



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI-UFCA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E BIODIVERSIDADE-CCAB
CURSO AGRONOMIA

KELLI CRISTINA CUNHA DE FRANÇA

INDICADORES FISIOLÓGICOS DE VACAS GIROLANDO DURANTE O
PERÍODO SECO NO CLIMA SEMIÁRIDO

CRATO

2026

KELLI CRISTINA CUNHA DE FRANÇA

**INDICADORES FISIOLÓGICOS DE VACAS GIROLANDO DURANTE O
PERÍODO SECO NO CLIMA SEMIÁRIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias e Biodiversidade, da Universidade Federal do Cariri Campus Crato, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador prof. Dr. Antônio Néilson Lima da Costa.

CRATO

2026

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

F815i França, Kelli Cristina Cunha de.

Indicadores fisiológicos de vacas Girolando durante o período seco no clima
semiárido / Kelli Cristina Cunha de França. – 2026.
44 f. : il. color.

Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias e Biodiversidade,
Curso de Agronomia, Universidade Federal do Cariri, Crato, CE, 2026.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Néilson Lima da Costa.

1. Agronomia. 2. Zootecnia. 3. Bioclimatologia animal. 4. Vacas leiteiras – Raça
Girolando. 5. Estresse térmico - Semiárido. I. Costa, Antônio Néilson Lima da (Orient.).
II. Universidade Federal do Cariri. III. Título.

CDD 636.2142

Bibliotecário: João Bosco Dumont do Nascimento – CRB 3/1355

KELLI CRISTINA CUNHA DE FRANÇA

**INDICADORES FISIOLÓGICOS DE VACAS GIROLANDO DURANTE O
PERÍODO SECO NO CLIMA SEMIÁRIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias e Biodiversidade, da Universidade Federal do Cariri Campus Crato, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador prof. Dr. Antônio Nélon Lima da Costa.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antônio Nélon Lima da Costa (Orientador)
Universidade Federal do Cariri (UFCA)

Prof. Dr. José Valmir Feitosa
Universidade Federal do Cariri (UFCA)

Prof. Dr. Murilo Duarte de Oliveira
Universidade Federal do Cariri (UFCA)

CRATO, 06 DE ABRIL DE 2026

Dedico este trabalho, antes de tudo, a Deus, pela fidelidade de Suas promessas e por, nos momentos sem saída, abrir caminhos, sustentar meus passos para que eu chegasse até aqui.

Aos meus pais e irmãos, que, mesmo distantes, continuam sendo minha base. Em cada conquista há saudade, amor e o sacrifício da distância.

Ao meu avô, pelo acolhimento e apoio ao longo dessa jornada.

Esta conquista é minha, mas foi construída com a força, o amor e a fé de todos que caminharam comigo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, antes de tudo a Deus, por Sua presença constante ao longo desta jornada. Foi Ele quem me ensinou a confiar, mesmo diante das dificuldades, a manter a fé e a acreditar que sempre há um caminho. Nos momentos em que pensei não haver saída, Ele sustentou meus passos e me conduziu até aqui, permitindo que eu alcançasse o que um dia pareceu impossível.

Aos meus pais Givaldo e Edilania, pelo amor, pelos ensinamentos e pelo incentivo constante. Sou profundamente grata por nunca me deixarem desistir e por enfrentarem comigo cada desafio, sempre acreditando que a educação seria o caminho. Aos meus irmãos Henrique, Venâncio e Gabriel que sempre estiveram ao meu lado, mesmo distantes.

À minha tia Antônia e ao meu tio José, que me acolheram com tanto carinho ao chegar ao Ceará, oferecendo não apenas um lar, mas cuidado, apoio e segurança em um momento de recomeço.

Ao meu avô José, que esteve ao meu lado durante grande parte dessa trajetória, sendo presença, cuidado e incentivo nos momentos em que mais precisei.

Às minhas amigas Cinthia e Janiele, companheiras de caminhada ao longo desses anos, pelo apoio diário, pelas trocas, pela paciência e pela amizade construída. Levo comigo não apenas o conhecimento compartilhado, mas também o privilégio de uma amizade verdadeira.

A todos os professores que fizeram parte da minha formação, meu sincero agradecimento pelos ensinamentos que ultrapassam a sala de aula e contribuíram significativamente para minha formação pessoal e profissional. A dedicação e a paixão de cada um foram fundamentais para que eu pudesse construir minha trajetória na Agronomia.

Em especial, agradeço ao professor Silvério de Paiva Freitas Júnior, pelo acompanhamento desde o início da graduação e pelo incentivo ao meu desenvolvimento; ao professor Felipe, pela orientação no primeiro semestre; ao professor Ricardo Ness, pelo apoio e incentivo na construção de projetos; e ao professor Juan, pela oportunidade de vivenciar a monitoria, experiência que marcou minha trajetória acadêmica.

Ao meu orientador, professor Antônio Nelson Lima da Costa, pela paciência, dedicação e pelos ensinamentos ao longo deste trabalho, despertando ainda mais meu interesse pela área animal. Ao professor José Valmir Feitosa, pela atenção, paciência e valiosas contribuições durante esse processo.

À Universidade Federal do Cariri, por me proporcionar a oportunidade de acesso a um ensino público e de qualidade, e a todos os programas institucionais dos quais fiz parte, que foram essenciais para minha permanência e conclusão do curso. Esta instituição foi, sem dúvida, parte fundamental da minha formação.

Agradeço também a minha banca examinadora, os professores José Valmir Feitosa, Murilo Duarte de Oliveira e meu orientador Antônio Néelson Lima da Costa.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que, de alguma forma, caminharam comigo ao longo desses anos e contribuíram para que este momento se tornasse possível.

O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada.

Cora Coralina

— E nessa caminhada, Deus foi minha força e ajuda para as horas difíceis, me mostrou que por mais difícil que seja ou que pareça, tudo passa e a caminhada vale a pena...

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a ocorrência de estresse térmico em vacas leiteiras da raça Girolando durante o período seco na região do Cariri, inserida no semiárido cearense, por meio da análise de variáveis ambientais e fisiológicas. A pesquisa foi conduzida em sistema semi-intensivo, com coletas realizadas nos turnos da manhã e da tarde, incluindo a mensuração da temperatura do ar, umidade relativa e cálculo do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), além da avaliação da temperatura retal, frequência respiratória e frequência cardíaca dos animais. Os resultados evidenciaram que o ITU indicou condição de estresse térmico em ambos os turnos, com intensificação no período da tarde, caracterizando este como o momento de maior desafio térmico para os animais durante o período seco. Observou-se aumento das variáveis fisiológicas no turno da tarde, refletindo a ativação de mecanismos de termorregulação. Apesar disso, as vacas Girolando apresentaram, em média, capacidade de adaptação às condições climáticas da região, mantendo os parâmetros fisiológicos próximos às faixas consideradas normais. Conclui-se que o turno da tarde representa maior risco de estresse térmico, sendo necessária a adoção de estratégias de manejo e melhorias nas instalações sob a perspectiva bioclimática. Ressalta-se a importância da realização de estudos complementares para aprofundar a compreensão das respostas fisiológicas em condições de clima semiárido.

Palavras-chave: estresse térmico; bovinos leiteiros; girolando; índice de temperatura e umidade; semiárido.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the occurrence of heat stress in Girolando dairy cows during the dry season in the Cariri region, located in the semi-arid region of Ceará, Brazil, through the analysis of environmental and physiological variables. The research was conducted under a semi-intensive system, with data collection carried out during morning and afternoon milking periods, including measurements of air temperature, relative humidity, and calculation of the Temperature-Humidity Index (THI), as well as rectal temperature, respiratory rate, and heart rate of the animals. The results showed that THI indicated heat stress conditions in both periods, with higher intensity in the afternoon, characterizing this as the most challenging time for the animals during the dry season. An increase in physiological variables was observed in the afternoon, reflecting the activation of thermoregulatory mechanisms. Despite this, the Girolando cows showed, on average, adaptive capacity to the climatic conditions of the region, maintaining physiological parameters within normal ranges. It is concluded that the afternoon period represents a higher risk of heat stress, highlighting the need for management strategies and improvements in housing from a bioclimatic perspective. Further studies are recommended to better understand physiological responses under semi-arid conditions.

Keywords: heat stress; dairy cattle; girolando; temperature-humidity index; semi-arid.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Frequência respiratória (mpm) nos turnos da manhã e tarde	29
Figura 2 – Frequência cardíaca (bpm) nos turnos da manhã e tarde	30
Figura 3 – Temperatura retal média nos turnos da manhã e tarde	32
Figura 4 – Temperatura vaginal média nos turnos da manhã e tarde	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparações múltiplas da temperatura ambiente pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%	25
Tabela 2 – Comparação de médias da umidade relativa do ar (%) pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.	26
Tabela 3 – Comparações múltiplas do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) do pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.....	27
Tabela 4 – Resumo da análise de variância para os fatores turno e animais, variáveis frequência cardíaca e respiratória.....	28
Tabela 5 – Média e intervalo de confiança para média (95%) da frequência cardíaca (bat/min) e respiratória (mov/min) por turno	28
Tabela 6 – Resumo da análise de variância para os fatores turno e animais, variáveis temperatura retal e vaginal	31
Tabela 7 – Média e intervalo de confiança para média (95%) das temperaturas retal e vaginal por turno	32
Tabela 8 – Comparações por pares, pelo Teste Sidak, das temperaturas retal e vaginal	33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo Geral.....	15
2.2 Objetivos Específicos.....	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3.1 Estresse térmico em bovinos leiteiros.....	16
3.2 Zona de conforto térmico em bovinos leiteiros.....	16
3.3 Índice de temperatura e umidade (ITU).....	17
3.4 Respostas fisiológicas ao estresse térmico em bovinos leiteiros.....	18
3.4.1 Temperatura corporal.....	18
3.4.2 Frequência respiratória.....	19
3.4.3 Frequência cardíaca.....	20
3.5 Raça Girolando e adaptação às condições tropicais.....	21
3.6 Classificação do estresse térmico com base no ITU.....	22
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4.1 Local e período experimental.....	23
4.2 Animais e manejo.....	23
4.3 Avaliação das condições ambientais.....	23
4.4 Avaliação dos parâmetros fisiológicos.....	24
4.5 Delineamento experimental e análise estatística.....	24
4.6 Aspectos Éticos.....	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
5.1 Condições ambientais (temperatura do ar e umidade relativa).....	26
5.2 Índice de Temperatura e Umidade (ITU).....	27
5.3 Frequência respiratória e cardíaca.....	29
5.4 Temperaturas corporais (retal e vaginal).....	33
CONCLUSÕES.....	37
REFERÊNCIAS.....	38
ANEXOS.....	40

1. INTRODUÇÃO

A produção leiteira ocupa posição estratégica na agropecuária brasileira, destacando-se pelo volume produzido, pela ampla distribuição territorial e pelo seu papel na segurança alimentar e na manutenção de sistemas produtivos em diferentes regiões do país. Em um cenário de intensificação tecnológica e aprimoramento genético dos rebanhos, o setor tem apresentado crescimento consistente nas últimas décadas. Dados recentes mostram que a aquisição de leite cru no Brasil atingiu 27,51 bilhões de litros em 2025, com aumento de 8,5% em relação ao ano anterior, estabelecendo novo recorde na série histórica (IBGE, 2026).

Nesse contexto, a utilização de animais mestiços em sistemas leiteiros tropicais tem se consolidado como alternativa para conciliar desempenho produtivo e adaptação ambiental. Entre esses grupamentos, a raça Girolando destaca-se por associar o potencial leiteiro de bovinos taurinos à rusticidade e à maior tolerância ao calor provenientes do componente zebuino, o que explica sua ampla difusão em regiões quentes do Brasil (Madalena, 2001; Embrapa, 2023). Contudo, essa adaptação não elimina os efeitos do ambiente térmico adverso, sobretudo em condições nas quais a carga de calor supera a capacidade de ajuste fisiológico dos animais.

Essa problemática torna-se ainda mais relevante no semiárido cearense, que apresenta características climáticas particulares na região do Cariri, onde o período seco é marcado por elevadas temperaturas, intensa radiação solar e irregularidade pluviométrica. Nessas condições, o ambiente impõe importante desafio à manutenção do equilíbrio térmico de vacas em lactação, podendo comprometer a eficiência fisiológica, o bem-estar e, consequentemente, o desempenho produtivo dos rebanhos (IPCC, 2021).

O estresse térmico, nesse cenário, deixa de ser apenas uma condição ambiental desfavorável e passa a representar um fator efetivamente limitante à produção leiteira. Quando expostos a temperaturas acima da zona de conforto térmico, os bovinos precisam intensificar mecanismos de termorregulação para evitar o acúmulo de calor corporal. Entretanto, essa compensação fisiológica nem sempre ocorre sem custos biológicos, uma vez que o aumento da frequência respiratória e a elevação da temperatura corporal refletem esforço adicional do organismo para preservar a homeotermia, frequentemente em detrimento do desempenho produtivo e do conforto animal (West, 2003; Bernabucci et al., 2014).

Na avaliação dessas condições, o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) permanece como uma das ferramentas mais utilizadas na pesquisa em bioclimatologia animal, por sintetizar, em um único indicador, a interação entre temperatura do ar e umidade relativa,

permitindo estimar o grau de desafio térmico imposto aos animais. Proposto por Thom (1959), esse índice continua relevante por possibilitar a associação direta entre a condição ambiental e as respostas fisiológicas observadas em campo, além de subsidiar a classificação dos níveis de estresse térmico em sistemas de produção animal (Armstrong, 1994).

Embora o estresse térmico em bovinos leiteiros seja amplamente reconhecido, estudos indicam que a intensidade das respostas fisiológicas pode variar significativamente em função das condições ambientais, do sistema de produção e do grupo genético avaliado (West, 2003; Bernabucci et al., 2014). Contudo, ainda não está claramente estabelecida a magnitude dessas respostas em vacas mestiças sob condições específicas do semiárido cearense, especialmente durante o período seco. Nesse contexto, permanecem incertos o grau de intensificação dessas respostas ao longo do dia, as diferenças entre os turnos de avaliação e até que ponto animais adaptados, como as vacas Girolando, conseguem manter parâmetros fisiológicos dentro de limites compatíveis com a homeotermia diante da elevada carga térmica ambiental.

Nesse contexto, compreender essas respostas em condições reais de produção torna-se essencial para subsidiar estratégias de manejo em vacas Girolando submetidas às condições do no semiárido, especialmente na região do Cariri, considerando de forma integrada o ambiente térmico e os principais indicadores fisiológicos de resposta.

Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a ocorrência de estresse térmico em vacas da raça Girolando durante o período seco no semiárido cearense, por meio da análise do Índice de Temperatura e Umidade e das respostas fisiológicas dos animais.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a ocorrência de estresse térmico em vacas da raça Girolando durante o período seco no semiárido cearense, com características climáticas particulares da região do Cariri, por meio da análise do Índice de Temperatura e Umidade e das respostas fisiológicas dos animais.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar os valores do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) durante o período experimental;
- Classificar os níveis de estresse térmico com base nos valores de ITU observados;
- Avaliar as respostas fisiológicas das vacas, por meio da mensuração da frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura retal e temperatura vaginal;
- Analisar a variação das respostas fisiológicas entre os turnos de avaliação (manhã e tarde);
- Investigar a relação entre as condições ambientais, expressas pelo ITU, e as respostas fisiológicas dos animais.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Estresse térmico em bovinos leiteiros

O estresse térmico em bovinos leiteiros é caracterizado como a condição em que as variáveis ambientais ultrapassam os limites da zona de conforto térmico, comprometendo a capacidade dos animais de manter a homeotermia. Nessa situação, ocorre um desequilíbrio entre a produção metabólica de calor e sua dissipação para o ambiente, resultando no acúmulo de calor corporal e na ativação de mecanismos fisiológicos e comportamentais de termorregulação (West, 2003).

Em regiões de clima tropical e semiárido, o estresse térmico constitui um dos principais desafios à produção leiteira, devido à combinação de elevadas temperaturas do ar, intensa radiação solar e, em determinadas condições, alta umidade relativa, fatores que reduzem a eficiência dos mecanismos de dissipação de calor. De acordo com Berman (2005), a interação entre essas variáveis ambientais determina a carga térmica imposta ao animal, influenciando diretamente sua capacidade de troca de calor com o ambiente.

As vacas em lactação apresentam maior susceptibilidade ao estresse térmico, em função da elevada produção de calor metabólico associada à síntese de leite. Segundo Collier et al. (2012), esse incremento na produção de calor interno intensifica a carga térmica corporal, tornando esses animais mais sensíveis às variações ambientais. Nesse contexto, Polsky e Von Keyserlingk (2017) destacam que vacas de alta produção apresentam maior risco de redução no desempenho produtivo quando expostas a condições de estresse térmico.

Consequentemente, o estresse térmico configura-se como um fator limitante à eficiência produtiva em sistemas de produção leiteira, uma vez que compromete o equilíbrio fisiológico dos animais e pode resultar em prejuízos ao desempenho produtivo e ao bem-estar. Nesse sentido, a compreensão dos fatores ambientais envolvidos e de seus impactos sobre os bovinos leiteiros constitui base fundamental para a avaliação das respostas fisiológicas associadas ao estresse térmico.

3.2 Zona de conforto térmico em bovinos leiteiros

A zona de conforto térmico corresponde à faixa de condições ambientais na qual o animal mantém sua temperatura corporal estável sem a necessidade de ativação de mecanismos adicionais de termorregulação. Nessa condição, ocorre equilíbrio entre a

produção metabólica de calor e sua dissipação para o ambiente, permitindo que o animal mantenha suas funções fisiológicas em níveis ideais, sem comprometimento do desempenho produtivo (Baêta; Souza, 2010).

Para bovinos leiteiros, especialmente de origem taurina, essa faixa situa-se, em geral, entre aproximadamente 5 °C e 25 °C, podendo variar em função de fatores como nível de produção, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento. Animais com maior produção de leite tendem a apresentar menor tolerância ao aumento da temperatura ambiente, em decorrência da maior produção de calor metabólico (Kadzere et al., 2002).

Quando as condições ambientais ultrapassam os limites da zona de conforto térmico, os bovinos passam a ativar mecanismos fisiológicos e comportamentais com o objetivo de aumentar a dissipação de calor e manter a homeotermia. Entre essas respostas destacam-se o aumento da frequência respiratória, a redução do consumo alimentar e a busca por sombra, as quais refletem o esforço do organismo em restabelecer o equilíbrio térmico.

Dessa forma, a identificação da zona de conforto térmico constitui um aspecto fundamental na avaliação do estresse térmico em bovinos leiteiros, pois permite compreender o ponto a partir do qual o ambiente passa a exercer efeito negativo sobre o desempenho produtivo e o bem-estar dos animais, servindo como base para a interpretação das respostas fisiológicas observadas.

3.3 Índice de temperatura e umidade (ITU)

O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) é amplamente utilizado como indicador do grau de estresse térmico em bovinos leiteiros, por integrar variáveis ambientais que influenciam diretamente a capacidade de dissipação de calor dos animais. Esse índice foi originalmente proposto por Thom (1959) e posteriormente adaptado para aplicação em sistemas de produção animal, tornando-se uma das principais ferramentas de avaliação do ambiente térmico em estudos com ruminantes.

Em sistemas de produção leiteira, o ITU assume papel central na análise da interação entre o ambiente e o organismo animal, uma vez que permite sintetizar, em um único valor, os efeitos combinados da temperatura do ar e da umidade relativa. Essa integração é fundamental, pois a eficiência dos mecanismos de dissipação de calor, especialmente por evaporação, é diretamente influenciada pela umidade do ambiente, potencializando os efeitos das altas temperaturas.

Valores elevados de ITU indicam maior desafio térmico, estando diretamente associados à intensificação das respostas fisiológicas dos animais, como o aumento da frequência respiratória e a elevação da temperatura corporal, incluindo medidas como a temperatura retal e a temperatura vaginal. Dessa forma, o ITU atua como um elo entre as condições ambientais e as respostas fisiológicas, permitindo interpretar como o ambiente térmico influencia o estado fisiológico dos bovinos leiteiros (Zimbelman et al., 2009).

Em regiões semiáridas, o uso do ITU torna-se ainda mais relevante, uma vez que as condições ambientais são caracterizadas por elevadas temperaturas e alta incidência de radiação solar, fatores que intensificam a carga térmica sobre os animais. Nesse contexto, o ITU permite identificar períodos de maior risco de estresse térmico, contribuindo para a avaliação do impacto dessas condições sobre o desempenho produtivo e o bem-estar animal.

Entretanto, apesar de sua ampla utilização, o ITU apresenta limitações, uma vez que não considera diretamente variáveis como radiação solar e velocidade do vento, que também influenciam o balanço térmico dos animais. Dessa forma, sua interpretação deve ser realizada em conjunto com a análise das respostas fisiológicas, permitindo uma avaliação mais completa do estresse térmico.

Nesse sentido, a utilização do ITU permite identificar o grau de desafio térmico imposto pelo ambiente, sendo amplamente empregada na análise das condições ambientais em estudos com bovinos leiteiros. A classificação dos níveis de estresse térmico com base nesse índice será abordada na seção seguinte.

3.4 Respostas fisiológicas ao estresse térmico em bovinos leiteiros

A exposição de bovinos leiteiros a condições de estresse térmico desencadeia respostas fisiológicas com o objetivo de manter o equilíbrio térmico do organismo. Essas respostas refletem diretamente o grau de desafio imposto pelo ambiente e estão intimamente associadas às variações das condições ambientais, sendo amplamente utilizadas na avaliação do estresse térmico em sistemas de produção animal.

3.4.1 Temperatura corporal

A temperatura corporal, por sua vez, reflete o equilíbrio entre a produção e a dissipação de calor, sendo um importante indicador da carga térmica interna do animal (Berman, 2005). Nesse contexto, a temperatura retal é tradicionalmente utilizada como

medida da temperatura corporal central, por apresentar elevada confiabilidade na representação das condições térmicas internas.

Em condições de conforto térmico, a temperatura retal de bovinos adultos geralmente varia entre aproximadamente 38,0 e 39,3 °C, sendo valores acima desse intervalo indicativos de comprometimento dos mecanismos de termorregulação e possível ocorrência de estresse térmico (Baccari Júnior, 2001; West, 2003).

Além da temperatura retal, a temperatura vaginal também pode ser utilizada como indicador da temperatura corporal central, sendo amplamente empregada em estudos de termorregulação em bovinos. Esse parâmetro apresenta elevada correlação com a temperatura interna do organismo, sendo validado em diferentes estudos que demonstram sua consistência na avaliação da variação térmica em vacas leiteiras (Suthar et al., 2011; Vickers et al., 2010).

Em termos amplos, a temperatura vaginal apresenta valores próximos aos observados para a temperatura retal, situando-se, em condições fisiológicas, em torno de 38,5 a 39,5 °C, podendo variar em função de fatores fisiológicos e ambientais (Hillman et al., 2009; Burdick et al., 2012).

Além disso, a temperatura vaginal tem sido utilizada como ferramenta sensível na detecção de alterações fisiológicas associadas ao estresse térmico, podendo refletir variações térmicas relacionadas tanto ao ambiente quanto a alterações metabólicas e reprodutivas.

Dessa forma, a elevação da temperatura corporal, independentemente do método de mensuração, está diretamente relacionada ao aumento da carga térmica ambiental, refletindo a eficiência dos mecanismos de dissipação de calor (Collier et al., 2012).

3.4.2 Frequência respiratória

Entre os principais parâmetros fisiológicos empregados nessa avaliação destacam-se a frequência respiratória, os batimentos cardíacos e a temperatura corporal, os quais apresentam relação direta com as condições ambientais e com o Índice de Temperatura e Umidade (ITU). À medida que o ITU se eleva, observa-se a intensificação dessas respostas fisiológicas, evidenciando a relação entre o ambiente térmico e o estado fisiológico dos animais (West, 2003; Bernabucci et al., 2014).

A frequência respiratória constitui um dos primeiros indicadores fisiológicos de estresse térmico em bovinos, elevando-se em resposta à necessidade de dissipação de calor por meio da evaporação no trato respiratório (Kadzere et al., 2002). Esse aumento representa um mecanismo imediato de termorregulação, no qual o animal intensifica a perda de calor

latente para evitar a elevação da temperatura corporal (Baccari Júnior, 2001; Perissinotto et al 2003).

Portanto, a frequência respiratória é amplamente utilizada como um parâmetro sensível na identificação de condições de desconforto térmico, sendo considerada um dos primeiros sinais clínicos observáveis em situações de estresse por calor (Silanikove, 2000).

Em condições de conforto térmico, os valores considerados normais da frequência respiratória podem apresentar variações entre autores, refletindo diferenças relacionadas à raça, ao ambiente e às metodologias adotadas nos estudos.

De modo geral, verifica-se que a frequência respiratória de bovinos adultos em condições fisiológicas, situa-se entre 20 e 30 movimentos por minuto (Baccari Júnior, 2001; Silanikove, 2000). Elevações acima desse intervalo indicam início de desconforto térmico, podendo atingir valores entre 40 e 60 movimentos por minuto em situações de estresse leve a moderado.

À medida que a carga térmica se intensifica, a frequência respiratória pode ultrapassar 60 movimentos por minuto, refletindo maior ativação dos mecanismos de dissipação de calor. Ressalta-se que os limites dessas faixas podem variar conforme as condições ambientais e o grau de adaptação dos animais, especialmente em regiões de clima quente.

3.4.3 Frequência cardíaca

Outros parâmetros fisiológicos, como a frequência cardíaca, também podem apresentar alterações em resposta ao estresse térmico, estando relacionada às adaptações do sistema cardiovascular frente ao aumento da carga térmica ambiental. Em situações de estresse por calor, pode ocorrer elevação da frequência cardíaca em decorrência da intensificação do fluxo sanguíneo periférico, favorecendo a dissipação de calor por meio da vasodilatação cutânea (Baccari Júnior, 2001; Kadzere et al., 2002).

No entanto, essa variável tende a apresentar menor sensibilidade quando comparada a outros indicadores fisiológicos, como a frequência respiratória, sendo frequentemente utilizada como parâmetro complementar na avaliação do desconforto térmico em bovinos (Silanikove, 2000).

Em condições de conforto térmico, a frequência cardíaca de bovinos adultos pode apresentar variações entre autores, sendo influenciada por fatores como raça, idade, nível produtivo e condições ambientais. De modo geral, valores considerados fisiológicos situam-se

entre aproximadamente 48 e 80 batimentos por minuto (Baccari Júnior, 2001; Feitosa, 2014). Elevações acima desse intervalo podem indicar ativação dos mecanismos compensatórios frente ao estresse térmico.

Ressalta-se que essa variável pode apresentar variações individuais significativas, o que pode limitar sua aplicabilidade como indicador isolado das condições térmicas ambientais.

De forma integrada, a análise conjunta da frequência respiratória, da temperatura corporal e da frequência cardíaca, associada às condições ambientais expressas pelo ITU, permite uma avaliação mais consistente do estresse térmico em bovinos leiteiros, contribuindo para a compreensão dos impactos do ambiente sobre o desempenho produtivo e o bem-estar animal (West, 2003).

Nessa perspectiva, a compreensão dessas respostas torna-se ainda mais relevante quando se consideram animais adaptados a condições tropicais, como a raça Girolando, amplamente utilizada em sistemas de produção leiteira no Brasil.

3.5 Raça Girolando e adaptação às condições tropicais

A pecuária leiteira brasileira é fortemente influenciada pelas condições climáticas predominantes nas regiões tropicais, caracterizadas por elevadas temperaturas e intensa radiação solar, fatores que impõem limitações ao desempenho produtivo de bovinos de origem europeia, especialmente no que se refere à capacidade de termorregulação (Madalena, 2001; Embrapa, 2023).

À vista disso, a utilização de animais mestiços oriundos do cruzamento entre raças taurinas e zebuínas tem se consolidado como uma estratégia eficiente para conciliar produtividade e adaptação ao ambiente.

A raça Girolando, resultante do cruzamento entre bovinos Holandeses (*Bos taurus*) e Gir (*Bos indicus*), destaca-se por reunir elevado potencial produtivo aliado a características adaptativas que favorecem sua utilização em condições climáticas adversas (Madalena, 1997; Embrapa, 2023).

A adaptação do Girolando às condições tropicais está associada, principalmente, à contribuição genética zebuína, que confere maior tolerância ao calor, melhor capacidade de dissipação térmica e maior resistência às variações ambientais, enquanto a influência taurina está relacionada ao maior potencial produtivo, especialmente na produção de leite (Bernabucci et al., 2014; Embrapa, 2023).

Em regiões semiáridas, onde as condições ambientais intensificam a carga térmica sobre os animais, essa combinação genética torna-se particularmente relevante. Nesses ambientes, a capacidade de manter o equilíbrio térmico está diretamente relacionada à eficiência das respostas fisiológicas, como o controle da temperatura corporal e o ajuste da frequência respiratória, aspectos fundamentais na avaliação do estresse térmico (West, 2003).

Desse modo, o Girolando constitui um modelo biológico adequado para estudos que investigam a relação entre ambiente térmico e respostas fisiológicas em bovinos leiteiros, pois representa sistemas produtivos que conciliam desempenho e adaptação às condições tropicais (Embrapa, 2023).

Portanto, a avaliação do estresse térmico nesses animais requer o uso de ferramentas que permitam quantificar o ambiente térmico e interpretar suas repercussões fisiológicas, como o Índice de Temperatura e Umidade.

3.6 Classificação do estresse térmico com base no ITU

A classificação do estresse térmico em bovinos leiteiros pode ser realizada com base nos valores do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), permitindo interpretar o grau de desafio térmico imposto pelo ambiente.

De acordo com Armstrong (1994), valores de ITU inferiores a 72 indicam condições de conforto térmico, nas quais os mecanismos de termorregulação são mantidos em equilíbrio. Valores entre 72 e 78 caracterizam situação de alerta, indicando o início do desconforto térmico. Já valores entre 79 e 88 correspondem a estresse térmico moderado, enquanto valores superiores a 88 são classificados como estresse térmico severo, representando condições críticas para a manutenção da homeotermia.

Essa classificação permite associar os valores ambientais às respostas fisiológicas observadas nos animais, uma vez que o aumento do ITU tende a intensificar alterações como elevação da frequência respiratória e da temperatura corporal (Zimbelman et al., 2009).

Dessa forma, o enquadramento dos valores de ITU em faixas de classificação constitui ferramenta útil para a interpretação conjunta dos dados ambientais e fisiológicos em estudos sobre estresse térmico.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local e período experimental

O estudo foi realizado em propriedades rurais localizadas no Assentamento Malhada, no município de Crato, Ceará, Brasil. O município situa-se na região do Cariri cearense, no sul do estado do Ceará, apresentando clima tropical com características semiáridas, caracterizado por elevadas temperaturas ao longo do ano e precipitação irregular.

A área de estudo localiza-se aproximadamente a 7°14' S de latitude e 39°24' W de longitude, com altitude média de 426 m.

O período experimental compreendeu os meses de outubro a dezembro de 2024, correspondendo à estação seca da região, período caracterizado por elevada carga térmica ambiental.

4.2 Animais e manejo

Foram utilizadas dez fêmeas bovinas leiteiras da raça Girolando, com grau sanguíneo 3/4 Holandês × Gir, em fase de lactação.

Os animais eram mantidos em sistema de criação semi-intensivo, com acesso livre à água e suplementação mineral, além de receberem suplementação concentrada durante as ordenhas, conforme o manejo adotado na propriedade.

Cada animal foi identificado individualmente para o registro das variáveis avaliadas.

4.3 Avaliação das condições ambientais

Durante as coletas, foram registradas as variáveis ambientais temperatura do ar (TA) e umidade relativa do ar (UR), utilizando termo-higrômetro digital INSTRUTHERM HT-200.

A partir dessas variáveis, foi calculado o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), utilizado como indicador das condições térmicas às quais os animais estavam expostos.

O cálculo do ITU foi realizado de acordo com a equação proposta por Thom (1959):

$$\text{ITU} = (0,8 \times \text{TA}) + [(\text{UR}/100) \times (\text{TA} - 14,4)] + 46,4 \quad (1)$$

Os valores obtidos foram utilizados para caracterizar o ambiente térmico nos diferentes períodos de avaliação.

4.4 Avaliação dos parâmetros fisiológicos

As avaliações fisiológicas e ambientais foram realizadas durante os períodos de ordenha, em dois momentos do dia: manhã (após ordenha das 2h) e tarde (após ordenha das 14h).

As coletas foram realizadas em quatro campanhas experimentais, com duração de dois dias consecutivos cada, contemplando os turnos da manhã e tarde no período de outubro a dezembro de 2024.

Foram avaliados os seguintes parâmetros fisiológicos:

A frequência respiratória (FR) foi determinada pela contagem dos movimentos toracoabdominais durante um minuto, sendo expressa em movimentos por minuto (mov min^{-1}).

A frequência cardíaca (FC) foi obtida por meio de auscultação com auxílio de estetoscópio, sendo expressa em batimentos por minuto (bat min^{-1}).

As temperaturas retal (TR) e vaginal (TV) foram mensuradas com termômetro digital veterinário ANIMED 6200.03, com escala de aferição entre 32,0 °C e 43,9 °C, inserido diretamente no reto do animal até a estabilização da leitura, e introduzido na cavidade vaginal até a estabilização da leitura, sendo os valores da aferição expressos em graus Celsius (°C)

4.5 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, considerando o turno (manhã e tarde) como fator principal, além do efeito de animal e da interação turno $\times$ animal sobre as variáveis fisiológicas avaliadas.

As variáveis analisadas foram frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura retal e temperatura vaginal. As variáveis ambientais temperatura do ar, umidade relativa do ar e Índice de Temperatura e Umidade foram utilizadas para caracterização das condições térmicas durante os períodos de avaliação.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando verificado efeito significativo, as médias foram comparadas por testes de comparação múltipla, adotando-se nível de significância de 5% ($P < 0,05$).

Para as variáveis frequência respiratória e frequência cardíaca, utilizou-se o teste Least Significant Difference (LSD), conforme saída do software, sem ajuste adicional para

comparações múltiplas. Para as variáveis temperatura retal e temperatura vaginal, empregou-se o teste de Sidak. Para as variáveis ambientais, utilizou-se o teste de Tukey.

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software SAS versão 9.3.

4.6 Aspectos Éticos

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Cariri (Protocolo nº 031/2025). Todas as coletas de dados foram realizadas por equipe devidamente capacitada, adotando-se procedimentos que visaram minimizar o estresse e o tempo de manipulação dos animais, assegurando seu bem-estar durante a execução das atividades experimentais.

Ressalta-se que nenhum animal foi submetido a procedimentos que ocasionassem dor, lesão ou sofrimento desnecessário, sendo todas as atividades conduzidas com responsabilidade, respeito e em conformidade com os princípios éticos estabelecidos para o uso de animais em pesquisa científica.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Condições ambientais (temperatura do ar e umidade relativa)

A análise das condições ambientais evidenciou variação significativa entre os turnos de avaliação para a temperatura do ar (TA) e a umidade relativa do ar (UR), cujos resultados encontram-se apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Observa-se que, no período da manhã, foram registradas temperaturas mais amenas associadas a maiores valores de umidade relativa do ar. Em contrapartida, no período da tarde, verificou-se elevação da temperatura do ar, acompanhada pela redução da umidade relativa.

Esse comportamento é característico de regiões de clima tropical, nas quais a elevação da temperatura ao longo do dia está associada à diminuição da umidade relativa, resultando em aumento da carga térmica ambiental.

Tabela 1 – Médias de temperatura ambiente (°C) em diferentes meses e períodos do dia, com agrupamento pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Mês/ano e turno	Amostra	Temperatura ambiente (°C)
Outubro 2024 M	20	24,67 c
Novembro 2024 M	10	27,35 b
Dezembro 2024 M	10	26,35 bc
Outubro 2024 T	10	34,50 a
Novembro 2024 T	20	35,15 a
Dezembro 2024 T	10	34,70 a

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Comparação de médias da umidade relativa do ar (%) pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%

Mês/ano e turno	Amostra	Umidade relativa do ar (%)
Outubro 2024 T	10	31,00 c
Novembro 2024 T	20	31,50 c
Dezembro 2024 T	10	36,00 c
Outubro 2024 M	10	55,50 b
Novembro 2024 M	20	62,50 ab
Dezembro 2024 M	10	67,50 a

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados do teste de comparações múltiplas evidenciam a formação de grupos distintos entre os turnos, com valores de temperatura mais elevados e umidade relativa mais baixa no período da tarde, indicando condições ambientais mais desfavoráveis para o conforto térmico dos animais.

Dessa forma, essas variações ambientais contribuíram diretamente para o aumento do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), além de estarem associadas às respostas fisiológicas observadas neste estudo, como o aumento da frequência respiratória e da temperatura corporal.

5.2 Índice de Temperatura e Umidade (ITU)

A análise das variáveis ambientais evidenciou variação significativa do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) entre os turnos de avaliação, sendo observados valores mais elevados no período da tarde.

Os valores de ITU encontram-se apresentados na Tabela 3. No período da manhã, os valores variaram de 72,53 a 75,51, caracterizando condições de alerta térmico. No período da

tarde, os valores variaram de 80,23 a 81,47, enquadrando-se na faixa de estresse térmico moderado, evidenciando maior desafio térmico ambiental.

Tabela 3 – Comparações múltiplas do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%

Mês/ano e turno	Amostra	ITU
Outubro 2024 M	10	75,44 b
Novembro 2024 M	20	72,53 c
Dezembro 2024 M	10	75,51 b
Outubro 2024 T	10	80,23 a
Novembro 2024 T	20	81,04 a
Dezembro 2024 T	10	81,47 a

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Os resultados do teste de comparação de médias indicam diferença significativa entre os turnos, com os valores do período da tarde agrupados em níveis superiores aos da manhã, conforme observado pelos subconjuntos formados pelo teste de Tukey.

De acordo com a classificação proposta por Armstrong (1994), os valores observados indicam que os animais foram submetidos a condições de alerta térmico no período da manhã e a condições de estresse térmico moderado no período da tarde.

A elevação do ITU no período da tarde está diretamente associada às alterações fisiológicas observadas neste estudo. Verificou-se que, nesse mesmo período, houve aumento significativo da frequência respiratória, bem como elevação das temperaturas retal e vaginal, evidenciando uma resposta fisiológica dos animais frente ao maior desafio térmico ambiental.

Esse comportamento demonstra que o incremento da carga térmica ambiental, expresso pelos valores mais elevados de ITU, promove a ativação de mecanismos de termorregulação, com destaque para a intensificação da frequência respiratória como principal via de dissipação de calor, acompanhada pela elevação da temperatura corporal. Dessa forma, observa-se uma correspondência consistente entre as condições ambientais e as respostas

fisiológicas avaliadas, reforçando a relação direta entre o ambiente térmico e o estado fisiológico dos animais.

5.3 Frequência respiratória e cardíaca

A análise de variância demonstrou que houve efeito significativo do turno do dia sobre a frequência respiratória ($P < 0,01$), enquanto a frequência cardíaca não apresentou diferença significativa entre os turnos ($P > 0,05$). Além disso, verificou-se efeito significativo entre os animais para a frequência cardíaca ($P < 0,05$), indicando variação individual para essa variável fisiológica (Tabela 4) e valores médios das variáveis fisiológicas em função do turno estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 4 – Resumo da análise de variância para os fatores turno e animais, variáveis frequência cardíaca e respiratória.

Fator	Variável	F	P-valor	Significância
Turno	FC	0,442	0,509	ns
Turno	FR	26,318	$< 0,001$	*
Animal	FC	3,269	0,003	*
Animal	FR	1,387	0,214	ns
Turno $\times$ Animal	FC	2,024	0,052	ns
Turno $\times$ Animal	FR	1,150	0,343	ns

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Nota: ns = não significativo ($P > 0,05$); * = significativo ($P < 0,05$).

Tabela 5 – Média e intervalo de confiança para média (95%) da frequência cardíaca (bat/min⁻¹) e respiratória (mov min⁻¹) por turno.

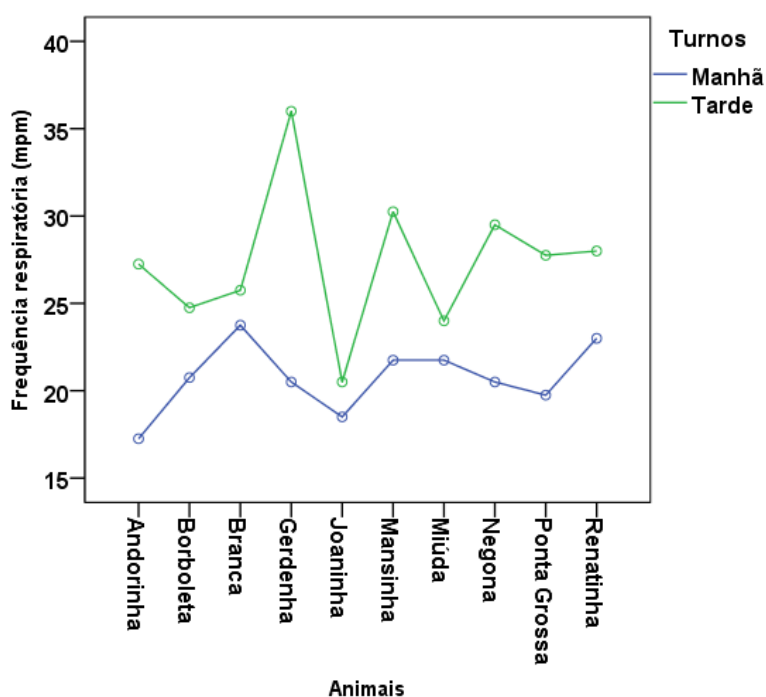
Variável	Turno	Média	Limite inferior	Limite superior
FC	Manhã	72	69	75
FC	Tarde	73	70	77
FR	Manhã	20 b	19	23
FR	Tarde	27 a	26	29

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Nota: Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si ($P < 0,05$). Para frequência cardíaca, não houve diferença significativa entre turnos ($P = 0,509$). Para frequência respiratória, houve diferença significativa entre turnos ($P < 0,001$).

Observa-se que a frequência respiratória foi significativamente maior no período da tarde (27,38 mov min⁻¹) em comparação ao período da manhã (20,75 mov min⁻¹), resultado compatível com maior desafio térmico no turno da tarde.

Figura 1 – Frequência respiratória (mov min⁻¹) de vacas Girolando nos turnos da manhã e da tarde



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

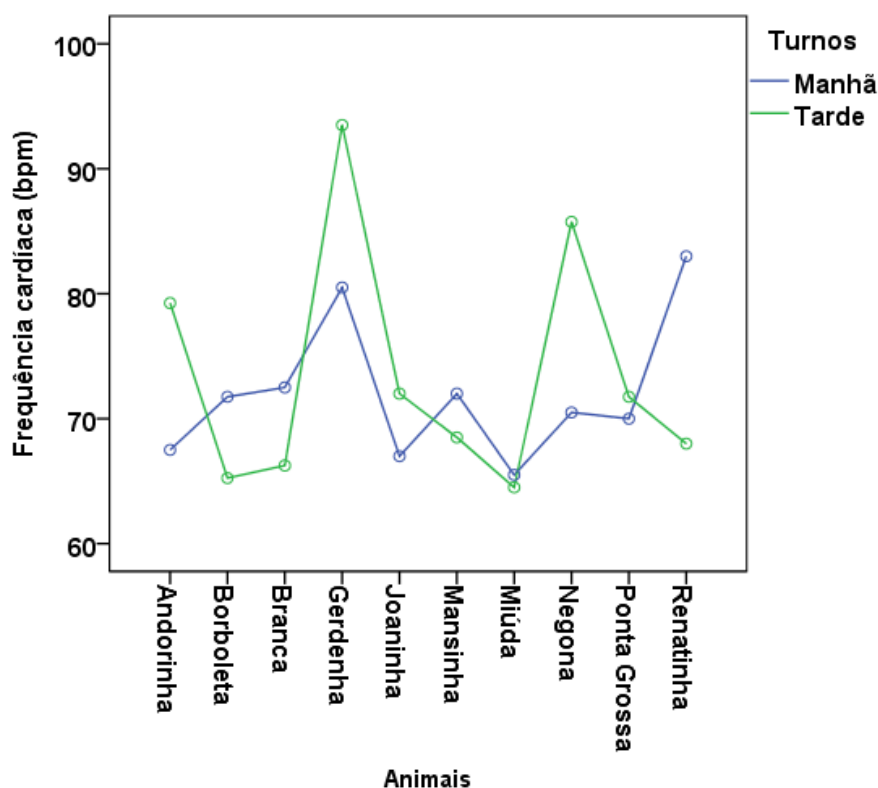
Esse aumento da frequência respiratória está relacionado aos mecanismos de termorregulação dos bovinos, uma vez que a elevação dessa variável favorece a dissipação de calor por meio da evaporação pulmonar.

Segundo Kadzere et al. (2002), a frequência respiratória é um dos primeiros parâmetros a se alterar diante do aumento da temperatura ambiental, sendo considerada um indicador sensível de estresse térmico em bovinos leiteiros. Embora tenha havido diferença significativa entre os turnos, os valores médios observados permaneceram dentro da faixa considerada fisiológica para bovinos adultos, situada entre 20 e 30 movimentos por minuto em conforto térmico (Baccari Júnior, 2001; Silanikove, 2000), indicando ausência de estresse térmico severo.

Dessa forma, mesmo com o aumento observado no período da tarde, os valores não atingiram faixas mais elevadas associadas a estresse térmico moderado ou intenso, como aquelas superiores a 40 movimentos por minuto. Esse comportamento sugere que os animais responderam ao aumento da carga térmica ambiental por meio da intensificação da frequência respiratória, porém sem apresentar quadro de comprometimento respiratório acentuado, evidenciando uma resposta compensatória compatível com a manutenção da homeotermia.

Por outro lado, a frequência cardíaca não apresentou diferença significativa entre os turnos, com médias de 72,02 e 73,47 bat min^{-1} para manhã e tarde, respectivamente, indicando menor sensibilidade desta variável às condições térmicas avaliadas.

Figura 2 – Frequência cardíaca (bat min⁻¹) de vacas Girolando nos turnos da manhã e da tarde



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

De acordo com West (2003), a frequência cardíaca pode sofrer alterações em situações de estresse térmico mais intenso, quando há maior comprometimento do equilíbrio térmico do animal. Nas condições do presente estudo, contudo, esse parâmetro não diferiu entre os turnos, mantendo-se dentro da faixa considerada normal (60 a 80 bpm), o que evidencia a menor sensibilidade desta variável às condições térmicas avaliadas.

Entretanto, a significância observada para o efeito de animal indica a existência de variação individual na frequência cardíaca, sugerindo que essa variável deve ser interpretada como um parâmetro complementar na avaliação do estresse térmico, e não como marcador isolado das condições ambientais. Assim, sua análise deve ser realizada em conjunto com variáveis mais sensíveis, como a frequência respiratória e a temperatura corporal.

Além disso, a análise detalhada dos dados individuais das comparações pareadas, apresentada em anexo, evidencia diferenças entre os animais, embora não tenha sido observado efeito significativo da interação entre os fatores avaliados. Para a frequência

respiratória, verificaram-se diferenças entre os turnos em três animais, enquanto para a frequência cardíaca destacaram-se variações em dois animais.

Esses achados indicam respostas individuais distintas ao estresse térmico, sugerindo que, mesmo sob condições ambientais semelhantes, os animais podem apresentar diferentes níveis de sensibilidade e capacidade de adaptação ao desafio térmico.

5.4 Temperaturas corporais (retal e vaginal)

A análise de variância indicou efeito significativo do turno do dia sobre as temperaturas retal e vaginal ($P < 0,01$), além de efeito significativo entre os animais para a temperatura vaginal ($P < 0,05$), evidenciando variabilidade individual nesta variável (Tabela 6).

Tabela 6 – Resumo da análise de variância para os fatores turno e animais, variáveis temperatura retal e vaginal.

Fator	Variável	F	P-valor	Significância
Turno	Temperatura retal	12,66	0,001	*
Turno	Temperatura vaginal	24,34	<0,001	*
Animal	Temperatura retal	1,20	0,311	ns
Animal	Temperatura vaginal	2,52	0,016	*
Turno × Animal	Temperatura retal	0,53	0,845	ns
Turno × Animal	Temperatura vaginal	0,77	0,645	ns

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Nota: ns = não significativo ($P > 0,05$); * = significativo ($P < 0,05$).

As médias das temperaturas corporais estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Média e intervalo de confiança para média (95%) das temperaturas retal e vaginal por turno.

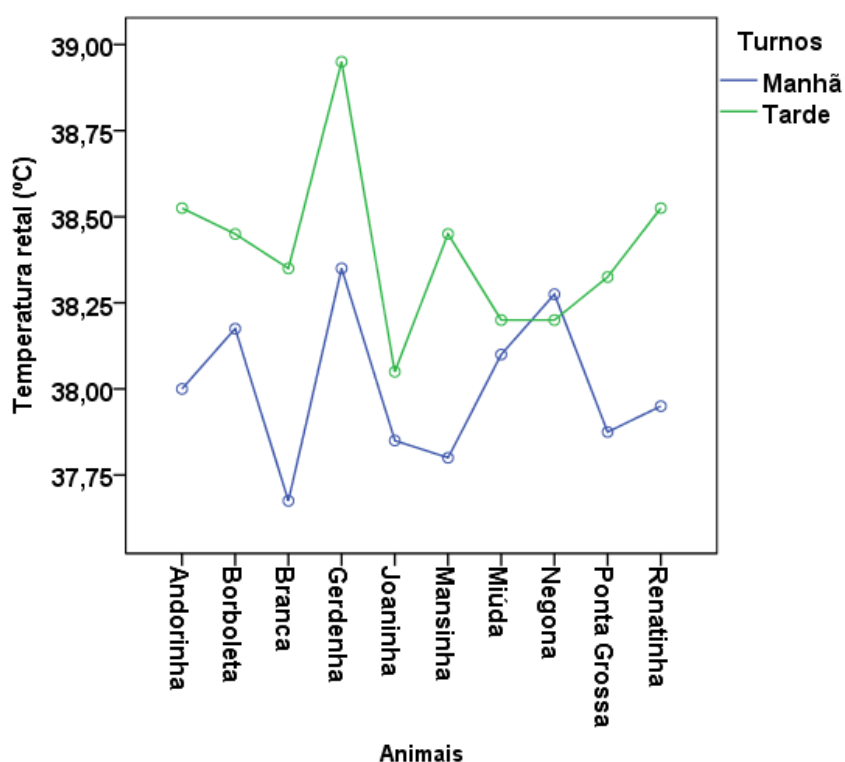
Variável	Turno	Média	Limite inferior	Limite superior
Temperatura retal	Manhã	38,01 b	37,85	38,16
Temperatura retal	Tarde	38,40 a	38,25	38,56
Temperatura vaginal	Manhã	38,07 b	37,95	38,20
Temperatura vaginal	Tarde	38,50 a	38,38	38,63

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Nota: Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo ajuste de Sidak a 5% de probabilidade.

Verifica-se que a temperatura retal foi significativamente maior no período da tarde, com valor de 38,40 °C, em comparação ao período da manhã, que apresentou média de 38,00 °C.

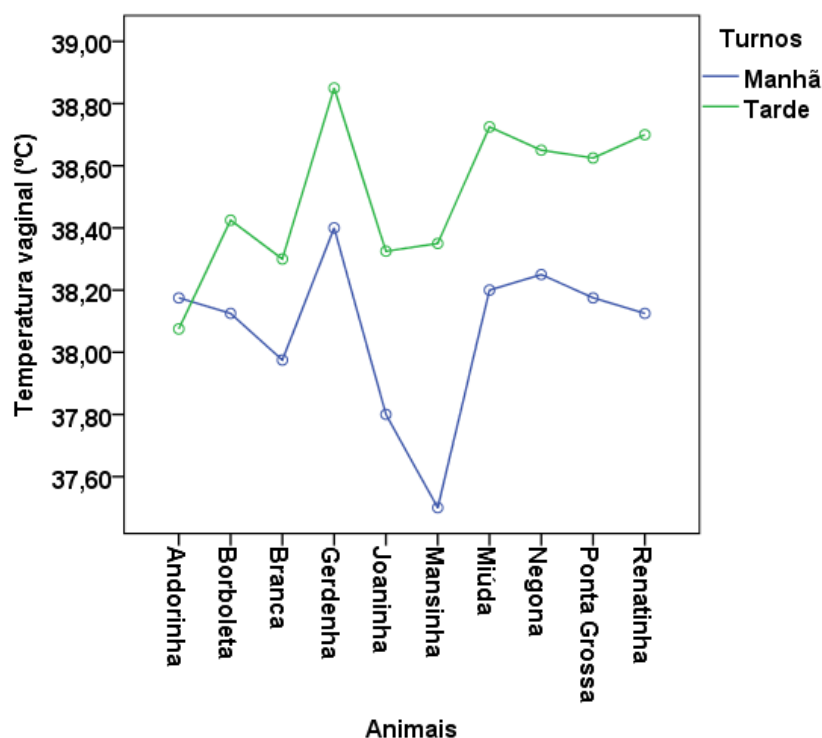
Figura 3 – Temperatura retal média nos turnos da manhã e tarde



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Da mesma forma, a temperatura vaginal também foi significativamente maior no período da tarde, com média de 38,50 °C, em comparação ao período da manhã, que apresentou média de 38,07 °C

Figura 4 – Temperatura vaginal média nos turnos da manhã e tarde



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Os resultados do teste de comparação de médias (Tabela 8) confirmam diferenças significativas entre os turnos para ambas as variáveis, reforçando a influência do período do dia sobre as temperaturas corporais dos animais.

Tabela 8 – Comparações por pares, pelo Teste Sidak, das temperaturas retal e vaginal.

Variável	Comparação	Diferença média	P-valor	IC 95% (LI – LS)
Temperatura retal	Manhã × Tarde	-0,40	0,001	-0,62 a -0,17
Temperatura vaginal	Manhã × Tarde	-0,43	<0,001	-0,60 a -0,26

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Nota: Diferenças médias estimadas pelo teste de Sidak ao nível de 5% de probabilidade.

O aumento da temperatura corporal no período da tarde está associado à maior carga térmica ambiental, indicando maior acúmulo de calor corporal ao longo do dia. Esse comportamento é compatível com situações de estresse térmico, nas quais os mecanismos de dissipação de calor podem não compensar integralmente o ganho de calor. Segundo Collier et al. (2012), a elevação da temperatura corporal constitui indicativo de sobrecarga dos mecanismos de termorregulação, podendo comprometer o desempenho produtivo e o bem-estar dos animais.

Entretanto, embora tenha sido observada elevação estatisticamente significativa das temperaturas retal e vaginal no período da tarde, os valores médios permaneceram dentro da faixa fisiológica descrita para bovinos adultos, geralmente situada entre aproximadamente 38,0 e 39,3 °C para a temperatura retal, com valores semelhantes para a temperatura vaginal.

Dessa forma, não foi observado afastamento expressivo dos limites considerados normais, o que indica ausência de hipertermia acentuada nas condições avaliadas.

Esse resultado sugere que, apesar do maior desafio térmico no período da tarde, os animais foram capazes de ativar mecanismos fisiológicos de termorregulação suficientes para manter relativa estabilidade térmica central. Assim, a elevação da temperatura corporal observada reflete uma resposta fisiológica ao aumento da carga térmica ambiental, sem que houvesse comprometimento severo da homeotermia.

CONCLUSÕES

O ITU, em ambos os turnos, evidenciou ambiente de estresse térmico, principalmente à tarde.

O turno da tarde é o mais desafiador no período seco, devendo ser dada mais atenção por parte de produtores e técnicos, no sentido de melhorar as instalações do ponto de vista bioclimático.

As matrizes bovinas Girolando avaliadas se mostraram, em média, adaptadas às condições do clima semiárido no período seco.

Estudos complementares devem ser feitos para melhor embasamento dos resultados aqui encontrados.

REFERÊNCIAS

- ARMSTRONG, D. V. **Heat stress interaction with shade and cooling**. Journal of Dairy Science, v. 77, n. 7, p. 2044–2050, 1994. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7929964/>. Acesso em: 24 mar. 2026.
- BACCARI JÚNIOR, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: UEL, 2001.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2010.
- BERMAN, A. **Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows**. Journal of Animal Science, v. 83, n. 6, p. 1377–1384, 2005. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article/83/6/1377/4790247>. Acesso em: 24 mar. 2026.
- BERNABUCCI, U. et al. **Biological effects of heat stress in dairy cattle**. Animal Frontiers, v. 4, n. 1, p. 21–28, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/af.2014-0002>. Acesso em: 24 mar. 2026.
- BURDICK, N. C. et al. **Intermittent exposure to heat stress reduces growth performance and alters physiological responses of cattle**. Journal of Animal Science, v. 90, p. 131–142, 2012.
- COLLIER, R. J. et al. **Quantifying heat stress and its impact on metabolism and performance**. Journal of Dairy Science, v. 95, n. 2, p. 1324–1335, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4469>. Acesso em: 24 mar. 2026.
- EMBRAPA. **Girolando: a raça leiteira tropical brasileira**. Brasília, DF: Embrapa Gado de Leite, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 24 mar. 2026.
- FEITOSA, F. L. F. **Semiologia veterinária: a arte do diagnóstico**. 3. ed. São Paulo: Roca, 2014.
- HILLMAN, P. E. et al. **Evaluation of temperature changes in cattle exposed to heat stress**. Journal of Animal Science, v. 87, p. 236–244, 2009.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Em 2025, Brasil registra a maior produção de leite, couro e ovos da história; abate de bovinos, frangos e suínos também é recorde**. Rio de Janeiro: IBGE, 2026. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br>. Acesso em: 24 mar. 2026.
- IPCC. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.
- KADZERE, C. T. et al. **Heat stress in lactating dairy cows: a review**. Livestock Production Science, v. 77, p. 59–91, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00330-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00330-X). Acesso em: 24 mar. 2026.
- MADALENA, F. E. **Dairy cattle breeding in the tropics**. Animal Breeding Abstracts, v. 65, p. 1–10, 1997.

MADALENA, F. E. **Crossbreeding strategies for dairy cattle in tropical environments.** Livestock Production Science, v. 71, p. 121–135, 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00287-1](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00287-1). Acesso em: 24 mar. 2026.

PERISSINOTTO, M. et al. **Avaliação de sistemas de resfriamento para vacas leiteiras.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 7, p. 185–190, 2003.

POLSKY, L.; VON KEYSERLINGK, M. A. G. **Effects of heat stress on dairy cattle welfare.** Journal of Dairy Science, v. 100, n. 11, p. 8645–8657, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12651>. Acesso em: 24 mar. 2026.

SILANIKOVE, N. **Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants.** Livestock Production Science, v. 67, p. 1–18, 2000.

SUTHAR, V. S. et al. **Relationships between body temperature and productive and reproductive performance in dairy cows.** Journal of Dairy Science, v. 94, p. 3565–3575, 2011.

THOM, E. C. **The discomfort index.** Weatherwise, v. 12, n. 2, p. 57–61, 1959.

VICKERS, L. A. et al. **Use of vaginal temperature to assess thermal stress in dairy cattle.** Journal of Dairy Science, v. 93, p. 123–130, 2010.

WEST, J. W. **Effects of heat stress on production in dairy cattle.** Journal of Dairy Science, v. 86, n. 6, p. 2131–2144, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73803-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73803-X). Acesso em: 24 mar. 2026.

ZIMBELMAN, R. B. et al. **Effects of heat stress on dairy cattle performance.** Journal of Dairy Science, v. 92, n. 9, p. 4570–4580, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1620>. Acesso em: 24 mar. 2026.

ANEXOS

Anexo A – Média e intervalo de confiança para média (95%) da frequência cardíaca cardíaca (bat/min⁻¹) e respiratória (mov min⁻¹) por animal

Variáveis	Animais	Média*	Intervalo Confiança (95%)	
			Limite inferior	Limite superior
FC	Andorinha	73,375	66,478	80,272
	Borboleta	68,500	61,603	75,397
	Branca	69,375	62,478	76,272
	Gerdenha	87,000	80,103	93,897
	Joaninha	69,500	62,603	76,397
	Mansinha	70,250	63,353	77,147
	Miúda	65,000	58,103	71,897
	Negona	78,125	71,228	85,022
	Ponta Grossa	70,875	63,978	77,772
	Renatinha	75,500	68,603	82,397
FR	Andorinha	22,250	18,166	26,334
	Borboleta	22,750	18,666	26,834
	Branca	24,750	20,666	28,834
	Gerdenha	28,250	24,166	32,334
	Joaninha	19,500	15,416	23,584
	Mansinha	26,000	21,916	30,084
	Miúda	22,875	18,791	26,959
	Negona	25,000	20,916	29,084
	Ponta Grossa	23,750	19,666	27,834
	Renatinha	25,500	21,416	29,584

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Nota: FR não mostrou haver diferença significativa ($P>0,05$) pelo Teste de comparações múltiplas de diferenças significativas. Enquanto a FC mostrou haver diferença significativa ($P<0,01$), principalmente entre Gerdenha com Borboleta, Branca, Joaninha, Mansinha, Miúda e Ponta Grossa.

Anexo B – Classificação do estresse térmico em bovinos leiteiros com base no ITU

Índice de Temperatura e Umidade (ITU)	Classificação da condição térmica
Até 72	Condição de conforto térmico
72 – 78	Situação de alerta
79 – 88	Estresse térmico moderado
Acima de 88	Estresse térmico severo

Fonte: Adaptado de Armstrong (1994)

Anexo C – Comparações entre pares

Variáveis	Animais	(I) Turnos	(J) Turnos	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
							Lower Bound	Upper Bound
FC	Andorinha	Manhã	Tarde	-11,750	6,896	,094	-25,544	2,044
		Tarde	Manhã	11,750	6,896	,094	-2,044	25,544
	Borboleta	Manhã	Tarde	6,500	6,896	,350	-7,294	20,294
		Tarde	Manhã	-6,500	6,896	,350	-20,294	7,294
	Branca	Manhã	Tarde	6,250	6,896	,368	-7,544	20,044
		Tarde	Manhã	-6,250	6,896	,368	-20,044	7,544
	Gerdenha	Manhã	Tarde	-13,000	6,896	,064	-26,794	,794
		Tarde	Manhã	13,000	6,896	,064	-,794	26,794
	Joaninha	Manhã	Tarde	-5,000	6,896	,471	-18,794	8,794
		Tarde	Manhã	5,000	6,896	,471	-8,794	18,794
	Mansinha	Manhã	Tarde	3,500	6,896	,614	-10,294	17,294
		Tarde	Manhã	-3,500	6,896	,614	-17,294	10,294
	Miúda	Manhã	Tarde	1,000	6,896	,885	-12,794	14,794
		Tarde	Manhã	-1,000	6,896	,885	-14,794	12,794
	Negona	Manhã	Tarde	-15,250*	6,896	,031	-29,044	-1,456
		Tarde	Manhã	15,250*	6,896	,031	1,456	29,044
	Ponta	Manhã	Tarde	-1,750	6,896	,801	-15,544	12,044
	Grossa	Tarde	Manhã	1,750	6,896	,801	-12,044	15,544
	Renatinha	Manhã	Tarde	15,000*	6,896	,034	1,206	28,794
		Tarde	Manhã	-15,000*	6,896	,034	-28,794	-1,206
FR	Andorinha	Manhã	Tarde	-10,000*	4,084	,017	-18,169	-1,831
		Tarde	Manhã	10,000*	4,084	,017	1,831	18,169
	Borboleta	Manhã	Tarde	-4,000	4,084	,331	-12,169	4,169
		Tarde	Manhã	4,000	4,084	,331	-4,169	12,169
	Branca	Manhã	Tarde	-2,000	4,084	,626	-10,169	6,169
		Tarde	Manhã	2,000	4,084	,626	-6,169	10,169
	Gerdenha	Manhã	Tarde	-15,500*	4,084	,000	-23,669	-7,331
		Tarde	Manhã	15,500*	4,084	,000	7,331	23,669
	Joaninha	Manhã	Tarde	-2,000	4,084	,626	-10,169	6,169
		Tarde	Manhã	2,000	4,084	,626	-6,169	10,169
	Mansinha	Manhã	Tarde	-8,500*	4,084	,042	-16,669	-,331
		Tarde	Manhã	8,500*	4,084	,042	,331	16,669
	Miúda	Manhã	Tarde	-2,250	4,084	,584	-10,419	5,919
		Tarde	Manhã	2,250	4,084	,584	-5,919	10,419
	Negona	Manhã	Tarde	-9,000*	4,084	,031	-17,169	-,831
		Tarde	Manhã	9,000*	4,084	,031	,831	17,169
	Ponta	Manhã	Tarde	-8,000	4,084	,055	-16,169	,169
	Grossa	Tarde	Manhã	8,000	4,084	,055	-,169	16,169
	Renatinha	Manhã	Tarde	-5,000	4,084	,226	-13,169	3,169
		Tarde	Manhã	5,000	4,084	,226	-3,169	13,169

Fonte: Adaptado de Armstrong (1994)

Nota: Com base nas médias marginais estimadas

*. A diferença média é significativa ao nível de 0,05.

b. Ajuste para comparações múltiplas: Diferença Mínima Significativa (equivalente a nenhum ajuste).

Com base nas médias marginais estimadas

Anexo D – Média e intervalo de confiança para média (95%) da frequência respiratória (mov min⁻¹)

Variáveis	Turnos	Animal	Média*	Intervalo Confiança (95%)	
				Limite inferior	Limite superior
FR	Manhã	Andorinha	17,250	11,474	23,026
		Borboleta	20,750	14,974	26,526
		Branca	23,750	17,974	29,526
		Gerdenha	20,500	14,724	26,276
		Joaninha	18,500	12,724	24,276
		Mansinha	21,750	15,974	27,526
		Miúda	21,750	15,974	27,526
		Negona	20,500	14,724	26,276
		Ponta Grossa	19,750	13,974	25,526
		Renatinha	23,000	17,224	28,776
	Tarde	Andorinha	27,250	21,474	33,026
		Borboleta	24,750	18,974	30,526
		Branca	25,750	19,974	31,526
		Gerdenha	36,000	30,224	41,776
		Joaninha	20,500	14,724	26,276
		Mansinha	30,250	24,474	36,026
		Miúda	24,000	18,224	29,776
		Negona	29,500	23,724	35,276
		Ponta Grossa	27,750	21,974	33,526
		Renatinha	28,000	22,224	33,776

Fonte: Adaptado de Armstrong (1994)

Nota: Ajuste para comparações múltiplas: Sidak. A diferença média é significativa no nível 0,05, não mostrou diferença significativa ($P > 0,05$) entre animais por turnos para Frequência respiratória

Anexo E – Média e intervalo de confiança para média (95%) da frequência cardíaca cardíaca (bat/min⁻¹) por turno e animal.

Variáveis	Turnos	Animal	Média*	Intervalo Confiança (95%)	
				Limite inferior	Limite superior
FC	Manhã	Andorinha	67,500	57,746	77,254
		Borboleta	71,750	61,996	81,504
		Branca	72,500	62,746	82,254
		Gerdenha	80,500	70,746	90,254
		Joaninha	67,000	57,246	76,754
		Mansinha	72,000	62,246	81,754
		Miúda	65,500	55,746	75,254
		Negona	70,500	60,746	80,254
		Ponta Grossa	70,000	60,246	79,754
		Renatinha	83,000	73,246	92,754
	Tarde	Andorinha	79,25	69,496	89,004
		Borboleta	65,25	55,496	75,004
		Branca	66,250	56,496	76,004
		Gerdenha	93,500	83,746	103,254
		Joaninha	72,000	62,246	81,754
		Mansinha	68,500	58,746	78,254
		Miúda	64,500	54,746	74,254
		Negona	85,750	75,996	95,504
		Ponta Grossa	71,750	61,996	81,504
		Renatinha	68,000	58,246	77,754

Fonte: Adaptado de Armstrong (1994)

Nota: Ajuste para comparações múltiplas: Sidak. A diferença média é significativa no nível 0,05, não mostrou diferença significativa ($P>0,05$) entre animais por turnos para frequência cardíaca.

ANEXO
DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que este Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia/Tese/Dissertação), 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.

Data e local da assinatura eletrônica