



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



CCA
Centro de Ciências
Agrárias



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS-CCA
CURSO DE ZOOTECNIA

RICARDO MESQUITA CALDAS

**DIAGNÓSTICO BIOCLIMÁTICO PARA CRIAÇÃO DE CAPRINOS NO MUNICÍPIO
DE BARREIRINHAS-MA**

SÃO LUÍS-MA

2025

RICARDO MESQUITA CALDAS

**DIAGNÓSTICO BIOCLIMÁTICO PARA CRIAÇÃO DE CAPRINOS NO MUNICÍPIO
DE BAREIRINHAS-MA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Zootecnia Bacharelado do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para obtenção do título de Zootecnista.

Orientador: **Msc. Sérgio da Silva Fidelis**

Coorientador: **Prof. Dr. Raimundo Calixto Martins Rodrigues**


RICARDO MESQUITA CALDAS

DIAGNÓSTICO BIOCLIMÁTICO PARA CRIAÇÃO DE CAPRINOS NO MUNICÍPIO DE BAREIRINHAS-MA


Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Zootecnia Bacharelado do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para obtenção do título de Zootecnista.

Orientador: **Msc. Sérgio da Silva Fidelis**


Coorientador: **Prof. Dr. Raimundo Calixto Martins Rodrigues**

Documento assinado digitalmente
 **SERGIO DA SILVA FIDELIS**
Data: 30/12/2025 09:22:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Aprovado em: 17/12/2025

Documento assinado digitalmente
 **GISLAYNNE BARCELOS DO NASCIMENTO**
Data: 31/12/2025 07:59:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Msc. Sérgio da Silva Fidelis
Orientador

Documento assinado digitalmente
 **BRENDO JUNIOR PEREIRA FARIAS**
Data: 30/12/2025 18:54:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Zotec. Gislaynne Barcelos do Nascimento
1° Membro

Me. Brendo Júnior Pereira Farias
2° Membro

AGRADECIMENTOS

Agradeço, antes de tudo, a Deus, cuja força e presença constante me sustentaram durante toda essa caminhada.

Sou profundamente grato à minha mãe, Gilda Costa Mesquita, por seu apoio incansável e por ser uma fonte contínua de inspiração. Ao meu pai, Manoel Carvalho Caldas, agradeço por acreditar em mim e por me incentivar a nunca abrir mão dos meus sonhos.

Expresso também minha gratidão aos meus orientadores Me. Sergio da Silva Fidelis, Professor Raimundo Calixto e ao Me. Brendo Farias, pela oportunidade de realizar este trabalho, pelo suporte oferecido e pelos conhecimentos compartilhados. Todo o apoio de vocês foi essencial, e levarei essa experiência comigo para sempre.

Aos amigos(a) que encontrei ao longo do curso na UEMA, deixo meu sincero agradecimento. De modo especial, registro minha gratidão a Fernanda Campos, Nayra Paiva, Luiza Elói e Manuely Gomes, pelas vivências, pela parceria e pelas memórias que se tornaram parte da minha história. Tenho certeza de que cada uma de vocês seguirá um caminho brilhante na profissão.

Por fim, agradeço aos demais amigos, à coordenação, à secretaria do curso de Zootecnia e a todos os professores que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho. Minha gratidão é imensa.

RESUMO

Objetivou-se realizar um diagnóstico bioclimático da criação de caprinos no município de Barreirinhas–MA com base no Índice de Temperatura e Umidade (ITU), avaliando a influência da temperatura e umidade do ar sobre o conforto térmico dos animais. A pesquisa utilizou dados climatológicos do período de 1991 a 2021, obtidos na plataforma Climate Data, considerando as variáveis temperatura média, mínima, máxima e umidade relativa do ar. A partir desses dados, foi calculado o Índice de Temperatura e Umidade, indicador do nível de estresse térmico em caprinos. Os resultados mostraram que as temperaturas médias anuais 26–28 °C mantêm-se dentro da faixa de conforto térmico 20–30 °C para caprinos adultos, proporcionando condições favoráveis ao equilíbrio fisiológico da espécie entretanto, as temperaturas máximas superiores a 32 °C, combinadas à alta umidade relativa do ar 67–83%, caracterizam períodos críticos de desconforto térmico, especialmente entre agosto e novembro, quando o ITU atinge valores acima de 82, indicando risco de estresse térmico moderado a intenso. Nesse contexto, conclui-se que, embora o clima de Barreirinhas proporcione condições noturnas confortáveis, durante o dia ocorrem picos térmicos que exigem estratégias de manejo para evitar perdas produtivas. Assim, entre as medidas recomendadas estão: sombreamento natural ou artificial, ventilação eficiente nos abrigos, fornecimento constante de água fresca, ajustes nutricionais nos períodos críticos e utilização de raças adaptadas ao clima tropical úmido.

Palavras-chave: Caprinocultura, estresse térmico, barreirinhas, índice de temperatura e umidade.

ABSTRACT

The objective was to conduct a bioclimatic diagnosis of goat farming in the municipality of Barreirinhas–MA based on the Temperature-Humidity Index (THI), evaluating the influence of air temperature and humidity on the thermal comfort of the animals. The research used climatological data from the period 1991 to 2021, obtained from the Climate Data platform, considering the variables average, minimum, maximum temperature and relative air humidity. From these data, the Temperature-Humidity Index was calculated, an indicator of the level of thermal stress in goats. The results showed that the average annual temperatures 26–28 °C remain within the thermal comfort range 20–30 °C for adult goats, providing specific conditions for the physiological balance of the species; however, maximum temperatures of 32 °C, combined with high relative air humidity 67–83%, characterize critical periods of thermal discomfort, especially between August and November, when the THI reaches values above 82, posing a risk of moderate to intense stress. In this context, it is concluded that, although the climate of Barreirinhas provides comfortable nighttime conditions, daytime temperature peaks occur that disable management strategies aimed at preventing production losses. Therefore, among the recommended measures are: natural or artificial shading, efficient ventilation in shelters, a constant supply of fresh water, nutritional adjustments during critical periods, and the use of breeds adapted to the humid tropical climate.

Keywords: Goat farming, thermal stress, Barreirinhas, temperature and humidity index.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Valores de conforto de temperatura do ar, umidade relativa do ar e índice de temperatura e umidade (ITU) para caprinos (valores de referência para adultos). 7	
Tabela 2 Diagnóstico bioclimático para caprinos com as temperaturas médias, máximas e mínimas, umidade relativa e ITU anual da série histórica.....9	

Lista de Abreviaturas de siglas

BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

ITU - Índice de Temperatura e Umidade

TA – Temperatura do Ar

TAmáx – Temperatura ambiente máxima

TAméd – Temperatura ambiente média

TAmín – Temperatura ambiente mínima

UR – Umidade Relativa do Ar

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVO	2
2.1	OBJETIVO GERAL	2
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	2
3.1	Sistemas de Produção	2
3.2	Diagnóstico Bioclimatológico	3
3.3	Conforto Térmico dos Caprinos	4
3.4	Efeitos do Estresse Térmico.....	4
3.5	Climatologia da Região de Barreirinhas	5
4	METODOLOGIA	5
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	7
5.1	Temperatura mínima (TAmín).....	10
5.2	Temperatura média (TAméd).....	12
5.3	Temperatura máxima (TAmáx).....	13
5.4	Umidade Relativa (UR)	14
5.5	Índice de temperatura e umidade (ITU).....	16
5.6	RECOMENDAÇÕES DE MANEJO	16
6	CONCLUSÃO	17
7	REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma longa tradição na criação de caprinos, com importante papel econômico, social e nutricional para famílias rurais, especialmente aquelas de baixa renda Sorio (2017). A rusticidade e a elevada adaptabilidade dos caprinos ao semiárido brasileiro são fatores determinantes para a expansão da atividade na região (Batista & Souza, 2015). Além disso, segundo a Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM/IBGE), o país possuía em 2019 um rebanho estimado em 11,3 milhões de cabeças, concentradas predominantemente no Nordeste, com cerca de 10,7 milhões (IBGE, 2019). Esse cenário evidencia a relevância produtiva e socioeconômica da caprinocultura na região.

As condições ambientais às quais os caprinos são submetidos o clima, solo e vegetação influenciam diretamente seu desempenho produtivo, conduzindo ao desenvolvimento de características rústicas que permitem a sobrevivência em ambientes de baixa disponibilidade hídrica (Vieira *et al.*, 2016). No contexto da produção animal, o bem-estar também se destaca como componente essencial, visto que práticas de manejo adequadas contribuem para maior eficiência produtiva e sustentabilidade (Andrade; Dias; Monteiro, 2022). Nesse cenário, diagnósticos bioclimáticos tornam-se ferramentas fundamentais para avaliar o conforto térmico, orientar estratégias de manejo e apoiar a tomada de decisão para mitigar estresses ambientais.

Apesar da importância da avaliação bioclimática, ainda existem lacunas científicas relacionadas à caracterização do ambiente térmico em sistemas de criação de caprinos no Nordeste, sobretudo em municípios específicos, onde microclimas podem alterar significativamente as respostas fisiológicas e comportamentais dos animais.

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo realizar um diagnóstico bioclimático para a criação de caprinos no município de Barreirinhas no Maranhão identificando condições ambientais, possíveis riscos ao conforto térmico e implicações práticas para a gestão produtiva.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar as condições bioclimáticas do município de Barreirinhas-MA por meio do cálculo do índice de temperatura e umidade (ITU), avaliando a influência térmica sobre a criação de caprinos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Sistemas de Produção:

No Brasil, cerca de 90% dos rebanhos caprinos estão no semiárido, onde esses animais se adaptaram, passaram por seleção natural e desenvolveram características únicas com pouca influência humana, isso resultou em animais de alta rusticidade em frente às adversidades climáticas particularmente da região nordeste Magalhães *et al.*, (2018). O sistema extensivo ainda predomina, caracterizado pela criação dos animais soltos em áreas de pastagem nativa, geralmente sem instalações adequadas, representando mais de 70% dos rebanhos em determinadas regiões (Schein *et al.*, 2006). Apesar disso, é notório citar que a criação de caprinos em sistema semi-intensivo no semiárido brasileiro requer um manejo alimentar e nutricional cuidadosamente planejado, considerando as alterações climáticas e as limitações de recursos forrageiros da região. Assim, esse sistema de criação combina a alimentação natural em pastagens com a suplementação de ração balanceada, visando maximizar a produção e a saúde dos animais de acordo com a aptidão da raça trabalhada de modo a diminuir os prejuízos encontrados em localidades com escassez de forrageiras (Almeida, 2023).

Já o sistema intensivo, com confinamento total, é aplicado em menor escala, principalmente por produtores com maior aporte tecnológico, visto que requer investimentos em instalações e manejo criterioso (Leite *et al.*, 2020).

Em comparação com outras espécies, a criação de caprinos e ovinos permite explorar o leite, a carne, pele, vísceras e órgãos desses animais a partir de um baixo capital inicial (Costa *et al.*, 2010). No caso da caprinocultura de corte, estratégias

como a recria e terminação em pastagens cultivadas associadas à suplementação têm se mostrado eficazes para reduzir a idade de abate e melhorar o ganho de peso (Oliveira *et al.*, 2001). A definição do sistema produtivo deve estar alinhada às demandas do mercado local, buscando eficiência entre custo de produção e preço de comercialização (Barros, 2023).

O bem-estar animal é outro ponto crucial na caprinocultura, estudos mostram que caprinos criados em sistemas semi-intensivos apresentam menor estresse térmico e melhor resposta comportamental em comparação aos mantidos em sistemas extensivos, evidenciando a importância de condições adequadas de manejo para garantir conforto e produtividade (Leite *et al.*, 2020). Nos últimos anos, várias pesquisas relacionadas ao bem-estar animal passaram a abranger os estados emotivos dos mesmos (como o afetivo ou agressivo, por exemplo), tendo a percepção de que o entendimento detalhado das habilidades cognitivas e perceptivas dos animais não humanos é essencial para compreender suas expressões comportamentais normais e evitar expô-los ao sofrimento (Nawroth *et al.*, 2017).

O uso de raças adaptadas ao semiárido e poliéstricas, que apresentam vários ciclos ao longo do ano, amplia as possibilidades de produção, permitindo até três parições em dois anos, sobretudo quando associado a práticas adequadas de manejo alimentar e reprodutivo (Schein *et al.*, 2006; Leite *et al.*, 2020).

3.2 Diagnóstico Bioclimatológico:

Índices bioclimáticos são rotineiramente utilizados para quantificar o grau de risco térmico em caprinos. Esses índices combinam temperatura do ar e umidade relativa para classificar as condições ambientais em categorias (conforto, alerta, perigo), permitindo comparações entre estações do ano e subsidiando decisões de manejo (Marai *et al.*, 2007).

Segundo Maia *et al.* (2015), os caprinos apresentam diferentes respostas termorregulatórias quando expostos a ambientes com alta carga térmica, o que evidencia a importância do diagnóstico bioclimático em regiões tropicais.

De acordo com INAGRO (2015) analisando Barreirinhas coloca que o local possui clima sub-úmido e caracterizado por duas estações bem definidas.

O ITU foi desenvolvido para avaliar o impacto da temperatura ambiente combinada com a umidade relativa do ar ou ponto de orvalho (Thom, 1959). É amplamente utilizado como indicador de risco de estresse térmico na ambiência animal (Silva, 2000; Baêta; Souza, 2010).

3.3 Conforto Térmico dos Caprinos:

O conforto térmico animal refere-se ao estado em que o animal não precisa ativar mecanismos fisiológicos extremos para manter a homeotermia, isto é, quando a produção e perda de calor se encontram em equilíbrio dentro de faixas que não comprometem o comportamento, a ingestão e o desempenho produtivo (Baêta; Souza, 2010). A zona de conforto térmico dos caprinos é mais ampla que a dos bovinos, mas ainda limitada. Nessa faixa, indicadores fisiológicos como temperatura retal, frequência respiratória e comportamentos de busca por sombra ou água permanecem estáveis. Temperaturas entre 20 °C e 30 °C são consideradas confortáveis, enquanto valores acima de 35 °C representam risco de estresse térmico. A temperatura retal normal varia de 38,5 °C a 40,0 °C (Kawabata et al., 2013; Dias et al., 2020).

A avaliação do conforto térmico deve integrar variáveis ambientais e respostas animais: medições ambientais (temperatura do ar, radiação, velocidade do vento, UR) e parâmetros fisiológicos (temperatura retal, frequência respiratória, condutas comportamentais) são combinados para diagnosticar o nível de conforto e validar a eficácia das práticas de manejo adotadas (Kawabata *et al.*, 2013; Dias *et al.*, 2020).

3.4 Efeitos do Estresse Térmico:

O estresse térmico ocorre quando as condições do ambiente excedem a capacidade do animal de dissipar calor, desencadeando respostas fisiológicas e comportamentais compensatórias que, se persistentes, reduzem o desempenho produtivo e reprodutivo (Baêta; Souza, 2010). Em caprinos submetidos a calor agudo ou crônico observam-se aumentos na frequência respiratória e retal,

vasodilatação periférica, redução da ingestão de alimento e alterações no metabolismo energético (Hooper *et al.*, 2018; Dias *et al.*, 2020).

Na produção de leite, o estresse térmico reduz a produtividade, e estudos experimentais com cabras das raças Saanen e Alpine mostram quedas significativas na produção sob condições de calor e alta umidade, associadas à redução do consumo alimentar e a alterações fisiológicas. Pesquisas realizadas por Brasil *et al.* (2000), Fonseca *et al.* (2016) e Jaber *et al.* (2019) corroboram esses efeitos, enquanto revisões recentes reforçam os impactos do estresse térmico sobre a produção e sugerem estratégias mitigadoras (MDPI, 2022).

Em sistemas de corte, efeitos importantes incluem queda no ganho de peso, pior conversão alimentar e maior tempo até o abate desejado, impactando a rentabilidade (Kawabata *et al.*, 2013).

O estresse térmico também prejudica a reprodução tanto em machos quanto em fêmeas com relatos de redução da fertilidade, diminuição da qualidade seminal, aumento de perdas embrionárias e atraso no retorno ao cio (Hooper *et al.*, 2018; Dias *et al.*, 2020).

3.5 Climatologia da Região de Barreirinhas:

O clima no estado do Maranhão apresenta diferenças para com os demais estados do Nordeste e mesmo entre seus municípios, em decorrência de fatores como a continentalidade, maritimidade e altitude mais especificamente para as regiões costeiras tropicais, Santos (2008) coloca a precipitação e o padrão dos ventos como agentes climáticos de grande importância para a dinâmica dessas regiões, em especial para os ambientes sedimentares eólicos. De acordo com Oliveira (2016), o município de Barreirinhas apresenta variações climáticas sazonais bem definidas, com período chuvoso concentrado entre os meses de janeiro e junho, e temperaturas médias anuais que variam entre 25 °C e 32 °C ao longo do ano.

4 METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

O diagnóstico foi realizado com alvo no município de Barreirinhas – MA (Latitude: 2°45'18" S e Longitude: 42°49'06" W). O município de Barreirinhas se localiza na região Nordeste do Brasil, inserido na Mesorregião Norte Maranhense e na Microrregião dos Lençóis Maranhenses, com área territorial de 3.112,44 km². Limita-se ao norte com o Oceano Atlântico; ao sul com os municípios de Santo Amaro do Maranhão e Urbano Santos; a leste com os municípios de Paulino Neves e Tutóia; e a oeste com os municípios de Primeira Cruz e Humberto de Campos (Google Maps, 2023). O acesso a partir de São Luís, capital do estado, em um percurso de aproximadamente 260 km, é realizado pela BR-135 até Bacabeira, seguindo pela BR-402 até o município de Barreirinhas (Google Maps, 2023). O estado do Maranhão, por se encontrar em uma zona de transição dos climas semiárido, característico do interior do Nordeste, para o úmido equatorial, típico da Amazônia, apresenta significativa diversidade climática e pluviométrica. No litoral e região norte, onde se insere Barreirinhas, predomina o clima tropical quente e úmido (As), caracterizado por duas estações bem definidas: estação chuvosa que ocorre entre janeiro e junho com maiores índices pluviométricos e elevada umidade relativa do ar. Estação seca que se estende de julho a dezembro marcada por redução das chuvas, temperaturas elevadas e maior incidência solar.

Figura 1 Localização da área de estudo no município de Barreirinhas, Maranhão.



Fonte: Governo do Maranhão, 2025

4.2 Fonte dos dados meteorológicos:

Foi realizado um diagnóstico bioclimático para criação de caprinos adultos com base nas variáveis climáticas: temperatura do ar mínima (TAmín, °C), média (TAméd, °C), máxima (TAmáx, °C) e umidade relativa do ar média (UR, %), no período de 1991 a 2021.

Os dados foram obtidos na plataforma ClimateData.org (2025), referente à cidade de Barreirinhas – MA, uma vez que o município não possui estação meteorológica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

4.3 Índice de Temperatura e Umidade (ITU):

O índice de temperatura e umidade (ITU) foi calculado conforme a equação proposta por Thom (1959):

$$ITU = 0,8 \times TA + \frac{UR}{100} \times (TA - 14,4) + 46,4$$

Onde TA - Temperatura do ar e UR - umidade relativa do ar.

4.4 Procedimentos de análise

As variáveis climatológicas TA e UR, obtidas na estação climática e o ITU calculado serão comparados com as condições consideradas adequadas para o conforto térmico para caprinos (Tabela 1).

4.5 Delineamento do diagnóstico bioclimático:

Para comparar as exigências térmicas dos caprinos com os valores climáticos e o ITU será adotada a seguinte simbologia: I – inferiores aos exigidos; C – confortável e S – superior aos exigidos pelas, sendo a letra maiúscula adotada para referir-se à situação térmica dos animais em relação a TAmédia (°C), a letra minúscula adotada para referir-se à situação térmica em relação a TAmáx (°C), duas repetições da letra minúscula refere-se à situação térmica em relação a

TAmín (°C), a repetição de letras maiúsculas refere-se à situação térmica em relação a UR, enquanto que mesclando letras maiúscula e minúscula refere-se à situação térmica em relação ao ITU.

Tabela 1 Valores de conforto de temperatura do ar, umidade relativa do ar e índice de temperatura e umidade (ITU) para caprinos (valores de referência para adultos).

Temperatura (°C)	UR (%)	ITU ideal
20 – 30	60 – 70	64 - 81

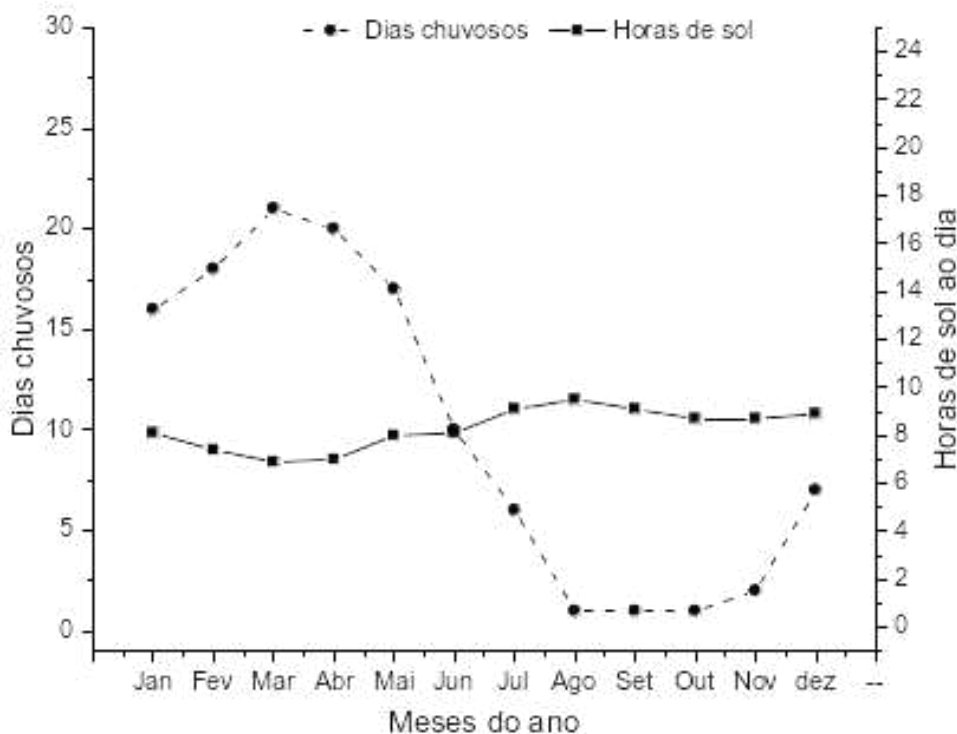
Fonte: Adaptado de Abreu e Abreu (2011); Silva (2007).

Essa padronização tem o objetivo de fornecer um parâmetro comparativo, reconhecendo-se as possíveis variações fisiológicas entre as diferentes faixas etárias (Abreu; Abreu, 2011; Silva, 2007).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidos os dados climatológicos do município de Barreirinhas-MA em um período de 30 anos. Os resultados mostram que a região apresenta temperaturas elevadas durante todo o ano, com médias variando entre 25,9 °C e 28,1 °C. As máximas chegam a 32,6 °C nos meses mais quentes, enquanto a umidade relativa do ar se mantém alta, variando entre 67 % e 88 %. O número de dias chuvosos é maior entre janeiro e maio, caracterizando a estação chuvosa, e diminui a partir de junho, quando começam os meses mais secos. Nessa época, aumentam também as horas de sol, chegando a cerca de 9,5 horas diárias em agosto e setembro.

Figura 1 Distribuição da temperatura do ar ao longo do ano e horas de sol



Fonte: Autor (2025)

A partir destes dados, foi calculado o ITU para cada situação térmica (TAmín, TAméd, TAmáx e UR%). Os resultados calculados do ITU mostram que os valores de ITU se mantêm mais elevados durante todo o ano, variando entre 73,16 e 84,96. Os maiores índices são registrados entre os meses de agosto e setembro. Já os menores valores ocorrem entre abril e julho.

5.1 Temperatura mínima (TAmín):

As temperaturas mínimas observadas na série histórica de 1991–2021 permaneceram classificadas como confortáveis (C) em todos os meses (Tabela 4), indicando que, durante o período noturno, os caprinos da região de Barreirinhas possuem condições adequadas para restabelecer o equilíbrio térmico perdido ao longo do dia. Essa recuperação noturna é um fator determinante para evitar a sobrecarga fisiológica associada ao estresse térmico contínuo (Silva, 2000; Maia *et al.*, 2005).

Tabela 2 Diagnóstico bioclimático para caprinos com as temperaturas médias, máximas e mínimas, umidade relativa e ITU anual da série histórica.

Mês	Temperaturas			Umidade relativa	ITU
	Médias	Mínimas	Máximas		
Janeiro	C	C	S	SS	Cc
Fevereiro	C	C	S	SS	Cc
Março	C	C	S	SS	Cc
Abril	C	C	S	SS	Cc
Maio	C	C	S	SS	Cc
Junho	C	C	S	SS	Cc
Julho	C	C	S	SS	Cc
Agosto	C	C	S	SS	Cc
Setembro	C	C	S	SS	Cc
Outubro	C	C	S	SS	Cc
Novembro	C	C	S	SS	Cc
Dezembro	C	C	S	SS	Cc

Fonte: Autor (2025)

Segundo Baêta e Souza (2010), temperaturas noturnas abaixo de 28 °C favorecem a dissipação do calor corporal acumulado durante o dia por meio de mecanismos como radiação e convecção, permitindo que os animais restabeleçam a homeotermia.

Resultados semelhantes foram relatados por Oliveira *et al.* (2022), ao avaliar o conforto térmico de caprinos em sistemas semi-intensivos no Maranhão, onde as temperaturas mínimas noturnas entre 23 °C e 25 °C contribuíram para a manutenção da temperatura retal e da frequência respiratória dentro dos limites fisiológicos normais. De forma semelhante, Abdoun *et al.* (2021) observaram em regiões áridas do norte da África que a queda de temperatura durante a noite reduzia significativamente o estresse oxidativo e melhorava os parâmetros hematológicos em caprinos submetidos a altas cargas térmicas durante o dia.

Do ponto de vista produtivo, a manutenção de temperaturas mínimas confortáveis está relacionada à estabilidade metabólica e ao melhor aproveitamento dos nutrientes ingeridos, uma vez que o gasto energético com termorregulação noturna é reduzido (Ribeiro *et al.*, 2023). Isso é particularmente relevante para animais em crescimento e fêmeas em lactação, que apresentam maior demanda energética e são mais suscetíveis a variações térmicas (Fonseca, 2016).

Assim, os resultados obtidos para Barreirinhas–MA indicam um ambiente noturno favorável ao conforto térmico dos caprinos, permitindo a recuperação fisiológica diária e reduzindo o risco de estresse térmico acumulativo. Essa característica climática é uma vantagem competitiva da região, especialmente quando comparada a áreas semiáridas do Nordeste, onde as mínimas frequentemente se mantêm acima de 27 °C, limitando o resfriamento noturno (Leite *et al.*, 2020).

5.2 Temperatura média (TAméd):

As temperaturas médias anuais da série histórica permaneceram dentro da faixa de conforto definida para caprinos adultos (20–30 °C) (Tabela 1), classificando-se como confortáveis (C) ao longo do ano. Os valores médios próximos a 26–28 °C observados em Barreirinhas refletem condições térmicas típicas de regiões tropicais úmidas e estão de acordo com os limites de neutralidade térmica descritos para caprinos adultos (Silva, 2007; Abreu & Abreu, 2011).

As condições bioclimáticas observadas em Barreirinhas–MA exercem influência direta sobre o conforto térmico e o desempenho produtivo de caprinos adultos. De acordo com o diagnóstico realizado, as temperaturas médias permanecem dentro da faixa de conforto térmico (25 °C a 30 °C) para a espécie, o que favorece a manutenção da homeotermia e o equilíbrio fisiológico dos animais.

Embora a temperatura média seja um bom indicador geral das condições ambientais, ela pode mascarar flutuações térmicas diárias relevantes para o conforto animal. Baêta e Souza (2010) destacam que médias anuais dentro da zona de conforto não excluem a ocorrência de períodos curtos de estresse térmico, especialmente em locais com alta radiação solar e umidade relativa elevada, como é o caso do litoral maranhense.

Comparativamente, Souza *et al.* (2019) observaram resultados semelhantes no semiárido piauiense, onde caprinos mantidos sob temperatura média anual de 27 °C apresentaram estabilidade térmica corporal, desde que houvesse disponibilidade de sombra e água fresca. No entanto, em ambientes com alta umidade, como relatado por Ribeiro *et al.* (2023), a eficiência dos mecanismos de dissipação de calor por evaporação (sudorese e ofegação) é reduzida, o que torna o valor médio de temperatura menos representativo do real impacto sobre o conforto animal.

Fisiologicamente, caprinos adultos apresentam boa tolerância a variações moderadas de temperatura, ajustando o metabolismo e o comportamento para manter a homeotermia (Maia *et al.*, 2015). Entretanto, quando a temperatura média se aproxima de 28 °C associada a umidade acima de 70%, há tendência de aumento na frequência respiratória e na temperatura retal, sinais precoces de sobrecarga térmica (Dias *et al.*, 2020; Rao *et al.*, 2025). Esses efeitos, mesmo subclínicos, resultam em redução da ingestão alimentar e da eficiência produtiva, como já demonstrado por Kukovics *et al.* (2020) e Abdoun *et al.* (2021) em condições semelhantes.

Por fim, a interpretação dos dados evidencia que, embora a TAméd esteja dentro da faixa ideal, o contexto climático da região caracterizado por elevada umidade e intensa radiação solar pode reduzir a zona de conforto térmico efetiva dos animais.

5.3 Temperatura máxima (TAmáx):

As temperaturas máximas observadas na série histórica apresentaram classificação superior ao ideal (S) em todos os meses do ano, evidenciando picos térmicos diurnos capazes de provocar estresse térmico moderado a intenso nos caprinos, especialmente entre setembro e novembro, período de maior insolação na região de Barreirinhas–MA.

As temperaturas máximas, que ultrapassam 32 °C em diversos meses do ano, associadas à elevada umidade relativa do ar, indicam períodos de desconforto térmico moderado, capazes de reduzir a eficiência produtiva. Durante os meses mais quentes, os caprinos adultos podem apresentar aumento da frequência respiratória e redução do consumo alimentar como mecanismos de adaptação ao

calor (Silva, 2000; Baêta; Souza, 2010). Essas respostas, embora fisiologicamente importantes, comprometem o desempenho zootécnico, refletindo-se em menor ganho de peso e eficiência alimentar (Souza; Silva; Santos, 2014). Estudos conduzidos por Rao *et al.* (2025) e Dias *et al.* (2020) confirmam que caprinos adultos submetidos a altas temperaturas e umidade elevada apresentam elevação da temperatura retal e alterações comportamentais, como aumento do tempo em repouso e busca por sombra.

Resultados semelhantes foram encontrados por Maia *et al.* (2015) e Ribeiro *et al.* (2023), que observaram aumento de até 30% na frequência respiratória e redução no consumo alimentar em caprinos expostos a temperaturas superiores a 33 °C, com conseqüente queda no ganho de peso. De acordo com Rao *et al.* (2025), temperaturas elevadas acima de 32 °C associadas à alta umidade (acima de 70%) elevam significativamente o índice de temperatura e umidade (ITU), indicando risco térmico crítico (ITU > 82). Essa condição é comum em ambientes tropicais úmidos e provoca efeitos cumulativos, mesmo em animais adaptados.

Do ponto de vista fisiológico, o aumento das TAmáx diárias implica sobrecarga nos mecanismos homeotérmicos, o que leva ao maior gasto energético com resfriamento corporal. Como consequência, observa-se redução da ingestão de matéria seca, da taxa de crescimento e da eficiência alimentar, além de possíveis alterações reprodutivas (Souza *et al.*, 2019; Abdoun *et al.*, 2021). Fonseca (2016) reforça que, em condições tropicais, cada grau acima da faixa de conforto (28–30 °C) pode representar queda de até 2% na eficiência produtiva dos caprinos.

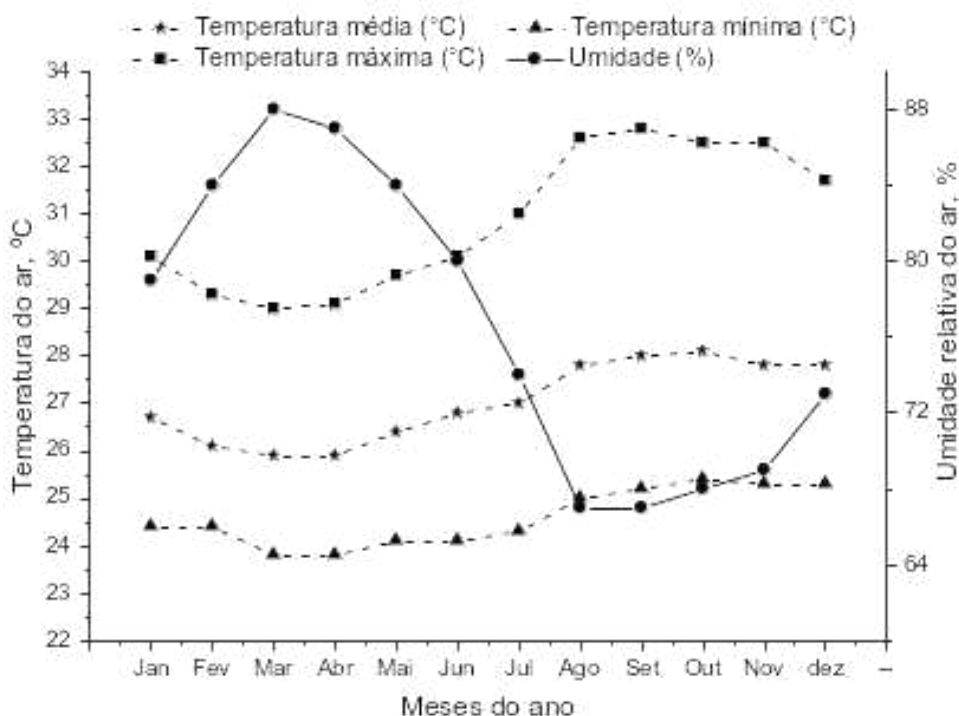
Além dos impactos fisiológicos, as altas temperaturas afetam o comportamento animal, levando os caprinos a reduzirem a atividade motora e aumentarem o tempo em repouso e busca por sombra (Marques *et al.*, 2019). Em Barreirinhas, onde a radiação solar é intensa e a ventilação natural é variável, essa resposta comportamental pode se acentuar, afetando a ingestão de alimento e a interação social dos animais.

Comparando-se com outras regiões, verifica-se que o padrão térmico de Barreirinhas se assemelha ao de áreas litorâneas do Nordeste, como Parnaíba–PI e Mossoró–RN, onde as temperaturas máximas médias também superam 32 °C durante o segundo semestre (Silva *et al.*, 2021; Oliveira *et al.*, 2022). Contudo, diferentemente das áreas semiáridas, a alta umidade relativa do ar de Barreirinhas

agrava o estresse térmico, pois dificulta a evaporação do suor e do ar expirado principais vias de dissipação de calor em caprinos.

5.4 Umidade Relativa (UR):

Figura 2 Distribuição da umidade relativa do ar ao longo do ano



Fonte: Autor (2025)

A umidade relativa do ar (UR) apresentou valores superiores ao ideal (SS) em todos os meses analisados, caracterizando um ambiente persistentemente úmido, típico das regiões litorâneas tropicais como Barreirinhas-MA. A elevada umidade relativa, quando associada a temperaturas máximas acima de 32 °C, reduz significativamente a eficiência dos mecanismos fisiológicos de perda de calor por evaporação, principal via de dissipação térmica em caprinos (Baêta & Souza, 2010).

Segundo Silva (2007), caprinos mantidos em ambientes com UR superior a 75% apresentam dificuldade em eliminar o excesso de calor corporal, já que a taxa de evaporação cutânea e respiratória diminui proporcionalmente à saturação do ar. Essa limitação fisiológica é agravada pela alta condutividade térmica do ambiente úmido, que reduz a capacidade de troca de calor por convecção. Dessa forma,

mesmo sob temperaturas médias aparentemente confortáveis, o calor efetivo sentido pelos animais é maior, aumentando o risco de estresse térmico.

De acordo com Souza et al. (2019) e Ribeiro et al. (2023), a combinação de alta umidade e calor intenso provoca aumento expressivo da frequência respiratória e da temperatura retal, além de alterações comportamentais como redução da atividade, menor tempo de pastejo e maior permanência em áreas sombreadas. Esses efeitos foram observados também por Kukovics et al. (2020), que relataram queda de até 18% no consumo de matéria seca e redução no ganho de peso em caprinos submetidos a ITU acima de 82, condição comum em regiões tropicais úmidas.

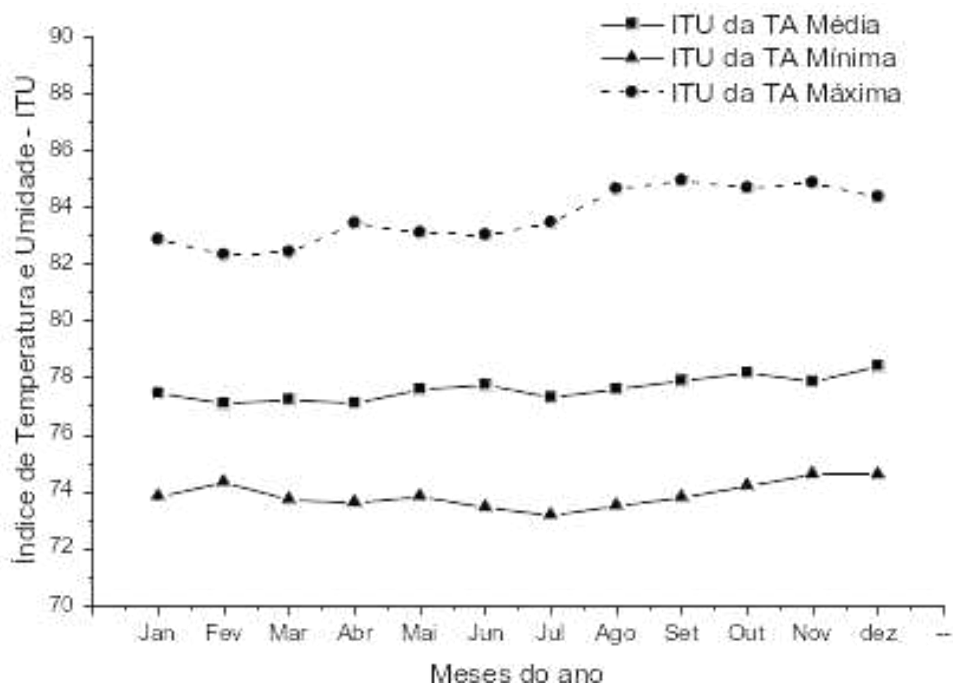
A análise da UR em Barreirinhas demonstra que, mesmo durante o período seco (julho a dezembro), os índices permanecem elevados, variando entre 67% e 74% (Tabela 2). Essa constância indica que os caprinos estão expostos a um ambiente com baixa amplitude higrotérmica, o que limita a recuperação fisiológica noturna e intensifica o desconforto térmico acumulativo. Em contraste, regiões semiáridas do Nordeste como Petrolina–PE ou Sobral–CE apresentam UR média inferior a 60%, o que favorece a evaporação e reduz o impacto térmico, apesar das temperaturas absolutas mais altas (Leite *et al.*, 2020; Fonseca, 2016).

A umidade relativa elevada observada em Barreirinhas–MA intensifica o desafio térmico, pois reduz a eficiência da dissipação de calor por evaporação, mecanismo essencial para o resfriamento corporal (Baêta; Souza, 2010). Essa condição climática demanda atenção especial ao manejo ambiental, principalmente no que diz respeito à ventilação natural e ao fornecimento constante de água fresca, fatores determinantes para a manutenção do equilíbrio térmico (Souza; Silva; Santos, 2014).

Apesar das adversidades térmicas, os caprinos adultos apresentam boa capacidade adaptativa, especialmente as raças locais ou mestiças, que possuem mecanismos fisiológicos e comportamentais mais eficientes em ambientes quentes e úmidos (Maia *et al.*, 2015).

5.5 Índice de temperatura e umidade (ITU):

Figura 3 valores médios mensais do ITU (1991-2021)



Fonte: Autor (2025)

No presente estudo, o ITU médio mensal calculado apresentou valores centrais entre 77 e 78, o que, segundo a faixa de referência adotada (ITU ideal de 64 a 81; Tabela 1), situa a média anual dentro da zona de conforto térmico para caprinos adultos.

Entretanto, a análise dos ITU calculados com base nas temperaturas máximas revelou valores entre 83 e 85 nos meses de maior insolação (agosto a novembro), ultrapassando o limite superior da faixa de conforto e caracterizando episódios regulares de estresse térmico moderado. Essa diferença entre o ITU médio e o ITU derivado das máximas diurnas indica que, embora o ambiente pareça confortável em termos médios, os animais enfrentam períodos diários críticos, especialmente nas horas centrais do dia. Situação semelhante foi observada por Rao *et al.* (2025) na Índia e por Ribeiro *et al.* (2023) no Brasil, que relataram aumento significativo da temperatura retal e da frequência respiratória em caprinos quando o ITU ultrapassou 82.

Segundo Baêta e Souza (2010), valores de ITU entre 82 e 85 correspondem à zona de alerta ou perigo térmico, em que os caprinos ativam intensamente os mecanismos de termorregulação, como a ofegação e o aumento do fluxo sanguíneo periférico. Esses ajustes fisiológicos são energeticamente custosos e comprometem a eficiência alimentar, reduzindo a ingestão de nutrientes e o ganho de peso. Estudos de Souza *et al.* (2019) e Abdoun *et al.* (2021) confirmam que, sob ITU elevados, há queda de 10% a 20% na eficiência produtiva e aumento da susceptibilidade a distúrbios metabólicos e oxidativos.

Comparativamente, os valores médios de ITU registrados em Barreirinhas são semelhantes aos observados em outras regiões tropicais úmidas, como Parnaíba-PI e Ilhéus-BA, onde Oliveira *et al.* (2022) registraram ITU médios entre 76 e 79, mas com picos de 84 nos meses mais secos. No entanto, diferem do padrão semiárido do interior nordestino, onde a menor umidade relativa atenua o ITU, apesar das temperaturas mais elevadas (Silva *et al.*, 2021). Essa diferença evidencia o papel da umidade como fator determinante do desconforto térmico na região de Barreirinhas-MA.

5.6 RECOMENDAÇÕES DE MANEJO

- Sombreamento eficiente;
- Ventilação adequada nos abrigos;
- Abastecimento hídrico constante;
- Ajuste nutricional em períodos críticos;
- Seleção e manejo genético adaptado ao clima;
- Planejamento das atividades produtivas conforme o calendário climático;
- Monitoramento fisiológico e comportamental dos animais.

O sombreamento contribui para diminuir a temperatura superficial corporal e o desconforto térmico (Silva, 2000; Baêta & Souza, 2010). Os capris devem ser projetados com aberturas laterais amplas e orientadas na direção dos ventos predominantes, permitindo a circulação natural do ar (Tinôco, 2014; Silva *et al.*,

2017). Essa medida auxilia na dissipação de calor e redução da umidade interna (Baêta & Souza, 2010; Gomes *et al.*, 2019).

A disponibilização de água limpa, fresca e em abundância é essencial, uma vez que o consumo hídrico aumenta significativamente durante períodos de calor, contribuindo para a regulação térmica e a manutenção das funções fisiológicas (Souza, Silva & Santos, 2014). Além disso, o ajuste nutricional deve considerar alimentos de maior densidade energética e menor teor de fibra durante os meses de maior ITU, reduzindo o calor metabólico e mantendo o desempenho produtivo (Kukovics *et al.*, 2020).

Outra estratégia é a seleção de raças e cruzamentos adaptados ao clima tropical úmido, uma vez que caprinos de origem local apresentam maior tolerância ao calor e menor variação fisiológica sob estresse térmico (Rao *et al.*, 2025).

Por fim, o monitoramento de indicadores fisiológicos e comportamentais, como frequência respiratória, ingestão de alimento e comportamento de busca por sombra, deve ser incorporado ao manejo diário, pois permite a detecção precoce de desconforto térmico e evita perdas produtivas (Marques *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2022).

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que as condições climáticas do município de Barreirinhas–MA exercem influência direta sobre o conforto térmico dos caprinos, variando entre situações de conforto e de estresse térmico moderado ao longo do ano. As temperaturas médias permaneceram dentro da faixa ideal para a espécie, entretanto, as temperaturas máximas superiores a 32 °C e a alta umidade relativa do ar observadas, principalmente entre agosto e novembro, indicam períodos de desconforto térmico.

A análise do índice de temperatura e umidade (ITU), revelou que as condições ambientais locais oscilam entre a zona de conforto e níveis críticos, exigindo manejo adequado para evitar perdas produtivas. Essas condições reforçam a necessidade de adoção de práticas de ambiência que favoreçam a dissipação de calor, como sombreamento, ventilação eficiente e oferta constante de água, de modo a manter o equilíbrio térmico e fisiológico dos animais.

Assim, o diagnóstico bioclimático mostrou-se uma ferramenta essencial para orientar o manejo e o planejamento produtivo da caprinocultura em Barreirinhas, contribuindo para o bem-estar animal, a eficiência produtiva e a sustentabilidade da atividade em regiões de clima quente e úmido do Nordeste brasileiro.

7 REFERÊNCIAS

- Abdoun, K. A., Samara, E. M., Okab, A. B., & Al-Haidary, A. A. (2021). Thermoregulatory responses and oxidative stress in goats under arid conditions. *Small Ruminant Research*, 204, 106511.
- Abreu, F. M. de, & Abreu, A. A. de. (2011). *Valores de conforto térmico para caprinos adultos*. Viçosa: UFV.
- Almeida, M. A. O. (2023).. Criando caprinos e ovinos no semiárido: manejos e doenças. Alves, A. R., Silva, A. C., & Souza, C. F. (2022). Caracterização dos sistemas de criação de caprinos e ovinos no Maranhão. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 29(2), 88–94.
- Baêta, F. da C., & Souza, C. F. (2010). *Ambiência em edificações rurais: conforto animal* (2ªed.). Viçosa: Editora UFV.
- Barros, M. C. de. (2023). *Análise econômica de sistemas produtivos ovinos com diferentes níveis tecnológicos* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria.
- Batista, N., & Souza, B. (2015). Caprinovinocultura no semiárido brasileiro: fatores limitantes e ações de mitigação. *Agricultura e Sustentabilidade na Amazônia*, 11(1), 1-15.
- Bougoumi, A. A., Assogba, L., Gandonou, E., Ahissou, A., & Ahissou, A. A. (2022). Reproductive performance of dairy goats reared under tropical and sub-humid conditions in Benin. *Tropical Animal Health and Production*, 54(2), 132–141.
- Brasil; Wechesler; Baccari; Gonçalves; Bonassi. (2000). Thermal stress effects on milk yield and chemical composition and thermoregulatory responses of lactating Alpine goats. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 5, p. 1416-1423.
- Climate Data. (2021). *Dados meteorológicos históricos de Barreirinhas – MA*.
- Costa; Lacerda; Freitas. (2010). criação de ovinos e caprinos em Campos Sales-CE. *Cadernos de Cultura e Ciência*, v. 2, n. 2, p. 55 a 63.
- Dias, J. C. O., Veloso, C. M., Santos, M. C. da R., Oliveira, C. T. S. A. M. de, & Silveira, C. O. (2020). Physiological parameters of male goats raised under tropical climate conditions (Brazil). *Research, Society and Development*, 9(9), e768997698.

Dias; Monteiro; Andrade. (2022). *Manual de Boas Práticas em Ovinos e Caprinos*.

Fonseca, W. J. L. (2016). Effect of heat stress on milk production of goats from Alpine and Saanen breeds in Brazil. *Archivos de Zootecnia*.

Google Maps. (2023). *Barreirinhas – Maranhão*. Hooper, H. B., Silva, P. dos S., Oliveira, S. A. de, Merighe, G. K. F., & Negrão, J. A. (2018). Acute heat stress induces changes in physiological and cellular responses in Saanen goats. *International Journal of Biometeorology*, 62(12), 2257–2265.

IBGE. (2018). *Censo Agropecuário 2017*. <http://www.ibge.gov.br> INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. (2020). *Normais climatológicas do Brasil (1991–2020)*. Brasília: INMET.

INAGRO-Instituto de Agronegócio do Maranhão. (2015). Disponível em: <<http://www.inagro.org.br/05.pdf>> Acesso em: 04 abril 2025.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. (2024). *Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa (BDMEP): estação meteorológica convencional – Barreirinhas/MA*.

Jaber, Lina S.; Duvaux-Ponter; Hamadeh, Shadi; Giger-Reverdin, Sylvie. (2019). Mild heat stress and short water restriction treatment in lactating Alpine and Saanen goats. *Small Ruminant Research*. Disponível em <https://scholarworks.aub.edu.lb/handle/10938/33952>. Acesso em: 1 nov. 2025.

Kawabata, C. Y., Jesus, L. A. de, Silva, A. P. V. da, Sousa, T. V. R. de, & Cruz, L. F. B. (2013). Physiological responses of caprines raised under different types of covering. *Engenharia Agrícola*.

Kukovics, S., Bíró-Németh, E., & Zsoldos, L. (2020). Milk production and energetic metabolism of heat-stressed dairy goats. *Animals (MDPI)*, 10(12), 1–12.

Leite, L. O. et al. (2020). Avaliação do bem-estar em fazendas de cabras de corte criadas em sistemas semi-intensivo e extensivo em regiões semiáridas do Ceará, Nordeste, Brasil. *Ciência Rural*, 50(10), 1–7.

Magalhães; Klinger et al. (2018). efetivo dos rebanhos caprinos e ovinos. Embrapa Caprinos e Ovinos-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E).

Maia, A. S. C. et al. (2015). Thermoregulatory responses of goats in hot environments. *International Journal of Biometeorology*, 59, 131–137.

Maia, A. S. C., Silva, R. G., & Loureiro, C. M. B. (2005). Sensible and latent heat loss from the body surface of goats in a tropical environment. *International Journal of Biometeorology*, 50, 17–22.

Marques, J. A., Lima, P. O., Souza, B. B., & Silva, R. M. N. (2019). Indicadores fisiológicos e comportamentais de estresse térmico em caprinos e ovinos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 41, e43134.

Nascimento, M. I. de S. S., Ferreira, F., Albuquerque, H. J. O., Nascimento, T. L. F., Albuquerque, H., Cabral, A. M. D., Silva, L. F. da, Santos, M. J. M. dos, Barreto, L. M. G., Lima, V. R. da S., & Santos, G. C. de L. (2022). Insights dos principais produtos oriundos da caprinovinocultura no Nordeste brasileiro. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 11(5), 1-20.

Navajas, J. R. et al. (2019). Temperature, thermal comfort, and animal ingestion behavior in a silvopastoral system. *Semina: Ciências Agrárias*, 40(2), 729–742.

Nawroth, C. (2017). Invited review: socio-cognitive capacities of goats and their impact on human–animal interactions. *Small ruminant research*, 150, 70-75.

Oliveira, M. E., Gonçalves de Alencar, A. L. et al. (2001). Recria e terminação de ovinos em pastagem *Cynodon spp. cv. Tifton-85*. Em *Anais da 38ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Piracicaba: SBZ.

Oliveira, R. L., Silva, F. F., Nascimento, A. C., & Bezerra, L. R. (2022). Thermal comfort and productive performance of goats in tropical humid climate conditions. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 51, e20220045.

Oliveira, R. S. A. (2016). Variação estacional e anual da precipitação e da temperatura do ar na cidade de Barreirinhas/MA (*Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia*). Universidade Federal do Maranhão.

Rao, S., Shah, S., Thomas, A., & Patel, M. (2025). Physiological and behavioral adaptation of Malabari goats to seasonal heat stress in tropical India. *Veterinary World*, 18(3), 451–460.

Ribeiro, L. S., Silva, R. A., Oliveira, F. J., & Santos, C. A. (2023). Physiological and behavioral responses of goats to nocturnal thermal variation in tropical environments. *Animals (MDPI)*, 13(4), 715.

Rigeo – Serviço Geológico do Brasil. (2021). *Relatório técnico de Barreirinhas – MA: condições climáticas e ambientais*.

Santos, G. C. de L., Cabral, A. M. D., & Alves, J. R. de S. (2021). Índices bioclimáticos, modelagem matemática e conforto térmico de caprinos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 25(6), 421–427.

Santos, J. H. S. Lençóis Maranhenses atuais e pretéritos: um tratamento espacial. (2008). *Tese (Doutorado em Geografia)* – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro

Schein, S. et al. (2006). Caracterização zootécnica e sanitária da caprinocultura e ovinocultura na microrregião homogênea de Teresina, Piauí, Brasil. *Arquivo do Instituto Biológico*, 73(2), 171–176.

Silva, F. L. R. et al. (2015). Caprinocultura no Nordeste brasileiro: avanços e perspectivas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 44(3), 95–108.

Silva, F. L. R., Souza, C. F., & Baêta, F. da C. (2021). Diagnóstico bioclimático para produção de cabras leiteiras na microrregião do Brejo Paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 25(6), 421–427.

Silva, I. J. O. (2000). Ambiência na produção de leite em clima quente. Em *Anais do I Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite*. Piracicaba: FEALQ.

Silva, R. G. (2000). Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel.

Silva, R. G. (2007). Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos. *Jaboticabal: Funep*.

Sorio, A. (2017). Diagnóstico da oferta e demanda de ovinos e caprinos para processamento de carne, pele e leite na região central do Tocantins.

Souza, B. B., Silva, R. M. N., & Santos, J. R. S. (2014). Respostas fisiológicas de caprinos em ambiente tropical. *Revista Agropecuária Técnica*, 35(1), 59–67.

Souza, B. B., Silva, R. M. N., & Santos, J. R. S. (2019). Fatores ambientais e respostas fisiológicas de caprinos no semiárido brasileiro. *Revista Científica de Produção Animal*, 21(1), 33–42.

Vieira; Furtado; Cândido; Barbosa; Cavalcante; Magalhães; Lucena. (2016). Aspectos fisiológicos e bioclimáticos de caprinos nas regiões semiáridas. *PubVet*, (10), 356–447.