

INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS, EDUCAÇÃO E ZOOTECNIA - ICSEZ
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

RAYLA RAMOS ANDRADE

MONITORAMENTO BIOCLIMÁTICO DE BOVINOS LEITEIROS EM
SISTEMA DE PRODUÇÃO NA AMAZÔNIA

PARINTINS-AM
2025

RAYLA RAMOS ANDRADE

MONITORAMENTO BIOCLIMÁTICO DE BOVINOS LEITEIROS EM
SISTEMA DE PRODUÇÃO NA AMAZÔNIA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia da Universidade Federal do Amazonas, como um dos requisitos para colação de grau e obtenção do título de Bacharelado em Zootecnia.

Orientadora: Dra. Soraya Farias de Andrade Freitas.

PARINTINS-AM
2025

Ficha Catalográfica


Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

A553m Andrade, Rayla Ramos
 Monitoramento Bioclimático de bovinos leiteiros em sistema de produção na
 Amazônia / Rayla Ramos Andrade. - 2025.
 54 f. ; 31 cm.


 Orientador(a): Soraya Farias de Andrade Freitas.
 Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal do
 Amazonas, Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia de Parintins,
 Curso de Zootecnia, Parintins-AM, 2025.

 1. Amazônia. 2. estresse térmico. 3. ITGU. 4. vacas leiteiras. I. Freitas, Soraya
 Farias de Andrade. II. Universidade Federal do Amazonas. Instituto de Ciências
 Sociais, Educação e Zootecnia de Parintins. Curso de Zootecnia. III. Título


APROVADO em 04 de Dezembro de 2025.

Documento assinado digitalmente
 **FRACIENE DIAS RIBEIRO**
Data: 05/12/2025 10:34:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Franciene Dias Ribeiro

Documento assinado digitalmente
 **ANTONIO FABIO LOPES DE SOUZA**
Data: 05/12/2025 14:54:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Antônio Fábio Lopes de Souza

Documento assinado digitalmente
 **SORAYA FARIAS DE ANDRADE FREITAS**
Data: 05/12/2025 09:59:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Soraya Farias de Andrade Freitas

AGRADECIMENTO

Agradeço, primeiramente, a Deus, por ter me concedido força, sabedoria e perseverança para chegar até aqui, e por iluminar cada passo desta caminhada acadêmica.

Aos meus pais, Nara e Raimundo, e aos meus irmãos, André, Rainara, Raifran e Ádria, agradeço por cada palavra de apoio, cada gesto de carinho e cada oração que foram o combustível que me manteve firme nessa jornada. Mesmo diante das dificuldades, vocês sempre acreditaram em mim, e é por vocês que lutei até o fim.

Expresso minha sincera gratidão à minha orientadora, Dra. Soraya Farias, pela dedicação, paciência e pelas valiosas orientações que contribuíram de forma significativa para a realização deste trabalho. Sua orientação foi fundamental para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

Ao proprietário da Fazenda Nova Esperança, Sr. Adnamar Lima, pela disponibilidade e colaboração, cedendo o local para a realização dos estudos.

Às minhas amigas de graduação, agradeço pela amizade e companheirismo. Obrigada por terem caminhado comigo desde o início, dividindo risadas, preocupações, noites de estudo e tantos momentos especiais.

A todos os envolvidos que participaram da execução desta pesquisa, deixo o meu sincero agradecimento.

Por fim, agradeço à Universidade Federal do Amazonas (UFAM), pela oportunidade de aprendizado e por proporcionar um ambiente de crescimento intelectual e pessoal.

Esse sonho que hoje realizo é resultado de muita dedicação, fé e do apoio de pessoas incríveis que caminharam ao meu lado. A todos, deixo o meu mais sincero muito obrigada.

Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente, mas o que melhor se adapta às mudanças” (Charles Darwin)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação esquemática da Zona de Termoneutralidade	20
Figura 2: Fazenda Agro Nova	26
Figura 3: Sala de ordenha	26
Figura 4: Área coberta com piso de chão batido	26
Figura 5: Árvores de castanheira do Brasil.....	27
Figura 6: Raquete de CMT	29
Figura 7: Califórnia Mastitis Test.....	29
Figura 8: Pesagem do leite.....	30
Figura 9: Vetscore®.....	30
Figura 10: Avaliação da vaca 1.....	31
Figura 11: Avaliação da vaca 2.....	32
Figura 12: Avaliação da vaca 3.....	32
Figura 13: Avaliação da vaca 4.....	33
Figura 14: Avaliação da vaca 5	34
Figura 15: Avaliação da vaca 6.....	34
Figura 16: Avaliação da vaca 7.....	35
Figura 17: Avaliação da vaca 8.....	35
Figura 18: Avaliação da vaca 9.....	36
Figura 19: Avaliação da vaca 10	36
Figura 20: Avaliação da vaca 11	37
Figura 21: Avaliação da vaca 12	37
Figura 22: Avaliação da vaca 13	38
Figura 23: Medidor de estresse térmico IBUTG-AK887.....	38
Figura 24: Posicionamento do IBUTG-AK887	39

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Valores médios mensais do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) para o sistema de produção de Parintins-Am, no período de Agosto 2024 a Setembro 2025	41
Gráfico 2: Média da produção de leite mensal e dados de ITGU para o rebanho em estudo, nos períodos de Agosto 2024 a Setembro de 2025	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores de Temperatura Crítica Inferior (TCI), Temperatura Crítica Superior (TCS) e Temperatura de Conforto (TC) para Bovinos.	20
Tabela 2: Valores do Índice de Temperatura e Umidade.....	22
Tabela 3: Valores do Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU)	22
Tabela 4: Dados de Parâmetros Climáticos do sistema de produção em estudo.	43
Tabela 5: Média e Desvio Padrão da Produção de Leite Mensal.....	46

LISTA DE SIGLAS

CMT	<i>Califórnia Mastitis Test</i>
ITU	Índice de Temperatura e Umidade
ITGU	Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade
TA	Temperatura Ambiente
TBS	Temperatura de Bulbo Seco
TBU	Temperatura de Bulbo Úmido
TGN	Temperatura de Globo Negro
Tpo	Temperatura de Ponto de Orvalho

Sumário

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 Pecuária leiteira na região amazônica	17
2.2 Bem-estar animal	19
2.3 Conforto Térmico (ITU e ITGU)	21
3. OBJETIVOS	24
3.1 Geral	24
3.2 Específicos	24
4. METODOLOGIA	25
4.1 Programa de monitoramento bioclimático da agropecuária frente aos extremos climáticos na Amazônia	25
4.2 Caracterização da propriedade da pesquisa	26
4.3 Caracterização dos animais da pesquisa	28
<input type="checkbox"/> Caracterização Sanitária	28
<input type="checkbox"/> Condição de escore corporal e nutricional dos animais	30
<input type="checkbox"/> Caracterização Morfofuncional (morfológica)	31
4.4 Avaliação dos parâmetros climáticos	38
4.5 Análise estatística	40
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
5.1 AVALIAÇÃO DA AMBIÊNCIA (ITGU)	41
5.2 AMBIÊNCIA E PRODUÇÃO DE LEITE	44
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
ANEXOS	50
REFERÊNCIAS	51

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo monitorar os parâmetros bioclimáticos de sistemas de produção comercial de bovinos leiteiros no município de Parintins-AM. As coletas foram realizadas entre agosto de 2024 e setembro de 2025, através de medidor de estresse térmico IBUTG-AK887, que faz as seguintes mensurações ambientais: Temperatura do Ambiente, Temperatura de Bulbo Úmido, Temperatura de Globo Negro, Temperatura de Ponto de Orvalho e Umidade Relativa. Esses parâmetros foram utilizados para o cálculo do Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) foi utilizada segundo a fórmula: $ITGU = TGN + (0,36 \times Tpo) + 41,5$. Paralelamente, ocorreu a pesagem do leite quinzenalmente junto com o controle leiteiro, onde foi utilizada uma ficha de controle leiteiro, que continha as informações de peso do leite e análise de mastite clínica e subclínica, sendo seguidos os protocolos de higiene. Os resultados demonstraram que o ambiente analisado exerceu forte pressão térmica sobre os animais, com ITGU médio de 83,53 e desvio padrão de ($\pm 10,43$), valor classificado como zona de perigo para bovinos leiteiros. Embora a genética zebuína tenha contribuído para maior tolerância ao calor, os limites de conforto térmico foram ultrapassados em todos os momentos. Verificou-se ainda que durante todo o período de estudo, os animais permaneceram continuamente expostos a condições de estresse térmico, que refletiram em impactos sobre a produção leiteira e bem estar. Os achados reforçam a necessidade de estratégias de manejo, infraestrutura e seleção genética voltadas à resiliência térmica, além da criação de uma classificação regional de índice de conforto térmico adaptada às condições equatoriais.

PALAVRA- CHAVE: Amazônia, estresse térmico, ITGU, vacas leiteiras.

ABSTRACT

The present study aimed to monitor the bioclimatic parameters of commercial dairy cattle production systems in the municipality of Parintins-AM. Data collection was carried out between August 2024 and September 2025 using an IBUTG-AK887 heat stress meter, which performs the following environmental measurements: Ambient Temperature, Wet-Bulb Temperature, Black Globe Temperature, Dew Point Temperature, and Relative Humidity. These parameters were used to calculate the Black Globe-Humidity Index (BGHI), following the formula: $BGHI = BGT + (0.36 \times DPT) + 41.5$. In parallel, milk yield was recorded biweekly alongside the milk control procedure, using a milk-recording sheet that included information on milk weight and clinical and subclinical mastitis analyses, following appropriate hygiene protocols. The results showed that the evaluated environment exerted strong thermal pressure on the animals, with a mean BGHI of 83.53 and a standard deviation of (± 10.43), a value classified as a danger zone for dairy cattle. Although Zebu genetics contributed to greater heat tolerance, thermal comfort limits were exceeded at all times. Throughout the entire study period, the animals remained continuously exposed to heat stress conditions, which affected milk production and overall welfare. These findings reinforce the need for management strategies, infrastructure improvements, and genetic selection aimed at thermal resilience, in addition to developing a regional thermal comfort index adapted to equatorial conditions.

KEYWORDS: Amazon, heat stress, BGHI, dairy cows.

1. INTRODUÇÃO

As mudanças no clima têm afetado diretamente a pecuária, e isso fica ainda mais evidente em regiões tropicais como a Amazônia. O calor intenso, aliado à alta umidade, cria um ambiente desafiador para a produção de leite (Nardone et al., 2010). Nessas condições, o estresse térmico passa a ser um dos principais problemas, pois compromete o bem-estar e a saúde dos animais, reduzindo a produção, aumentando os prejuízos e colocando em risco a sustentabilidade da atividade (Passini et al., 2014). Diante desse cenário, pensar em alternativas de adaptação é indispensável não apenas para manter a eficiência de produção, mas a sua sobrevivência.

A severidade dos efeitos do clima pode ser mensurada por indicadores como o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) e índice de Temperatura e Umidade (ITU), e em diversos estados da Amazônia, esses valores registrados ultrapassam faixas consideradas de conforto para o gado leiteiro. Em estudo realizado por De Oliveira Batista (2018) na cidade de Santarém-PA, mostrou que os valores de ITU registrados entre janeiro e dezembro manteve-se, na maior parte do tempo, acima da faixa considerada adequada ao bem-estar animal. Nos meses de outubro e novembro, observaram-se valores superiores a 79, o que caracteriza uma condição de perigo e indica elevado risco de comprometimento do conforto térmico dos animais. Da Silva Pinto et al (2025) avaliou índices de conforto térmico (ITU e ITGU) de ambiente interno e externo ao sistema de confinamento do tipo *compost barn*, onde ambas as condições ambientais analisadas, nenhuma atendia os padrões ideais de bem-estar animal.

Esse cenário se intensifica ainda mais diante de outro fenômeno ambiental crítico, o processo de savanização da Amazônia. Acredita-se que as sinergias negativas entre o desmatamento, as mudanças climáticas e o uso generalizado do fogo indicam um ponto de inflexão para que o sistema amazônico colapse para ecossistemas não florestais nas regiões leste, sul e central da Amazônia, quando o desmatamento alcançar entre 20% e 25%. A evapotranspiração da Amazônia afeta tanto o clima local quanto o regional por meio do que se conhece como 'rios voadores', que fornecem 70% da chuva que cai nas regiões agricultáveis do Brasil, norte da Argentina, Paraguai e Uruguai. (Lovejoy et al, 2019). À medida que grandes áreas perdem cobertura florestal,

diminuem os chamados “rios voadores” e a reciclagem interna de vapor d’água, resultando em um clima mais quente, seco e sujeito a extremos (Chambers et al, 2017). Isso traz impactados que veem a afetar ainda mais os animais, fazendo com que sofram por estresse pelo calor e pela falta de pastagens nativas ou cultivadas, visto que as condições ambientais estão cada vez mais extremas.

Essa transição ambiental tem implicações diretas sobre os sistemas pecuários, uma vez que o aumento das temperaturas e a redução da umidade comprometem o crescimento, a qualidade e o valor nutritivo das forrageiras tropicais. A savanização da Amazônia pode levar à redução significativa da produtividade de pastagens devido ao estresse hídrico, ao aumento da mortalidade de forragens e à alteração da estrutura da vegetação herbácea. Além disso, pastagens tropicais submetidas a estiagens prolongadas apresentam redução na taxa de alongamento foliar, menor acúmulo de massa seca e queda no teor proteico, fatores que impactam diretamente o desempenho dos animais (Dias-Filho, 2007). Com menor disponibilidade e qualidade de forragem, o rebanho enfrenta *déficits* nutricionais que agravam ainda mais os efeitos do estresse térmico.

Assim, o avanço da savanização aumenta o desbalanço entre oferta e demanda energética dos animais, que já se encontram fisiologicamente comprometidas por condições térmicas altas e esse somatório de estressores climáticos evidencia que a região amazônica exigirá, cada vez mais, estratégias adaptativas específicas para manter a viabilidade da pecuária leiteira.

A atividade leiteira na Amazonia é exercida, predominantemente, por produtores de base familiar, representando importante fator de geração de emprego e renda para aqueles que a exercem, além de propiciar a criação de empregos indiretos nas atividades de transporte, processamento e comercialização (Salman et al, 2020). Porém, o modelo predominante, baseado em pastagens nativas e de baixa adoção de tecnologias, acaba potencializando os efeitos negativos do estresse térmico e limitando o desempenho do rebanho (Machado, 2011). Por isso, integrar conhecimentos de genética, fisiologia e ambiência pode ser um caminho estratégico para orientar políticas públicas e ajudar os produtores a adotarem medidas mais eficazes de adaptação.

Os resultados dessa pesquisa podem contribuir para mitigar os impactos das mudanças climáticas, promover maior sustentabilidade ambiental e social e,

ao mesmo tempo, garantir melhores condições de vida para produtores e consumidores (ABCG, 2024). Dessa forma, esta pesquisa se justifica pela necessidade de inovação científica e adaptação produtiva às particularidades da região amazônica.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Pecuária leiteira na região amazônica

A produção de leite na Região Norte vem crescendo nos últimos anos, embora ainda represente uma pequena parcela da produção nacional. O estado do Amazonas registrou em 2024 uma produção de aproximadamente 58.601 mil de litros de leite, refletindo esforços locais em expandir e modernizar a pecuária leiteira (IBGE, 2024). Apesar do crescimento, os sistemas produtivos amazônicos são altamente impactados pelas condições climáticas da região, como altas temperaturas médias anuais, alta umidade relativa e intensa radiação solar, que são características típicas do clima equatorial. Tais fatores impõem um desafio adicional à produtividade animal, principalmente pelo agravamento do estresse térmico, especialmente em vacas de alta produção como as mestiças Holandês x Zebu.

Quando o animal é exposto a temperaturas extremas, seja de calor ou de frio, seu organismo ativa mecanismos fisiológicos para manter a temperatura corporal dentro de uma faixa considerada normal. Em situações de frio, o metabolismo tende a aumentar a produção de calor, o que pode ocorrer através do maior consumo de alimentos e do surgimento de tremores, a fim de aumentar a atividade metabólica muscular. Já sob altas temperaturas, o animal tende a reduzir a ingestão alimentar para diminuir o calor metabólico e intensifica os processos de perda de calor para o ambiente, utilizando mecanismos como condução, convecção, evaporação e radiação (Damasceno et al, 1998).

Segundo De Souza et al. (2021), o estresse térmico afeta diretamente o desempenho dos bovinos leiteiros, reduzindo o consumo de matéria seca, a fertilidade e a produção de leite, além de comprometer o bem-estar animal. A autora destaca que tais efeitos são particularmente críticos na Amazônia, onde as vacas leiteiras permanecem majoritariamente em sistemas de pastejo, expostas a condições ambientais desfavoráveis.

Estudo realizado por Carvalho et al. (2018), em Rondônia, mostrou que mesmo vacas mestiças (Holandês × Gir) adaptadas a climas tropicais apresentam elevação da temperatura corporal em determinados horários do dia, especialmente nas tardes com alta radiação e umidade, demonstrando que a adaptação não elimina completamente os efeitos do estresse térmico.

A avaliação do conforto térmico em bovinos é geralmente feita por meio de índices como o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), que combina temperatura do ar e umidade relativa para estimar o nível de estresse. No entanto, pesquisas indicam que, em regiões tropicais, o ITU pode não refletir com precisão as respostas fisiológicas dos animais. Silva et al. (2007), ao compararem diferentes índices de conforto térmico no Nordeste do Brasil, observaram que outros indicadores, como o Índice de Carga Térmica (ICT) e o Índice de Temperatura Equivalente (ITE), apresentaram melhor correlação com temperatura retal e frequência respiratória em vacas leiteiras, especialmente sob condições de calor extremo.

Na Amazônia, esses limites são frequentemente ultrapassados. Em estudo conduzido por Rohleder et al. (2022) no sul do Amazonas, os valores de ITU chegaram a 84,68 em determinados períodos, indicando condições de emergência térmica para os animais. Esses dados reforçam a importância de incorporar estratégias de adaptação nos sistemas produtivos da região, incluindo práticas de manejo como sombreamento natural, acesso à água e suplementação alimentar durante os períodos mais críticos.

Paralelamente, o papel da genética na adaptação dos animais ao ambiente tropical tem despertado interesse crescente. Embora os estudos sobre os efeitos da proteína β -caseína sejam tradicionalmente voltados à qualidade do leite, algumas pesquisas têm iniciado a caracterização de genótipos desta proteína em populações bovinas nacionais. Oliveira et al. (2022), analisaram 421 bovinos leiteiros mestiços na região Norte do Tocantins e identificaram uma predominância do alelo A2 (71,73%) em relação ao A1 (28,27%), com genótipos A2A2 mais frequentes. Embora o estudo não tenha investigado a relação direta entre os genótipos da β -caseína e parâmetros fisiológicos de conforto térmico, os resultados indicam uma variabilidade genética que pode ser explorada em futuras pesquisas voltadas à seleção de animais mais resilientes ao calor.

Neste contexto, a proposta de avaliar a influência dos genótipos da β -caseína sobre os índices de conforto térmico em vacas leiteiras mestiças na Amazônia é particularmente relevante. A caracterização dos genótipos presentes em rebanhos comerciais, associada à mensuração de parâmetros fisiológicos como frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura superficial e imagens termográficas, pode revelar correlações importantes entre genética e

adaptação ao estresse térmico. Tais achados podem subsidiar programas de melhoramento genético e manejo voltados à sustentabilidade da pecuária leiteira na região.

Além disso, o cenário global de mudanças climáticas reforça a urgência desse tipo de estudo. A realização da COP 30 em Belém, coloca a Amazônia no centro das discussões internacionais sobre aquecimento global, mitigação e, sobretudo, adaptação às mudanças do clima. Isso inclui a seleção de animais geneticamente mais adaptados ao calor, o que se alinha com os objetivos deste projeto de pesquisa.

A combinação de estresse térmico e pressões ambientais e climáticas aponta para a necessidade de sistemas de produção mais eficientes, com animais produtivos e resilientes, capazes de suportar as novas condições climáticas previstas por modelos como o CMIP6, que alertam para riscos de degradação irreversível do bioma amazônico.

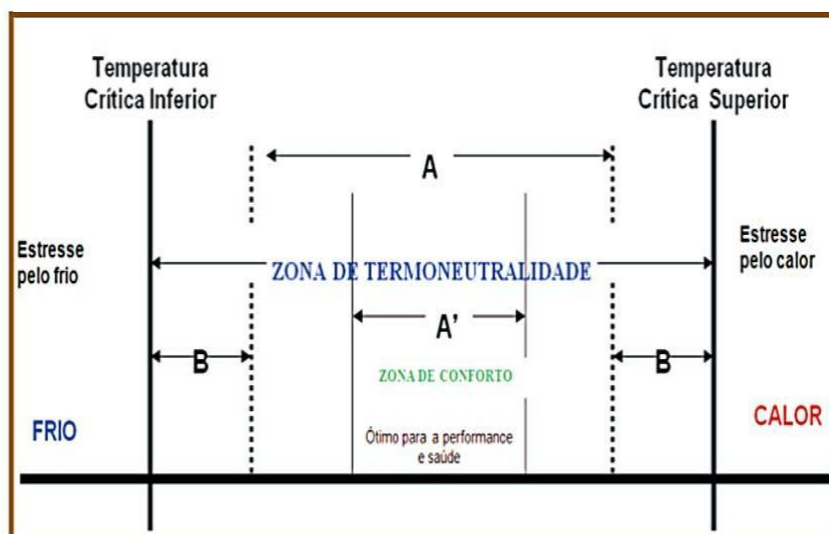
2.2 Bem-estar animal.

O bem-estar animal é um dos pilares fundamentais da pecuária moderna, especialmente quando se trata de animais de produção submetidos a condições ambientais adversas. Segundo Broom (2011), o bem-estar refere-se ao estado do animal em relação às suas tentativas de adaptar-se ao ambiente em que vive, sendo influenciado por fatores físicos, fisiológicos e comportamentais. No caso dos bovinos leiteiros, o estresse térmico destaca-se como um dos principais desafios, sobretudo em regiões tropicais como a Amazônia, onde altas temperaturas e elevada umidade relativa reduzem a capacidade dos animais de manterem a homeotermia (Passini et al, 2014). Oliveira (2013) também fala que o estresse térmico é um dos fatores de maior impacto econômico na eficiência do rebanho, tendo efeitos negativos tanto na produção quanto na reprodução de vacas leiteiras.

Na bioclimatologia animal é estudada a interação entre os fatores climáticos e a resposta fisiológica dos animais, sendo essencial para compreender os limites de tolerância térmica e propor estratégias de manejo que minimizem os impactos do ambiente sobre a produtividade (Baêta et al, 2010). A faixa de temperatura ideal para o adequado desenvolvimento dos animais, variável conforme a raça e a categoria produtiva, é denominada Zona Termo

neutra ou Zona de Conforto Térmico (ZCT). Essa zona corresponde ao intervalo térmico no qual o animal não apresenta sinais de estresse por calor ou por frio. Nesse intervalo, o custo fisiológico destinado à termorregulação é mínimo, permitindo que a maior parcela da energia ingerida seja direcionada para funções produtivas, como crescimento, lactação ou reprodução. Dessa forma, a ZCT garante condições ótimas para que o animal expresse plenamente seu potencial produtivo (Damasceno, 1998) (FIGURA 1).

Figura 1: Representação esquemática da Zona de Termoneutralidade.



Fonte: Azevêdo (2009), adaptado de Hafez (1973).

Os bovinos, como animais homeotérmicos, necessitam manter sua temperatura corporal dentro da zona de termoneutralidade (TABELA 1).

Tabela 1: Valores de Temperatura Crítica Inferior (TCI), Temperatura Crítica Superior (TCS) e Temperatura de Conforto (TC) para Bovinos.

ANIMAL	TCI (°C)	TC (°C)	TCS (°C)
Recém-nascido			
Bovino	10	19 a 21	26
Adulto			
Bovino Europeu	(-)10	(-) 1 a 16	27
Bovino Indiano	0	10 a 27	35

Fonte: Hafez (1973) e Curtis (1981), adaptado pela autora.

Quando expostos a temperaturas superiores a essa faixa, especialmente acima de 26 °C combinadas com alta umidade, os bovinos zebuínos iniciam

respostas fisiológicas como aumento da frequência respiratória, sudorese e redução da ingestão de alimento, comprometendo a eficiência produtiva e reprodutiva (Passini et al., 2014; Bernabucci et al., 2010).

Já animais taurinos, quando expostos a temperaturas inferiores à sua faixa de conforto, começam a aumentar o consumo de alimento, realizam vasoconstrição, aumento do metabolismo basal, apresentam tremores musculares e pelos eriçados. Todos esses mecanismos de termo neutralização trazem gastos energéticos para os animais.

Na Amazônia, as condições climáticas agravam esse cenário, uma vez que os índices de temperatura e umidade frequentemente superam os limites de conforto dos bovinos, quando estes são comparados a zona de termoneutralidade, levando a uma situação de estresse térmico crônico (Machado, 2011). Isso gera um impacto diretamente na produção de leite, reduzindo não apenas o volume, mas também alterando a composição do leite, especialmente em relação às proteínas e gorduras (Hahn et al., 2009)

Animais portadores do genótipo A2A2, têm sido apontados em alguns estudos como mais adaptados a ambientes tropicais, apresentando maior estabilidade fisiológica frente a variações climáticas (Kamiński et al, 2007). Embora as evidências ainda sejam limitadas, a investigação desses marcadores genéticos pode representar um avanço significativo para a pecuária amazônica, uma vez que a seleção de animais mais tolerantes ao calor reduziria os efeitos negativos do estresse térmico, melhorando a produtividade e assegurando maior bem-estar animal.

Dessa forma, compreender os limites fisiológicos da espécie, as respostas adaptativas e o papel da genética no desempenho produtivo permite traçar estratégias que conciliem eficiência econômica, saúde animal e conservação ambiental.

2.3 Conforto Térmico (ITU e ITGU).

O conforto térmico dos bovinos leiteiros resulta da interação entre o ambiente e a capacidade fisiológica dos animais em manter sua homeotermia. A adaptabilidade ou capacidade de se adaptar pode ser avaliada pela habilidade de o animal ajustar-se às condições ambientais médias, assim como aos

extremos climáticos. Para que o animal consiga expressar o seu potencial genético e produtivo, o mesmo necessita estar em condições que favoreçam o seu desempenho. Em regiões tropicais como a Amazônia, o desafio é ainda maior, já que as elevadas temperaturas combinadas à alta umidade relativa dificultam a dissipação do calor metabólico, favorecendo a ocorrência de estresse térmico.

O Índice de Temperatura e Umidade é um dos indicadores de conforto térmico para os animais, sendo que este analisa a temperatura e a umidade relativa do ar. Os níveis críticos de ITU variam dependendo de características dos animais e da região em que estão inseridos (Duprezz et al, 1990) (TABELA 2).

Tabela 2: Valores do Índice de Temperatura e Umidade.

ITU EQUILÍBRIO	ITU ALERTA	ITU NÍVEL CRÍTICO SUPERIOR	ITU EMERGÊNCIA
<70	70 a 72	72 a 78	82

Fonte: Santos (2024) adaptado de Duprezz (1990)

Outro indicador, porém, mais preciso para avaliar o conforto térmico dos animais em regiões tropicais é o Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), pois ele reúne, em um único valor, a umidade, a velocidade do vento, a temperatura de bulbo seco e a radiação (Campos, 1986). De acordo com Baêta (1985), os valores de ITGU até 74 definem situação de conforto para bovinos; de 74 a 78 definem situação de alerta; de 79 a 84, perigo e acima de 84, emergência (TABELA 3).

Tabela 3: Valores do Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU)

ITGU Conforto	ITGU Alerta	ITGU Perigo	ITGU Emergência
< 74	74 a 78	79 a 84	>84

Fonte: Adaptado de Baêta (1985).

Pesquisas de Cartwright et al. (2022) apontam alterações fisiológicas relevantes em vacas submetidas a desafio térmico, como aumento da frequência respiratória e alterações na função de células mononucleares do sangue. Evidências ainda mais recentes destacam que ondas de calor extremas podem causar quedas expressivas na produção de leite. De acordo com Palandri et al. (2025), apenas uma hora com temperatura de bulbo úmido acima de 26 °C foi suficiente para reduzir em 0,5% a produção diária, com efeitos persistindo por até dez dias.

No contexto da pecuária tropical, a escolha de raças adaptadas tem sido uma das principais estratégias para reduzir os prejuízos relacionados ao estresse térmico. Entre elas, a Girolando que é resultante do cruzamento entre a raça Holandesa e a raça Gir, representando um recurso genético de destaque. Conforme De Almeida et al. (2013), a raça Girolando apresenta maior estabilidade fisiológica em condições de ITU elevado, conciliando rusticidade e tolerância ao calor, herdadas do Gir, com a alta produtividade leiteira do Holandês. Resultados semelhantes foram observados por Silva et al. (2022), que verificaram que vacas Girolando mantêm desempenho reprodutivo e produtivo mais estável em comparação às vacas Holandesas puras quando submetidas às condições da Amazônia Ocidental.

Essa integração entre genética e bioclimatologia não apenas contribui para ganhos de produtividade e eficiência, mas também assegura melhores condições de bem-estar animal em uma das regiões mais desafiadoras do mundo do ponto de vista climático.

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Monitorar os principais parâmetros bioclimáticos que interferem nos índices de conforto térmico e parâmetros produtivos de vacas leiteiras mestiças (Holando x Zebu) em condições de pastejo na Região Amazônica.

3.2 Específicos

- Monitorar os parâmetros de ambiência, temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, umidade relativa, temperatura de ponto de orvalho, temperatura de globo negro de um sistema de produção comercial de Parintins-AM;
- Obter índice de conforto térmico (ITGU) para avaliação das condições de conforto térmico de vacas mestiças em sistemas de produção na Amazônia;
- Acompanhar a produção leiteira de vacas sob a condição de pastejo na Microrregião de Parintins.

4. METODOLOGIA

4.1 Programa de monitoramento bioclimático da agropecuária frente aos extremos climáticos na Amazônia.

O Programa desenvolve ações estratégicas voltadas ao monitoramento bioclimático na Amazônia como instrumento para o enfrentamento dos efeitos das mudanças do clima em sistemas de produção familiar. A iniciativa busca fortalecer sistemas de produção leiteira resilientes, capazes de se adaptar às condições ambientais extremas da região, sem ultrapassar os limites ecológicos do bioma amazônico.

As atividades do programa concentram-se na investigação de como as variações dos parâmetros climáticos, especialmente aqueles que compõem os índices de conforto térmico (ITGU e ITU), a temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, temperatura de globo negro, temperatura de ponto de orvalho e umidade relativa, afetam o bem-estar e o desempenho produtivo dos animais. E a grande maioria desses rebanhos é manejada em sistemas extensivo de produção, o que os torna diretamente expostos às oscilações ambientais. Com monitoramento, o produtor consegue identificar rapidamente situações de risco e ajustando o manejo, fornecimento de água, horários de pastejo e oferta de sombra aos animais.

Além disso, o programa objetiva mapear áreas mais críticas, detectar padrões de aquecimento ao longo dos anos e orientar políticas públicas voltadas à adaptação da agropecuária amazônica. Os dados poderão embasar decisões como ampliar sistemas integrados de produção, investir em sombreamento natural de pastagens, planejar períodos de suplementação e manejar a lotação animal em épocas mais severas.

Nesse contexto, o presente TCC integra uma das etapas desse Programa, utilizando os dados gerados por ele como base para análise e discussão. É por essa razão, que o programa é citado na metodologia, pois fornece os parâmetros ambientais, os registros climáticos e as orientações de monitoramento que estruturam a coleta, o tratamento e a interpretação dos dados apresentados nesta pesquisa.

4.2 Caracterização da propriedade da pesquisa.

O trabalho foi realizado através da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), *campus* Parintins, com início em Agosto de 2024 a Setembro de 2025, na propriedade comercial Agro Nova, localizada na estrada do Macurany, zona rural do município (FIGURA 2).

Figura 2: Fazenda Agro Nova



Fonte: Google Maps, 2025.

As coletas de dados de ambiência foram realizadas quinzenalmente, junto ao controle leiteiro individual das vacas em lactação. A propriedade dispõe de uma área destinada a ordenha dos animais, composta por uma sala de ordenha coberta com telhas de fibrocimento, piso de concreto e cocho para fornecimento de alimento (FIGURA 3). Anexa a essa estrutura, há uma área para manejo que também é coberta, cercada e com piso de chão batido, equipada com tronco de contenção, cochos para fornecimento de alimento e bebedouro para oferta de água aos animais (FIGURA 4).

Figura 3: Sala de ordenha



Fonte: Autora, 2025.

Figura 4: Área coberta com piso de chão batido



Fonte: Autora, 2025.

O terreno da propriedade apresenta topografia plana, com uma área de 2,57 hectares, onde possui o sistema de 24 piquetes rotacionados com forrageiras do gênero *Panicum maximum*, sendo a espécie utilizada o capim Mombaça (*Panicum maximum cv. Mombaça*), que dependendo de como é o clima, a fertilidade do solo e como é feito o manejo, pode alcançar até 26 toneladas de matéria seca ao ano, no entanto, no período do verão amazônico, a propriedade em estudo apresentou alguns piquetes com baixa produção e outros com áreas degradadas, isso ocorre devido a diminuição da quantidade de precipitação na região, mas na época do inverno amazônico, os piquetes conseguem se recuperar. Ao longo da propriedade, há algumas árvores de castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) (FIGURA 5), porém sua quantidade é insuficiente para fornecer sombreamento natural adequado aos animais, e não há estruturas de sombra artificial disponíveis, assim como também não possui bebedouros nos piquetes, sendo que para beber água, os animais precisam se deslocar do piquete mais próximo, que tem aproximadamente 30 metros de distância até o local onde é realizada a ordenha, onde tem um bebedouro.

Figura 5: Árvores de castanheira do Brasil.



Fonte: Autora, 2025

Em condições climáticas regulares, a região de Parintins-AM enquadra-se na classificação Am-Tropical Monçônico, caracterizado por altas temperaturas e umidade relativa com média de 79% ao longo do ano, e com maior incidência de chuva nos meses de dezembro a maio, com média de 338 mm caracterizada pelo inverno amazônico, sendo que a média anual de temperatura é de 27,5°C.

Todavia, com avanço dos extremos climáticos nos últimos dois anos, a caracterização climática desta região sofreu mudanças consideráveis, que também serão objeto de investigação desta pesquisa.

4.3 Caracterização dos animais da pesquisa

O rebanho da propriedade é composto por 44 animais mestiços (Holando x Gir), sendo 22 vacas, 17 bezerros, 3 novilhos, 1 novilha e 1 vitela. Dentre as vacas, 16 encontravam-se em lactação, das quais treze foram selecionadas para a coleta de dados. O critério de seleção considerou a permanência desses animais na fazenda durante o período de estudo, uma vez que parte das matrizes em lactação foram transferidas para área de várzea e outras propriedades de terra firme. Nos animais estudados, foi feita a caracterização sanitária, condição de escore corporal e caracterização morfológica, conforme apresentado abaixo:

- **Caracterização Sanitária**

A propriedade não realizava controle leiteiro antes do estudo; esse procedimento passou a ser implementado com o propósito de acompanhar a produção individual das vacas e fornecer subsídios para a definição de estratégias voltadas ao aprimoramento do desempenho produtivo e reprodutivo do rebanho. Paralelamente, foram obtidos dados referentes às condições de ambiência da propriedade.

O registro das informações era realizado semanalmente entre agosto e dezembro de 2024 e, posteriormente, de forma quinzenal entre janeiro e setembro de 2025.

As vacas eram ordenhadas diariamente às 05h30min, utilizando o sistema de ordenha do tipo manual. Informações de horário de início e fim de ordenha eram anotados na ficha de controle leiteiro de cada animal correspondente. Para acompanhar a sanidade dos animais, realizava-se o diagnóstico de mastite subclínica semanalmente, utilizando raquete apropriada (FIGURA 6) e o California Mastitis Test (CMT) (FIGURA 7).

Figura 6: Raquete de CMT



Fonte: Matos, 2024

Figura 7: Califórnia Mastitis Test



Fonte: Matos, 2024

Os três primeiros jatos de leite de cada teto sempre eram descartados, procedimento necessário para remover resíduos do canal do teto e obter uma amostra mais representativa. Em seguida, era realizado o teste CMT (*Califórnia Mastitis Test*) para diagnóstico de mastite subclínica. Para isso, alguns jatos de leite de cada teto eram depositados nos respectivos compartimentos da raquete, e então adicionava-se a solução reagente do CMT, permitindo a avaliação da reação e a identificação de possíveis inflamações.

A mastite subclínica caracteriza-se por ser uma infecção da glândula mamária que não apresenta sinais visíveis durante a ordenha, por isso não pode ser identificada apenas pela observação do leite ou do úbere. Sendo necessário o produtor fazer o teste, pois assim como a mastite clínica, a subclínica também traz malefícios para o animal e prejuízos econômicos para o produtor, se a mesma não for tratada corretamente, podendo a vaca perder seus quartos mamários e passar mastite para os outros animais.

Após o final da ordenha, o leite era pesado em balança portátil Original Line®, que tem capacidade para pesar 50 kg (FIGURA 8), mas antes da pesagem, realizava-se a tara do balde, cujo valor, juntamente com o peso do leite, era registrado na ficha individual de cada animal (ANEXO A).

Figura 8: Pesagem do leite



Fonte: Teixeira, 2024.

Com os dados obtidos no controle leiteiro, foi analisada a produção durante o período de lactação para fins de acompanhamento de desempenho produtivo das vacas sob influência das mudanças do clima.

- **Condição de escore corporal e nutricional dos animais**

Durante os dias de coleta foi realizada a avaliação da condição corporal por meio do Vetscore® (Padilla, 2023) (FIGURA 9), instrumento que permite mensurar o estado nutricional dos bovinos por meio de uma escala de cores: vermelho (baixa condição corporal), verde (condição corporal adequada) e amarelo (condição corporal alta). O instrumento era colocado na garupa do animal, onde foi possível identificar em qual condição o animal se enquadrava. Essa análise possibilitou a identificação de deficiências no manejo nutricional do rebanho, que pode influenciar diretamente o desempenho produtivo e, conseqüentemente, a produção de leite

Figura G: Vetscore®



Fonte: Matos, 2024.

- **Caracterização Morfofuncional (morfológica)**

Para fins de identificação e organização, os animais selecionados foram enumerados de 1 a 13.

A coloração da pelagem, o tipo de coloração da pele, tamanho e espessura dos pelos das vacas influencia diretamente na forma como absorvem ou dissipam o calor.

A vaca 1 (Figura 10) é um animal mestiço $\frac{1}{2}$ Holando x Gir, apresentando pelagem predominantemente preta com uma mancha branca na região da frente, do úbere e da quartela posterior, características que possibilitaram sua identificação. A cor de sua pelagem escura influencia diretamente em como este animal será afetado pelas condições ambientais. No último controle leiteiro o animal apresentou o peso vivo de 505 kg e sua condição de escore corporal foi classificada como baixa, de acordo com o Vetscore® (Padilla, 2023). Com idade superior a 36 meses e encontrava-se com três meses de lactação durante o período de avaliação. Ao final de seu controle leiteiro, o teste de CMT não indicou mastite subclínica.

Figura 10: Avaliação da vaca 1.



Fonte: Matos, 2024.

A vaca 2 (Figura 11), apresentou pelagem de coloração castanha escura, característica associada à maior pigmentação cutânea típica de animais zebuínos. Essa pigmentação confere ao animal maior proteção contra radiação ultravioleta, reduzindo a ocorrência de lesões, especialmente em regiões de alta insolação. Embora cores escuras absorvam mais radiação solar, esse efeito é compensado pelas adaptações naturais do zebu, como pelos curtos e finos, alta atividade de glândulas sudoríparas e pele espessa e móvel, que favorecem a

dissipação de calor mesmo em condições tropicais. Apresentou escore de condição corporal adequado, com peso de 592 kg, e não foi diagnosticada com mastite subclínica no último controle leiteiro.

Figura 11: Avaliação da vaca 2.



Fonte: Teixeira, 2024.

A vaca 3 (Figura 12), apresentou pelagem com padrão preto e branco, característica típica de animais com genética Holandês, e isso significa que a pelagem branca reflete mais a radiação solar, no entanto, devido a pele mais clara ter menor quantidade de pigmentos de melanina, a mesma tende a absorver mais radiação solar, se comparada a animais de pele escura, podendo a vir desenvolver dermatites ou lesões na pele. Seu escore de condição corporal foi classificado como adequado, com peso médio de 547,5 kg, e foi diagnosticada com mastite subclínica no seu último controle leiteiro e com período de lactação de onze meses.

Figura 12: Avaliação da vaca 3



Fonte: Autora, 2025.

A vaca 4 (Figura 13) possui a pelagem totalmente preta, absorvendo mais radiação solar, elevando o risco de estresse térmico em condições de maior incidência solar, no entanto, a maior pigmentação de melanina na pele oferece proteção contra radiação ultravioleta, reduzindo a ocorrência de queimaduras

solares e lesões de pele. O animal apresenta lesão grave no casco da pata posterior direita, apesar dessa condição foi observado escore corporal adequado e peso médio de 629,5 kg. Durante os seus 7 meses de lactação e período de controle leiteiro, a mesma apresentou mastite subclínica atestada por meio de teste de CMT.

Figura 13: Avaliação da vaca 4



Fonte: Autora, 2025.

A vaca 5 (Figura 14) apresenta pelagem predominantemente preta com pintas brancas, úbere claro com tetos pigmentados, focinho escuro e ventre despigmentado, características compatíveis com sua condição mestiça $\frac{1}{2}$ Holando x Gir. As áreas escuras indicam maior pigmentação, o que proporciona proteção contra radiação ultravioleta e reduz o risco de queimaduras, em relação as regiões brancas e despigmentadas, como o ventre e parte do úbere, as mesmas não são expostas a radiação solar, visto que estão localizadas na região ventral do animal. Apesar da influência taurina, a herança zebuína confere ao animal importante capacidade adaptativa, favorecida por pelos curtos e finos, pele espessa e móvel e maior eficiência de sudorese, elementos que melhoram a dissipação de calor e reforçam sua tolerância ao clima quente e úmido da Amazônia. A vaca possui peso de 504 kg, com escore de condição corporal baixo e idade de 36 meses, e com dois meses de lactação, sendo que no último controle leiteiro não apresentou mastite subclínica.

Figura 14: Avaliação da vaca 5



Fonte: Ferreira, 2024.

A vaca 6 (Figura 15) possui pelagem predominantemente preta com pintas brancas, característica que influencia diretamente sua interação com o ambiente. A coloração escura favorece maior absorção da radiação solar, aumentando a temperatura superficial do corpo quando o animal permanece exposto ao sol, no entanto, a coloração da pele escura, cria uma proteção contra a absorção de raios ultravioletas. Com escore de condição corporal baixo, apresentou peso de 497 kg e ao final do período de controle leiteiro, foi identificado quadro de mastite subclínica. O animal encontrava-se no quinto mês de lactação.

Figura 15: Avaliação da vaca 6



Fonte: Teixeira, 2024.

A vaca 7 (Figura 16) apresenta escore corporal baixo, peso de 474,71 kg e, com sete meses de lactação e não foi diagnosticada com mastite subclínica no último controle leiteiro. Com pelagem mais escura na região do dorso, lombo, canelas anteriores e focinho. Essa pigmentação escura oferece proteção contra radiação solar e reduz o risco de lesões, enquanto os pelos curtos e a pele mais espessa e móvel, herdados do Zebu, favorecem a dissipação de calor em clima quente e úmido.

Figura 16: Avaliação da vaca 7



Fonte: Ferreira, 2025.

A vaca 8 (Figura 17) apresenta pelagem castanha, escore de condição corporal adequado, peso de 555 kg, com onze meses de lactação, não apresentou mastite subclínica na última coleta do período de controle leiteiro. A coloração castanha é característica comum em animais com influência zebuína, indicando boa pigmentação da pele e maior proteção contra radiação solar. Esse tipo de pelagem absorve menos calor, se comparada a animais com pelagens totalmente pretas, o que favorece a manutenção da temperatura corporal.

Figura 17: Avaliação da vaca 8



Fonte: Autora, 2025.

A vaca 9 (Figura 18) apresenta pelagem totalmente preta, com algumas pintas brancas na fronte, focinho pigmentado e pele escura, característica proveniente de animais com influência zebuína. A pelagem preta absorve mais radiação solar, no entanto, a pele mais escura é altamente funcional em ambientes tropicais, pois oferece uma proteção natural contra a radiação ultravioleta, reduzindo a ocorrência de queimaduras solares, fotossensibilização e lesões dermatológicas. Com peso vivo de 497 kg, apresentou escore de condição corporal baixo e foi diagnosticada com mastite subclínica no último controle leiteiro.

Figura 18: Avaliação da vaca 9



Fonte: Ferreira, 2025.

A vaca 10 (Figura 19) possui pelagem clara com pintas pretas e pele escura, garantindo boa proteção contra radiação solar. A pele intensamente pigmentada reduz riscos de queimaduras e fotossensibilização, enquanto a pelagem clara absorve menos calor, favorecendo certo conforto térmico ao clima da região. Com peso de 533 kg, escore corporal adequado e ausência de mastite subclínica no último controle leiteiro.

Figura 19: Avaliação da vaca 10



Fonte: Autora, 2025.

A vaca 11 (Figura 20) apresenta pelagem predominantemente preta, com grande quantidade de pintas brancas na frente, garupa e na parte inferior dos quartos dianteiros. Apesar dessa distribuição de manchas claras, a maior parte da superfície corporal é escura, o que aumenta a absorção de radiação solar e pode elevar a temperatura corporal quando exposta ao sol, porém, é um animal proveniente do cruzamento com animais zebuínos, o que lhe confere pele escura, que serve de isolante para radiação solar. O animal possui escore de condição corporal adequado e peso de 512 kg, indicando bom estado nesse

início de lactação, sendo diagnosticada com mastite subclínica ao final do período de controle leiteiro.

Figura 20: Avaliação da vaca 11



Fonte: Teixeira, 2024.

A vaca 12 (Figura 21) apresenta coloração preta com pintas brancas na frente, na parte inferior pescoço, com ventre e úbere de coloração clara e condições de escore corporal adequado, peso de 538 kg e foi diagnosticada com mastite subclínica na ultima coleta do período de controle leiteiro.

Figura 21: Avaliação da vaca 12



Fonte: Autora, 2025.

A vaca 13 (Figura 22), apresenta coloração escura com úbere de coloração clara, escore de condição corporal adequado, com peso de 526 kg e não teve diagnostico de mastite subclínica na última coleta de seu período de controle leiteiro.

Figura 22: Avaliação da vaca 13



Fonte: Matos, 2024.

4.4 Avaliação dos parâmetros climáticos

Para a avaliação da ambiência da propriedade em estudo, foi utilizado o medidor de estresse térmico modelo IBUTG-AK887 (FIGURA 23).

Figura 23: Medidor de estresse térmico IBUTG-AK887.



Fonte: Autora, 2025.

Deve -se selecionar no botão MODE o modo IBUTG ou WBGT, isso é feito dependendo do ambiente que se deseja coletar as informações, podendo ser interno (IN) ou externo (OUT), sendo que as medições do presente estudo foram feitas em ambiente interno, ou seja, sem a influência de radiação solar direta. O medidor foi posicionado a 1,5 metros do piso, sendo que o aparelho ficou longe de superfícies quentes ou objetos que possam influenciar a leitura, deixando os sensores bem expostos ao ambiente (FIGURA 24).

Figura 24: Posicionamento do IBUTG-AK887



Fonte: Autora, 2025.

Foi esperado alguns minutos até que o aparelho se estabilizasse, e após estabilizado os dados foram salvos no medidor, que gera um número de registro.

Este equipamento dispunha de mecanismos para a captação de diversos parâmetros ambientais, tais como: temperatura de globo negro (TGN), temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura de bulbo úmido (TBU), Temperatura de ponto de orvalho (Tpo) e Umidade relativa (UR).

A partir dessas medições, foi possível calcular o Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), através da fórmula de Buffington *et al*, (1981), onde esse índice serviu como referência para a análise das condições térmicas do ambiente em que os animais estavam inseridos, por meio da seguinte fórmula:

$$ITGU = TGN + (0,36 \times Tpo) + 41,5$$

Onde:

TGN: Temperatura de Globo Negro (C°);

Tpo: Temperatura de ponto de orvalho (C°).

A interpretação dos valores de ITGU seguiu a classificação proposta por Baêta (1985). Valores inferiores a 74 indicam condições de conforto térmico. Valores entre 75 e 78 caracterizam estado de alerta, enquanto o intervalo de 79 a 84 corresponde ao perigo. Índices superiores a 84 são considerados indicativos emergência, condição que pode comprometer o desempenho produtivo, o estado nutricional e os índices reprodutivos dos animais

Com base nesses índices, foi possível avaliar as condições de estresse térmico ao longo do estudo, identificando os períodos de maior desconforto térmico e fornecendo subsídios para a adoção de estratégias de manejo ambiental.

4.5 Análise estatística

Para o armazenamento dos dados foi utilizado o programa da Microsoft Excel® para uma melhor organização. Os dados coletados foram submetidos à estatística descritiva, sendo calculadas a média e o desvio-padrão.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 AVALIAÇÃO DA AMBIÊNCIA (ITGU).

Os resultados obtidos ao longo do período de agosto de 2024 a setembro de 2025 revelam que as condições ambientais do sistema de produção avaliado no município de Parintins-AM exerceram influência marcante sobre o conforto térmico das vacas leiteiras manejadas em sistema de extensivo de pastejo. A média e desvio padrão do Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) registrada neste período foi de 83,53 ($\pm 10,43$), enquadrando-se na zona de perigo para bovinos leiteiros, segundo os limites estabelecidos na classificação feita por Baêta e Souza (2010).

Durante a maior parte do ano, os animais estiveram submetidos a condições ambientais capazes de comprometer significativamente a sua homeotermia e consequentemente a sua produção (Gráfico 1).

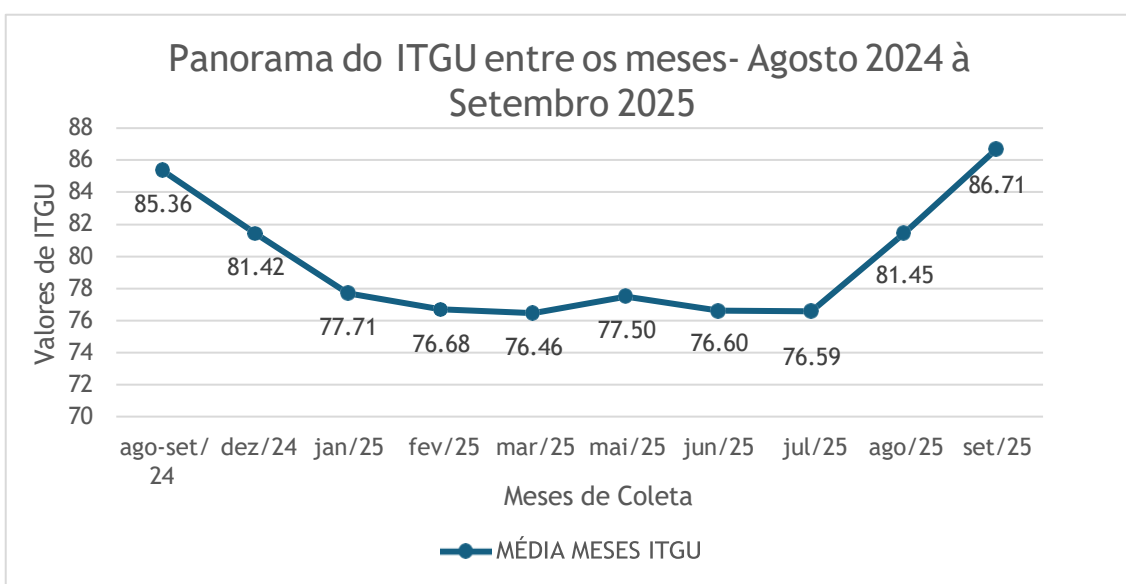


Gráfico 1: Valores médios mensais do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) para o sistema de produção de Parintins-Am, no período de Agosto 2024 a Setembro 2025.

Em setembro de 2024 e de 2025 registrou-se os maiores picos de ITGU, respectivamente: 85,36 e 86,71, valores superiores a 74, considerado o ponto inicial de desconforto térmico para bovinos leiteiros, segundo Baêta (1985). Coincidindo esse pico com o período do verão amazônico e com recentes de eventos de seca extrema na região, sendo estes intensificados pelos resquícios dos efeitos do El Niño que ocorreu em 2024 e entre fevereiro e abril de 2025,

ocorreu La Niña, que é o inverso do fenômeno anterior, causando chuvas mais concentradas na região norte, centro-oeste e nordeste e menor concentração nas regiões sul e sudeste (INMET, 2025). Os menores valores de ITGU, porém, ainda na zona de perigo para os animais, foram nos meses de março 76,46 e julho 76,60. Esses achados indicam que, durante todo o período monitorado, as vacas estavam em condições ambientais de desconforto térmico.

Em condições em que o ITGU apresenta faixas de perigo e emergência, é comum observar aumento expressivo da frequência respiratória e ativação de mecanismos evaporativos, como: a respiração ofegante, maior tempo em pé e a busca constante por sombra e água, o que tende a reduzir o consumo de matéria seca e direcionar a energia presente no animal para regulação térmica, o que resulta, em perda de produtividade, pois a energia que poderia estar sendo direcionada para a produção, está sendo desviada para a regulação térmica.

Santos (2025) observou que, à medida que o ITGU aumentou ao longo dos dias de coleta, os animais apresentaram alteração no padrão comportamental, caracterizada pela redução das atividades de pastejo e ruminação e pelo aumento do tempo em ócio. Tal resposta está associada ao desconforto térmico, que induz o organismo a adotar estratégias de economia energética. Dessa forma, os animais tendem a minimizar o gasto metabólico, evitando atividades que elevem a produção de calor corporal e permanecendo em repouso até o período de entardecer, quando as condições ambientais tornam-se mais agradáveis para o pastejo.

“Com o aumento das temperaturas, as vacas aumentam a ingestão de água de 10 a 20% no consumo em clima quente” Togoe (2024, p.4), mostrando que é necessário ter bebedouros ao longo dos piquetes, para que os animais possam beber água, visto que a ingestão de água é maior em condições de desconforto e a mesma pode vir a auxiliar na mitigação desses desconforto térmico.

Além disso, há também a redução da disponibilidade de forragem no período de verão amazônico, implicando em uma menor oferta de forragem de qualidade e em quantidade, o que, combinado com elevados índices de ITGU, tende a agravar a queda na ingestão de matéria seca e potencializar as perdas produtivas em animais que estão em lactação.

Estudos demonstraram a relação entre elevados índices térmicos e a queda de desempenho, especialmente em animais de maior potencial produtivo e em indivíduos com maior proporção de genética taurina em seu genótipo. De fato, vacas da raça Holandesa podem atingir alto potencial de produção de leite em regiões temperadas, mas não conseguem expressar todo o seu potencial genético em condições tropicais (Guimarães et al., 2002; Mellado et al., 2011; Franzoni et al., 2018). Quando submetidos a condições ambientais que excedem as zonas de conforto térmico, os animais manifestam respostas fisiológicas características ao estresse calórico. Entre essas respostas, destacam-se a diminuição da ingestão de matéria seca e, conseqüentemente, da produção leiteira, bem como o incremento da temperatura corporal e da frequência respiratória, decorrentes da necessidade de intensificar os mecanismos de termorregulação (West, 2003).

Na Tabela 4, apresentados os dados disso tudo, e os destaques vão para: Temperatura do Ambiente (TA), Umidade Relativa (UR), Temperatura de Globo Negro (TGN), e Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU).

Tabela 4: Dados de Parâmetros Climáticos do sistema de produção em estudo.

Meses	T°.Mín	T°.Máx	T°.A (°C)	U.R (%)	T°.G.N (°C)	T°.B.U (°C)	T°.Po (°C)	ITGU (°C)
dez/24	0	0	30,22	78,56	30,59	27,21	25,96	81,424
jan/25	0	0	27,00	90,90	27,10	25,70	25,30	77,71
fev/25	0	0	26,70	86,30	26,50	24,80	24,10	76,68
mar/25	26,03	26,23	26,10	91,60	26,10	24,93	24,60	76,46
mai/25	27,10	27,55	27,15	91,50	26,80	26,00	25,55	77,50
jun/25	26,00	26,17	26,13	94,27	26,07	25,33	25,10	76,60
jul/25	26,05	26,25	26,05	90,10	26,05	25,40	25,10	76,59
ago/25	29,35	30,43	29,93	73,40	37,46	25,96	24,47	81,45
set/25	27,25	29,65	31,01	72,83	31,19	26,73	25,08	86,71

*T°.Mín: Temperatura Mínima (C°); T°.Máx: Temperatura Máxima (C°); T°.A: Temperatura Ambiente (C°); U.R: Umidade Relativa (%); T°.G.N: Temperatura de Globo Negro (C°); T°.B.U: Temperatura de Bulbo Úmido (C°); T°.Po: Temperatura de Ponto de Orvalho (C°); ITGU: Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade.

*Os valores correspondem as médias e desvio padrão da produção de leite mensal.

* (0) Sem dados de Temperatura Mínima e Máxima.

As medições ambientais evidenciaram que, os valores de umidade relativa do ar (UR) oscilaram entre 72,83% e 94,27%, demonstrando que o ambiente permaneceu altamente úmido durante o período avaliado,

principalmente no mês de junho (94,27%), condição que reduz a eficiência da perda de calor por evaporação quando associados a altas temperaturas e compromete a dissipação térmica dos animais.

As temperaturas registradas pelo globo negro (TGN) variaram de 26,05°C a 37,46°C, refletindo a intensidade da carga térmica radiante incidente no ambiente; os valores mais elevados desse parâmetro indicam maior influência da radiação solar sobre os animais. Para Mota (2001), os valores de Tgn, consideram-se as temperaturas entre 7 a 26°C como a zona de conforto para vacas em lactação, entre 27 a 34°C uma situação regular, e acima de 35°C considera-se uma temperatura crítica.

A temperatura do bulbo seco ou temperatura ambiente (TA) apresentou amplitude entre 26,05°C e 31,01°C, evidenciando que o ambiente se manteve constantemente quente. Considerando esses elementos, o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), segundo os valores da literatura, enquadrou-se em faixas indicativas de perigo a emergência, especialmente quando associados à alta umidade relativa e à carga térmica radiante. Em conjunto, esses fatores intensificam a sensação térmica percebida pelos animais e elevam o risco de estresse térmico no sistema produtivo.

5.2 AMBIÊNCIA E PRODUÇÃO DE LEITE

Vacas em lactação sofrem ainda mais, se comparadas a vacas secas que não estão em período de lactação, porque produzem mais calor metabólico. A síntese de leite exige um metabolismo elevado, o que eleva a produção endógena de calor, especialmente em momentos de alta produção ou durante a ordenha (West, 2003). Sob esse estresse térmico, os animais geralmente reduzem voluntariamente o consumo de matéria seca como forma de diminuir a geração interna de calor, já que a fermentação ruminal é uma fonte importante de calor metabólico (Rhoads et al., 2009).

Além disso, parte da redução na produção de leite em condições de calor não se deve apenas à menor ingestão, o calor também altera como os nutrientes são utilizados, redirecionando energia e mudando o metabolismo pós-absortivo, o que afeta o desempenho produtivo (Baumgard; Rhoads, 2013).

Essa adaptação, embora fisiologicamente necessária para a sobrevivência, tem custo a eficiência produtiva, porque há menos ingestão de nutrientes e mais energia comprometida com mecanismos de termorregulação (Wheelock; Rhoads; Vanbaale, 2010).

A produção leiteira também acompanhou as variações ambientais (GRÁFICO 2).

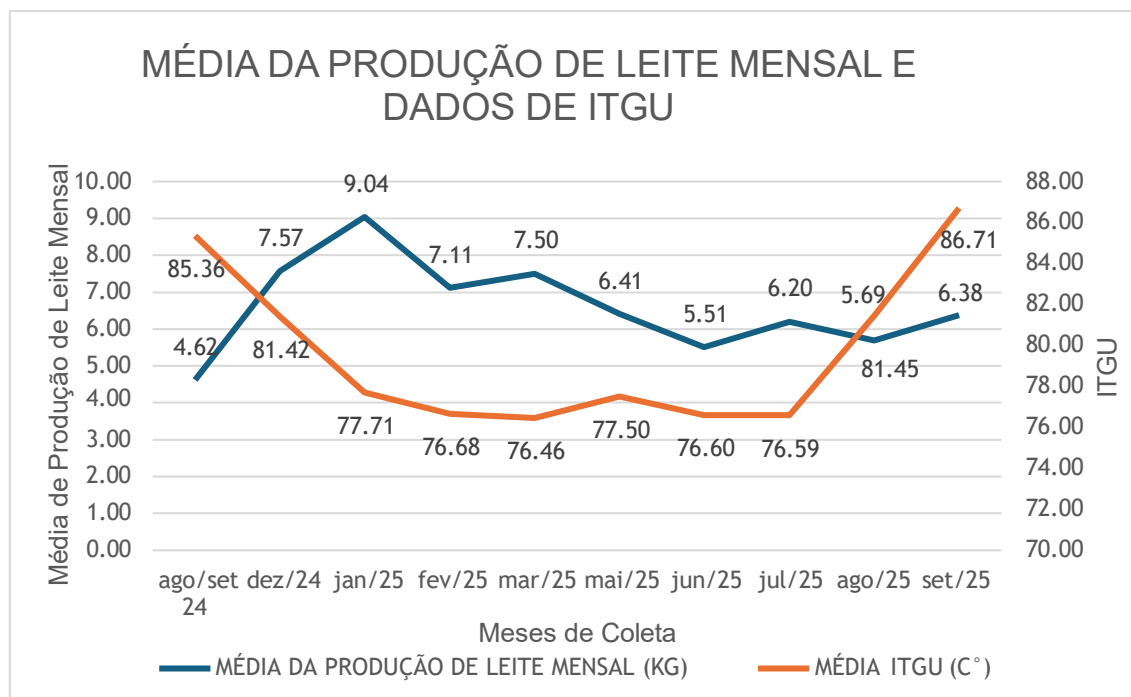


Gráfico 2: Média da produção de leite mensal e dados de ITGU para o rebanho em estudo, nos períodos de Agosto 2024 a Setembro de 2025.

Nos meses de Agosto/Setembro de 2024, quando o ITGU atingiu o segundo maior pico (85,36), a produção média foi mais baixa 4,62 kg/vaca/dia com desvio padrão de 2,28 kg/vaca/dia, e em Setembro de 2025 o ITGU apresentou o maior pico analisado durante todo o estudo (86,71) e produção média de leite foi de 6,38 kg/vaca/dia e com desvio padrão de 1,99 kg/vaca/dia, se comparada as médias de produção dos outros meses também estudados.

Eventos climáticos extremos como o El Niño podem estar relacionado a menor produção de leite, visto que em 2024 esse evento ainda estava presente no Brasil, causando principalmente na região norte, seca extrema e menor precipitação, o que compromete a produção de forragem natural, devido a menor umidade no solo e forte incidência solar. Segundo Baumgard (2011) em vacas

leiteiras, o estresse térmico reduz a produção de leite entre 25% e 40% devido à diminuição da ingestão de alimentos.

A maior média da produção de leite observada durante o estudo, se deu em janeiro de 2025, onde a média foi de 9,04 kg/vaca/dia e desvio padrão de 1,67 kg/vaca/dia, e isso pode estar relacionado a diminuição do ITGU (77,71) e a maior disponibilidade de pastagens durante o período chuvoso, melhorando a oferta de forragem e maior teor nutritivo. Observa-se uma relação entre estresse térmico e a produção de leite, onde os valores elevados de ITGU promovem a redução da produção de leite, resultado de menor consumo de matéria seca, diminuição da taxa de passagem ruminal e queda da eficiência metabólica (West, 2003; Rhoads et al., 2009; Hahn et al., 2009), podendo ser observado no (TABELA 5).

Tabela 5: Média e Desvio Padrão da Produção de Leite Mensal.

MESES	MÉDIA DA PRODUÇÃO DE LEITE MENSAL (KG)	DESVIO PADRÃO	MÉDIA ITGU
ago/set 24	4,62	2,28	85,36
dez/24	7,57	2,17	81,42
jan/25	9,04	1,67	77,71
fev/25	7,11	2,19	76,68
mar/25	7,50	1,38	76,46
mai/25	6,41	1,49	77,50
jun/25	5,51	1,3	76,60
jul/25	6,20	1,7	76,59
ago/25	5,69	1,34	81,45
set/25	6,38	1,99	86,71

*ITGU= ÍNDICE DE TEMPERATURA DE GLOBO NEGRO E UMIDADE

*Os valores correspondem as médias e desvio padrão da produção de leite mensal.

Esse cenário é semelhante ao observado por Rohleder (2022) em outros municípios do sul do Amazonas, reforçando que o estresse térmico é um problema recorrente e estrutural da pecuária leiteira amazônica. As forragens durante o verão amazônico também são impactadas com essa alta radiação solar e a diminuição da precipitação, causando um lento desenvolvimento dessa forragem e conseqüentemente, os animais não têm tanta disponibilidade de

alimento, o que compromete ainda mais o escore de condição corporal, a reprodução e a produção, pois quando o animal não possui alimento suficiente para se manter, uma das primeiras coisas que ele cessa é reprodução e conseqüentemente, a produção, impactando negativamente o sistema.

Yousef (1985), relata que a principal razão para o decréscimo na produção de leite em climas quentes é a redução no consumo de alimentos, sendo uma tentativa do animal de manter a homeotermia, que nada mais é, que a capacidade do animal em manter sua temperatura corporal interna estável, independente das variações ambientais.

A presença de genética zebuína no presente estudo apresentou maior tolerância as condições ambientais. Animais Holandês × Gir apresentam características fisiológicas que favorecem a dissipação térmica, como maior densidade de glândulas sudoríparas, menor taxa metabólica basal e maior tolerância ao calor, maior pigmentação cutânea comparada aos animais taurinos (De Almeida et al., 2013; Silva et al., 2022). A genética zebuína e a adaptação dos animais certamente foram uma das responsáveis por atenuar os efeitos do estresse térmico e ter contribuído para que os níveis de produção não fossem ainda mais reduzidos durante os meses mais críticos.

Entretanto, mesmo com essa vantagem adaptativa, os resultados demonstram que o índice de conforto térmico foi ultrapassado ao longo do ano. O clima amazônico cria condições que excedem os limites de tolerância térmica típicos dos bovinos, inclusive daqueles com maior percentual de genética zebuína. Isso reforça a necessidade de adoção de estratégias de mitigação do estresse térmico, pois com as condições climáticas cada vez mais extremas, não se sabe até quando os animais conseguirão se manter resilientes dentro das atuais condições produtivas, e entre as alternativas encontram-se os sistemas integrados, como Integração Lavoura-Pecuária- Floresta ou sistemas silvipastoris, que aumentam a oferta de sombra, melhoram o microclima do pasto e contribuem para maior conforto térmico dos animais. O uso de sombreamento natural, arborização planejada e outras práticas de manejo também se destacam como ferramentas para manter a viabilidade da atividade, sobretudo para pequenos produtores, que podem enfrentar maiores dificuldades caso o ambiente continue se tornando mais hostil ao longo dos anos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo demonstram que as condições ambientais do município de Parintins-AM expõem os bovinos leiteiros a níveis constantes de estresse térmico, evidenciados pelos valores elevados do Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) registrados ao longo de todo o período analisado. A combinação entre altas temperaturas, elevada umidade relativa e radiação solar intensa compromete a capacidade natural dos animais de dissipar calor, afetando diretamente a homeotermia e resultando em alterações fisiológicas que repercutem negativamente no consumo alimentar, na eficiência metabólica e na produção de leite. Mesmo em rebanhos compostos por animais mestiços Holando × Gir, nos quais a presença da genética zebuína favorece maior tolerância ao calor e melhor adaptação ao ambiente tropical.

Nesse contexto, torna-se evidente a necessidade de adotar estratégias que minimizem os impactos do estresse térmico sobre os animais. Melhorias no ambiente de criação, como a ampliação de áreas sombreadas, uso de árvores para sombra natural ou sombrites para sombra artificial, além da adequação das instalações para favorecer ventilação natural e reduzir a incidência direta de radiação solar, constituem medidas fundamentais para promover maior conforto. A oferta abundante de água fresca, limpa e disponível em diversos pontos do pasto é essencial, especialmente nos períodos de maior incidência de raios solares, garantindo hidratação adequada e estímulo ao consumo. Da mesma forma, ajustes nutricionais realizados conforme a sazonalidade climática, com oferta dos insumos em horários mais frescos do dia, contribuindo para amenizar a queda no consumo voluntário de matéria seca e reduzir os prejuízos produtivos.

Além dos manejos imediatos, os resultados deste estudo indicam a necessidade de se repensar a forma como o estresse térmico vem sendo avaliado na região. Os limites tradicionais de ITGU utilizados internacionalmente foram desenvolvidos para climas subtropicais e temperados e, por isso, podem não representar com precisão a realidade amazônica. Assim, sugere-se a viabilidade de desenvolver uma classificação regional de índice de conforto térmico específica para ambientes equatoriais, capaz de refletir de forma mais precisa o desconforto térmico enfrentado pelos bovinos e de subsidiar recomendações mais eficazes para manejo e instalações.

Assim, compreender a interação entre clima, fisiologia e manejo torna-se essencial para orientar produtores, técnicos e pesquisadores na busca por sistemas de produção mais eficientes, resilientes e adaptados às particularidades da Amazônia.

ANEXOS

Anexo A- Ficha de controle leiteiro.

CONTROLE LEITEIRO – FAZENDA _____	Ambiência (Globo Negro): 1ª _____ 2ª _____ 3ª _____	
Data: ____ / ____ / ____	Animal: _____	
Peso do Balde: _____	Início da Ordenha: _____ Fim da Ordenha: _____	
Temperatura da Caixa: _____	Temperatura do Leite (°C) → Laser: _____ Espeto: _____	
CMT (Mastite Subclínica) → () 1 () 2 () 3 () 4 () 5		
Graus da Mastite:		
TABELA DE INTERPRETAÇÃO DO TESTE DE CMT		
Resultado	Formação de Gel	Intervalo de CCS
1	Não existe	0 – 200.000
2	Muito pouco	200.000 – 400.000
3	Pouco	400.000 – 1.200.000
4	Forte	1.200.000 – 5.000.000
5	Muito Forte	Acima de 5.000.000
Observações: _____ _____ _____		
Procedimentos da Coleta () Coleta → () Etiquetagem → () Homogeneização do Leite. Temperatura do Leite (Laboratório): _____ Temperatura da caixa (Laboratório): _____		

Data: ____ / ____ / ____		
Animal: _____		
Peso do Balde: _____		
Início da Ordenha: _____ Fim da Ordenha: _____		
Temperatura da Caixa: _____		
Temperatura do Leite (°C) → Laser: _____ Espeto: _____		
CMT (Mastite Subclínica) → () 1 () 2 () 3 () 4 () 5		
Graus da Mastite:		
TABELA DE INTERPRETAÇÃO DO TESTE DE CMT		
Resultado	Formação de Gel	Intervalo de CCS
1	Não existe	0 – 200.000
2	Muito pouco	200.000 – 400.000
3	Pouco	400.000 – 1.200.000
4	Forte	1.200.000 – 5.000.000
5	Muito Forte	Acima de 5.000.000
Observações: _____ _____ _____		
Procedimentos da Coleta () Coleta → () Etiquetagem → () Homogeneização do Leite. Temperatura do Leite (Laboratório): _____ Temperatura da caixa (Laboratório): _____		

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE GIROLANDO. Raça Girolando: características e produtividade. Uberaba: ABCG, 2024.
- AZEVEDO, Danielle Maria Machado Ribeiro Azevêdo; ALVES, Arnaud Azevêdo. **Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009.
- BAÊTA, F.C. Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season. 218 f. Thesis (Ph.D.)- University of Missouri, Columbia, 1985.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2010.
- BAUMGARD, L. H. et al. Postabsorptive carbohydrate adaptations to heat stress and monensin supplementation in lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 11, p. 5620-5633, 2011.
- BAUMGARD, L. H.; RHOADS, R. P. Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. *Annual Review of Animal Biosciences*, v. 1, p. 311–337, 2013. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-031412-103644>.
- BERNABUCCI, Umberto et al. Aclimação metabólica e hormonal ao estresse térmico em ruminantes domésticos. **Animal**, v. 4, n. 7, p. 1167-1183, 2010.
- BROOM, D. M. A history of animal welfare science. *Acta Biotheoretica*, v. 59, p. 121-137, 2011.
- BUFFINGTON, D. E. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. 1981.
- CAMPOS, A. T. Determinação dos índices de conforto e da carga térmica de radiação em quatro tipos de galpões, em condições de verão para Viçosa-MG. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1986. 66 p. Dissertação (Mestrado) – Curso de PósGraduação em Produção Animal, Universidade Federal de Viçosa. 1986.
- CARTWRIGHT, S. L. et al. Effect of In-vivo heat challenge on physiological parameters and function of peripheral blood mononuclear cells in immune phenotyped dairy cattle. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v. 246, p. 110405, 2022.
- CARVALHO, Giovanna Araújo de et al. Relationship between thermal comfort indices and internal temperature of grazing lactating Holstein× Gyr cows in western Amazonia. **Acta Amazonica**, v. 48, p. 191-196, 2018.
- CHAMBERS, Jeffrey Q.; ARTAXO, Paulo. Deforestation size influences rainfall. **Nature Climate Change**, v. 7, n. 3, p. 175-176, 2017.

CURTIS, S. E. Environment management in animal agriculture. Illinois: Animal Environment Services, 1981. 430 p.

DAMASCENO, Júlio Cesar; BACCARI JR, Flávio; TARGA, Luiz Antônio. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas com acesso à sombra constante ou limitada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 3, p. 595-602, 1998.

DA SILVA PINTO, Antonio Jhonata et al. Avaliação dos índices de conforto térmico de vacas leiteiras em um sistema de confinamento do tipo compost barn na Amazônia ocidental. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, v. 23, n. 8, p. e11255-e11255, 2025.

DE ALMEIDA, Gledson LP et al. Comportamento, produção e qualidade do leite de vacas Holandês-Gir com climatização no curral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 892-899, 2013.

DE OLIVEIRA BATISTA, Jamille Débora et al. PERFIL BIOCLIMÁTICO PARA CRIAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS NA REGIÃO DE SANTARÉM, PARÁ. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 1, p. 216-226, 2018.

DE SOUZA, Jamires Silva et al. Conforto térmico de vacas leiteiras na Amazônia-revisão de literatura. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 24, n. 2cont, 2021.

DIAS-FILHO, Moacyr Bernardino. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. Embrapa Amazônia Oriental, 2007.

DU PREEZ, J. H.; GIESECKE, W. H.; HATTING, P. J. Heat stress in dairy cattle and other livestock under Southern African conditions. I. Temperature-humidity index mean values during the four main seasons. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, v. 57, n. 1, p. 77-87, Mar. 1990

Franzoni, APS, JR Glória, ALBSA Costa, RA Martins, TF Amaral, RA Azevedo, EF Campos, eSG Coelho. 2018. Perfis metabólicos e hormonais de vacas Holstein × Gir durante o período pré e pós-parto. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 53:371–377. doi: 10.1590/S0100-204X2018000300012 .

Guimarães, JD, NG Alves, EP Costa, SENHOR Silva, FMJ Costa, eB. Zamperlini. 2002. Eficiência reprodutiva e produtiva em vacas mestiças Holstein e Holstein × Zebu. *Rev. Bras. Zootec.* 31:641–647, 2002 doi: 10.1590/S1516-35982002000300014 .

HAFEZ, E. S. E. Adaptacion de los animales domésticos. Barcelona: Labor, 1973. 563 p.

HAHN, G. LeRoy et al. Índices térmicos e suas aplicações em ambientes pecuários. In: **Energética pecuária e gestão do ambiente térmico** . Sociedade Americana de Engenheiros Agrícolas e Biológicos, 2009. p. 113-130.

IBGE. Produção agropecuária: Leite - Amazonas. Rio de Janeiro: IBGE. 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/leite/am>. Acesso em: 10 de setembro. 2025.

INMET. Impactos do 'La Niña' no clima brasileiro: o que esperar em 2025? Brasília:INMET.2025.Disponível em:<https://portal.inmet.gov.br/noticias/impactos-do-la-ni%C3%B1a-no-clima-brasileiro-o-que-esperar-em-2025>.Acesso em 15 de outubro de 2025

KAMIŃSKI, S.; CIEŚLIŃSKA, A.; KOSTYRA, E. Polymorphism of bovine beta-casein and its potential effect on human health. *Journal of Applied Genetics*, v. 48, p. 189-198, 2007.

LOVEJOY, T. E.; NOBRE, C. Amazon tipping point: Last chance for action. *Science Advances*, v. 5, n. 12, p. 1-3, 2019.

MACHADO, F. S. Caracterização da pecuária leiteira na região Norte do Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 54, n. 2, p. 223-230, 2011.

Mellado, M.,F. Coronel,UM. Estrada, eFG Rios.2011.Desempenho da lactação de bovinos Holstein e Holstein × Gir em condições intensivas em ambiente subtropical..*Agroecossistema tropical e subtropical*.14:927–931, 2011.

MOTA, F.S. Climatologia zootécnica. Pelotas: UFPEL, 2001. 104p

NARDONE, Alessandro et al. Efeitos das mudanças climáticas na produção animal e na sustentabilidade dos sistemas pecuários. **Livestock science** , v. 130, n. 1-3, p. 57-69, 2010.

OLIVEIRA, E. C. et al. Efeitos do estresse térmico sobre a produção de bovinos de leite no município de Marilândia-ES. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p. 913-921, 2013.

OLIVEIRA, Rodolfo Olinto Rotoli Garcia. Frequências Alélicas e Genotípicas do gene CSN-2 (Beta Caseína) em gado leiteiro e perfil de conhecimento de consumidores de leite no Tocantins. 2022.

PADILLA, Carlos Arturo Mariscal; SUBIRANA, Ana Mikaela Gonzáles. **Evaluación del estado de bienestar animal em vacas en producción**. Revista Científica de Veterinaria y Zootecnia UNITEPC, v. 2, n. 2, p. 8-20, 2023

PALANDRI, C. et al. Extreme heatwaves may cause global decline in dairy production, scientists warn. *The Guardian*, jul. 2025.

PASSINI, Roberta et al. Teste de tolerância ao calor em bovinos girolandos cruzados no centro-oeste do Brasil. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 8, n. 3, p. 163-168, 2014.

RHOADS, M. L. et al. Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. **Journal of dairy science**, v. 92, n. 5, p. 1986-1997, 2009.

ROHLEDER, Luciano Augusto Souza et al. Avaliação de parâmetros ambientais em uma microrregião no sul do estado do Amazonas e suas relações com estresse térmico de bovinos leiteiros. **Ciência Animal Brasileira**, v. 23, p. e71625, 2022.

SALMAN, A. K. D. Pecuária leiteira na Amazônia. 2020.

SANTOS, Stefano Reis dos. Avaliação do comportamento, desempenho adaptativo e produtivo de vacas leiteiras mestiças (Holando x Gir) através da bioacústica na microrregião de Parintins, Amazonas, 2025.

SANTOS, Fernanda Karolyne Chaves dos. Zona de conforto térmico para bovinos leiteiros e os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia e desempenho produtivo. Orientadores: André Sanches de Avila; Andressa Faccenda. 2024. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, PA, 2024.

SILVA, R. G.; MORAIS, D. A. E. F.; GUILHERMO, M. M. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 36, p. 1192-1198, 2007.

SILVA, A. P. et al. Relationship between thermal comfort indices and internal temperature of grazing lactating Holstein × Gyr cows in western Amazonia. *Acta Amazonica*, v. 52, n. 1, p. 43–52, 2022.

ȚOGOE, Dorin; MINCĂ, Nicoleta Andreea. The impact of heat stress on the physiological, productive, and reproductive status of dairy cows. **Agriculture**, v. 14, n. 8, p. 1241, 2024.

WHEELLOCK, J. B.; RHOADS, R. P.; VANBAALE, M. J.; et al. Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, v. 93, n. 2, p. 644–655, 2010. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2295>

WEST, J. W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 86, n. 6, p. 2131-2144, 2003.

YOUSEF, Mohamed K. **Fisiologia do estresse em animais de produção**. Volume I. Princípios básicos . 1985.