, em virtude de maior circulação sanguínea na pele por conta da vasodilatação periférica, com vistas à dissipação de calor.

Tabela 2 – Temperatura superficial registrada na termografia durante a ordenha de vacas leiteiras, no município do Crato-CE, na época das águas.

Intervalo de Confiança a 95%							
	Tempo	Genética	Média	Erro-padrão	Lim. inferior	Lim. Superior	Desvio-padrão
TSF	1	Girolando	38.28	0.2387	37.78	38.78	1.068
		Jersolando	38.09	0.1534	37.76	38.41	0.632
	2	Girolando	36.98	0.3787	36.19	37.78	1.693

TSFe	3	Jersolando	38.51	0.2056	38.08	38.94	0.872
		Girolando	37.20	0.2693	36.63	37.77	1.174
		Jersolando	38.34	0.1959	37.93	38.76	0.831
	1	Girolando	38.21	0.2127	37.76	38.66	0.951
		Jersolando	37.33	0.1678	36.97	37.69	0.692
	2	Girolando	37.16	0.3013	36.53	37.79	1.347
Jersolando		38.21	0.1874	37.81	38.60	0.795	
TSUe	3	Girolando	37.21	0.2876	36.61	37.81	1.254
		Jersolando	37.71	0.2154	37.26	38.17	0.914
	1	Girolando	39.05	0.2243	38.58	39.51	1.003
		Jersolando	38.77	0.1704	38.41	39.13	0.702
	2	Girolando	37.58	0.3007	36.95	38.20	1.345
		Jersolando	38.98	0.1886	38.59	39.38	0.800
TSFd	3	Girolando	37.64	0.3306	36.94	38.33	1.441
		Jersolando	38.24	0.2251	37.76	38.71	0.955
	1	Girolando	38.13	0.2313	37.65	38.62	1.034
		Jersolando	37.57	0.1900	37.17	37.97	0.783
	2	Girolando	37.23	0.3206	36.55	37.90	1.434
		Jersolando	38.33	0.1970	37.92	38.75	0.836
TSUd	3	Girolando	37.32	0.2859	36.72	37.92	1.246
		Jersolando	38.03	0.1960	37.62	38.45	0.832
	1	Girolando	39.01	0.2385	38.51	39.51	1.067
		Jersolando	38.74	0.2069	38.30	39.18	0.853
	2	Girolando	37.66	0.3592	36.90	38.41	1.606
		Jersolando	39.02	0.2348	38.53	39.52	0.996
TR	3	Girolando	37.79	0.3253	37.11	38.47	1.418
		Jersolando	38.41	0.2499	37.88	38.93	1.060
	1	Girolando	38.87	0.1069	38.64	39.09	0.478
		Jersolando	38.91	0.1282	38.63	39.18	0.529
	2	Girolando	39.15	0.1014	38.94	39.36	0.454
		Jersolando	39.52	0.0984	39.31	39.72	0.418
3	Girolando	39.09	0.1334	38.81	39.38	0.582	
	Jersolando	39.08	0.0724	38.93	39.24	0.307	

Ao analisar as comparações (Tabela 3) post hoc entre os tempos T1 e T3, a diferença média foi de -18.18, com (p-valor <0,001), o que indica uma diferença estatisticamente significativa entre os períodos. Por outro lado, as comparações T1/T2 e T2/T3 obtiveram diferença média de -9.03 (p-valor = 0.068), e -9.15 (p-valor = 0.063), respectivamente,

sugerindo uma tendência significativa, embora não atinja o nível de significância de 0.05. Nas comparações de genética, a diferença média observada foi de -18.3 (p-valor <0,001), indicando que as medições para Girolando são significativamente diferentes das medições para Jersolando (Tabela 4).

A raça Girolando mostrou melhor resposta às condições do estudo, apresentando menores variações nos valores de temperatura corporal quando comparado ao gado Jersolando. Essa diferença pode ser atribuída à influência do genótipo zebuino, enquanto o Jersolando resulta da combinação de dois genótipos de raças europeias (Jersey e Holandesa) com o Gir.

Tabela 3 – Termografia de vacas leiteiras registradas durante a ordenha de vacas leiteiras, no município de Crato-CE, na época das águas. Comparações Post Hoc - Tempo.

Comparação								
Tempo	Tempo	Diferença Média	Erro-padrão	gl	t	ptukey	pholm	d de Cohen
1	2	-9,03	4,02	106	-2,24	0,068	0,049	-0,520
	3	- 18,18	4,05	106	-4,49	< .001	< .001	-1,046
2	3	- 9,15	4,02	106	-2,28	0,063	0,049	-0,527

Fonte: Arquivo pessoal.

Tabela 4 – Termografia de vacas leiteiras registradas durante a ordenha de vacas leiteiras, no município de Crato-CE, na época das águas. Comparações Post Hoc - Genética.

Comparação								
Genética	Genética	Diferença Média	Erro-padrão	gl	t	ptukey	pholm	d de Cohen
Girolando	Jersolando	-18.3	3.29	106	-5.57	< .001	< .001	-1.05

Fonte: Arquivo pessoal.

Os resultados da ANOVA (Tabela 5) para TSF mostram uma diferença estatística significativa entre os grupos genéticos analisados com valor de $p < 0.001$, enquanto as demais não apresentaram significância. Embora os efeitos da genética e do tempo não tenham alcançado significância estatística isoladamente, quando consideradas em conjunto, revelaram uma interação significativa ($p < 0,001$). Assim, os resultados indicam que tanto a genética quanto o tempo influenciam nas temperaturas superficiais das vacas lactantes, embora de maneiras distintas (Tabela 4).

Essas informações podem ser importantes para entender a zona de termoneutralidade (zona de conforto térmico) dos bovinos criados na região do Cariri cearense, uma vez que o estresse térmico nesses animais pode ser indicado por meio de alterações fisiológicas, como aumento da temperatura corporal. Collier (2012).

De acordo com CARVALHO et al. (1995), os zebuínos por apresentarem características anatômicas e fisiológicas de adaptação aos climas tropicais, se tornam menos sujeitos aos efeitos adversos da temperatura quando comparados aos bovinos taurinos, adaptados aos climas temperados.

Tabela 5 – Análise de variância das temperaturas superficiais registradas por termografia.

Análise de variância (ANOVA) - Genética					
Variável	Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	p
TSF	19.05	1	19.05	15.29	< .001
TSFe	1.37	1	1.373	1.293	0.258
TUe	9.34	1	9.34	7.91	0.006
TSFd	4.892	1	4.892	4.293	0.041
TUd	9.11	1	9.11	6.25	0.014
Análise de variância (ANOVA) - Tempo					
Variável	Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	p
TSF	4.45	2	2.22	1.78	0.173
TSFe	1.87	2	0.937	0.882	0.417
TUe	17.85	2	8.92	7.56	< .001
TSFd	0.574	2	0.287	0.252	0.778
TUd	11.70	2	5.85	4.01	0.021
Análise de variância (ANOVA) - Genética / Tempo					
Variável	Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	p
TSF	15.10	2	7.55	6.06	0.003
TSFe	18.31	2	9.156	8.620	< .001
TUe	13.21	2	6.61	5.60	0.005
TSFd	14.182	2	7.091	6.223	0.003
TUd	12.50	2	6.25	4.29	0.016

Fonte: Arquivo pessoal.

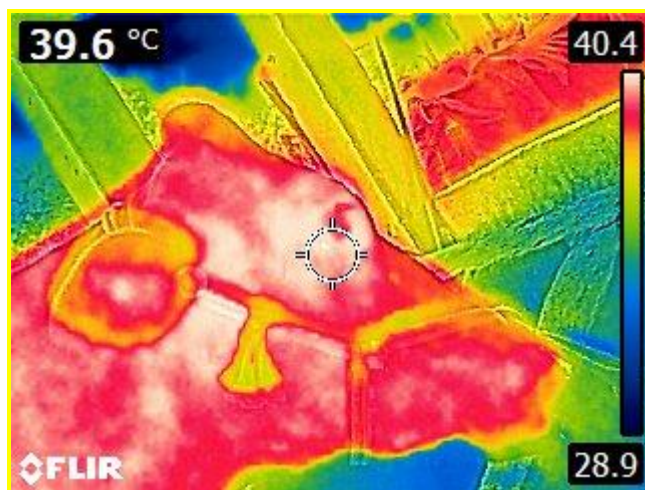


Figura 2 – Imagem termográfica da região da face (TSF) de vaca leiteira criada no Cariri cearense durante a época quente e úmida.

4.3 Reatividade

A análise da reatividade (Tabela 6) entre os grupos Girolando e Jersolando revelou diferenças estatisticamente significativas, conforme indicado pelos resultados do teste de Kruskal-Wallis, com um valor de χ^2 de 11.9 ($p < .001$).

Tabela 6 – Kruskal-Wallis

	χ^2	gl	p	ε^2
Reatividade	11.9	1	< .001	0.107

Fonte: Arquivo pessoal.

O grupo Girolando apresentou uma média de reatividade de 1.03, enquanto o grupo Jersolando teve uma média significativamente maior, de 1.72 (Figura 3). Isso sugere que, em média, os indivíduos do grupo Jersolando demonstram uma reatividade mais elevada em comparação com os do grupo Girolando. Essa maior reatividade do gado jersolando pode ser atribuída a vários fatores que influenciam o comportamento e a reatividade dos animais, como maior desconforto térmico.

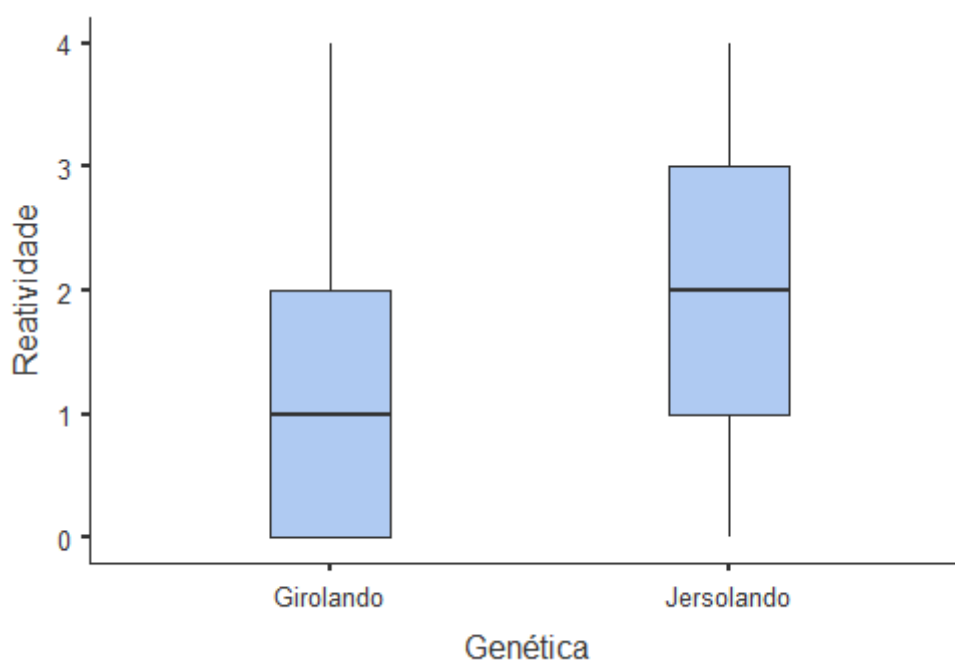


Figura 3 - Reatividade de vacas leiteiras durante a mensuração da temperatura retal, no município do Crato-CE, na época das águas.

Os animais do genótipo zebuino (e suas cruzas) predominantemente são considerados mais reativos que as raças européias, mesmo quando criados em condições semelhantes. BURROW (2001). Por outro lado, apresentam vantagens relacionadas à maior adaptação aos agentes estressores do clima tropical (BARBOSA SILVEIRA et al., 2006).

Tabela 7 – Comparações múltiplas Dwass-Steel-Critchlow-Fligner

Comparações múltiplas - Reatividade			
		W	P
Girolando	Jersolando	4.88	<.001

Fonte: Arquivo pessoal.

As comparações múltiplas realizadas, utilizando o método de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner (tabela 7), mostraram diferenças significativas entre os grupos, com um valor de $W = 4.88$ e $p < .001$, sugerindo que as diferenças na reatividade podem ser influenciadas por fatores genéticos.

5 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstram a importância de considerar tanto a genética quanto às condições climáticas locais para atividade da bovinocultura leiteira na região do Cariri cearense. Dessa forma, a raça com predominância do genótipo zebuino (Girolando), apresentou temperaturas superficial e retal mais amenas, confirmando maior adaptabilidade desses animais.

REFERÊNCIAS

- ALTOÉ, L.; OLIVEIRA FILHO, D. Termografia infravermelha aplicada à inspeção de edifícios. *Acta Tecnológica*, v. 7, p. 55–59, 2012.
- ANUÁRIO LEITE 2023: leite baixo carbono. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2023. 118 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1154264/1/Anuario-Leite-2023.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2024.
- AZEVEDO, D. M. M. R.; ALVES, A. A. Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009.
- AZEVEDO, M. et al. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, p. 2000–2008, 2005.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. *Ambiência em edificações rurais: conforto animal*. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010.
- BARBOSA SILVEIRA, I. D.; FISCHER, V.; MENDONÇA, G. Comportamento de bovinos de corte em pista de remate. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1529–1533, 2006.
- BOND, G. B.; ALMEIDA, R.; OSTRENSKY, A.; MOLENTO, C. F. M. Métodos de diagnóstico e pontos críticos de bem-estar de bovinos leiteiros. *Ciência Rural*, Santa Maria, 2012.
- BUFFINGTON, D. E.; COLLIER, R. J.; CANTON, G. H. Shed management systems to reduce heat stress for dairy cows. *American Society of Agricultural Engineers*, Paper n. 82-4061, 1981.
- BURROW, H. M. The effects of inbreeding on productive and adaptive traits and temperament of tropical beef cattle. *Livestock Production Science*, v. 55, n. 1, p. 227–243, 2001.
- CARNEIRO, T. A. et al. Condicionamento térmico primário de instalações rurais por meio de diferentes tipos de cobertura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 19, n. 11, p. 1086–1092, 2015.
- COLLIER, R. J.; HALL, L. W.; RUNGRUANG, S.; ZIMBLEMAN, R. B. Quantifying heat stress and its impact on metabolism and performance. Tucson: University of Arizona, Department of Animal Sciences, 2012. p. 74–87.
- GRANDIN, T. Assessment of stress during handling and transport. *Journal of Animal Science*, v. 75, n. 1, p. 249–257, 1997. DOI: 10.2527/1997.751249x.
- HERNANDES, J. F. M. et al. Bem-estar animal na cadeia produtiva bovina: da propriedade rural ao abate. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: UFRGS, 2010.

- MAPA. Ministério da Agricultura e Pecuária. *Mapa do leite*. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>. Acesso em: 14 fev. 2024.
- MENEZES, L. M.; CARDOSO, F. F.; SILVEIRA, I. D. B. Temperamento em bovinos de corte: características genéticas, metodologias de mensuração e desempenho. *REDVET – Revista Electrónica de Veterinaria*, v. 18, n. 9, p. 1–19, 2017.
- MUNIZ, L. F. et al. Classificação climática para o Estado do Ceará utilizando distintos sistemas de caracterização. 2017.
- PEREIRA, C. C. J. *Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal*. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005.
- PIRES, M. D. F. A.; CAMPOS, A. T. Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2004.
- RODRIGUES, L. G. et al. Balanço hídrico e classificação climática para estação meteorológica do Cariri. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 15, n. 2, p. 618–633, 2022. DOI: 10.26848/rbgf.v15.2.p618-633. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.2.p618-633>. Acesso em: 4 fev. 2026.
- SAMPAIO, C. A. P. et al. Avaliação do ambiente térmico em instalações para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 785–790, 2004.
- SILVA, E. M. N. et al. Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semiárido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento. *Revista Caatinga*, v. 23, n. 2, p. 142–148, 2010.
- SOUZA, J. D.; SILVA, B. B.; CEBALLOS, J. C. Estimativa da radiação solar global à superfície usando um modelo estocástico: caso sem nuvens. *Revista Brasileira de Geofísica*, v. 26, n. 1, p. 31–44, 2008.
- SQUILASSI, M. G. *Interação de genótipos com ambientes*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. 47 p. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br>.
- THE JAMOVI PROJECT. *Jamovi*. 2022. Disponível em: <https://www.jamovi.org>. Acesso em: 2022.
- THOM, E. C. The discomfort index. *Weatherwise*, v. 12, n. 2, p. 57–61, 1959. DOI: 10.1080/00431672.1959.9926960.
- CUNNINGHAM, J.G. Tratado de fisiologia veterinária / Bradley G. Klein. 5ed. Rio de Janeiro. Elsevier Editora Ltda. 2014.
- CÂMARA SETORIAL DO LEITE NO CEARÁ. Agenda Estratégica do Leite – Ceará (2012–2025). Fortaleza: Setor Leite e Derivados do Ceará, ago. 2012. Disponível em: https://www.adece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/98/2014/01/agenda_estrategica_do_leite_ceara-20-08-2012-7.pdf. Acesso em: 04 fev. 2026.
- REIS FILHO, R.J.C. dos. Plano de Desenvolvimento da Pecuária Leiteira nas Áreas Irrigáveis

do Estado do Ceará. ADECE – Fortaleza - CE, 11/2009

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades: Crato (CE). Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/crato/panorama>. Acesso em: 4 fev. 2026.

PREFEITURA MUNICIPAL DO CRATO. História e Geografia do Município. Disponível em: <https://www.crato.ce.gov.br/>. Acesso em: 4 fev. 2026.

FERREIRA, F., PIRES, M. F. A., MARTINEZ, M. L., COELHO, S. G., CARVALHO, A. U., FERREIRA, P. M., FACURE FILHO, E.J. & CAMPOS, W. E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.58, n.5, p.732- 738, 2006

MAPA. Introdução às recomendações para bem-estar animal. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao/animal/arquivos/Introducaoarecomendaessobrebemestaranimal.pdf>. Acesso em: 04 de fev. 2026.

DALTRO, Andressa Machado; BETTENCOURT, Arthur Fernandes; XIMENES, Cindy Anne Klausberger; DALTRO, Darlene dos Santos; PINHO, Angélica Pereira dos Santos. Efeito do estresse térmico por calor na produção de vacas leiteiras. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, [S. l.], v. 26, n. 1, p. 288–311, 2020. DOI: 10.36812/pag.2020261288-311. Disponível em: <https://revistapag.agricultura.rs.gov.br/ojs/index.php/revistapag/article/view/666>. Acesso em: 4 fev. 2026.

TITTO, Cristiane Gonçalves. Comportamento de touros da raça Simental à pasto com recurso de sombra e tolerância ao calor. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SEJIAN, V. et al. Review: Adaptation of animals to heat stress animal, v. 12, n. 2 p. 431 444, 2018.

FURTADO, D. A., et al. Thermal comfort indexes and physiological parameters of Santa Inês and crossbreed ewes in the semi-arid. Journal of Animal Behaviour and Biometeorology, v. 5, n. 2, p. 72–77, 2017. <https://doi.org/10.14269/23181265/jabb.v5n1p72-77>

SOUSA, Marta da Costa. Uso da termografia de infravermelho e temperatura retal para avaliar a tolerância ao calor de ovinos Somalis expostos à radiação solar direta. 2023. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.

Armstrong, D. V. (1994). Heat stress interaction with shade and cooling. Journal of Dairy Science, 77(7):2044-2050. doi:[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77149-6](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77149-6).

Johnson, H. D. (1980). Environmental management of cattle to minimize the stress of climatic change. International Journal of Biometeorology, 2465-78

Bertoncelli, P., Martin, T. N., Ziech, M. F., Paris, W. & Cella, S. (2013). Conforto térmico alterando a produção leiteira. Enciclopédia Biosfera, 9(17):762-777.

ANEXO
DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que este Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia), escrito sob minha orientação, está em versão final, de acordo com as solicitações realizadas pela banca examinadora.

Informo também que procedi à revisão final do texto, constatando que atende às especificações das normas da ABNT para apresentação de trabalhos acadêmicos da UFCA, no que diz respeito ao conteúdo e à formatação.

Crato, 05 de fevereiro de 2026.



Documento assinado digitalmente

PRISCILA TEIXEIRA DE SOUZA

Data: 05/02/2026 10:29:13-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professora Dra. Priscila Teixeira de Souza