

A influência do estresse térmico na reprodução de vacas holandesas no Brasil: revisão de literatura

Beatriz França da Silva Campos¹, Mariane Leão Freitas²

Resumo

A atividade leiteira é de grande importância socioeconômica no território brasileiro, produzindo bilhões de litros de leite anualmente. Por este fator, torna-se necessário a maximização do rebanho nacional, integrado principalmente pela genética de animais de alta produção, oriundos de clima temperado, como no caso das vacas Holandesas, que compõem grande parte do rebanho bovino para a produção de leite no país. Esse fator torna-se importante em situações de altas temperaturas pois a adaptabilidade desses animais é considerada baixa quando comparada com o gado zebuino. Dessa forma, podem culminar em alterações fisiológicas, endócrinas e comportamentais na tentativa de manter o equilíbrio homeostático do organismo animal, muitas das vezes resultando no decréscimo na produção e na função reprodutiva, especialmente pelo aumento da atividade do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HHA) e suas interações com os hormônios do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal (HHG) provocando uma queda acentuada na fertilidade dos animais acometidos. Esta revisão de literatura busca caracterizar os impactos gerados pelo estresse térmico na reprodução de vacas da raça Holandesa (*Bos taurus taurus*) criadas no Brasil.

Palavras-chave: pecuária de leite; hormônios reprodutivos; zona termoneutra; bem-estar animal.

Abstract

Dairy farming is of great socioeconomic importance in Brazil, producing billions of liters of milk annually. Therefore, it is necessary to maximize the national herd, mainly composed of high-producing animals from temperate climates, such as Holstein cows, which make up a large part of the dairy cattle herd. This factor becomes important in situations of high temperatures because the adaptability of these animals is considered low when compared to Zebu cattle. In this way, they can culminate in physiological, endocrine, and behavioral changes in an attempt to maintain the homeostatic balance of the animal organism, often resulting in a decrease in reproductive production and function, especially due to increased activity of the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis and its interactions with hormones of the hypothalamic-pituitary-gonadal (HPG) axis, causing a sharp drop in the fertility of affected animals. This literature review aims to characterize the impacts of heat stress on the reproduction of Holstein cows (*Bos taurus taurus*) raised in Brazil.

Keywords: dairy farming; reproductive hormones; thermoneutral zone; animal welfare.

¹ Graduanda do Curso Medicina veterinária do Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos – UNICEPLAC. E-mail: beatriz.campos@uniceplac.edu.br.

² Docente do Curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos – Uniceplac. E-mail: mariane.freitas@uniceplac.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A bovinocultura de leite é um pilar socioeconômico vital no Brasil, produzido por 98% dos municípios, sendo o 3º maior produtor com valores superiores a 35,7 bilhões de litros por ano e ainda acarretando empregos e renda para diversos brasileiros em território nacional (IBGE, 2024; Brasil, 2021). Para obter-se bons resultados, é necessária uma seleção específica de animais com eficiência na aptidão e raça.

Segundo Embrapa (2024) dentre as raças de maior produção, destaca-se a raça Holandesa de origem europeia (*Bos taurus taurus*), com mais de dois milhões de animais registrados no Brasil conhecida por sua alta performance leiteira, particularmente em sistemas mais intensivos, sendo também muito utilizada para cruzamentos com intuito de melhoramento genético onde se condensa suas características de alta produtividade com características de rusticidade e boa adaptação climática, como é feito com o gado Girolando. Estudos realizados pela Embrapa indicam que grande parte da produção leiteira do país está associada direta ou indiretamente à genética Holandesa, seja por meio de animais puros ou mestiços, evidenciando sua relevância econômica no setor.

O Brasil está localizado predominantemente em zonas de clima quente, com aproximadamente dois terços de seu

território inseridos na faixa tropical. Nessas regiões, a temperatura média do ar costuma ultrapassar os 20 °C, enquanto as máximas frequentemente superam os 30 °C ao longo do ano, podendo atingir valores entre 35 °C e 38 °C (Baccari Junior, 2001). Nessas condições, típicas de ambientes quentes e úmidos comuns em áreas tropicais e subtropicais, como ocorre no país, as vacas destinadas à bovinocultura leiteira podem apresentar desconforto térmico, especialmente aquelas em lactação e com elevado potencial produtivo (Rocha et al., 2016).

O clima tropical do Brasil é um dos gargalos na produção do gado holandês, pois na maior parte das regiões tem-se o desconforto térmico responsável por causar alterações em processos biológicos fundamentais: a manutenção, a reprodução e a produção do leite (Daltro et al., 2020). Em regiões de clima tropical encontra-se uma dificuldade elevada na adaptação de raças europeias, predominantes de clima temperado, que são mais sensíveis aos desequilíbrios fisiológicos e comportamentais causados pela vulnerabilidade térmica, por tais fatores os animais sofrem com modificações fisiológicas, como o aumento da frequência respiratória, taxa de sudorese elevada juntamente com a taxa de ingestão de água, assim como a temperatura retal também aumenta. Para tentar dissipar o excesso de calor, o organismo age realizando

uma vasodilatação dos vasos sanguíneos, que gera o aumento do fluxo sanguíneo para a superfície da pele, para que haja resfriamento em decorrência da troca de calor com o ambiente (Ferreira et al., 2006).

A temperatura ambiental é um dos fatores mais críticos para a reprodução, pois o estresse térmico compromete diretamente a eficiência reprodutiva dos animais (Lee et al., 1974). Pesquisas pioneiras conduzidas por Selye (1936) demonstraram que situações de estresse promovem aumento da atividade do eixo hipotalâmico-hipofisário-adrenal (HHA), acompanhado pela redução da função reprodutiva, indicando uma provável interação com os hormônios do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal (HHG).

Os hormônios do estresse podem atuar em diferentes níveis do hipotalâmico-hipofisário-gonadal, especialmente no hipotálamo, por meio do hormônio liberador de corticotrofina (CRH), que exerce efeito inibitório sobre a secreção do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH). Como consequência, ocorre diminuição da liberação dos hormônios luteinizante (LH) e folículo estimulante (FSH) pela hipófise anterior, comprometendo a ação das gonadotrofinas nas gônadas e prejudicando o desempenho reprodutivo. A redução das gonadotrofinas interfere também na produção de estrógenos, podendo resultar em alterações como estro silencioso, falhas no

desenvolvimento e na qualidade dos oócitos, prejuízos na fertilização e na implantação embrionária, devido à inadequada preparação uterina e à formação de corpo lúteo de baixa qualidade. Em casos mais severos, tais alterações podem levar ao anestro (Rocha et al., 2012).

Esta revisão teve como objetivo analisar a influência do estresse térmico sobre as vacas holandesas criadas no Brasil, evidenciando a relevância da raça para a bovinocultura de leite nacional e em como o clima influencia diretamente na reprodução, visando compreender as alterações acarretadas na fêmea sob a vulnerabilidade térmica causada pelo clima predominantemente tropical do Brasil.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 História e características da raça Holandesa

Os bovinos são comumente divididos em dois grandes grupos de acordo com a sua origem; taurinas e zebuínas (Viana, 2021). Os animais originados da Europa (*Bos taurus taurus*) são classificados como taurinos, algumas das características que os constituem incluem a ausência do cupim (ou giba), cabeça mais curta e larga, orelhas curtas e arredondadas, pescoço curto e grosso, membros mais curtos, pele grossa com poucas pregas, baixa resistência ao calor e aos endo e ectoparasitas e

temperamento dócil. Já o gado zebuíno originado da Índia (*Bos taurus indicus*) expressa características como a presença do cupim, cabeça mais comprida e estreita, orelhas longas e pendentes, pescoço comprido e fino, membros mais longos, pele solta, fina e pregueada, maior resistência ao calor e as endo e ectoparasitas e temperamento forte (Chaves et al., 2017).

De acordo com a Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (ABCBRH) a raça Holandesa (Holstein-Friesian) possui origem superior a dois mil anos nas terras planas do Norte da Holanda, Oeste da Província da Frísia (Países Baixos) e ainda uma pequena parte na Frísia Oriental (Alemanha), a característica raça era o padrão malhado da pelagem com manchas pretas (Isola, 2021) (Figura 1). No Brasil, segundo Santos (2015) não há um registro de uma data exata quanto a chegada da raça ao país, porém com base em relatos e citações relacionados ao período das colonizações, conclui-se que a raça possivelmente foi introduzida entre os anos de 1530 e 1535, durante a fase em que o território brasileiro foi organizado em capitanias hereditárias.

Figura 1: Representação visual da vaca Holandesa (Holstein-Friesian).



Fonte: Canal do Leite (2026).

Chenery, de Massachusetts, foi responsável pela importação em larga escala de gado frísio da Holanda ("Dutch Friesian"), correspondente a pelagem malhado preto e branco, para os Estados Unidos ao longo de vários anos. Em 1872 ele lançou o primeiro Herd-Book, que registrava animais de 12 estados. O termo "Holstein" passou a ser usado lembrando "Holland" depois que um artigo assinado por Chenery publicou, por engano, o título "Holstein cattle" em vez de "Holland cattle". O Herd-Book de 1885 referia-se ao rebanho como "Holstein – Friesian", e o nome foi oficialmente encurtado para "Holstein" em 1978 (APCGH, 2023).

Nos Estados Unidos, a Holstein Breed Society foi criada em 1872. Em 1877 surgiu a Dutch Friesian Society, dedicada ao gado Frísio, e em 1885 ambas as

entidades se uniram, formando a Associação Holstein-Friesian (Isola; Gonsales, 2021).

Em razão das exigências quanto ao clima, a criação de animais da raça Holandesa torna-se mais difícil e de alto custo no Brasil. E mesmo com isso, esses animais constituem uma grande parte da genética importada para o Brasil, aumentando e aprimorando os índices de produção (Victor Isola, 2021).

Daltro et al. (2020) relatam que animais leiteiros de elevado desempenho produtivo, como no caso das vacas Holandesas, mostram maior vulnerabilidade aos fatores de estresse térmico em comparação com as vacas de menor produção, em razão do maior aporte energético e calor metabólico gerado. Os autores ainda observaram que, vacas de alta produção expostas a condição de calor elevado, enfrentam maiores desafios para dissipar o calor metabólico interno, uma vez que sua produção de calor metabólico cresce proporcionalmente ao aumento da produção de leite.

A queda na produção de leite em vacas holandesas submetidas ao estresse térmico causado por altas temperaturas resulta principalmente da diminuição no consumo alimentar, o que leva à hipofunção tireoidiana e ao gasto energético direcionado à eliminação do calor corporal em excesso (Baccari Júnior, 2001). O estresse térmico

pode provocar uma redução de 17% na produção de leite de vacas que produzem 15 kg/dia e de 22% em animais com 40 kg/dia (Melo et al., 2016).

Além disso, em épocas de calor intenso em regiões de clima tropical, como no Brasil, as vacas Holandesas recorrem a adaptações como encurtamento do período de ingestão e ruminação, além de maior tempo dedicado ao repouso, com o provável objetivo de conter o excesso de calor metabólico gerado. O prolongamento da permanência em posição em estação pode favorecer a dispersão térmica, atuando como estratégia para sustentar a homeotermia nos animais. Ainda buscando por estratégias para amenizar a produção de calor metabólico, as vacas têm preferência por alimentos de menor motilidade estomacal e concentrados, que produzem um menor calor de fermentação no rúmen. Observa-se uma queda no pH do rúmen, o que pode, ao longo do tempo, resultar em elevado acúmulo de ácido láctico (Melo et al., 2016).

Em clima tropical, o padrão racial mais indicado para a raça Holandesa é o de animais predominantemente negros, com pelame mais curto, menos denso e pelos grossos, pois essas características favorecem a dissipação de calor e melhor adaptação ao estresse térmico. Estudos com vacas Holandesas em ambiente tropical mostram que a seleção de animais com maior

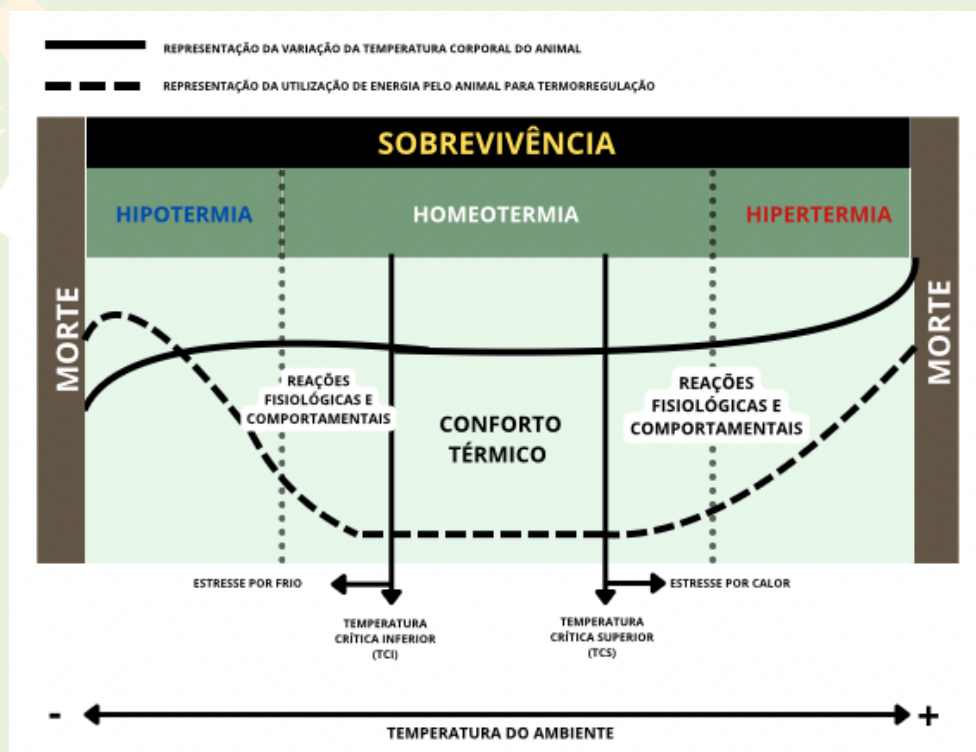
proporção de malhas negras pode aumentar a resistência às condições ambientais do calor, tornando esse padrão mais adequado ao Brasil (Moura et al., 2003).

2.2 Homeotermia

A homeotermia consiste na preservação, relativamente estável, da temperatura interna do organismo, mesmo quando a temperatura do ambiente oscila em limites significativos (Silva et al., 2012). Para que isso seja possível há de ter uma estabilidade entre a termogênese (produção de calor) e a termólise (dissipação de calor) obtido pelas

mudanças fisiológicas, metabólicas e comportamentais que irão manter a homeostase e minimizar os efeitos negativos da hipo ou hipertermia, conforme as condições do ambiente. Durante esse processo adaptativo, o animal define prioridades, onde atividades menos essenciais e vitais, como produção e reprodução, são comprometidas quando a relevância e o tempo das causas de estresse ambientais passam de sua capacidade de compensação (Figura 2) (Daltro et al, 2020).

Figura 2: Zonas de termoneutralidade.



Fonte: Adaptado de Neto (2012).

Os animais homeotérmicos têm o controle da temperatura corporal através do centro termorregulador, que percebe mudanças no ambiente térmico, como

temperatura, umidade do ar, velocidade do vento e quantidade de radiação. Existe uma faixa específica de temperatura ambiente conhecida como zona de termoneutralidade,

na qual os animais usam o mínimo de mecanismos para regular o calor. Nessa faixa, eles evitam estresse por calor ou frio, gastando o menos energia possível (Daltro et al., 2020).

Essa zona de termoneutralidade é o limite de temperaturas em que o animal não precisa ativar seus sistemas de regulação para se adaptar ao ambiente (Silva et al. 2012). Nela, o animal consegue mostrar todo o seu potencial produtivo sem precisar de respostas fisiológicas extras. Porém, se esses limites forem ultrapassados, funções como comportamento, fisiologia e imunidade são afetadas, prejudicando o desempenho e a saúde animal (Daltro et al., 2020).

Azevedo et al. (2009) afirmam que a zona termoneutra para produção de leite

para vacas holandesas está entre -5°C e 21°C . Os autores ainda indicam que a faixa de 13°C a 18°C é confortável para a maioria dos ruminantes e sugere temperaturas entre 4°C e 24°C para vacas em lactação, podendo limitar esses valores a 7°C a 21°C , considerando a umidade relativa e a radiação solar. Baeta e Souza (1997) definem como zona de conforto para bovinos adultos de raças europeias o intervalo entre -1°C e 16°C , (Quadro 1). Com base nesses dados, observa-se que grande parte do Brasil registra frequentemente temperaturas acima desses limites por várias horas diárias, durante boa parte do ano, expondo as vacas leiteiras ao estresse térmico por calor (Azevedo et al, 2009).

Quadro 1: Zonas termoneutras de acordo com a literatura.

Fontes	Zona Termoneutra (Holandesa)	Faixa de conforto para ruminantes	Faixa de Lactação	Conforto (Raças Europeias)	Zona Termoneutra Zebuínos
Azevedo et al. (2009)	5°C a 21°C	13°C a 18°C	4°C a 24°C (7°C a 21°C com UR/solar)	–	–
Baeta e Souza (1997)	–	–	–	-1°C a 16°C	–
Pereira et al. (2017)	–	–	–	–	$38,8^{\circ}\text{C}$ a $39,5^{\circ}\text{C}$

Fonte: Azevedo et al. (2009); Baeta e Souza (1997).

2.3 Estresse térmico nos bovinos

Entre os fatores que limitam o desempenho da bovinocultura leiteira, o estresse causado pelo calor representa um dos principais prejuízos econômicos na produtividade do rebanho, afetando tanto o volume de leite produzido quanto a capacidade reprodutiva das vacas leiteiras, especialmente em regiões de clima tropical (Barbosa,

2002). A definição de (Ricci et al., 2013) caracteriza o estresse calórico como um conjunto de forças ambientais que desafiam a homeostase do organismo, provocando ajustes fisiológicos condizentes com a intensidade do calor e a tolerância biológica do animal frente a esses agentes. Episódios de estresse ocorrem quando o balanço térmico entre o indivíduo e o meio é rompido.

Por esse motivo, o manejo de controle ambiental não deve ser negligenciado, e sim ajustado conforme as particularidades climáticas de cada região a fim de garantir a eficiência produtiva e reprodutiva.

Em resposta ao estresse térmico, algumas funções fisiológicas, endócrinas e metabólicas sofrem alterações (Marchezan, 2024). Grupos de alta produção podem desencadear além das alterações supracitadas, mudanças comportamentais. Sobre tais modificações, cita-se a redução na ingestão de alimentos, mudanças na taxa metabólica e aumento no consumo de água e da temperatura corporal. A regulação endócrina tem como objetivo restaurar a homeostase do indivíduo, nela o eixo hipotálamo-hipofisário-adrenal (HHA) tem um papel importante na liberação de neurotransmissores e hormônios, como o hormônio liberador de corticotrofina (CRH), o hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) e os glicocorticoides. Esses componentes ajudam a regular a resposta ao estresse, ativando os mecanismos de termorregulação (Daltro et al., 2020).

A exposição de bovinos a temperaturas ambientais elevadas pode comprometer a produção de leite. Nessas condições, os animais ficam suscetíveis à hipertermia, tornando necessário o acionamento de mecanismos fisiológicos de termorregulação responsáveis pela dissipação de calor, a fim

de manter a homeotermia corporal. Esse equilíbrio térmico resulta da relação entre os processos de termogênese, responsáveis pela produção de calor, e de termólise, responsáveis pela sua dissipação (Figuras 3 e 4) (Rocha et al., 2012).

Figura 3: Animais apresentando sinais de estresse térmico.



Fonte: Silva (2022)

Figura 4: Vacas apresentando salivacção (A, B e C) por estresse térmico.



Fonte: Coagril (2020).

A radiação, condução e convecção são processos físicos que dissipam calor com o meio em perdas sensíveis, enquanto a evaporação age com latência nessa troca, sendo o principal meio de troca de calor dos animais de clima temperado (Silva et al.,

2012). A condução é a forma do organismo perder calor pelo contato direto entre a superfície do animal com outras superfícies (cimento, lagoas, poças de lama), para que haja essa troca é necessária a diferença de temperatura entre as superfícies em contato. Em situações de calor, os animais buscam por componentes próximos de seu local para transferir sua temperatura, diminuindo-a, consequentemente (Daltro et al., 2020).

A dissipação do calor por convecção se dá pela movimentação das moléculas que trocam a camada mais quente do ar por uma camada mais fria, processo que pode ser intensificado com a utilização de ventiladores. Esse mecanismo representa uma das formas mais sensíveis de transferência térmica entre o animal e o ambiente, pois o ar que entra em contato com a superfície corporal aquecida e remove o calor ao transportar moléculas, promovendo a troca das moléculas mais quentes por outras de menor temperatura. Há perda por radiação quando o organismo emite radiação para o ambiente por meio de ondas eletromagnéticas entre pontos em diferentes temperaturas, esse é um mecanismo mais significativo para o ganho de temperatura do que a perda (Daltro et al., 2020).

Em situações brandas e de temperatura moderada, os animais dissipam calor principalmente pelas vias sensíveis

(condução e convecção). Em estresse a dissipação passa a ocorrer de forma mais competente por perda de calor latente, por meio da evaporação. Nessas situações de temperatura elevada, os animais intensificam mecanismos evaporativos, como a respiração e a sudorese, para manter o equilíbrio térmico do organismo, tornando esses processos as principais formas de eliminação do calor corporal. Outro meio para dissipar o calor é com o aumento da frequência respiratória que esvai até 25% do calor com a ofegação e salivação, no entanto, quando o estresse térmico se prolonga, pode ocorrer eliminação excessiva de CO_2 , favorecendo o desenvolvimento de alcalose respiratória. Para que esses mecanismos de perda de calor sejam eficazes, é necessário que exista diferença de temperatura entre o corpo do animal e o ambiente, permitindo a troca de calor com o meio (Daltro et al., 2020).

Entende-se que para avaliar o balanço entre ganho e perda de calor no organismo, podem ser utilizados diversos parâmetros fisiológicos. Entre eles, destaca-se a temperatura retal, considerada um dos indicadores mais relevantes do estresse térmico, pois o aumento dessa variável fisiológica pode indicar falhas ou sobrecarga nos mecanismos de dissipação de calor, sejam eles evaporativos ou não evaporativos. Esses mecanismos variam de acordo com fatores ambientais, principalmente

temperatura do ar e umidade relativa. Além disso, indicadores adicionais podem ser empregados na avaliação das condições térmicas, como o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), calculado a partir da temperatura e da umidade relativa do ar, que permite estimar o nível de conforto térmico dos animais. Também pode ser utilizado o Índice de Tolerância ao Calor (ITC), que expressa o grau de adaptação do animal às condições adversas do ambiente, sendo determinado com base nos valores de temperatura retal (Rocha et al., 2012).

Há alguns outros índices para a medição de fatores meteorológicos, como o Índice de Radiância do Globo Negro, Índice de Temperatura Ajustada e Índice de Estresse Térmico para Vacas. O mais usual para vacas em sistema intensivo ou extensivo é o ITU. Em razão disso, é exposto que a produtividade não se altera quando o ITU está na faixa de 35 a 72 unidades. Categorizando-se os graus de estresse térmico nas seguintes faixas de ITU: <74 - normal, 75 a 78 - alerta, 79 a 83 - perigo e > 84 – emergência (Quadro 2). (Daltro et al., 2020).

Quadro 2: Índices e classificações do ITU.

ÍNDICE DE ITU	CLASSIFICAÇÃO DO ITU
< 74	Normal
75 a 78	Alerta
79 a 83	Perigo
> 84	Emergência

Fonte: Daltro et al. (2020).

Entretanto, autores como Rocha et al. (2012) correlacionando estudos de perdas gestacionais com ITU, demonstraram que a partir de 65 já há um aumento significativo de perdas gestacionais de 8% que aumenta para 12% quando os índices excedem o valor de 69 em fêmeas holandesas. Ainda observaram maior taxa de prenhez no inverno (55,5%) em relação ao verão (44,5%), com perdas gestacionais bem menores no frio (2,1%) do que no calor (12,3%).

2.4 Principais efeitos do estresse térmico na reprodução

O estresse térmico provoca distúrbios nas etapas reprodutivas por meio de respostas gerais do organismo, as quais as mudanças para regulação da homeostase interferem nas funções reprodutivas. Exemplos dessas mudanças incluem a transferência do fluxo sanguíneo do interno corporal para áreas periféricas, visando intensificar a dissipação de calor sensível, e a diminuição da ingestão de alimento durante o estresse, para reduzir a produção de calor metabólico, como dito anteriormente. Essas

adaptações provocam mudanças no balanço energético e oferta de nutrientes, que está intimamente ligada a ciclicidade, manutenção da gestação e crescimento fetal, assim causando prejuízos nessas etapas (Costa et al., 2016).

Cruz et al. (2011) e Costa et al. (2016) afirmaram que em condições de alta temperatura, as fêmeas bovinas exibem redução no comportamento sexual, com o estro encurtando de 14 a 18 horas em climas amenos para apenas 8 a 10 horas em ambientes quentes, o que complica o diagnóstico do cio e compromete a concepção. Essa diminuição na duração do estro e na intensidade das montas eleva as falhas na detecção do cio para até 80%, além de reduzir drasticamente as taxas de concepção, que podem cair para menos de 10%.

As alterações do estresse calórico são bastante elucidadas nas células e funções do sistema reprodutivo. O eixo hipotálamico-hipofisário-oocitário (HHO) é uma das partes mais sensíveis e acometidas pelo estresse térmico, comprometendo o desenvolvimento folicular e oocitário (Coelho e Lopez, 2023).

2.5 Impactos na dominância folicular

Diversos fatores associados à redução da fertilidade em épocas de calor têm sido identificados, incluindo a diminuição na qualidade do oócito. O estresse térmico

resulta em folículos dominantes de menor diâmetro, combinado a mudanças bioquímicas no microambiente folicular, como variações nos níveis de glicose, IGF-1 (Fator de Crescimento Semelhante à Insulina tipo 1), ácidos graxos não esterificados, colesterol e uréia. Essas alterações prejudicam o desenvolvimento oocitário e a funcionalidade das células da granulosa, o que leva a desempenhos reprodutivos insatisfatórios em vacas de alta produção expostas a condições de calor excessivo (Rocha et al., 2012).

Ainda junto com Rocha et al. (2012) a qualidade do oócito depende diretamente do seu ambiente folicular. Dentro do folículo, fatores de crescimento e gonadotrofinas desempenham papel crucial nas fases de desenvolvimento e ovulação. A maturação oocitária resulta na interação entre oócito e as células da granulosa e da teca que também criam condições ideais para a ativação do oócito, assim promovendo seu crescimento e conferindo qualidades essenciais para o sucesso do desenvolvimento embrionário.

O estresse térmico afeta o eixo HHA (hipotálamo-hipofisário-adrenal) e o sistema simpático-adrenal, modulando a maior parte das respostas fisiológicas. A ativação desse eixo começa com a estimulação de neurônios produtores de fator liberador de corticotrofina (CRH) e arginina vasopressina (AVP) no núcleo paraventricular do

hipotálamo. Esses neuropeptídeos são decretados no sistema porta hipofisário, estimulando as células corticotróficas da hipófise anterior. Essas células liberam uma variedade de peptídeos em resposta ao estresse térmico, incluindo o hormônio adrenocorticotrófico (ACTH), beta-endorfina e hormônios estimulantes de melanócitos, sendo o ACTH o mais importante para o estresse. O ACTH atua no córtex suprarrenal promovendo a síntese e secreção de glicocorticoides, como o cortisol. Em vacas submetidas ao estresse pelo calor, as concentrações elevadas de cortisol inibem a liberação do hormônio luteinizante (LH), impactando a reprodução desses animais (Almeida et al., 2020).

Os efeitos do estresse térmico sobre a reprodução não ocorrem de forma isolada, portanto afeta a esteroidogênese, a dinâmica folicular, a qualidade dos oócitos e o desenvolvimento embrionário, resultando em redução da fertilidade das vacas nos meses mais quentes do ano (Almeida et al., 2020; Costa et al., 2012; Costa et al., 2016). Esse decréscimo na reprodução está possivelmente ligado ao importante fato de atrapalhar a capacidade esteroidogênica dos folículos e da dominância folicular ovariana, comprometendo folículos no estágio antral de seu desenvolvimento e dessa forma, prejudicando no folículo subsequente, na função e na diminuição da

dominância do folículo selecionado. Esse fenômeno se manifesta pela diminuição da esteroidogênese nas células da teca e da granulosa, que modifica a expressão de RNAm dos receptores de colesterol e do hormônio luteinizante (LH), com queda acentuada na atividade da aromatase e consequentemente, nos níveis de estradiol em células ovarianas. Ademais, há redução nos teores de colesterol total e ácidos graxos no fluido folicular de folículos de diferentes diâmetros. Tais alterações resultam em menor competência oocitária e prejuízo aos mecanismos luteolíticos dependentes de estrogênios (Costa et al., 2012).

Assim, o estresse térmico no período de recrutamento folicular compromete a função folicular, via redução dos níveis de estradiol e da atividade da aromatase (Costa et al., 2012). Entre os efeitos da queda na secreção de LH em vacas lactantes, destaca-se o maior número de folículos de tamanho pequeno e médio. O recrutamento desses folículos no "pool" de crescimento ocorre devido à redução nos níveis de inibina e ao aumento das concentrações de FSH. Os oócitos das fêmeas bovinas continuam vulneráveis ao estresse térmico na fase pré-ovulatória. Quando esse estresse ocorre junto à ovulação e maturação oocitária, ele pode não afetar diretamente a fertilização, mas aumenta o risco de embriões com

desenvolvimento retardado ou anômalo (Costa et al., 2016).

Danificações ao oócito no período pré-ovulatório provocam desequilíbrios hormonais em decorrência da interrupção da maturação. E a apoptose exerce um papel fundamental nos impactos da elevada temperatura sobre oócitos em maturação, afetando de 15% a 30% dos expostos a temperaturas elevadas, provocando apoptose desses (Costa et al., 2016). Almeida et al. (2020) afirmaram que essas observações reforçam os resultados de López-Gatius et al. (2004), que registraram uma taxa de prenhez de 22,1% em vacas leiteiras inseminadas nos meses quentes, em contraste com 43,1% nas inseminações realizadas na estação fria.

Seguindo o raciocínio de Costa et al. (2016), embriões em fase inicial de implantação mostram alta sensibilidade ao estresse térmico materno, embora essa vulnerabilidade diminua conforme progride o desenvolvimento embrionário. Em vacas leiteiras submetidas a calor um dia após o estro, com embriões de duas células, observou-se redução na formação de blastocistos ao dia 8 pós-cio. No entanto, o estresse térmico aplicado nos dias 3, 5 e 7 após o estro, não alterou a formação de blastocistos.

O estresse térmico afeta diretamente a reprodução de vacas em lactação por meio de múltiplos mecanismos fisiológicos e

metabólicos, as respostas termorregulatórias, como a redistribuição do fluxo sanguíneo para a pele e o aumento da frequência respiratória, reduzem a perfusão de órgãos internos, incluindo ovário, colo uterino, oviduto (tuba uterina) e placenta, alterando o microambiente folicular e a disponibilidade de oxigênio, o que compromete a função do oócito. Durante o período pré-ovulatório, o calor reduz em 20–30% o fluxo sanguíneo para o ovário, enquanto eleva em cerca de 40% a perfusão vulvar, prejudicando o desenvolvimento folicular e a qualidade do oócito (Costa et al., 2012; Costa et al., 2016; Cruz et al., 2011).

Quando o estresse ocorre na gestação, a redistribuição sanguínea para a periferia reduz a perfusão placentária, o que está associado à menor crescimento fetal, menor peso placentário e fetal e redução das concentrações de hormônios placentários, especialmente na metade da gestação. A taxa de prenhez é ainda mais sensível porque o ovócito, o espermatozóide no momento da inseminação e o embrião em estágios iniciais são vulneráveis ao aumento da temperatura corporal, uma elevação de apenas 0,5 °C acima da média que é de 38,3°C na temperatura uterina no dia seguinte à inseminação já resulta em queda de cerca de 6,9% na taxa de concepção (Costa et al., 2012; Costa et al., 2016; Cruz et al., 2011).

Paralelamente, o calor reduz o consumo de alimentos, intensificando o balanço energético negativo (BEN) e aumentando a demanda de glicose pelas células, o que diminui a disponibilidade desse substrato para manutenção da produção. Com isso, esse processo compromete a fertilidade, uma vez que o ovócito, o embrião e o feto dependem da glicose como principal fonte de energia, e a taxa de clivagem, bem como o desenvolvimento dos blastocistos, tendem a ser reduzidos quando expostos a ambientes com baixa disponibilidade desse substrato energético (Cruz et al., 2011; Costa et al., 2012; Costa et al., 2016).

2.6 Estratégias de manejo para diminuir o estresse térmico

O manejo e as condições ambientais para animais expostos ao estresse térmico avançaram significativamente graças a pesquisas que são realizadas para maximizar a produção e reprodução. As principais estratégias incluem: minimizar o ganho de calor e otimizar a dissipação de calor, seja pela diminuição da temperatura do ar e do ambiente, seja pelo aumento da perda evaporativa diretamente nos animais (Cruz et al., 2011). Daltro et al. (2020) defendem que o estresse térmico causa impactos severos na produção de bovinos leiteiros, e para mitigá-los, é essencial refrigerar o ambiente de alojamento dos animais. Diversas medidas

podem ser implementadas, destacando-se como a mais eficaz a realização de ajustes no ambiente ao qual as vacas estão expostas. Tais ajustes fundamentam-se em dois pilares: modificações ambientais e manejo nutricional.

No manejo ambiental, as alterações podem tanto beneficiar quanto comprometer o desempenho animal, estimulando ou limitando os processos produtivos e reprodutivos. Há várias opções de intervenções ambientais para atenuar o impacto do estresse térmico nos animais, as quais se dividem em primárias e secundárias. As primárias envolvem ações simples, destinadas a resguardar os animais em épocas de calor intenso, como o sombreamento. As secundárias, por sua vez, referem-se ao controle do ambiente em sistemas de confinamento, a exemplo do free stall (Daltro et al., 2020).

2.7 Sombreamento

O sombreamento, seja natural ou artificial, revela-se fundamental para sustentar a produtividade leiteira em regiões de clima quente. Sua função primordial consiste em diminuir a carga térmica radiante e amparar o animal contra a radiação solar direta. Nas criações em pastagem, o sombreamento natural é o manejo mais simples e viável em questão de custos (Daltro et al., 2020). Por isso, as árvores devem integrar

obrigatoriamente os pastos e piquetes destinados a vacas leiteiras, permitindo que elas reduzam sua exposição à radiação térmica. As espécies arbóreas ideais são as de copa densa e folhas persistentes, com no mínimo três metros de altura, capazes de gerar pelo menos 20 m² de sombra e promover ventilação adequada. Isso permite que o solo sombreado seque com rapidez, prevenindo acúmulo de umidade e minimizando problemas nos cascos dos animais. Ademais, folhas, frutos ou cascas não devem apresentar substâncias tóxicas para o gado, tampouco raízes superficiais que atrapalhem o repouso das vacas (Azevedo e Alves, 2009).

Quando não há árvores disponíveis, o sombreamento artificial surge como opção prática e eficaz. Vários materiais podem ser empregados nessa estrutura, incluindo soluções econômicas, como abrigos para vacas leiteiras feitos com pilares de toras de eucalipto ou bambu e telhas de polipropileno. Esses sistemas oferecem cerca de 80% de bloqueio à radiação solar, proporcionando conforto térmico considerável. O sombreamento é capaz de diminuir em torno de 30% ou mais da carga térmica radiante solar em relação a carga recebida ao ar livre pelo animal. Além disso, o acesso à sombra pode elevar a produção de leite em até 10% nas vacas, quando comparadas às sem essa opção. Portanto, oferecer sombra configura-se como a medida mais efetiva

para atenuar o estresse térmico, resguardando as vacas da ação solar e criando condições ambientais mais confortáveis (Daltro et al., 2020).

Em instalações de confinamento intensivo, como em free stall, os ventiladores precisam ser posicionados na altura média do pé-direito da estrutura, onde o ar permanece mais fresco, com o fluxo de ar inclinado suavemente para baixo, evitando incidência direta sobre a cabeça dos animais (Santos et al., 2019).

Segundo a Embrapa, em instalações para produção de leite, a ambiência exerce papel fundamental na redução do estresse térmico das vacas em lactação, sendo recomendadas modificações nas características físicas do ambiente para melhorar o conforto animal. Nas instalações para produção de leite, o piso pode ser de terra batida ou de blocos de concreto, desde que permaneça seco e sem obstáculos, enquanto a cobertura pode ser feita com telhas onduladas de zinco e alumínio, telhas de material reciclável, malhas de polietileno, palhas de palmeiras ou telha reciclada feita de caixinhas de leite, materiais que contribuem para a organização da instalação e para a melhoria da ambiência térmica (Salman et al., 2020).

2.8 Sistemas de resfriamento

A circulação de ar ao redor dos animais promove uma queda na sensação

térmica, ao intensificar a perda de calor por convecção e evaporação. No entanto, ventiladores só se mostram eficazes quando a temperatura do ar é inferior à da superfície corporal do animal, do contrário, não aliviam adequadamente o estresse térmico, como ocorre com ventos quentes acima da temperatura cutânea, exceto se associados a outras técnicas de resfriamento (Daltro et al., 2020).

Nesse sentido, a água atua como um potente meio de resfriamento devido à sua elevada capacidade calorífica e ao alto calor latente de vaporização. Assim, em períodos de calor intenso, além de buscar sombra, as vacas holandesas recorrem à água para se refrescar, mergulhando em lagos naturais ou artificiais, ou em qualquer ponto com acúmulo de água, inclusive bebedouros (Azevedo e Alves, 2009).

A temperatura da água de beber pode influenciar o consumo hídrico dos bovinos, embora ainda exista divergência quanto à faixa considerada ideal. Duque et al. (2012) afirmam que há estudos que apontam preferência dos animais por água em torno de 30°C, em comparação com temperaturas mais baixas, enquanto outras pesquisas não observaram diferença significativa na ingestão quando a água variou de 0°C a 30°C.

Os sistemas de resfriamento evaporativo podem ser categorizados em "mist"

(nebulização de baixa a média pressão), "fog" (nebulização de alta pressão) e "sprinkling" (aspersão). A distinção principal entre os sistemas "mist" e "fog" reside no diâmetro das gotículas d'água. A nebulização de alta pressão ("fog") supera em eficiência o método de baixa a média pressão ("mist"), embora exija investimento maior e manutenção mais intensiva. Associar aspersão ou nebulização a ventilação forçada potencializa o resfriamento das instalações. O sistema ventilação/nebulização gera uma névoa suspensa que evapora completamente no ar antes de atingir o piso, refrigerando assim o ambiente. Na ventilação/aspersão, as gotas são maiores, resultando em maior consumo hídrico, com água caindo sobre as vacas ou diretamente no solo. A aspersão contínua satura a atmosfera com vapor, prejudicando a evaporação cutânea dos animais, razão pela qual se mostra mais vantajosa em climas secos (Almeida et al., 2020).

Ainda seguindo os pensamentos de Almeida et al. (2020) outra solução eficaz para mitigar o estresse térmico consiste nos galpões fechados equipados com túnel de ventilação forçada. No sistema Compost Barn, por exemplo, o galpão apresenta cortinas laterais e altura média de pé-direito de cerca de 3,5 metros, com exaustores posicionados em uma extremidade e placas evaporativas na oposta. Ao ativar os

exaustores, o ar é aspirado para dentro do galpão, passando pelas placas evaporativas, onde é resfriado, extraindo calor dos animais e mantendo condições ambientais adequadas.

Outras medidas complementares incluem pintar de branco a face superior da cobertura, aplicar água sobre ela, instalar isolamento térmico, fazer uso de camas de areia que auxilia no resfriamento térmico, entre outras opções que, isoladamente, geram resultados inconsistentes ou contraditórios. Assim, entende-se que quando combinadas com diferentes estratégias, elas potencializam a eficácia no controle do estresse térmico (Daltro et al., 2020; Cecchin et al., 2014).

2.9 Manejo nutricional

Devem ser implementadas algumas medidas de manejo nutricional, entre elas o aumento da frequência das refeições, oferecendo alimentos frescos e em formato de mistura total (TMR), o que dificulta a seleção seletiva dos ingredientes pela vaca. É recomendável concentrar a maior parte da dieta no período noturno, aproveitando a temperatura ambiente mais amena, evitar lotes superlotados e não realizar mudanças bruscas na composição da dieta, visando manter o consumo e reduzir o impacto do estresse térmico (Ricci et al., 2013).

A TMR, ou Dieta Total Misturada, é um sistema de alimentação no qual todos os ingredientes da dieta são oferecidos de forma homogênea, com o objetivo de equilibrar o fornecimento de nutrientes e melhorar o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais. Esse tipo de dieta favorece a estabilidade do ambiente ruminal, mantém o padrão de fermentação mais constante e contribui para melhor aproveitamento de energia e proteína no rúmen. Além disso, a dieta total misturada permite maior uniformidade no consumo, redução de desperdícios e melhor utilização de volumosos de menor qualidade, podendo incluir resíduos agrícolas como a palha e o restolho do milho como alternativas alimentares para ruminantes (Sarker et al., 2019).

Ainda, é interessante que sejam realizadas melhorias nutricionais por meio de dietas "frescas", ofertadas durante o anoitecer ou manhã em razão à menor temperatura ambiente, essas dietas fornecem os nutrientes essenciais para a lactação com menor aporte calórico derivado da fermentação e do metabolismo alimentar. Essas formulações se destacam pelo elevado teor energético de óleos, fibras altamente fermentáveis, proteínas de baixa degradabilidade ruminal e nutrientes protegidos. Adicionalmente, a suplementação mineral com potássio, sódio e magnésio, combinada ao fornecimento de água de qualidade para manter a hidratação,

contribui para atenuar os impactos do estresse térmico (Jimenez Filho, 2013).

De acordo com Dal Más et al. (2020) uma alternativa para vacas em estresse térmico é reduzir o fornecimento de fibras até o nível em que o rúmen ainda funcione adequadamente e acrescentar gordura à dieta, com o objetivo de aumentar o teor energético. No entanto, o teor de extrato etéreo não deve ultrapassar, em geral, cerca de 7% da dieta total. A inclusão de gordura na dieta pode atenuar o estresse calórico, pois as gorduras geram menor incremento calórico em relação aos carboidratos e proteínas e apresentam maior densidade energética, o que aumenta o valor energético da ração. Entre os alimentos que podem fornecer gordura destacam-se o caroço de algodão, a soja crua ou tostada e fontes de gordura inerte ou protegida.

A quantidade de água ingerida por uma vaca está diretamente ligada à sua ingestão de alimento, à produção de leite e à temperatura do corpo. A redução da carga de calor na vaca, por meio da oferta de refeições nos períodos mais frescos do dia, pode fazer com que ela consuma menos água nesse mesmo dia. O melhoramento genético também pode ser empregado como uma estratégia de controle do estresse térmico, pois touros que transmitem maior tolerância ao estresse calórico costumam ter filhas com taxas de prenhez mais altas e

vida produtiva mais longa, ainda que com menor rendimento leiteiro (Ricci et al., 2013).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estresse térmico exerce influência significativa na reprodução de vacas de leite, especialmente em regiões tropicais como o Brasil, onde temperaturas elevadas e alta umidade rompem a zona de termoneutralidade, ativando mecanismos de termorregulação que priorizam a homeostase em detrimento de funções produtivas e reprodutivas. Alterações no eixo hipotálamo-hipofisário-gonadal, com inibição de hormônios essenciais resultam no comprometimento da competência do oócito, além de prejuízos na dominância folicular e desenvolvimento embrionário inicial. Dessa forma, nota-se que estratégias de manejo ambiental e ajustes nutricionais provam-se essenciais para mitigar esses efeitos e buscar restaurar a homeostase para o provável retorno da função reprodutiva.

Particularmente em vacas Holandesas o estresse térmico agrava-se devido à maior produção de calor metabólico e baixa adaptação ao clima, elevando perdas gestacionais no verão com ITU acima de 65, e reduzindo a produção de leite nesses animais de alto desempenho. Tais fatos reforçam a necessidade de intervenções para esse grupo de animais que compõem grande

parte da genética leiteira nacional, inclusive em cruzamentos como Girolando, onde se condensa características de adaptabilidade do gado Gir e a alta produção leiteira do gado Holandês, revelando o estresse térmico como um gargalo crítico para a pecuária de leite brasileira especialmente em rebanhos de origem europeia, os quais não se mostram aptos para a produção e reprodução em situações de estresse.

Dessa forma, torna-se fundamental que continuem a desenvolver projetos, estudos e pesquisas para melhorar e ampliar ainda mais o bem-estar e conforto desses animais quando em clima brasileiro, para que a produção de leite no Brasil continue a crescer e gerar economia para diversos produtores rurais que vivem da bovinocultura leiteira, melhorando a qualidade produtiva e reprodutiva destes animais de alta produção, porém ainda com baixa adaptabilidade ao clima predominantemente tropical do Brasil.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. V. N.; MARQUES, L. R.; MARQUES, T. C.; GUIMARÃES, K. C.; LEÃO, K. M. Influência do estresse térmico sobre os aspectos produtivos e reprodutivos de bovinos – revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, e230973837, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE BOVINOS DA RAÇA HOLANDESA. **A raça**. APCGH - Associação Paulista dos Criadores de Gado Holandês.
- AZEVEDO, D. M. M. R.; ALVES, A. A. **Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros** nos trópicos. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009. 83 p. (Documentos, n. 188).
- BACCARI JÚNIOR, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: UEL, p. 142, 2001. Acesso em: 28 fev. 2026.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: UFV, 1997. 246 p.
- BARBOSA, O. R.; DAMASCENO, J. C. **Bioclimatologia e bem estar animal** aplicados à bovinocultura de leite. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2002. Acesso em: 12 mar. 2026.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Mapa do Leite**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>. Acesso em: 28 fev. 2026.
- CECCHIN, D.; CAMPOS, A. T.; PIRES, M. F. A.; LIMA, R. R.; YANAGI JUNIOR, T.; SOUZA, M. C. M. Avaliação de diferentes materiais para recobrimento de camas em baias de galpão modelo free-stall. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande**, v. 18, n. 10, p. 1093–1099, 2014.
- CHAVES, A. R. D. et al. Raças bovinas e a qualidade da carne. In: **MOSTRA CIENTÍFICA FAMEZ**, 10., 2017, Campo Grande. **Anais [...]**. p. 294–300, 2017.
- COELHO, P. S. A.; PAULA-LOPES, F. F. Efeitos imediatos, tardios e transgeracionais do estresse térmico em gametas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 47, n. 2, p. 311–326, abr./jun. 2023. Anais do XXV Congresso Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA-2023), Belo Horizonte, MG, 24 a 26 de maio de 2023.
- COSTA, A. N. L. da; ARAÚJO, A. A. de; ARAÚJO, E. P. de. Efeitos do estresse térmico na reprodução de fêmeas bovinas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 40, n. 4, p. 123–125, out./dez. 2016.
- CRUZ, L. V. et al. Efeitos do estresse térmico na produção leiteira: revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 9, n. 16, p. 1–18, 2011.
- DALTRO, A. M. et al. Efeito do estresse térmico por calor na produção de vacas leiteiras. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 26, n. 1, p. 288–311, 2020.
- DAL MÁ, F. D. et al. Estresse térmico em bovinos leiteiros: impactos, avaliação e medidas de controle. **Veterinária em Foco, Canoas**, v. 17, n. 2, 2020.
- DUQUE, A. C. A.; SÁVIA, J. S.; BORGES, A. L. C. C.; SILVA, R. R.; PANCOTI, C. G.; MOURÃO, R. C.; FERREIRA, A. L.; SOUZA, A. S. Água, o

nutriente essencial para vacas em lactação. **Veterinária Notícias, Uberlândia**, v. 18, n. 1, p. 6–12, jan./jun. 2012.

EMBRAPA. Pela primeira vez, ferramenta genômica vai reunir três raças de bovinos leiteiros. 30 out. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE Explica: produção agropecuária – leite. Rio de Janeiro: IBGE.

ISOLA, J. V. GONSALES, S. A. Raça Holandesa: história e características. 2021. **Milkpoint**.

JIMENEZ FILHO, D. L. Estresse calórico em vacas leiteiras: implicações e manejo nutricional. **PUBVET, Londrina**, v. 7, n. 25, ed. 248, art. 1640, supl. 1, 2013.

LEE, J. A.; ROUSSEL, J. D.; BEATTY, J. F. Effect of temperature-season on bovine adrenal cortical function, blood cell profile, and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 59, n. 1, p. 104-108, 1976.

MARCHEZAN, W. M. et al. Estresse térmico em bovinos leiteiros. *Revista CFMV*, v. 20, n. 63, p. 49-54, 2014. **Revista CFMV**, v. 20, n. 63, p. 49-54, 2014.

MELO, A. F. et al. Efeitos do estresse térmico na produção de vacas leiteiras: revisão. **PUBVET**, v. 10, n. 10, p. 721-730, 2016.

MOURA, D. J. et al. Características do pelame de vacas Holandesas em ambiente tropical: um estudo genético e adaptativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 843-853, 2003.

PEREIRA, J. R. et al. Climate effects about physiology on beef cattle (*Bos taurus* × *Bos indicus*). Climate effects about physiology on beef cattle (*Bos taurus* × *Bos indicus*). **REDVET – Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 18, n. 11, 2017.

RICCI, G. D.; ORSI, A. M.; DOMINGUES, P. F. Estresse calórico e suas interferências no ciclo de produção de vacas de leite. **Vet. e Zootec.** 2013.

ROCHA, D. R. et al. Índices de tolerância ao calor de vacas leiteiras no período chuvoso e seco no Ceará. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 10, n. 4, p. 335-343, 2012.

ROCHA, D. R. et al. Impacto do estresse térmico na reprodução da fêmea bovina. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 36, n. 1, p. 18-24, 2012.

SALMAN, A. K. D.; MATARAZZO, S. V.; ARCARO JÚNIOR, I.; MELLO, D. S. Ambiência nas instalações para produção de leite. In: SALMAN, A. K. D.; PFEIFER, L. F. M. (ed.). **Pecuária leiteira na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. cap. 9, p. 203-220.

SANTOS, A. M. et al. Bioclimatologia e bem-estar animal aplicado à bovinocultura de leite em Manaus - Brasil. In: **CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA (CONTECC)**, 2019, Palmas, TO. **Anais [...]**. Palmas: Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, 2019.

SANTOS, L. V. M. A. **Características das raças holandesa e jersey e seus cruzamentos**: revisão. Universidade de Brasília – UnB. Brasília – DF, 2015.

SILVA, J. C. P. M. et al. **Bem-estar do Gado Leiteiro**. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2012. Acesso em: 15 mar. 2026.

SARKER, N. R.; YEASMIN, D.; HABIB, M. A.; TABASSUM, F. Feeding effect of total mixed ration on milk yield, nutrient intake, digestibility and rumen environment in Red Chittagong cows. **Asian Journal of Medical and Biological Research**, v. 5, n. 1, p. 71–77, 2019.

VIANA, E. **Principais raças de vacas leiteiras utilizadas no Brasil**. **Esteio Gestão**, 2021.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por não ter me deixado desistir em nenhuma etapa durante esses anos, embora tenha sido uma de minhas maiores vontades por um longo tempo após o quarto semestre, onde enfrentei sozinha o transcurso de ansiedade generalizada e quadros depressivos por motivos pessoais, especialmente durante os anos de 2024 e 2025. Secundariamente, ao meu avô, José Virgínio de Campos (*In Memoriam*), por ter herdado toda sua admiração e paixão pelos animais, pelos poucos momentos de interação que tive com ele, ainda no ventre da minha mãe. Ao meu pai, Cleyton França Campos, que mesmo em situações adversas nunca mediu esforços para tornar isso possível, com sua

ajuda e apoio durante essa fase tão desafiadora de elaboração de um trabalho de conclusão de curso. A minha mãe, Tatiana da Silva Campos, que desde o começo foi um pilar importante do meu ingresso na graduação dos meus sonhos, sempre prestando seu apoio e ajuda. Ao meu padrinho e veterinário, Wildder Alexander Coelho, por sua participação na escolha do tema e ajuda durante a formulação do trabalho. Aos meus irmãos, Pedro França da Silva Campos e Dhavy França da Silva Campos, que puderam me ajudar em momentos de descontração e em toda a caminhada da vida.

A minha amiga de vida e de turma, Gabriela Iolanda Pires Teixeira, que conheci ainda no ensino fundamental e tive a honra de encontrá-la na graduação, sendo sempre a minha parceira em tudo, ela deixou o peso desses anos mais leve compartilhando sua caminhada comigo. Agradeço imensamente a minha amiga e colega de profissão, Bárbara Chrystine Pereira, por todas as vezes que se dispôs a me ouvir, aconselhar e acolher em diversos momentos, por toda a sua ajuda durante a elaboração do trabalho e especialmente aos seus genuínos incentivos que fizeram uma grande diferença. A minhas amigas de longa distância, Maria Clara da Silva Lima, Naomi Açucena Vieira dos Anjos Lã, e Eduarda Alves de Moraes, que mesmo distantes sempre me acompanharam e

prestaram apoio durante toda a minha caminhada dentro e fora da graduação.

E especialmente, à minha orientadora, professora Dra. Mariane Leão Freitas, alguém que adquiri tamanha admiração e respeito, ser mulher na veterinária, principalmente na área de grandes, não é uma tarefa fácil e a Mari segue sendo meu exemplo profissional; agradeço por toda ajuda, paciência e apoio durante todo esse período.

Agradeço a toda minha família de forma geral, que sempre torceram pelo meu sucesso e vivências na Medicina Veterinária. E ainda, ao automobilista, Sir Lewis Carl Davidson Hamilton, que sempre utilizou da sua voz e visibilidade para estimular e apoiar os jovens do mundo inteiro com palavras positivas e sua própria jornada, tirei muita motivação de seus discursos e foram uma base sólida e importante para a minha formação. *Still We Rise*.