

INFLUÊNCIA DO ESTRESSE TÉRMICO SOB A PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE DE VACAS MISTIÇAS (REVISÃO DE LITERATURA)

Pamella Cristina Teixeira, Paulo Victor Toledo Leão, João Vitor Teixeira da Cunha, Wanderson Rodrigues da Silva, Abner Alves Mesquita, Ruthele Moraes do Carmo, Maria Beatriz de Souza Bezerra, João Antônio Gonçalves e Silva, Tiago Pereira Guimarães, Geovana Rocha Plácido, Marco Antônio Pereira da Silva

RESUMO

O estresse térmico dos animais de produção pode ser ocasionado por calor ou frio, visto que os bovinos leiteiros são os mais prejudicados em termos de estresse térmico por calor, sendo assim, esses animais usam muito da sua energia metabólica para diminuir a temperatura corporal, causando queda na produção de leite. Pesquisas apontaram a importância do sombreamento para os animais durante a lactação e em todas as fases de vida. Nesse sentido, descrevem-se os efeitos do estresse térmico por calor através das pesquisas de campo, visando dar um melhor conforto térmico em troca de uma melhor produtividade. Através dos meios de condução, convecção, radiação e evaporação os bovinos tem a capacidade de fazer a troca de calor, entretanto, a troca de calor vai depender da diferença de temperatura (animal e ambiente). O aumento da frequência respiratória é o primeiro sinal visível quando os animais estão passando por estresse térmico (este é o mecanismo fisiológico que vai promover a perda de calor), e quando se tem o aumento de temperatura ambiente, os animais tentarão diminuir a temperatura consumindo menos alimento e consumindo mais água.

Palavras-Chaves: Girolando; Temperatura; Umidade.

1. Introdução

O clima atua sobre o animal que procura constantemente se adaptar as condições ambientais na busca do bem-estar. Os bovinos em clima tropical, principalmente os que são criados a pasto, estão expostos ao sol e a outras intempéries por várias horas ao dia e se tornam susceptíveis ao estado permanente de estresse (Deitenbach et al., 2008).

O estresse térmico por calor afeta negativamente a produção leiteira, diminuindo a produção de leite causando impacto significativo no potencial econômico da atividade dos produtores de leite (Cruz et al., 2011). Dikmen & Hansen (2009) definem estresse por calor como a soma de forças externas ao animal que atuam para deslocar a temperatura corporal de determinado ponto, causado principalmente por fatores ambientais como temperatura, umidade, radiação solar e velocidade do vento.

Sempre que a temperatura ambiente é maior que a zona termoneutra, as vacas são afetadas (Atrian & Shahryar, 2012). Vacas leiteiras são animais homeotérmicos que possuem zona de conforto térmico com mínimo gasto de energia para manter a temperatura do corpo, quando a temperatura atinge valores que ultrapassam a zona de conforto térmico resulta em estresse térmico por calor prejudicando o bem-estar animal (Silva et al., 2016). Além disso, as alterações nas respostas comportamentais e fisiológicas ocorrem nos animais para facilitar a perda e reduzir a produção de calor, para manter a temperatura do corpo. Por causa da alta carga de calor os animais alteram o comportamento resultando em aumento do uso de sombra, diminuição do tempo que ficam deitados e maior tempo próximos de água.

A sombra é de suma importância e benéfica para os bovinos fisiologicamente, comportamental e em termos de produção (Kendall et al., 2006). Em condições de verão, vacas com acesso à sombra diminuíram a taxa respiratória e temperatura corporal central em comparação com gado sem sombra (Blackshaw & Blackshaw, 1994).

Na avaliação do bem-estar animal foram desenvolvidos os índices de conforto térmico que caracterizam duas ou mais variáveis bioclimáticas, esses índices podem avaliar o ambiente que os animais são submetidos (Nascimento et al., 2013).

Contudo, as respostas das vacas ao estresse térmico por calor afetam o consumo de alimento, metabolismo da água, sódio, potássio, cloro e variações nos componentes sanguíneos, fatores que afetam diretamente a produção e fisiologia animal (Atrian & Shahryar, 2012). O aumento da respiração e transpiração são classificados como técnicas de resfriamento por evaporação e o principal meio de dissipar o excesso de calor em condições de estresse térmico por calor. O aumento da temperatura corporal indica a incapacidade da vaca para dissipar completamente a carga de calor (Staples & Thacher, 2011).

E, as alterações comportamentais ocorrem com o aumento do consumo de água, diminuição da ruminção, diminuição do pastoreio diurno e aumento do pastoreio noturno (Barion et al., 2012).

Para avaliar os efeitos do estresse térmico por calor, diversos conceitos e equipamentos não destrutivos nem invasivos podem ser úteis para aquisição de dados sem influir diretamente nos organismos, evitando alterações de estresse.

A termografia infravermelha é uma das alternativas eficazes para alcançar

esse objetivo, uma vez que não entra em contato com os animais e, conseqüentemente, não existe contraindicação para uso nos animais (Leão et al., 2015).

As variáveis ambientais podem promover alterações comportamentais e fisiológicas, em decorrência dos baixos índices produtivos e reprodutivos. Alternância para atenuar o efeito do estresse térmico por calor e motivar o bem-estar animal são primordiais para serem adotadas de acordo com as condições ambientais de cada região, avaliando sempre a relação custo/benefício (Atrian & Shahryar, 2012).

Em vista disto, tem se a finalidade de apresentar os efeitos de estresse térmico causados pelo calor sob a produção de leite, apresentando os índices de temperatura e unidade na avaliação do conforto térmico dos animais, variáveis fisiológicas e fatores climáticos, utilizando ferramentas tais como termografia infravermelha na avaliação da temperatura corporal.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Estresse Térmico Por Calor e Zona de Termoneutralidade

As vacas podem dissipar calor por meio de condução, convecção, radiação e evaporação. Porém, a eficácia desses métodos de dissipação de calor depende da diferença de temperatura entre a vaca e o ambiente circundante (Gebremedhin, 1985). Mecanismos de resfriamento evaporativo (sudorese e respiração ofegante) ocorrem com maior temperatura ambiente, enquanto os mecanismos de resfriamento não evaporativo (condução,

convecção e radiação) ocorrem com temperaturas mais amenas (BERMAN et al., 1985).

A condução funciona por meio do contato físico com os objetos circundantes. Se um objeto, como o solo, for mais frio do que o ambiente ao redor, o calor da vaca fluirá através da condução para o objeto mais frio (ATRIAN & SHAHRYAR, 2012).

A dissipação de calor por convecção ocorre quando o ar quente circundante é substituído por uma camada de ar mais frio próximo à superfície da pele. Quando a temperatura ambiente é inferior à temperatura corporal, o gado pode transferir o calor produzido para o ambiente circundante por meio de radiação. Dissipar calor por meio de radiação e convecção não requer gasto de energia (BECKER et al., 2020).

A medida que as temperaturas ambientais aumentam ainda mais, ocorre o resfriamento evaporativo. Com a perda de calor por evaporação, ocorre respiração ofegante e sudorese. Cerca de 15% do calor metabólico acumulado é usado pelo trato respiratório para perda de calor evaporativo (KADZERE et al., 2002). O resfriamento evaporativo ocorre quando o suor ou a umidade evaporam da pele ou do trato respiratório (ATRIAN & SHAHRYAR, 2012).

Dissipar calor por evaporação requer que o animal gaste energia (KADZERE et al., 2002). Em regiões com climas quentes e secos, o resfriamento evaporativo da superfície da pele é mais eficaz (SILVA et al., 2007).

De acordo com Baccari Júnior (1998), a zona de termoneutralidade é uma faixa de temperatura ambiente e o animal não sofre estresse pelo frio ou pelo calor. Dentro desta zona o custo fisiológico é mínimo, a retenção de

energia da dieta é máxima, a temperatura corporal e o apetite e produção são normais. O gasto de energia para manutenção do animal é mínimo e, assim, a energia do organismo pode ser dirigida para os processos produtivos, além daqueles de manutenção, não ocorrendo desvio de energia para manter o equilíbrio fisiológico, que em caso de estresse pode ser rompido. Na zona de termoneutralidade, a frequência respiratória é normal e não ocorre sudorese, apenas a difusão de água por meio da pele. A zona de termoneutralidade tem como limites a temperatura crítica inferior que abaixo o animal entra em estresse pelo frio, e a temperatura crítica superior que acima sofre estresse pelo calor.

Nos períodos mais quentes do ano, as vacas utilizam mecanismos como a redução no tempo de alimentação e ruminação, e o aumento no tempo de ócio, conseqüentemente, para diminuir a produção de calor metabólico. Portanto, o tempo que o animal permanece em pé auxilia na dissipação do calor, como tentativa em manter a homeotermia (Porcionato et al., 2009).

Para Atrian & Shahryar, (2012) animais em estresse pelo calor têm sinais comportamentais como procura por sombra, recusam-se a deitar, incoordenação, incapacidade de se mover, taxa de respiração aumentada, respiração ofegante, salivação excessiva, aumento da sudorese, aglomeram-se em torno de fontes de água e aumento da ingestão de água. Vacas em lactação têm mais calor para dissipar do que água para neutralizar (West, 2003).

O animal homeotérmico em estresse por calor reage inicialmente, tendo vasodilatação periférica, aumentando o fluxo sanguíneo na pele e membros. Esta elevação no fluxo sanguíneo aumenta a temperatura elevando o gradiente

térmico entre a pele, membros e ambiente, resultando em maior perda de calor para o ambiente por radiação (Cruz et al., 2011).

Para West (2003) a produção de calor das funções metabólicas é responsável por 31,0% da energia ingerida por uma vaca de 600 kg produzindo 40 kg de leite contendo 4,0% de gordura. A atividade física aumenta a quantidade de calor produzido nos músculos esqueléticos e tecidos do corpo, os gastos da manutenção a 35,0% aumentam em 20,0% em relação às condições termoneutras.

A zona termoneutra dos animais leiteiros varia de 16,0°C a 25,0°C, faixa que se mantém temperatura corporal fisiológica de 38,4°C a 39,1°C (DAS et al., 2016). E varia com a taxa metabólica, alta produção leiteira, e grande quantidade de calor metabólico faz com que essa zona seja baixa, entre 4,0°C e 15,0°C (Cruz et al., 2011).

Para Amamou et al. (2019) as respostas fisiológicas individuais de vacas leiteiras no desenvolvimento de indicadores de termotolerância, confirmam que a temperatura da pele e frequência respiratória são respostas precoces de estresse por calor em bovinos leiteiros. Sendo um conhecimento que pode ser útil para agricultores identificarem o estado térmico instantâneo das vacas e aplicarem estratégias de intervenção imediata.

2.2 Índice de Temperatura e Umidade

Uma das formas utilizadas para mensurar o estresse é através do índice de temperatura e umidade. Que é calculado através da temperatura ambiente e

umidade relativa (UR). Vacas leiteiras sofrem efeitos do estresse térmico por calor sempre que o índice de temperatura e umidade (ITU) ultrapassa 72 (Valentim et al., 2018).

A produção de calor por uma vaca aumenta quando está em lactação, devido ao aumento no consumo de ração, aumentando o calor de fermentação e metabolismo de nutrientes e a produção de leite. Ambas as fontes de calor metabólico devem ser dissipadas do corpo, e isso é mais difícil quando o ambiente tem ITU alto (Staples & Thacher, 2011).

Existem diversos índices que podem ser usados para analisar o ambiente, sendo o ITU o mais utilizado. Pode-se coletar os dados segundo as estações meteorológicas, portanto, para aumentar a precisão da avaliação do ambiente que os animais estão expostos, indica-se a colheita de dados do microclima da propriedade, através da instalação de equipamentos, como o termo-higrômetro (Marins, 2016).

Conforme Zimbelman et al. (2009) o ITU diário igual a 68 resulta em perda de leite de 2,2 kg por dia a cada 24 horas. Outro estudo relatou que a produção de leite diminuiu 0,2 kg por dia à medida que o ITU aumentou acima de 72 e é quando os efeitos adversos são observados (RAVAGNOLO et al., 2000).

Para Atrian & Shahryar, (2012) a gravidade do estresse térmico, dependendo dos níveis de ITU, pode se dividir em quatro níveis, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Severidade do estresse térmico por calor.

ITU	Severidade
72 a 78	Estresse leve
79 a 88	Estresse moderado
89 a 98	Estresse severo
Mais de 98	Estresse muito severo

Fonte. Adaptado de Atrian & Shahryar, (2012).

Pires & Campos (2004) também citaram classes de risco de estresse térmico de acordo com ITU: menor ou igual a 70 = normal (temperatura e umidade ideal para o desempenho produtivo); de 70 a 72 = alerta (condições climáticas no limite para desempenho produtivo); de 72 a 78 = alerta, está acima do índice crítico para produção de leite (desempenho produtivo comprometido); de 78 a 82 = perigo (animal com funções orgânicas comprometidas) e acima de 82 = emergência.

2.3 Frequência Respiratória

O primeiro sinal visível de animais em estresse térmico por calor é o aumento da frequência respiratória (FR). O aumento ou diminuição da frequência respiratória depende da intensidade e duração do estresse que estão submetidos os animais. Esse mecanismo fisiológico promove a perda de calor por meio evaporativo (Martello et al., 2004).

O aumento da FR em períodos curtos é um mecanismo eficaz de perda de calor. Portanto, quando os valores ultrapassam 120 movimentos respiratórios por minuto, o animal sente carga excessiva de calor, e acima de 160 movimentos por minuto, medidas de emergência devem ser adotadas (Perissinotto et al., 2009).

Parte das espécies de animais homeotérmicos utilizam a FR como meio evaporativo de perda de calor com intenção de manter a homeotermia cada vez que a temperatura ambiente ultrapasse os limites desejáveis. O aumento da FR e da ofegação são mecanismos importantes para dissipação de calor, estes mecanismos de calor demandam energia, que resulta no aumento de manutenção diária de bovinos de leite de 7,0% para 25,0%, que também resultará em produção de calor (Nascimento et al., 2013).

Com aumento da FR e sudorese, há perda de fluidos corporais que elevam a manutenção para controlar a desidratação e homeostase do sangue. Com a FR aumentada a expiração de CO₂ através dos pulmões aumenta. Resultando em alcalose respiratória, pois a concentração de ácido carbônico no sangue diminui. O animal tenta compensar o pH sanguíneo mais alto excretando bicarbonato na urina para manter a relação ácido carbônico: bicarbonato. Portanto, a compensação resulta em perda de bicarbonato urinário na tentativa de equilibrar ácido carbônico para bicarbonato no sangue (DAS et al., 2016).

Damasceno et al. (1998) relataram que em todos os momentos os animais mantidos no abrigo com proteção solar exibiram menores valores de FR, refletindo em menor carga térmica radiante naquele local. Observando que as frequências respiratórias seguiram o comportamento observado para o ITU, que

variou de 70 a 7 horas até próximo de 80, das 14 às 15h, evidenciando o estresse térmico.

Segundo Nascimento et al. (2013) a FR normal em bovinos adultos varia entre 24 e 36 movimentos respiratórios por minuto, mas pode apresentar valores mais amplos, entre 12 e 36 movimentos por minuto. Em situações de estresse pelo calor, a frequência respiratória começa elevar-se antes da temperatura retal, observando geralmente taquipneia (aumento da frequência respiratória) em bovinos em ambientes com temperatura alta.

Barbosa et al. (2004) observaram em estudos com vacas holandesas com efeitos da sombra e aspersão, mecanismos de dissipação de calor por evaporação através da respiração com mais intensidade para manter a homeotermia, aumentando a frequência respiratória.

Além disso, a FR pode ser bom indicador da tolerância ao calor e da capacidade dos animais em dissipar o calor sob condições climáticas desfavoráveis, pois a elevada taxa da frequência respiratória de certas vacas permite aumentos na tolerância ao calor sem efeito negativo no nível de produção (Amamou et al., 2019).

2.4 Temperatura Retal e da Pele

A medida da temperatura retal (TR) é usada como índice de adaptabilidade fisiológica em ambientes quentes, e o aumento mostra que os mecanismos de liberação de calor se tornaram insuficientes (Martello et al., 2004). A TR determina o equilíbrio entre o ganho e a perda de calor do corpo,

sendo esta medida usada frequentemente como índice de adaptação (Perissinotto et al., 2009).

A TR é uma das variáveis que mais se aproxima da temperatura corporal dos animais. É usado para identificar as variações, pois o aumento indica que os mecanismos de liberação de calor se tornaram ineficientes e que está havendo acúmulo de calor interno (Nascimento et al., 2013). Quanto menores as temperaturas retais mínimas (manhã), mais hábeis os animais serão em resistir aos aumentos da temperatura retal, sem se tornarem hipertérmicos (Damasceno et al., 1998).

Os animais que são normalmente ativos durante o dia, têm variação da TR, que é mínima pela manhã e máxima no período da tarde. Sob estresse por calor, principalmente no período da tarde, a variação da temperatura retal é alta, evidenciando neste período uma hipertermia (Nascimento et al., 2013).

A temperatura corporal normal da vaca é de aproximadamente 38,5°C e tem sido mostrado alterações de 0,5°C na temperatura corporal, provocando declínio na taxa de concepção de 12,8%, com efeito também na lactação. A elevação da TR indica hipertermia, essa variável pode refletir o grau de adaptabilidade dos animais ao ambiente particular (Amamou et al., 2019).

Azevedo et al. (2005) levando em consideração a frequência respiratória, temperatura retal e temperatura da superfície corporal de vacas 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu durante dois verões e dois invernos nos períodos da manhã e tarde, observaram que a frequência respiratória é um indicador de estresse térmico melhor que a temperatura retal. Segundo essa variável, o grupo genético 1/2 sangue comprovou maior tolerância ao calor que o 7/8, e as vacas

3/4 ficaram em posição intermediária.

Segundo Linhares et al. (2015) a intensidade da radiação solar está relacionada com a temperatura do ambiente que o animal vive que além de influenciar a temperatura retal também influencia os tecidos que revestem o corpo. Portanto, a capa externa do organismo dos bovinos, constituída pelo pelame tem fundamental importância nas trocas térmicas entre o organismo e o ambiente.

A temperatura de pelame depende das condições ambientais de umidade, temperatura do ar, vento e das condições fisiológicas, vascularização e evaporação pelo suor. Portanto, a temperatura de superfície contribui para a manutenção da temperatura corporal mediante as trocas térmicas com o ambiente (Nascimento et al., 2013).

Para Pocay et al. (2001) a pele de cor escura apresenta maior absorção de radiação solar de ondas curtas, e reserva maior quantidade de energia térmica, resultando em maior estresse para os animais, do que os de pele clara, que apresentariam maior refletividade.

Em estudos realizados por Amamou et al. (2019) na Tunísia, a temperatura da pele foi uma característica altamente sensível em resposta aos valores de ITU, mostrando associação linear com o aumento do ITU ($R^2 = 0,96$). A pele é um mecanismo importante para a troca de calor, e a temperatura da pele é o resultado da regulação dessa troca entre o núcleo da pele e do corpo, pelo fluxo sanguíneo.

Os autores Medeiros & Vieira (1997) relataram que ocorre aquecimento da pele pela dilatação dos vasos sanguíneos superficiais em decorrência da

exposição a temperaturas altas acima dos limites críticos, no entanto, essa dilatação pode contribuir no resfriamento do corpo pelo mecanismo de condução do calor corpóreo até chegar à pele, e de radiação para o ambiente.

2.5 Termografia Infravermelha

A técnica é baseada no princípio que todos os corpos formados de matéria emitem certa carga de radiação infravermelha, que é proporcional a temperatura. Essa radiação pode ser capturada em termograma que expressa o gradiente térmico em padrão de cores (Roberto & Souza, 2014).

A termografia infravermelha tem vantagem de não causar estresse, os equipamentos de imagem infravermelha são capazes de detectar temperatura a partir de $0,05^{\circ}\text{C}$, enquanto a mão humana não é capaz de perceber a temperatura menor que $2,0^{\circ}\text{C}$ a $4,0^{\circ}\text{C}$ (Davis & Silva, 2004).

No termógrafo as áreas mais quentes aparecem brancas ou vermelhas, enquanto as regiões mais frias aparecem em azul ou preto, importante na detecção de doenças infecciosas e monitoramento do bem-estar animal (Polat et al., 2010).

A imagem termográfica aparece como um gráfico de representação da radiação emitida pela superfície da pele, que é transformado em uma imagem visível. Havendo alterações na circulação dos tecidos adjacentes à pele, a temperatura sofre alteração, mudando o padrão de cor no termograma observado em cada pixel, que demonstra um ponto de temperatura (Rezende, 2017).

A precisão da imagem térmica também é influenciada pela intensidade da luz e pela radiação solar, recomenda-se que os animais sejam termografados em galpão em luz de baixa, sugerido que a distância mínima de 1,0 m a 1,2 m entre a câmera e o animal deve ser mantida (Jeelani et al., 2019).

Nogueira et al. (2013) estudaram o uso da termografia infravermelha para auxiliar no diagnóstico de mastite em ovelhas, os autores observaram que houve relação entre as temperaturas superficiais das glândulas e alterações específicas do tecido glandular, observando diferenças nas temperaturas superficiais das glândulas, conclui-se que a termografia ajudou a identificar diferenças de temperaturas entre as metades mamárias saudáveis, mastite subclínicas, mastite clínica em estágio crônico. A termografia infravermelha associada ao diagnóstico clínico e microbiológico foi importante ferramenta no diagnóstico de mastite em ovelhas.

É importante ressaltar que a termografia infravermelha não é um procedimento indicado para a realização de um diagnóstico definitivo, mas como método de exame complementar utilizado para auxiliar na avaliação do aumento na temperatura corporal dos animais, podendo ser correlacionado com a contagem de células somáticas (CCS) para o diagnóstico de mastite clínica e subclínica (Ferreira et al., 2016).

2.6 Consumo, Produção de Leite, Parâmetros Fisiológicos e Comportamentais

A avaliação das respostas fisiológicas tem sido comumente empregada como forma de conhecer o comportamento, como também o grau de adaptação dos animais sob condições de estresse térmico pelo calor (LINHARES

et al., 2015). Quando a temperatura crítica superior de uma vaca leiteira é atingida, esta é incapaz de regular efetivamente a temperatura corporal interna, o estresse térmico por calor é induzido e a saúde, produtividade e comportamento são alterados (Kadzere et al., 2002; West, 2003; Hansen, 2013; Tao et al., 2018).

Para Das et al. (2016) o aumento da temperatura ambiente tem efeito direto no centro do apetite do hipotálamo, diminuindo a ingestão de alimento, que começa a diminuir a temperaturas de 25,0°C a 26,0°C em vacas em lactação e reduz mais rapidamente acima de 30,0°C em condições climáticas temperadas.

Com as temperaturas elevadas, o animal reduz o consumo de alimentos como tentativa de diminuir a produção de calor interno gerado pelo aumento calórico durante os processos digestivos. Estas respostas comportamentais e metabólicas ocasionam em menor aporte de nutrientes até a glândula mamaria, como resultado a produção de leite é afetada pelas condições de temperatura acima do conforto térmico para vacas leiteiras (Cerutti et al., 2013).

Com a alta temperatura a quantidade de energia que o animal consome para manutenção da homeotermia eleva e a matéria seca (MS) seca aumenta, portanto, quando o estresse é intenso o consumo de MS cai, e os níveis de energia do animal diminuem tendo necessidade de energia para manter a homeotermia e menor consumo de energia. Devido a esses fatores a produção de leite diminui (Cruz et al., 2011).

O desempenho animal e consumo de ração são negativamente afetados pelo estresse térmico por calor, resultando em desconforto para os animais,

mas, também a diminuição da eficiência alimentar, pois parte da energia oriunda da dieta é desprendida para manutenção da temperatura corporal, reduzindo a produção (Amamou et al., 2019).

O restabelecimento da produção de leite após o estresse por calor ocorre vagarosamente e em graus que variam com a intensidade e extensão do estresse, além da fase de lactação, e limites fisiológicos da glândula mamária, podendo recuperar a produção normal ou comprometer toda lactação (Porcionato et al., 2009).

Damasceno et al. (1998) não observaram influência dos tratamentos no consumo de MS, mas a eficiência de produção de leite foi maior ($p < 0,05$) para os animais mantidos em abrigos com proteção (1,3 contra 1,2 kg de leite por kg de MS consumida). Evidências indicaram que a redução no consumo voluntário de alimentos tem sido a principal razão dos decréscimos na produção de leite, em vacas submetidas ao estresse pelo calor.

Neto & Bittar (2018) avaliaram a qualidade do leite no período de maio a setembro em Goianésia - GO, com vacas mestiças (Holandês x Zebu), os animais foram divididos em quatro grupos, de acordo com a temperatura retal, até 38°C, de 38,1°C a 38,5°C, de 38,6°C a 39°C e 39,1°C a 39,5°C, os autores não encontraram diferença na avaliação da CCS, não houve também diferença na avaliação da proteína e gordura, indicando que a temperatura interna do animal, não influencia na CCS do leite e na composição da proteína e gordura dentre as temperaturas avaliadas.

Em estudos realizados por Barbosa et al. (2004) animais com acesso à sombra apresentaram células somáticas superiores ao grupo do sol, pelo fato

que os grupos de animais em áreas sombreadas no pasto resultaram em concentração de patógenos ambiental elevado, por causa do aumento da temperatura ambiental e da umidade aumentar o crescimento de patógenos.

O comportamento também pode ser usado na avaliação do bem-estar. O fato de um animal apresentar alterações de comportamento fornece informações quanto ao estado de conforto e, conseqüentemente, sobre seu bem-estar (Broom & Molento, 2004). O animal busca situações que sejam benéficas, escolhendo entre várias opções, a que demanda menor consumo de energia.

Estudos do comportamento de bovinos leiteiros na ausência de sistemas de climatização são importantes e permitem entender como a alteração do comportamento pode afetar atividades como pastejo, ruminação e, conseqüentemente, a produção e qualidade do leite (Kendall et al., 2006).

3. Conclusão

Em virtude dos meios apresentados, entende-se que os animais com livre acesso ao sombreamento possuem maior conforto térmico, pois assim, eles poderão ter um maior tempo de pastejo e ruminação durante o dia, vindo assim a ter uma melhor conversão na produção de leite, pois a energia utilizada para regular a temperatura será empregada na produção.

4. Referências Bibliográficas

Almeida, T. V. D., Neves, R. B. S., Arnhold, E., Rezende, C. S. M., Oliveira, A. N., & Nicolau, E. S. (2016). Efeito da temperatura e do tempo de armazenamento de amostras de leite cru nos resultados das análises eletrônicas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 68, 1316-1324.

Amamou, H., Beckers, Y., Mahouachi, M., & Hammami, H. (2019). Thermotolerance indicators related to production and physiological responses to heat stress of 44 cows. *Journal of thermal biology*, 82, 90-98.

Atrian, P., & Shahryar, H. A. (2012). Heat stress in dairy cows (a review). *Research in Zoology*, 2(4), 31-37.

Azevedo, M. D., Pires, M. D. F. Á., Saturnino, H. M., Lana, Â. M. Q., Sampaio, I. B. M., Monteiro, J. B. N., & Morato, L. E. (2005). Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras ¹/₂, ³/₄ e ⁷/₈ Holandês-Zebu em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(6), 2000-2008.

Baccari Júnior, F. (1998). Manejo ambiental para produção de leite em climas quentes. In *Congresso Brasileiro de Biometeorologia* (Vol. 2, pp. 136-161).

Barbosa, O. R., Boza, P. R., dos Santos, G. T., Sakagushi, E. S., & Ribas, N. P. (2004). Efeitos da sombra e da aspersão de água na produção de leite de vacas da raça Holandesa durante o verão. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 26(1), 115-122.

Barion, M. R. L., da Silva¹, H. C., & Colhado, S. G. (2012). A importância e os tipos das sombras utilizadas para bovinos a pasto. *MOSTRA INTERNA DE TRABALHOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 6.

Becker, C. A., Collier, R. J., & Stone, A. E. (2020). Invited review: Physiological and behavioral effects of heat stress in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 103(8), 6751-6770.

Berman, A., Folman, Y., Kaim, M., Mamen, M., Herz, Z., Wolfenson, D., ... & Graber, Y. (1985). Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a subtropical climate. *Journal of Dairy Science*, 68(6), 1488-1495.

Blackshaw, J. K., Blackshaw, A. W. (1994) Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. *Australian Journal of*

Experimental Agriculture, v. 34, n. 2, p. 285-295,

Broom, D. M., & Molento, C. F. M. (2004). Animal welfare: concept and related issues—review. *Archives of Veterinary Science*, 9(2), 1-11.

Cerutti, W. G., Bermudes, R. F., Viégas, J., & Martins, C. M. D. M. R. (2013). Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas ou não a sombreamento e aspersão na pré-ordenha. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 14, 406-412.

Cruz, L. V., Angrimani, D. D. S., Rui, B. R., & Silva, M. A. (2011). Efeitos do estresse térmico na produção leiteira: revisão de literatura. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, 9(16).

Damasceno, J. C., Baccari Jr, F., & Targa, L. A. (1998). Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas com acesso à sombra constante ou limitada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 27(3), 595-602.

Das, R., Sailo, L., Verma, N., Bharti, P., & Saikia, J. (2016). Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. *Veterinary world*, 9(3), 260.

Davis, J.; Silva V. 2004. Subtração para detecção de pessoa em imagens térmicas. *Revista Medicine & Biology* 23:79-88.

Deitenbach, A.; Floriani, G.S.; Dubois, J.C.L.; et al. (2008) Manual agroflorestal para a Mata Atlântica. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário.

Dikmen, S. E. R. D. A. L., & Hansen, P. J. (2009). Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment?. *Journal of dairy science*, 92(1), 109-116.

Ferreira, K., Ávila Filho, S., Bertolino, J., Silva, L. A., & Vulcani, V. (2016). Termografia por infravermelho em medicina veterinária. *Enciclopédia biosfera*, 13(23).

Gebremedhin, K. G. (1985). Heat exchange between livestock and the environment.

Hansen, P. J. (2013). Antecedents of mammalian fertility: Lessons from the heat-stressed cow regarding the importance of oocyte competence for fertilization and embryonic development. *Animal Frontiers*, 3(4), 34-39.

Jeelani, R., Konwar, D., Khan, A., Kumar, D., Chakraborty, D., & Brahma, B. (2019). Reassessment of temperature-humidity index for measuring heat stress in crossbred dairy cattle of a sub-tropical region. *Journal of thermal biology*, 82, 99-106.

Kadzere, C. T., Murphy, M. R., Silanikove, N., & Maltz, E. (2002). Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock production science*, 77(1), 59-91.

Kendall, P. E.; Nielsen, P. P.; Webster, J. R.; Verkerk, G. A.; Littlejohn, R. P.; Matthews, L. R. (2006) The effects of providing shade to lactating dairy cows in a temperate climate. **Livestock Science**, v. 103, n. 1-2, p. 148-157.

Leão, J. M., Lima, J. A. M., Pôssas, F. P., & Pereira, L. G. R. (2015). Uso da termografia infravermelha na pecuária de precisão. *Embrapa Gado de Leite-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.

Linhares, A. S. F., Soares, D. L., Oliveira, N. C. T., de Souza, B. B., & Dantas, N. L. B. (2015). Respostas fisiológicas e manejo adequado de ruminantes em ambientes quentes. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 11(2), 27-33.

Marins, T. N. (2016). Índices de estresse térmico e perfil metabólico nos períodos de transição e espera voluntária de vacas da raça girolando, criadas em clima tropical.

Martello, L. S., Savastano Júnior, H., Silva, S. D. L., & Titto, E. A. L. (2004). Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33, 181-191.

Medeiros, L. F. D., & Vieira, D. H. (1997). Bioclimatologia animal. *Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ*. 126p.

Nascimento, G. V., Cardoso, E. D. A., Batista, N. L., de Souza, B. B., & Cambuí, G. B. (2013). Indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais de vacas de leite. *Agropecuária científica no semiárido*, 9(4), 28-36.

Neto, O. V., & Bittar, D. Y. (2018). Análise do conforto térmico e sua influência na produção e qualidade do leite em ambiente de domínio de cerrado. *PUBVET*, 12, 147.

Nogueira, F. R. B., de Souza, B. B., de Carvalho, M. D. G. X., Junior, F. G., Marques, A. V. M. S., & Leite, R. F. (2013). Termografia infravermelha: uma ferramenta para auxiliar no diagnóstico e prognóstico de mastite em ovelha. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine*, 35(3), 289-297.

Perissinotto, M., Moura, D. J., Cruz, V. F., Souza, S. R. L. D., Lima, K. A. O. D., & Mendes, A. S. (2009). Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy. *Ciência Rural*, 39, 1492-1498.

Pires, M. D. F. A., & de Campos, A. T. (2004). Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite. *Embrapa Gado de Leite-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*.

Pocay, P. L. B., Pocay, V. G., Starling, J. M. C., & Silva, R. G. (2001). Respostas fisiológicas de vacas Holandesas predominantemente brancas e predominantemente negras sob radiação solar direta. *Ars Veterinaria*, 17(2), 155-161.

Polat, B., Colak, A., Cengiz, M., Yanmaz, L. E., Oral, H., Bastan, A., ... & Hayirli, A. (2010). Sensitivity and specificity of infrared thermography in detection of subclinical mastitis in dairy cows. *Journal of dairy science*, 93(8), 3525-3532.

Porcionato, M. A. F., Fernandes, A. M., Netto, A. S., & Santos, M. V. (2009). Influência do estresse calórico na produção e qualidade do leite. *Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais*, 7(4), 483-490.

Ravagnolo, O., Misztal, I., & Hoogenboom, G. (2000). Genetic component of heat stress in dairy cattle, development of heat index function. *Journal of dairy science*, 83(9), 2120-2125.

Rezende, E. S. J. Modelo de detecção de mastite em vacas leiteiras usando termografia infravermelho. 2017. 1 recurso online (56 p.) Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1632087>.

Roberto, J. V. B., & Souza, B. D. (2014). Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 2(3), 73-84.

Silva, B. D. M., Pires, M., Marques, L., Porto, B., & de Carvalho Júnior, I. S. (2016). Comportamento diurno de vacas Holandês puras por cruza em ambiente quente. *Embrapa Gado de Leite-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.

Silva, R. G. D., Morais, D. A. E. F., & Guilhermino, M. M. (2007). Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 1192-1198.

Staples, C.R.; Thatcher, W.W. 2011. Heat Stress: Effects on Milk Production and Composition. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 2nd edition 561-566.

Tao, S., Orellana, R. M., Weng, X., Marins, T. N., Dahl, G. E., & Bernard, J. K. (2018). Symposium review: The influences of heat stress on bovine mammary gland function. *Journal of dairy science*, 101(6), 5642-5654.

Valentim, J., Bittencourt, T., Rodrigues, R., Araújo, G., & Almeida, G. (2018). Efeito do estresse térmico por calor em vacas leiteiras. *Nutritime Revista Eletrônica*, 15.

West, J. W. (2003). Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of dairy science*, 86(6), 2131-2144.

Zimbelman, R. B., Rhoads, R. P., Rhoads, M. L., Duff, G. C., Baumgard, L. H., & Collier, R. J. (2009, February). A re-evaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. In *Proceedings of the 24th Southwest Nutrition and Management conference* (Vol. 1111).