

Estresse térmico em bovinos leiteiros – Impactos, avaliação e medidas de controle

Felipe Eduardo Dal Más
Rafael Rostirolla Debiage
Bruno Raphael Fasolli Schuh
Erica Cristina Bueno Do Prado Guirro

RESUMO

O estresse térmico é um problema de extrema importância para a bovinocultura leiteira no Brasil e muitos outros países tropicais. Apresenta diversos impactos negativos na produtividade e sanidade, tanto de vacas leiteiras como de sua progênie. A avaliação do conforto térmico é com base em informações do animal e do ambiente, utilizadas em conjunto para obter maior precisão. Dentre os parâmetros avaliados no animal, podem ser citados a aferição da temperatura retal, vaginal, da superfície corporal e a frequência respiratória. Quanto ao ambiente, os valores de temperatura e umidade são os principais, os quais podem ser avaliados em conjunto através do cálculo do índice de umidade e temperatura (ITU). Dentre as medidas de controle do estresse térmico, as principais são as medidas ambientais e nutricionais, quanto ao ambiente destaca-se o fornecimento adequado de água, sombreamento, além da possibilidade de sistemas de ventilação e aspersão, já na parte nutricional, visamos o aumento da densidade energética da dieta, uma vez que existe uma redução no consumo de matéria seca e aumento da taxa metabólica, que pode ser obtida pelo aumento da quantidade de gordura, redução da fibra na dieta.

Palavras-chave: Bem-estar. Bovinocultura leiteira. Desempenho, Manejo. Temperatura.

Heat stress in dairy cattle – Impacts, assesment and control measures

ABSTRACT

Heat stress is an extremely important problem for dairy cattle breeding in Brazil and several other tropical countries. It has sundry negative impacts on productivity and sanity, for both dairy cows and its progeny. Evaluation of thermal comfort is based on animal and enviroment information, used together to obtain greater precision. Among the animal parameters evaluated, rectal, vaginal and body surface temperature, and the respiratory rate can be mentioned. As for the environment, temperature and humidity values are the main ones, which can be evaluated together by calculating the temperature-humidity index (THI). Among the thermal stress control measures, the main ones are environmental and nutritional measures. Regarding the environment, we highlight the adequate water supply, shading, besides the possibility of ventilation and sprinkling systems, while nutritionally we aim to increase of energy density of the diet, since there is a reduction in the consumption of dry matter and

Felipe Eduardo Dal Más – Mestrando em ciência animal na Universidade Federal do Paraná.

Rafael Rostirolla Debiage – Mestrando em ciência animal na Universidade Federal do Paraná.

Bruno Raphael Fasolli Schuh – Mestrando em ciência animal na Universidade Federal do Paraná.

Erica Cristina Bueno Do Prado Guirro – Doutora, docente na Universidade Federal do Paraná.

| | | | | | |
|---------------------|--------|------|-----|---------|----------------|
| Veterinária em Foco | Canoas | v.17 | n.2 | p.42-55 | jan./jun. 2020 |
|---------------------|--------|------|-----|---------|----------------|

increase of the metabolic rate, which can be obtained by increasing the amount of fat and reducing the fiber in the diet.

Key-words: Welfare. Dairy breeding. Performance. Management. Temperature.

INTRODUÇÃO

A bovinocultura leiteira é uma das principais atividades agropecuárias que fornece alimento à população, sendo um dos principais setores de geração de renda no Brasil e arrecadação tributária (MELO et al., 2016). A promoção do bem-estar animal é um fator que tem sido levado cada vez mais em consideração pelos consumidores e produtores, nos sistemas de produção atuais fornecer conforto ao animais mostra-se de extrema importância, tanto pela questão ética como pelo aumento na produtividade. (MATARRESE, 2013).

Dentre os pontos de bem-estar a serem atendidos, o conforto térmico tem grande destaque para as vacas leiteiras, uma vez que pode afetar negativamente a saúde e a função biológica desses animais, refletindo principalmente em redução do desempenho produtivo e reprodutivo (NASCIMENTO et al., 2013; POLSKY; KEYSERLINGK, 2017). Este fato é especialmente importante nas vacas de origem europeia (*Bos taurus*), por possuírem menor capacidade de transpiração e maior taxa metabólica em relação às vacas de origem indiana (*Bos indicus*) (MELO et al., 2016).

Desta forma, torna-se imprescindível a preocupação com o ambiente em que o animal vive, uma vez que vacas com alto índice genético e produtivo podem não conseguir expressar todo o seu potencial por limitações do estresse térmico a qual estão submetidas (NASCIMENTO et al., 2013). O estresse térmico é frequentemente associado com grandes perdas econômicas na bovinocultura leiteira (POLSKY; KEYSERLINGK, 2017). Sendo assim, promover conforto térmico vai além de garantia de bem-estar aos animais, é também uma forma de garantir melhor produtividade. A fim de amenizar o estresse térmico de vacas leiteiras, estudos recentes avaliam os efeitos da implementação de ventiladores, aspersores e estratégias de sombreamento à pasto sobre o bem-estar e índices produtivos desses animais (TAO et al., 2011; TAO et al., 2012b; FABRIS et al., 2016).

Assim, o objetivo desta revisão de literatura foi demonstrar os impactos do estresse térmico, formas de avaliação do conforto térmico e as principais estratégias que podem ser utilizadas para controle do estresse térmico de vacas leiteiras.

DESENVOLVIMENTO

Os bovinos regulam sua temperatura corporal dissipando o calor produzido pela atividade metabólica e o calor recebido do ambiente (AGGARWAL; UPADHYAY, 2013). Os principais mecanismos de troca de calor são a condução, onde o calor é transferido através do contato direto entre superfícies; a convecção, na qual ocorre troca de calor entre a pele e a camada de ar próxima, sendo que, ao passar pelo corpo do animal a camada de ar é renovada por outra mais fria (vento), removendo assim o calor da pele; a irradiação,

onde o calor irradia do local mais quente para o menos quentes; e a evaporação, que é a perda de calor através da água, pela sudorese ou respiração. Apesar desses diversos mecanismos serem utilizados pela vaca para regular sua temperatura corporal, sua eficácia varia conforme as condições ambientais (CHASE, 2006). Sob alta temperatura, alta umidade ou ambas, há dificuldade de eliminar o excesso de calor, o que gera estresse térmico (PERANO et al., 2015).

Os animais possuem uma zona de conforto térmico, na qual conseguem regular de maneira eficiente sua temperatura corporal, sem grandes gastos energéticos, todavia quando o animal é exposto a temperaturas fora desta zona de conforto, ocorre o estresse térmico (AGGARWAL; UPADHYAY, 2013). Para vacas leiteiras, considera-se que a temperatura ideal varie entre 5 a 15°C (STAPLES; THATCHER, 2016), mas os pontos críticos para o conforto térmico permitem uma maior amplitude de variação na temperatura, estes valores são baseados nas raças leiteiras mais comuns, e variam um pouco entre elas, sendo pontos críticos baixos e altos respectivamente, para vacas Holandesas de aproximadamente -15°C e 22°C, e Jersey 2°C e 26°C (AGGARWAL; UPADHYAY, 2013).

O estresse por excesso de calor é o mais comum, quando a geração de calor atinge temperaturas que excedem a capacidade de dissipação (AGGARWAL; UPADHYAY, 2013). Na bovinocultura leiteira é aceito o limite superior de temperatura de 25°C, pois nesta faixa ainda ocorre mínimo impacto sobre a produtividade (STAPLES; THATCHER, 2016).

Acima de 25°C, vacas de leite sofrem de estresse térmico e apresentam alterações na homeostase, o que interfere em alguns parâmetros fisiológicos (KAUFMAN et al., 2018). A temperatura corporal e a frequência respiratória são parâmetros indicadores do estresse térmico nesta espécie (BITMAN et al., 1984).

A temperatura corporal é avaliada a partir da aferição da temperatura retal, vaginal ou da pele do úbere. Existe forte correlação entre a temperatura retal e vaginal; a mensuração da temperatura da pele do úbere é uma alternativa mais fácil e também é eficaz para avaliar a temperatura corporal (KAUFMAN et al., 2018).

A frequência respiratória de vacas sob estresse térmico altera-se antes mesmo da temperatura corporal (FERRAZZA et al., 2017) e, além disso, pode indicar animais termotolerantes, uma vez que o aumento da frequência respiratória permite que o animal dissipe mais calor e sofra menos danos a sua produtividade (AMAMOU et al, 2019).

Parâmetros do ambiente também são utilizados para avaliar o estresse térmico, sendo o índice de temperatura e umidade (ITU) o método mais utilizado (DIKMEN; HANSEN, 2009). Este método apresenta boa eficácia no estabelecimento da zona do estresse térmico uma vez que avalia, além da temperatura, a umidade relativa do ar, que tem grande interferência na troca de calor do ambiente (KAUFMAN et al., 2018), o que resulta em grande correlação entre ITU, valores de temperatura retal, vaginal e frequência respiratória (FERRAZZA et al., 2017).

Existem diversas fórmulas para o cálculo do ITU, a eficácia é semelhante entre estes métodos (DIKMEN; HANSEN, 2009), sendo que uma das fórmulas de cálculo do ITU é:

$$\text{ITU} = (1,8 \times T + 32) - [(0,55 - 0,0055 \times \text{UR}) \times (1,8 \times T - 26)]$$

Onde: ITU = Índice de Temperatura e Umidade

T = Temperatura ambiente

UR = Umidade Relativa do Ar

Apesar da influência da umidade, há grande correlação entre a temperatura ambiente, o ITU e a temperatura retal dos bovinos, mostrando que a temperatura ambiente isolada é um parâmetro capaz de estimar o estresse térmico em bovinos de leite para climas subtropicais (DIKMEN; HANSEN, 2009).

Com base no ITU, foram divididas zonas de conforto térmico, sendo que até 71 é zona de conforto térmico, entre 72 e 79 existe estresse leve, de 80 a 89 há estresse moderado e acima de 90 existe estresse térmico severo (ARMSTRONG, 1994). A partir disso, outros estudos avaliaram os efeitos do estresse térmico, a fim de estabelecer o limite de ITU, que foi considerado como sendo de 68 (ZIMBELMAN et al., 2009), 70 (GHIZZI et al, 2018), 72 (CHASE, 2006) para vacas de origem europeia. Para vacas cruzadas (europeu x zebu) as respostas ao estresse se iniciam com ITU de 74 (JEELANI, et al. 2019). Assim, nota-se que o início do estresse térmico varia conforme fatores individuais e ambientais.

O aumento do ITU tem correlação com os parâmetros do animal, sendo que a cada 1 ponto de ITU a mais, aumentam 2 movimentos respiratórios por minuto (mpm), 0,5°C de temperatura da pele e 0,04° de temperatura retal (AMAMOU et al, 2019). Sendo assim, considera-se que uma vaca que apresente frequência respiratória menor de 23mpm e temperatura retal menor que 38,3°C esteja em conforto térmico; se a frequência respiratória estiver entre 45 e 65mpm e a temperatura retal superar 38,4°C considera-se que exista estresse térmico que está sendo controlado de maneira eficaz; valores de frequência respiratória acima de 70mpm e de temperatura retal acima de 39,1°C são indicativos de estresse térmico (PIRES; CAMPOS, 2004). Portanto, é importante combinar a mensuração de valores do animal e do ambiente para avaliar o conforto térmico, estabelecer medidas para melhoria destas condições e prever a produtividade animal (AMAMOU et al, 2019).

O aumento de metabolismo de vacas em lactação gera mais calor corporal, o que torna essas vacas mais suscetíveis ao estresse térmico em relação às vacas no período seco. Desta mesma forma, vacas de maiores produções leiteiras acabam por serem mais predispostas ao estresse térmico do que vacas de menor produção (SPIERS et al., 2004).

Já está bem definido na literatura que o estresse térmico causa impacto direto na produção de leite (KARIMI et al., 2014; MELO et al., 2016; FABRIS et al., 2016;

2019). Diversos mecanismos podem estar envolvidos nesse processo, como gasto de energia para dissipar calor e a redução no consumo de matéria seca, sendo necessário aumentar a densidade da dieta para suprir as necessidades nutricionais do animal (TAO et al., 2012a).

Além do impacto negativo direto sobre a produção de leite, o estresse térmico durante o período seco pode causar redução na lactação subsequente, mesmo que na próxima lactação o animal não seja submetido à esse tipo de estresse (TAO et al., 2011; FABRIS et al., 2016) ou que o estresse térmico ocorra apenas em uma parte do período seco (FABRIS et al., 2019). Um ensaio imuno-histoquímico revelou que vacas no período seco que são submetidas à estresse térmico apresentam menor desenvolvimento epitelial da glândula mamária, o que justifica menor produção de leite na lactação subsequente (TAO et al., 2011). Além disso, essa vacas também exibem redução do número de dias em lactação (FABRIS et al., 2019).

O estresse térmico também interfere na qualidade do leite no que diz respeito aos teores de lactose, proteínas e gordura (TAO et al., 2011; NAKAMURA et al., 2012; NEAMT et al., 2014). O perfil lipídico da gordura do leite é alterado, sendo a redução dos níveis de lisofosfatidilcolina um importante marcador de estresse térmico (LIU et al., 2019). A contagem de células somáticas tende a diminuir em períodos de menor estresse térmico nos bovinos (TAO et al., 2011; NAKAMURA et al., 2012).

O estresse térmico pode afetar a sanidade animal, aumentando o risco de doenças, como a acidose ruminal, em consequência da menor ruminação, menor salivação e menor capacidade tamponante desta, devido a redução da concentração de bicarbonato, consequência da perda de gás carbônico pela taquipneia, que reduz os níveis de bicarbonato sanguíneos (STAPLES; THATCHER, 2016). Além disso, animais em estresse térmico tem maior risco de desenvolver lesões podais (COOK et al., 2007), pois estas vacas permanecem mais tempo em estação, na tentativa de expor maior superfície corporal a fim de aumentar a dissipação de calor (POLSKY; KEYSERLINGK, 2017).

O estresse térmico também exerce influência na reprodução animal, pois afeta o tamanho dos folículos antrais no ciclo estral. Com isso, outros fatores como a expressão do comportamento de fertilidade da fêmea, especialmente importante para detecção do cio e execução da inseminação artificial, é afetado pelo estresse térmico (SCHÜLLER et al., 2017). Além do prejuízo para a detecção do cio após inseminação, vacas com estresse térmico tem maiores taxas de retorno ao cio por perdas embrionárias (SCHÜLLER et al., 2014). Desta forma, a transferência de embrião mostra-se como uma importante alternativa pra esses animais, uma vez que o período crítico em que o embrião é mais afetado pelo estresse térmico ocorrerá *in vitro*, fora do organismo da mãe (VASCONSELOS; DEMÉTRIO, 2011). O ITU limítrofe para a reprodução é de 73, sendo que acima deste as taxas de fertilidade reduzem substancialmente (SCHÜLLER et al., 2014).

Para melhora dos índices reprodutivos, manobras ambientais para controle de temperatura e prevenção de estresse térmico devem ser tomadas três semanas antes e três semanas depois da inseminação (SCHÜLLER et al., 2014). Para Vasconselos e Demétrio

(2011), elevadas temperaturas no 7º dia pós inseminação ou, no dia da transferência de embrião, aumentam a chances de perda embrionária.

Vacas submetidas ao estresse térmico no final da gestação tendem a parir até quatro dias mais cedo em comparação à vacas com sistemas de resfriamento corporal (TAO et al., 2012a; FABRIS et al., 2016). Os efeitos da temperatura alta não cessam quando a temperatura ambiente retorna ao normal, podendo manter-se por longos períodos após a exposição ao estresse térmico. Ou seja, mesmo as vacas que pariram em período de baixa incidência de estresse térmico, apresentam longo período até conceberem a próxima gestação, devido ao efeito residual do estresse térmico nas mesmas, fator que aumenta os dias em aberto e também o número de inseminações por vaca, necessárias para conceber uma nova gestação (NEAMT et al., 2014).

O estresse térmico em bovinos de leite podem causar efeitos negativos à progênie quando o período do estresse térmico for no final da gestação (MONTEIRO et al., 2013). Em um estudo realizado por Fabris e colaboradores (2016), vacas expostas ao estresse térmico no período pré-parto tendem a parir bezerras mais leves em relação à vacas com mantidas em ambientes com ventiladores e aspersores para alívio do estresse térmico. Igualmente, o estresse térmico ao final da gestação pode causar alterações no eixo hipotálamo hipófise adrenal do feto, fazendo com que o bezerro recém-nascido tenha sua resposta à diferentes estresses de forma alterada (TAO et al., 2012a).

O impacto negativo do estresse térmico vai além do pós-parto imediato, uma vez que o estresse térmico no período final da gestação determina que as bezerras nascidas têm maiores chances de serem retiradas do rebanho antes da puberdade devido à doenças, má formações e retardo no crescimento (MONTEIRO et al., 2013), bem como apresentarem um menor consumo de grãos na fase pré-desmame (MONTEIRO et al., 2016a). Outros estudos demonstram que este impacto negativo pode ir muito além da puberdade, uma vez que estas bezerras que experimentam estresse térmico em sua vida uterina no final da gestação apresentam menor produção de leite na primeira lactação (MONTEIRO et al., 2016b), podendo esta quebra na produção atingir até 19%, em relação à bezerras onde as mães passaram o final da gestação em ambientes com medidas de enriquecimento ambiental visando redução da temperatura corporal das mães (DAHL et al., 2017).

A fertilidade das bezerras pode ser igualmente afetada, diminuindo as taxas de fertilidade com consequente aumento nas taxas de serviço (MONTEIRO et al., 2016b), o que evidencia que o estresse térmico é capaz de interferir na produtividade de bezerras antes mesmo do seu nascimento.

Diante do exposto, fica claro que controlar o estresse térmico de vacas de leite é fundamental para que os animais tenham conforto e, assim, se obtenha alta produtividade. As principais estratégias para controle do estresse térmico estão relacionadas à modificação de fatores ambientais (água, sombra, ventilação e aspersão) e no estabelecimento de estratégias nutricionais, conforme será explanado a seguir.

A água é um nutriente de grande importância nos momentos de estresse térmico, uma vez que ela é utilizada pelos mecanismo de transferência do calor corporal para o

ambiente (LOOPER; WALDNER; 2007). Assim, sob temperatura elevada, ocorre aumento no consumo de água, sendo que, animais em estresse térmico, aumentam o número de visitas à fonte de água, o tempo de permanência no bebedouro e o consumo real de água (PERISSINOTO et al., 2005). O momento de maior procura por água é logo após a ordenha (PERISSINOTO et al., 2005). A temperatura da água deve estar entre 17 a 27°C para favorecer seu consumo pelas vacas (LOOPER; WALDNER; 2007).

A presença de sombra auxilia os animais contra a radiação solar direta ou indireta e pode reduzir até 50% dos efeitos negativos causador pelo estresse térmico (COLLIER et al., 2006). O sombreamento pode ser natural (árvores) ou artificial (sombrite, abrigos). A sombra fornecida por árvores, que devem estar presentes nos pastos e piquetes, é a melhor alternativa contra a incidência de radiação solar (AZEVEDO; ALVES, 2009). Árvores agrupadas em bosques fornecem mais conforto que apenas a sombra de árvores isoladas (NAVARINI et al., 2009). Em vista disso, o sistema silvopastoril que associa árvores à pastagem tem recebido destaque, pois garante conforto térmico, que é refletido na produtividade (BALISCEI et al., 2013). Quando se opta por sombreamento com sombrites, recomenda-se que a tela produza 80% de sombra e que a estrutura seja corretamente dimensionada e compatível com o número de animais (PIRES; CAMPOS, 2004; SCHÜTZ et al., 2009).

A circulação do ar é um fator importante para diminuir os efeitos do estresse por calor, pois colabora na sua perda por convecção e evaporação, além de renovar o ar dentro dos galpões. A ventilação artificial, quando disposta de maneira adequada quanto ao número, disposição e capacidade dos equipamentos, melhora o ambiente e favorece a perda de calor (RENAUDEAU et al., 2012). A ventilação natural é uma alternativa de baixo custo e pode ser empregada quando não possui barreiras de circulação de ar próximo às construções e utilizam lanternim para saída de ar na parte mais alta do telhado (PIRES; CAMPOS, 2004).

A aspersão de água na pele das vacas é outro método efetivo para perda de calor porque aumenta a taxa de condução e convecção da água (AVENDAÑO REYES, 2012). O animal se resfria com a evaporação da água da pele e pelos, permitindo a troca de calor mais eficiente, quando comparada a apenas com a sudação (BUCKLIN; BRAY, 1998). A aspersão direta de água sobre as vacas conduz o calor da superfície corporal para o ambiente e leva os animais a evaporarem mais umidade da pele permitindo que as vacas utilizem o resultante calor latente de evaporação para o resfriamento do corpo (DOMINGOS et al., 2012).

O aumento da produção de leite com uso de ventilação e de aspersão é variável, pois depende do nível de produção das vacas e do ITU do ambiente (ARMSTRONG, 1994). A utilização de ventilação e aspersão para vacas secas tem benefício, pois o uso concomitante de ventilação e aspersão para vacas secas aumentou a produção em até 3,5 kg/vaca/dia, na próxima lactação (WEST, 1999).

Uma das principais estratégias para aumentar a produtividade de vacas leiteiras sob estresse térmico estão relacionadas ao manejo nutricional. Durante os períodos de estresse pelo calor, as exigências nutricionais são alternadas e a dieta requer ajustes (ZIMBELMAN

et al., 2011). É necessário aumentar a densidade de nutrientes e recalcular os requisitos minerais e hídricos, principalmente devido às perdas por aumento da sudorese (COLLIER et al., 2005). Sódio, magnésio e potássio são os principais ions perdidos na dissipação do calor (RIVAS, 2016).

Quando as vacas estão em estresse calórico, ocorre a redução na ruminação e absorção de nutrientes, o que resulta em redução líquida na disponibilidade de nutrientes e energia para produção de leite (COLLIER; BEEDE, 1985). Estas vacas apresentam redução no consumo de matéria seca e aumento do requerimento de energia para manutenção, devido aos gastos energéticos para a termorregulação (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2001). Assim, a dieta nos períodos de estresse calórico deve fornecer alta porcentagem de nutrientes, com o menor incremento calórico, caracterizando uma dieta com maior teor de energia, mais fibra de alta fermentação e alto conteúdo de nutrientes protegidos. Portanto, os alimentos mais utilizados nesta situação são as pastagens tenras, silagem com alto conteúdo de grãos e concentrados ricos em gorduras (AZEVEDO; ALVES, 2009).

Animais com a alimentação prioritária ou exclusiva na pastagem consomem dieta rica em fibra, apresentando maior produção de acetato e, conseqüentemente, maior produção de calor pelo metabolismo do acetato quando comparado ao propionato, que é proporcionado por dietas ricas em concentrado (AZEVEDO; ALVES, 2009). Animais sob pastejo de capim de baixa qualidade nutricional tendem a reduzir a ingestão de matéria seca devido à maior produção de calor no processo de fermentação ruminal para degradação da fibra. Esses animais procuram, então, pastear nos horários mais frescos do dia, preferencialmente à noite. O fornecimento de capim de boa qualidade favorece a ingestão de capim ao longo do dia (RIVAS, 2016).

Uma alternativa para vacas em estresse térmico é reduzir o fornecimento de fibras para níveis onde o rúmen funcione adequadamente e adicionar gordura, a fim de aumentar o teor de energia da dieta (MORRISON, 1983), porém o teor de extrato etéreo não deve ultrapassar o limite de 7% da dieta total (PIRES, 2006). A inclusão de gordura na dieta pode reduzir o estresse calórico, devido ao menor incremento calórico das gorduras comparada ao dos carboidratos e proteínas, a gordura também possui maior nível energético, aumentando a densidade energética da dieta (PALMQUIST; CONRAD, 1978; ALLEN, 2000). Dentre os alimentos que podem fornecer gordura estão o caroço de algodão, a soja crua/tostada e as fontes de gordura inerte ou protegida (CARDOSO, 1997).

A suplementação com bicarbonato de sódio nas dietas pode reduzir o pH ruminal, corrigindo problemas relacionados à alta ingestão de alimentos concentrados e pouca ruminação nos animais estressados pelo calor (HAENLEIN, 1987). A niacina (ácido nicotínico) é um suplemento que induz a vasodilatação, causando transferência do calor corporal para a superfície periférica, o que contribui para que o animal ingira maior quantidade de matéria seca (DI COSTANZA et al, 1997).

O fornecimento de ração para animais estabulados deve, preferencialmente, ser realizado nos horários mais frescos, para evitar de associar o calor gerado pelo processo de degradação e digestão dos alimentos com os horários de alta temperatura ambiental

(RIVAS, 2016). O arraçoamento deve ser fracionado em, no mínimo, três vezes ao dia (AZEVEDO; ALVES, 2009), pois vacas em estresse calórico tem mudança no comportamento ingestivo, pois comem mais vezes durante o dia, porém em quantidades menores (SHIAO et al., 2011). Além disso, o maior número de refeições mantém um ambiente ruminal melhor, com uma fermentação mais estável e menor variação no pH (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2001), reduzindo os riscos de acidose ruminal.

Por fim, sabe-se que animais em estresse térmico tem alterações nas demandas de minerais e vitaminas e tais elementos são importantes na atividade imunológica, na função antioxidante, no metabolismo lipídico e na termorregulação (CONTE et al., 2018). Talvez isso explique os bons resultados verificados em bovinos tratados com um moderno suplemento mineral e vitamínico (Omnigen AF®, Phibro Animal Health Corporation, Brasil) desenvolvido no intuito de reduzir os efeitos deletérios na produção leiteira e no estado imunológico causados pelo estresse térmico, principalmente para vacas em fase de transição (BRANDÃO et al., 2016), apesar dos mecanismos de ação ainda não terem sido totalmente elucidados. Este produto tem se mostrado efetivo para promover alívio do estresse térmico, diminuindo a incidência de hipertermia no rebanho (FABRIS et al., 2016), especialmente nos horários mais quentes do dia, quando o estresse térmico é mais intenso, o que contribui significativamente para promover o bem-estar na bovinocultura leiteira de alta produção (LEIVA et al., 2016).

CONCLUSÃO

O controle do estresse térmico na bovinocultura leiteira promove bem-estar, melhora nos índices produtivos quanto ao volume produzido, qualidade do leite, sanidade, reprodução e interfere positivamente nos índices zootécnicos da progênie. Os principais parâmetros utilizados para avaliação do estresse térmico são a temperatura retal, vaginal, temperatura de superfície do úbere, frequência respiratória, temperatura ambiente, e índice de temperatura e umidade. O uso de ventiladores e aspersores, sombreamento, água de fácil acesso aos animais e estratégias nutricionais são medidas que podem reduzir o estresse calórico e favorecer índices zootécnicos do rebanho leiteiro.

REFERÊNCIAS

- AGGARWAL, A.; UPADHYAY, R. *Heat Stress and Animal Productivity*, 1. ed. India: Springer, 2013. 188p.
- ALLEN, M. S. Effects of Diet on Short-Term Regulation of Feed Intake by Lactating Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, v.83, p.1598–1624, 2000.
- AMAMOU, H.; BECKERS, Y.; MAHOUACHI, M.; HAMMAMI, H. Thermotolerance indicators related to production and physiological responses to heat stress of holstein cows. *Journal of Thermal Biology*. v.82, p.90-98, 2019.
- ARMSTRONG, D. V. Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science*, v.77, n.7, p.2044-2050, 1994.

AVENDAÑO-REYES, L. Heat stress management for milk production in arid zones. In: CHAIYABUTR, N. (Ed). Milk production - an up-to-date overview of animal nutrition, management and health. Rijeka: Intech, cap.9, p.165-184. 2012

AZEVÊDO, D.M.M.R.; ALVES, A.A. Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009. p.83.

BALISCEI, M. A.; BARBOSA, O. R.; SOUZA, W.; COSTA, M. A. T.; KRUTZMANN, A.; QUEIROZ, E. O. Microclimate without shade and silvopastoral system during summer and winter. *Acta Scientiarum - Animal Science*. v.35, n.1, p.49-56, 2013.

BITMAN, J. A.; LEFCOURT, D. L.; STROUD, B. Circadian and ultradian temperature rhythms of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.67, n.5. p.1014–1023, 1984.

BRANDÃO, A.P.; COOKE, R.F.; CORRÁ, F.N.; PICCOLO, M.B.; GENNARI, R.; LEIVA, T.; VASCONCELOS, J.L.M. Physiologic, health, and production responses of dairy cows supplemented with an immunostimulant feed ingredient during the transition period. *Journal of Dairy Science*, v.99, p.5562–5572, 2016.

BUCKLIN, R. A.; BRAY, D. R. The american experience in dairy management in warm and hot climates. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., Piracicaba. *Anais...* Piracicaba:FEALQ, 1998. p.156-174.

CARDOSO, R. M. Conforto animal em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., 1996, Piracicaba. *Produção de bovinos a pasto: anais*. Piracicaba: FEALQ, 1997. p.185-198.

CHASE, L. E. Climate change impacts on dairy cattle. IN: SUSTAINABLE AGRICULTURE RESEARCH E EDUCATION (SARE) Climate Change and Agriculture: Promoting Practical and Profitable Responses. n.3, p.17-23, 2006.

COLLIER, R. J.; BAUMGARD, L. H.; LOCK, A. L.; BAUMAN, D. E.; SYLVESTER-BRADLEY, R.; WISEMAN, J. 2005. Physiological limitations: nutrient partitioning. Chapter 16. In: YIELDS OF FARMED SPECIES: CONSTRAINTS AND OPPORTUNITIES IN THE 21ST CENTURY. *Proceedings...* 61st Easter School. Nottingham, England. J. Wiseman and R. Bradley, eds. Nottingham University Press, Nottingham, U.K. 351-377.

COLLIER, R. J.; D. K. BEEDE. Thermal stress as a factor associated with nutrient requirements and interrelationships. In: Nutrition of Grazing Ruminants in Warm Climates, L.R. McDowell, ed. Academic Press, Inc., Orlando, FL. p.59-71. 1985

COLLIER, R. J.; DAHL, G. E.; VANBAALE, M. J. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. v.89, n.4, p.1244-1253, 2006.

CONTE, G.; CIAMPOLINI, R.; CASSANDRO, M.; LASAGNA, E.; CALAMARI, L.; BERNABUCCI, U.; ABENI, F. Feeding and nutrition management of heat-stressed dairy ruminants. *Italian Journal of Animal Science*, v.17, n.3, p.604–620, 2018.

COOK, N. B.; MENTINK, R. L.; BENNETT, T. B.; BURGI, K. The Effect of Heat Stress and Lameness on Time Budgets of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, v.90, n.4, p.1674–1682, 2007.

DAHL, G. E.; TAO, S.; LAPORTA, J. Late gestation heat stress of dairy cattle programs dam and daughter milk production. *Journal of Animal Science*, v.95, n.12, p.5701-5710, 2017.

DI COSTANZO, A., SPAIN J. N., SPIERS, D. E. Supplementation of nicotinic acid for lactating Holstein cows under heat stress conditions. *Journal Dairy Science*. v.80, p.1200-1206, 1997.

DIKMEN, S.; HANSEN, P. J. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? *Journal of Dairy Science*. v.92, n.1, p.109-116, 2009.

DOMINGOS, H. G. T.; JUNIOR, J. B. F. S.; DANTAS, M. R. T., FILHO, G. F. S.; TORQUATO, J.L; COSTA, L.L.M. Influência do sombreamento e aspersão de água sobre a produção de leite e respostas fisiológicas de vacas leiteiras. *Pubvet*, v.6, n.9, 2012.

FABRIS, T. F.; LAPORTA, J.; CORRA, F. N.; TORRES, Y. M.; KIRK, J. D.; MCLEAN, D. J.; CHAPMAN, J. D.; DAHL, G. E. Effect of nutritional immunomodulation and heat stress during the dry period on subsequent performance of cows. *Journal of Dairy Science*, v.100, n.8, p.6733-6742, 2016.

FABRIS, T. F.; LAPORTA, J.; SKIBIEL, A. L.; CORRA, F. N.; SENN, B. D.; WOHLGEMUTH, S. E.; DAHL, G. E. Effect of heat stress during early, late, and entire dry period on dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.102, n.6, p.5647-5656, 2019.

FERRAZZA, R. A.; GARCIA, H. D. M.; ARISTIZÁBAL, V. H. V.; NOGUEIRA, C. S.; VERÍSSIMO, C. J.; SARTORI, J. R.; SARTORI, R.; FERREIRA, J. C. P. Thermoregulatory responses of Holstein cows exposed to experimentally induced heat stress. *Journal of Thermal Biology*. v.66, p.68-80, 2017.

GHIZZI, L. G.; DEL VALLE, T. A.; TAKIYA, C. S.; SILVA, G. G.; ZILIO, E. M. C.; GRIGOLETTO, N. T. S.; MARTELLO, L. S.; RENNÓ, F. P. Effects of functional oils on ruminal fermentation, rectal temperature, and performance of dairy cows under high temperature humidity index environment. *Animal Feed Science and Technology*. v.246, p.158-166, 2018.

HAENLEIN, G. F. W. Mineral and Vitamin requirements and deficiencies. Proceedings... 4th International Conference on Goats, EMBRAPA, Brasília, II, p.1249-1266, 1987.

JEELANI, R.; KONWAR, D.; KHAN, A.; KUMAR, D.; CHAKRABORTY, D.; BRAHMA, B. Reassessment of temperature-humidity index for measuring heat stress in crossbred dairy cattle of a sub-tropical region. *Journal of Thermal Biology*. v.82, p99-106, 2019.

KARIMI, M. T.; GHORBANI, G. R.; KARGAR, S.; DRACKLEY, J. K. Late-gestation heat stress abatement on performance and behavior of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.98, n.10, p.6865-6875, 2014.

KAUFMAN, J. D.; SAXTON, A. M.; RÍUS, A. G. - *Short communication*: Relationships among temperature-humidity index with rectal, udder surface, and vaginal temperatures in lactating dairy cows experiencing heat stress. *Journal of Dairy Science*. v.101, n.7, p.1-6, 2018.

LEIVA, T.; COOKE, R. F.; BRANDÃO, A. P.; SCHUBACH, K. M.; BATISTA, L. F. D.; MIRANDA, M. F.; COLOMBO, E. A.; RODRIGUES, R. O.; JUNIOR, J. R. G.; CERRI, R. L. A.; VASCONCELOS, J. L. M. Supplementing an immunomodulatory feed ingredient to modulate thermoregulation, physiologic, and production responses in lactating dairy cows under heat stress conditions. *Journal of Dairy Science*, v.100, p.1-10, 2016.

LIU, Z.; EZERNIEKS, V.; WANG, J.; WANNI ARACHCHILLAGE, N.; GARNER, J. B.; WALES, W. J.; COCKS, B. G.; ROCHFORD, S. Heat stress in dairy cattle alters lipid

composition of milk. *Scientific Reports*, v.7, n.961, p.1-10, 2019. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41598-017-01120-9>>, acesso em 15 de junho de 2019.

LOOPER, M.L., WALDNER, D.N. Water for Dairy Cattle. Cooperative Extension Service. D-107. New Mexico State University. 2007.

MATARRESE, A. M. O bem-estar animal, segundo o Slow Food – Documento de posição oficial. *Slow Food*, p.10, 2003. Disponível em www.slowfood.it/resistenzacasearia/ita/20/benessere-animale

MELO, A. F.; MOREIRA, J. M.; ATAÍDES, D. S.; GUIMARÃES, R. A. M.; LOIOLA, J. L.; SARDINHA, H. C. Efeitos do estresse térmico na produção de vacas leiteiras: Revisão. *Pubvet*, v.10, n.10, p.721-730, 2016.

MONTEIRO, A. P. A.; GUO, J. R.; WENG, X. S.; AHMED, B. M.; HAYEN, M. H.; DAHL, G. E.; BERNARD, J. K. Effect of maternal heat stress during the dry period and growth and metabolism of calves. *Journal of Dairy Science*, v.99, p.3896-3907, 2016.

MONTEIRO, A. P. A.; TAO, S.; THOMPSON, I. M.; DAHL, G. E. Effect of heat stress in utero on calf performance and health through the first lactation. *Journal of Animal Science*, v.91, (Supl. 2), p.184, 2013.

MONTEIRO, A. P. A.; TAO, S.; THOMPSON, I. M.; DAHL, G. E. In utero heat stress decreases calf survival and performance through the first lactation. *Journal of Dairy Science*, v.99, n.10, p.1-8, 2016b.

MORRISON, S. R. Ruminant heat stress: Effect on production and means of alleviation. *Journal Dairy Science*, v.57, p.1594-1601, 1983.

NAKAMURA, A. Y.; ALBERTON, L. R.; OTUTUMI, L. K.; DONADEL, D.; TURCI, R. C.; AGOSTINIS, R. O.; CAETANO, I. C. S. Correlação entre as variáveis climáticas e a qualidade do leite de amostras obtidas em três regiões do estado do Paraná. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, v.15, n.2, p.103-108, 2012.

NASCIMENTO, G.V.; CARDOSO, E.A.; BATISTA, N.L.; SOUZA, B.B.; CAMBUÍ, G.B. Indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais de vacas de leite. *Agropecuária científica no semiárido*, v.9, n.4, p.28-36, 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (U.S.). Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition. Nutrient requirements of dairy cattle. 7. Ed. Washington, D.C.: *National Academy Press*, 2001. 381 p.

NAVARINI, F. C.; KLOSOWSKI, E. S.; CAMPOS, A. T.; TEIXEIRA, R. A.; ALMEIDA, C. P. Conforto térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. *Engenharia Agrícola*. v.29, n.4, p.508-517, 2009.

NEAMT, R. I.; CZISZTER, L. T.; ACATINCAI, S.; ERINA, S.; Effects of heat stress on the main reproduction indices in romanian spotted breed cows. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, v.47, n.2, p.238-244, 2014.

PALMQUIST, D. L.; CONRAD, J. R. High fat rations for dairy cows: effect on feed intake, milk and fat production, and plasma metabolites. *Journal Dairy Science*, n.6, p.890-901, 1978.

PERANO, K. M.; USACK, J. G.; ANGENENT, L. T.; GEBREMEDHIN, K. G. Production and physiological responses of heat-stressed lactating dairy cattle to conductive cooling. *Journal of Dairy Science*, v.98, n.8, 2015.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J.; SILVA, I. J. O.; MATARAZZO, S. V. Influência do ambiente na ingestão de água por vacas leiteiras. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, n.2, p.289-294, 2005.

PIRES, M. F. A. Manejo nutricional para evitar o estresse calórico. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006. 4 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 52).

PIRES, M. F. A.; CAMPOS, A. T. Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2004. 6 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 42).

POLSKY, L.; VON KEYSERLINGK, M. A. G. Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science*, v.11, p.8645-8657, 2017.

RENAUDEAU, D.; COLLIN, A.; YAHAV, S.; BASILIO, V.; GOURDINE, J. L.; COLLIER, R. J. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*, v.6, n.5, p.707-728, 2012.

SCHÜLLER, L.K.; BURFEIND, O.; HEUWIESER, W. Impacto of heat stress on conception rate of dairy cows in the moderate climate considering different temperature-humidity index thresholds, periods relative to breeding, and heat load indices. *Theriogenology*, v.81, p.1050-1057, 2014.

SCHÜLLER, L.K.; MICHAELIS, I.; HEUWIESER, W. Impacto f heat stress on estrus expression. And follicle size in estrus under field conditions in dairy cows. *Theriogenology*, v.102, p.48-53, 2017.

SCHÜTZ, K. E.; ROGERS, A. R.; COX, N. R.; TUCKER, C. B. Dairy cows prefer shade that offers greater protection against solar radiation in summer: Shade use, behaviour, and body temperature. *Applied Animal Behaviour Science*. v.116, p.28–34, 2009.

SHIAO, T. F.; CHEN, J. C.; YANG, D. W.; LEE, S. N.; LEE, C. F.; CHENG, W. T. K. Feasibility assessment of a tunnel-ventilated, water-padded barn on alleviation of heat stress for lactating Holstein cows in humid area. *Journal of Dairy Science*, v.94, p.5393–5404, 2011.

SPIERS, D. E.; SPAIN, J.N.; SAMPSON, J.D.; RHOADS, R.P. Use of physiological parameters to predict milk yield and feed intake in heat-stressed dairy coes. *Journal of Thermal Biology*, v.29, p.759-764, 2004.

STAPLES, C. R.; THATCHER, W. W. Heat Stress: Effects on Milk Production and Composition. In: FUQUAY, J. W.; FOX, P.F.; McSWEENEY, P. H. L. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. 2. ed. Amsterdam: Elsevier Ltd. 2011. p.561–566.

TAO, S.; BUBOLZ, J. W.; AMARAL, B. C.; THOMPSON, I. M.; HAYEN, M. J.; JOHNSON, S. E.; DAHL, G. E. Effect of heat stress during the dry period on mammary gland development. *Journal of Dairy Science*, v.94, p.5976-5986, 2011.

TAO, S.; MONTEIRO, A. P. A.; THOMPSON, I.M.; HAYEN, M.J.; DAHL, G.E. Effect of late-gestation maternal heat stress on growth and imune function of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, v.95, p.7128-7136, 2012a.

TAO, S.; THOMPSON, I. M.; MONTEIRO, A. P. A.; HAYEN, M. J.; YOUNG, L. J.; DAHL, G. E. Effect of cooling heat-stressed dairy cows during the dry period on insulin response. *Journal of Dairy Science*, v.95, p.5035-5046, 2012b.

VASCONCELOS, J. L. M.; DEMETRIO, D. G. B. Manejo reprodutivo de vacas sob estresse calórico. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, p.396-401, 2011.

WEST, J. W. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. *Journal of Animal Science*, v.77, n.2, p.21-35. 1999

ZIMBELMAN, R. B. R. P. RHOADS, M. L. RHOADS, G. C. DUFF, L. H. BAUMGARD, R. J. COLLIER. A reevaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. In: SOUTHWEST NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE. University of Arizona, Tucson, p.158-169, 2009.

ZIMBELMAN, R. B.; COLLIER, R. J.; EASTRIDGE, M.. 2011. Feeding strategies for high-producing dairy cows during periods of elevated heat and humidity. In: *Tri-State Dairy Nutrition Conference*. The Ohio State University, Columbus, 2011. p.111-126.