



AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMI-ÁRIDO ISSN 1808-6845

Revisão de Literatura

INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO E DOS SISTEMAS DE RESFRIAMENTO NO CONFORTO TÉRMICO DE VACAS LEITEIRAS

Alberio Lopes Rodrigues

Med. Veterinário, Doutorando do Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, UFCG, Patos-PB.
E-mail: alberiolopes@yahoo.com.br

Bonifácio Benício de Souza

Zootecnista, Prof. Associado - UAMV/CSTR/UFCG, Caixa postal 64, 58.708-110, Patos-PB.
E-mail: bonifacio@pq.cnpq.br

José Moraes Pereira Filho

Med. Veterinário, Prof. Adjunto - UAMV/CSTR/UFCG, Caixa postal 64, 58.708-110, Patos-PB.
E-mail: jmorais@estr.ufcg.edu.br

RESUMO: O objetivo desta revisão foi avaliar a importância da utilização de sombras e do resfriamento da sala de espera de ordenha no conforto térmico de vacas leiteiras, com base nas variáveis e índices ambientais, e na produção de leite, a partir de relatos encontrados na literatura vigente. Foram abordadas informações, em sua maioria, de artigos publicados nos últimos cinco anos, que retratam a importância da utilização do sombreamento, tanto natural, como artificial, e ainda, que evidenciam o papel dos sistemas de resfriamento das instalações, principalmente da sala de espera de ordenha sobre a produção de leite dos bovinos em lactação. A partir do que foi observado, verificou-se que vacas leiteiras têm a sua produção influenciada diretamente pelas condições ambientais em que estão inseridas, e que o sombreamento e a utilização de sistemas de resfriamento da sala de espera, podem contribuir para a elevação da produção de leite dos animais supracitados, sendo, portanto, a utilização destas estratégias fornecedoras de conforto térmico, de grande relevância para a pecuária leiteira.

Palavras-chave: Estresse térmico; sombra; ambiente animal.

INFLUENCE OF SHADE AND COOLING SYSTEMS ON THE THERMAL COMFORT FOR DAIRY COWS

ABSTRACT: This review aimed to evaluate the importance to offer shades and cooling systems at the waiting room for milking on the thermal comfort for dairy cows, based in environmental variables and indexes and in the milk production from data present in scientific literature. The approached information were from articles published in the last five years which evidenced the importance to offer natural or artificial shades, besides the role of cooling systems, mainly in the waiting room for milking, for the milk production. Based in this material it was verified that dairy cows have their production influenced by the environmental conditions besides the cooling systems and the offer of shades at the waiting room contribute to improve the milk production, therefore the use of these strategies have great relevance for the dairy industry.

Key-Words: Thermal stress; shade; animal environment

INTRODUÇÃO

A preocupação com a produção animal tem atraído a atenção e esforços de muitos pesquisadores, através do qual, mediante as várias áreas do conhecimento científico, foram evidenciadas dúvidas e apontadas alternativas capazes de melhorar o rendimento dos animais de produção.

No entanto, o entendimento da relação existente entre o animal e as complexas, mas importantes, interações ambientais, ainda não está totalmente definida, em virtude de se respeitar as características intrínsecas de cada espécie, e dentro de cada uma delas, a raça, o indivíduo, a sua idade e o sexo, devendo ainda, considerar as distinções ambientais em que estes indivíduos se inserem, pois o clima é um dos fatores que mais influencia na produção animal, por interferir em seu bem-estar,

principalmente no que se refere ao clima tropical, devido a sua maior adversidade ambiental (McDOWELL, 1972).

De acordo com Silva (2000), vacas leiteiras sob estresse térmico, têm o seu desempenho produtivo e reprodutivo reduzido como consequência do acionamento dos mecanismos termorregulatórios, e dependendo do nível e do período de intensidade do estresse, o desconforto térmico pode ser brando, intermediário ou severo, devendo, contudo, distinguir a perda de produção devido ao desconforto térmico, da perda ocasionada por baixo valor nutritivo das pastagens, parasitoses, mau manejo do rebanho, dentre outros.

Cerca de dois terços, do território brasileiro está situado na faixa tropical do planeta, onde predominam as altas temperaturas do ar, consequência da elevada radiação solar incidente, sendo o Nordeste a região mais atingida, com 74,30% da superfície classificada como semi-árido. Nesta região as altas temperaturas do ar associada com intensa radiação solar impõe carga adicional de calor nos animais a pasto, ocasionando estresse calórico e queda na produção (PIRES *et al.*, 2000). A zona de clima semi-árido do Brasil compreende todos os estados da região Nordeste, parte de Minas Gerais e do Espírito Santo em uma área total que abrange cerca de 974.752 Km² (AYOADE, 1991).

Mesmo com clima adverso à produção animal, em boas condições de conforto térmico, a bovinocultura leiteira é uma atividade de grande relevância para a economia das regiões de clima semi-árido, gerando emprego e renda para as populações do campo e, conseqüente suprimento das necessidades alimentares de leite e seus subprodutos, tanto para a população rural como a urbana. Contudo, deve-se destacar, como bem lembra Rossarolla (2007), que vacas em lactação submetidas a estresse térmico diminuem também o pastejo e o exercício, pastando à noite e buscando sombra e imersão em água durante o dia, além de apresentarem aumento da frequência respiratória, redução na ingestão de alimentos e aumento na ingestão de água, havendo, no entanto, uma redução do efeito climático sobre estas e outras variáveis, quando os animais são alojados em áreas que possuem sombreamento.

Animais expostos ao ar livre têm na radiação solar, o principal responsável pelo acréscimo do calor corporal interno, e que durante o dia, quase todo o calor absorvido provém da radiação solar, direta ou indireta, constituindo um dos principais causadores de estresse nos animais, e desta forma, estruturas para sombreamento visam atenuar o efeito da radiação sobre os animais, em que seu grau de importância varia com o microclima e a sua eficiência (BAËTA e SOUZA, 1997).

Ainda segundo Baêta e Souza (1997), não há melhor sombra do que a natural (árvores), pois a vegetação transforma a energia solar, através do processo fotossintético, em energia química latente, reduzindo a incidência de insolação durante o dia, e que na ausência de árvores nas pastagens, a proteção aos animais contra a insolação direta pode ser feita de forma artificial, através

de abrigos com material de coberturas diversos (madeira, tela sombrite, telha cerâmica, telha de cimento amianto, cobertura em metal galvanizado, dentre outros), podendo, de acordo com as suas características de isolamento térmico, absorção e refletividade da radiação solar, reduzir aproximadamente 30% da carga térmica radiante, quando comparado a carga radiante recebida pelo animal ao ar livre.

Porém, estudos (NÄÄS; ARCARO Jr. 2001; SILVA *et al.*, 2002;) têm demonstrado, que ao utilizar-se de artificios geradores de melhorias das condições ambientais das instalações (ventiladores, nebulizadores, chuveiro em sala de espera), a resposta produtiva dos animais é sempre positiva, devido ao favorecimento da criação de um microclima capaz de promover o bem-estar animal, a partir de uma determinada zona de termoneutralidade.

Esta revisão teve por objetivo descrever a importância da utilização de sombras e do resfriamento da sala de espera de ordenha, no conforto térmico de vacas leiteiras, com base nas variáveis e índices ambientais e na produção de leite, a partir de informações encontradas na literatura vigente.

Eficiência de conforto térmico das estruturas de sombreamento

Os bovinos, em especial os de aptidão leiteira, devido ao seu maior consumo de alimentos, que implica em um aumento na produção de calor metabólico e conseqüente dificuldade de equilíbrio térmico, quando submetidos à condições de calor ambiental (AZEVEDO, 2005), conseguem segundo Schütz *et al.* (2009) identificar locais sombreados que oferecem uma maior proteção contra a radiação solar, a fim de amenizarem o estresse calórico ao qual se encontram.

Schütz *et al.* (2009) chegaram a esta conclusão ao avaliarem o comportamento de vacas leiteiras holandesas em clima temperado, pois quando os animais foram submetidos a combinações de oferta de níveis diferentes de proteção de sombra artificial, constituídas por tecidos específicos com 99 e 25; 99 e 50 e 50 e 25 % de proteção contra a radiação solar, verificaram que nas horas mais quentes dos dias pesquisados, 73,3% dos animais passaram mais tempo sob a proteção 99 % na combinação 99 e 25 % (P<0,01), e 72 % dos mesmos preferiram a proteção de 50 % na combinação 50 e 25 % (P<0,01). Não foi verificado, contudo, diferença significativa para a combinação 99 e 50 % (P>0,05), uma vez, que os animais quando estiveram à sombra nesta combinação, preferiram permanecer 50,2 % do seu tempo sob a proteção de 50 %, fato que os autores inferem à baixa temperatura ambiente, pois a máxima não ultrapassou os 24 °C no ambiente externo aos abrigos de proteção.

Assim, com base nos dados dos autores anteriormente citados, uma vez que os animais em clima

temperado necessitam de sombra nas horas mais quentes do dia, pode-se prever, que em áreas de maior intensidade de irradiação solar, como as de clima semi-árido, por exemplo, a percepção dos animais por sombras que ofereçam maior conforto térmico pode ser mais eficiente, haja visto, as condições ambientais de altas temperaturas a que os mesmos são submetidos por um longo período do dia, o que se repete por vários meses do ano. Daí a necessidade da disponibilidade de sombras aos animais inseridos em regiões de clima quente e seco, para auxiliar na redução do seu estresse térmico, devendo, contudo, fornecer o tipo de sombra que represente boa eficiência na redução da irradiação solar disponível na região.

Com base a sugerir um tipo de sombra que oferecesse conforto térmico considerável a novilhas holandesas e mestiças Holandesa x Jersey, Conceição (2008) avaliou dois tipos de sombreamento sólido (telhas de fibrocimento sem cimento amianto e telhas galvanizadas), um tipo de sombreamento flexível (tela de polipropileno com 80 % de proteção solar) e o efeito do não sombreamento sobre os animais (animais ao sol). A autora verificou que o maior efeito positivo da qualidade do sombreamento é evidenciado nos horários em que a radiação solar é mais elevada, ou seja, nos horários mais quentes do dia (10:00 a 15h:00min), em que foram observadas reduções percentuais médias de carga térmica radiante (CTR) de 12,3; 9,6 e 7,2 % ($P < 0,05$) para as telhas de fibrocimento, galvanizadas e tela de polipropileno, respectivamente, em relação ao tratamento controle (sem sombra). Esta maior condição de conforto térmico da telha de fibrocimento, foi também verificada, quando a autora analisou o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) nas condições experimentais acima mencionadas, pois embora tenha havido grande variação deste índice entre os tratamentos e os horários do dia pesquisados, de maneira geral, foi verificada, uma redução satisfatória do ITGU à sombra e que as sombras sólidas, quando comparadas à tela, proporcionaram melhores resultados de conforto térmico.

Em se tratando de material de cobertura apenas de estruturas sólidas, Sevegnani *et al.* (1994), atribuem a telha cerâmica uma boa característica de conforto térmico, pois os autores avaliando telhados com telhas: cerâmica, cimento amianto, térmica, zinco, alumínio e telha de fibra de vidro translúcida, verificaram no horário das 14h:00min, período em que a incidência solar sobre os telhados foi maior, que a telha de barro (cerâmica), conferiu as melhores condições de conforto térmico quando comparada com as demais, mediante a sua capacidade de redução da CTR e sua baixa absorção de energia solar. Por outro lado, as telhas de zinco, por apresentarem alta absorção da irradiação solar e baixa refletividade, juntamente com a telha de fibra de vidro, apresentaram a pior condição de conforto térmico.

A simples presença de sombra na pastagem, embora confira um conforto térmico considerável aos animais, parece não ser o bastante, pois dependendo do

tamanho de sua área, pode-se observar níveis de bem-estar diferentes aos bovinos trabalhados, já que, Mellace (2009), trabalhando com efeito do tamanho de área de cobertura de abrigos, sobre o conforto de novilhas Jersey e Holandesas puras, e ainda, mestiças de ambas as raças, verificou diferença estatística ($P < 0,05$) na temperatura de globo negro (TGN) entre uma área sem sombra (controle), comparada as áreas com 1,5; 3,0; 5,0 e 8,0 m² de sombra animal⁻¹, constatando uma redução desta variável de 37,2 para 29,8 °C, da área não sombreada frente à de 8,0 m² animal⁻¹, representando um decréscimo de 7,4 °C (19,89 %).

A possibilidade de construção de abrigos artificiais em pastagens, constitui-se em uma alternativa de sombreamento de grande importância, devendo, todavia, ressaltar o fato de que as características do material de construção dos abrigos devem interagir entre si, de modo a serem compatíveis com as condições ambientais prevalentes, uma vez, que o ambiente compõe-se de um complexo de fatores que envolve determinada espécie de ser vivo, podendo ser favorável ou não, ao seu desenvolvimento biológico, produtivo e reprodutivo (TITTO *et al.* 2008).

Com relação ao sombreamento natural, Silva *et al.* (2008) avaliando a eficiência de sombreamento da *Acacia holosericea*, verificaram diferença estatística ($P < 0,05$) nos valores de CTR (532,8 e 670,9 Wm⁻²) e ITGU (80,3 e 85) sob a copa das árvores e ao pleno sol, respectivamente, demonstrando que o sombreamento das árvores foi capaz de proporcionar uma redução de 26% na carga radiante em relação ao tratamento com exposição solar.

Embora a redução do ITGU promovido pelas árvores tenha sido significativo estatisticamente, ainda não era o suficiente para promover um conforto térmico a vacas leiteiras de origem européia, pois segundo o NATIONAL WEATHER SERVICE (1976 *apud* Baêta, 1985) valores de ITGU para vacas holandesas em lactação inferiores a 74, representam condição de conforto térmico; de 74 a 79, alerta; entre 79 a 84, perigo e acima de 84 indicam situação de emergência, assim a escolha do tipo da árvore a ser plantada nos piquetes de produção, também deve ser um fator importante no processo de promoção de conforto térmico aos bovinos leiteiros.

O sistema silvipastoril propicia um ambiente de conforto térmico favorável a vacas leiteiras Mestiças (Holandês x Zebu), tanto no inverno como no verão, já que esses bovinos apresentam o mesmo período de tempo de pastejo, ruminação e ócio tanto no verão como no inverno. Embora no verão os animais passem aproximadamente 69 % do seu tempo à sombra, parte deste tempo é despendido para o pastejo, o que auxilia no desempenho produtivo animal, diferentemente de áreas desprovidas de sombra, em que o consumo animal é comprometido em função de um estresse térmico, sendo comum, até mesmo, no período chuvoso (LEME *et al.*, 2005). Esses autores verificaram em seu experimento que os animais despendiam tempo igual ($P > 0,05$) ao sol e à

sombra ao deitarem-se em busca de descanso, independente da época do ano, devido possivelmente à dispersão das árvores no piquete experimental, inferindo-se, portanto, ao sistema silvipastoril, a capacidade de amenizar as intempéries ambientais no entorno das copas das árvores, uma vez, que os autores verificaram no turno da tarde, no período de verão, redução na TGN de 6,5 °C sob a copa das mesmas em comparação ao sol, sendo as árvores de maior altura e de copa globosa/densa, as que conferiram maior redução da irradiação solar.

A este respeito, Guiselini *et al.* (1999) avaliando a eficiência de conforto térmico de quatro espécies de árvores diferentes: santa bárbara (*Melia azedarach*), leucena (*Leucaena leucocephala*), chapéu de sol (*Terminalia catappa*) e o bambu (*Bambusa vulgaris*), constataram que esta última espécie apresentou resultados de TGN, índice de temperatura e umidade (ITU) e CTR mais favoráveis ao conforto térmico animal nas horas mais quentes do dia (13:00 às 16h:00min), do que a leucena ($P < 0,05$), não havendo, contudo, diferença estatística ($P > 0,05$) entre o bambu e as outras duas espécies pesquisadas. Assim, por ocasião desse trabalho, verificou-se sob a sombra da leucena às 15h:00min valores de TGN, ITU e CTR de 37,78 °C; 84,21 e 650 Wm^{-2} , respectivamente, e sob a copa do bambu, os valores destes mesmos índices foram, respectivamente, 29,92 °C; 81,12 e 528 Wm^{-2} . Os autores inferiram ainda, que plantas com copas densas, não raleadas, de porte e projeção de sombras grandes, conferem boas condições de conforto térmico aos animais de produção.

Qualquer copa de árvore ou outro tipo de sombra que consiga reduzir os índices e variáveis ambientais, representa papel importante na pecuária leiteira, pois no que se refere particularmente a TGN, Barbosa *et al.* (2004) lembram que TGNs iguais ou próximas a temperatura corpórea, impedem a perda de calor do animal por condução, convecção e radiação durante o período da tarde, obrigando-os a perder calor por evaporação, para tanto, os animais tem que aumentar a sudorese e a sua frequência respiratória, representando um quadro, em uma avaliação simplista, de no mínimo estresse moderado.

A utilização do sombreamento, seja nas pastagens (KENDALL, *et al.*, 2006) ou em instalações de produção intensiva (MARTELLO *et al.*, 2004; PERISSINOTTO *et al.*, 2007), influenciam diretamente na produção de leite dos bovinos. Trabalhos de pesquisa (NÄÄS; ACARO JR, 2001; SILVA *et al.*, 2002; BARBOSA *et al.*, 2004;) com emprego de sistemas de resfriamento evaporativos, vêm sendo realizado na sala de espera de ordenha, a fim de avaliar a influência do uso de ventilação, aspersão, nebulização, dentre outros, na produção de leite de bovinos, conforme apresentado na seqüência desta revisão.

Efeito do sombreamento e dos sistemas de resfriamento sobre a produção de vacas leiteiras.

O ambiente térmico exerce forte influência sobre o desempenho animal, por afetar os mecanismos de transferência de calor e, assim, a regulação do balanço térmico entre o animal e o meio. O animal dentro de um ambiente térmico considerado adequado, produzirá de acordo com o seu potencial genético, em que os limites térmicos do ambiente estabelecidos como confortantes ou estressantes, podem sofrer variações em função da região e dos tipos/raças animais utilizados na propriedade (PERISSINOTTO, 2009).

Para Azevedo *et al.*, (2005) vacas mestiças Holandês-zebu são mais resistentes as intempéries climáticas que as de puro sangue holandês. Silva *et al.*, (2002) complementam relatando que o problema principal das raças leiteiras de origem européia está na sua difícil adaptação ao clima tropical, em que, devido a sua alta produtividade, sofrem problemas de alterações fisiológicas e comportamentais, provocados pelo estresse térmico, e como consequência, há redução na produção de leite.

A maior adaptação dos zebuínos ao clima quente está na sua capacidade de perder calor pela sudorese de forma mais efetiva, pois possuem maior número de glândulas sudoríparas ou maior volume de secreção, pêlos mais curtos e maior superfície em relação à massa corporal, apresentando assim, um mecanismo termorregulatório mais eficiente que os taurinos (PEREIRA *et al.*, 2008).

Vacas leiteiras mesmo quando não estão em lactação, mas quando submetidas ao estresse térmico, reduzem significativa e consideravelmente a sua ingestão alimentar, e como consequência disto, há um comprometimento do aproveitamento dos nutrientes da dieta por parte dos mesmos, uma vez, que foi verificado uma redução ($P < 0,05$) de 49 e 55 % na digestibilidade de matéria seca e proteína bruta, respectivamente, dos animais estressados, comparado aos animais mantidos em conforto térmico (PASSINI *et al.*, 2009). Vale ressaltar, que na realização do experimento desses autores, o grupo animal submetido ao conforto térmico permaneceu em ambiente com temperatura média de 21 °C, enquanto os animais sob condições de estresse, permaneceram em câmara bioclimática com temperatura média de 38 °C, durante todo o período experimental.

Assim, as vacas leiteiras de alta produção são mais sensíveis aos efeitos do estresse térmico do que aquelas de menor produção láctea, pois em condições ambientais estressantes, vacas de produção elevada têm o seu consumo alimentar reduzido, e assim, os animais não têm as suas necessidades nutricionais atendidas, implicando em queda na produção leiteira (SILVA, 2000).

Essa assertiva foi evidenciada por Ahmed e Amin (1997). Estes autores comparando o desempenho produtivo de vacas holandesas frente às nativas (raça

Butana) do Sudão, com ambas as raças mantidas à sombra, verificaram uma redução no consumo de alimento das Holandesas, aproximadamente três vezes superior à redução do consumo das vacas nativas diante as condições de estresse térmico, percebendo-se que essa redução foi progressiva do início até o final do experimento e resultou em uma queda na produção de leite nesta mesma ordem cronológica. Quanto às nativas, embora, com produção leiteira muito inferior às holandesas, permaneceram com o consumo e a produção láctea praticamente inalterados, por todo o período de pesquisa, valendo salientar, que a média da temperatura máxima ambiental durante todo o experimento foi de 42 °C, com variação de 39 à 45 °C e comportamento de aumento do início até o final do mesmo.

Já Silva *et al.* (2009), avaliando o comportamento e desempenho produtivo de vacas da raça Pitangueiras com e sem acesso a sombra (polipropileno com 80 % de proteção solar), mesmo, sendo registrado valores médios de ITGU e TGN no turno da tarde iguais a 85 e 36 °C, respectivamente, não verificaram diferença estatística na produção de leite das vacas de ambos os tratamentos. Os autores atribuem estes resultados à resistência e adaptação da raça ao clima quente, considerando que em casos de animais adaptados ao calor e de baixa produção, o efeito do sombreamento sobre a sua produção láctea é inexistente. Com relação ao comportamento animal, observou-se que nos horários mais quentes do dia, os animais que tinham acesso a sombra buscavam o abrigo e permaneciam com atividade de ruminção e ócio, enquanto os animais do outro tratamento diminuam a atividade de pastejo e aumentavam o tempo gasto no ócio.

Embora os resultados de Silva *et al.* (2009) não tenham apontado uma condição de favorecimento climático no aumento de produção láctea de animais de baixa produção, não significa dizer que essa categoria animal não deva desfrutar de um ambiente confortável do ponto de vista climático, pois um animal somente pode expressar plenamente o seu potencial produtivo quando submetido a condições ambientais confortantes, em que, através da aplicação de estratégias de manejo e o uso de subterfúgios técnicos nas instalações de produção, os fatores estressantes sejam abolidos, ou ainda mitigados, como forma de subsidiar a plenitude fisiológica dos animais de produção (BAÊTA; SOUZA, 1997; SILVA 200). Além do mais, o período de observação (três meses) a que os animais foram avaliados ao sol e à sombra, talvez não tenha sido suficiente para promover efeito positivo em animais dessa categoria, uma vez, que se tratava de vacas de metabolismo pouco intenso, já que a produção leiteira era baixa e, portanto, provavelmente fosse necessário uma condição de estresse mais prolongada, como acontece nos períodos de estiagem nas regiões de clima semi-árido (de aproximadamente 6 a 8 meses), para que fossem notados qualquer benefício da sombra sobre animais com esta natureza produtiva.

A intensidade e o tempo de permanência a que os bovinos leiteiros submetem-se ao estresse térmico, parece

ditar o ritmo na escala de perda produtiva, e ainda, conduzem as conseqüências de tal estresse por um período superior a permanência do mesmo. Fato evidenciado por Perissinotto *et al.* (2007), que verificaram ao longo de um ano de pesquisa, que as vacas leiteiras reduziram a sua produção nos meses de junho a setembro, período em que a temperatura do ar estava mais elevada (época quente do ano) em relação aos demais meses, contudo, apesar do mês de outubro não ter apresentado nenhum fator ambiental ou alimentar que remetesse a estresse calórico, manteve-se registro de queda na produção leiteira semelhante aos meses anteriores. Para este fato, Bayer *et al.*, (1980 *apud* Perissinotto *et al.*, 2007), explicam que quanto mais acentuado e prolongado for o período de estresse térmico, maiores serão os ajustamentos endócrinos da aclimatação e mais lenta a recuperação da produção de leite. Este aumento lento da produção de leite está de acordo com a recuperação de um cenário endócrino associado à termoneutralidade, que se baseia na recuperação dos valores de base dos hormônios da tireóide, da somatotropina e da prolactina.

Como vimos, dentre vários fatores, variáveis e índices climatológicos, a elevação da temperatura ambiente é determinante na queda de produção de leite, e conforme Dukes (1996), embora haja diferenças de tolerância entre os bovinos tropicais (*Bos indicus*) e os europeus (*Bos taurus*), não há redução na produção láctea para ambas as espécies em uma variação de temperatura ambiente entre 10 e 20°C, ficando assim, estabelecida uma zona de conforto térmico onde o animal mantém constante a sua temperatura corpórea, sem variar o seu metabolismo basal.

Entretanto, embora, em menor intensidade, bovinos quando adaptados a ambientes de baixas temperaturas, parecem responder negativamente a elevação desta variável ambiental, mesmo quando essa elevação ocorre em grau moderado. Assim, Kendall *et al.* (2006) verificaram na nova Zelândia, no período quente do ano (média de temperatura de 18,5 °C), uma queda significativa estatisticamente ($P < 0,05$) da produção leiteira dos animais submetidos à ambiente sem sombra, comparado àqueles que tinham acesso a estruturas artificiais, que promovia 93 % de proteção à incidência solar, indicando, que mesmo em pequenas alterações de conforto ambiental, os animais ativam o seu sistema termorregulatório para manter a sua homeotermia.

Apesar de ser o meio natural de controle da temperatura do organismo, a termorregulação representa esforço extra e, conseqüentemente, alteração na produtividade animal. A manutenção da homeotermia é prioridade para os animais e impera sobre as funções produtivas como produção de leite, reprodução, dentre outros e que o primeiro sinal visível de animais submetidos ao estresse térmico é o aumento da frequência respiratória, a fim de promover a perda de calor por meio evaporativo (MARTELLO *et al.*, 2004). Não obstante, Kunningham (2004), relata que a perda de produção animal durante o estresse está associada ao desvio dos

nutrientes da sua dieta para a manutenção da temperatura corpórea, portanto, em situação de desconforto de temperatura do corpo, a energia provida do alimento será perdida principalmente pela ventilação pulmonar e sudorese.

No que se refere à melhoria das condições ambientais através de sistemas de resfriamento, Martello *et al.*, (2004), avaliando a produção de leite de vacas multíparas e primíparas alojadas em instalações climatizadas (ICL), instalações de piquetes com tela sombrite (TS) e instalações controle (ICO) (dispunham de sombra apenas sobre o comedouro), verificaram que as vacas multíparas do TS apresentaram produção maior (8,5 %) ($P < 0,01$) que as dos tratamentos ICL e ICO, não havendo, contudo, diferença estatística entre estes dois tratamentos. Quanto às primíparas, os melhores resultados de produção láctea foram observados nas instalações controle ($P < 0,01$) em relação aos demais tratamentos. Conforme os autores, os resultados observados para as multíparas possivelmente ocorreram devido a maior área de sombra animal⁻¹ disponível do TS, enquanto para as primíparas, o sombreamento sobre o comedouro dos animais do tratamento ICO, pode ter sido suficiente para aliviar o estresse ambiental nos momentos mais quentes do dia, não ocorrendo, portanto, reduções no consumo alimentar e na produção de leite. O efeito de uma maior área de sombra por animal sobre melhorias nas condições ambientais foi também registrado por Mellace (2009), como mencionado anteriormente nesta revisão.

Já Silva *et al.* (2002), avaliando o efeito da climatização da sala de espera na produção de leite de vacas holandesas, momentos antes da ordenha, verificaram que quando se promove o resfriamento do ambiente através da nebulização, tem-se uma redução de 2,53 °C na temperatura do ar e 2,36 °C na TGN, refletindo em aumento médio diário de 7,28 % na produção de leite, sendo estes efeitos mais acentuados na ordenha da tarde, onde os autores encontraram um aumento de aproximadamente 11 % no tratamento provido de sistema de resfriamento de nebulização em relação ao controle, verificando ainda, que as maiores quedas de produção láctea durante o período experimental estiveram associadas aos elevados valores de ITU.

Resultados semelhantes foram encontrados por Nääs e Arcaro Jr. (2001). Estes autores avaliando a influência da sombra artificial (S), sombra com ventilação (SV) e sombra com ventilação e adição de aspersão (SVA) sobre o desempenho produtivo de vacas leiteiras de alta produção, verificaram, na ordenha da manhã, melhor desempenho produtivo lácteo para o SVA, seguido do SV e por último o S ($P < 0,05$), enquanto à tarde, embora o melhor resultado tenha sido também observado para o SVA ($P < 0,05$), não foi identificado, diferença estatística entre SV e S neste turno. Quando observada a produção total diária obtida no experimento de Nääs e Arcaro Jr. (2001), foi registrada uma diferença de 2,33 kg de leite animal dia⁻¹ (11,33 %) entre SVA e S.

Embora os resultados dos autores anteriormente citados tenham relatado melhorias ambientais através do resfriamento pela manhã, o maior benefício do resfriamento de instalações ocorre no período da tarde, por ser neste turno onde as condições climáticas superam a faixa da termoneutralidade dos animais, e dessa forma, a eficiência do sistema de resfriamento torna-se mais evidente, maximizando as respostas do microclima interno das instalações e, por conseguinte, nas características fisiológicas (Silva *et al.*, 2002).

Arcaro Jr. *et al.* (2003) em trabalho semelhante, não verificaram efeito do resfriamento (ventilação + aspersão) da sala de espera sobre a produção de leite de vacas holandesas, quando comparado ao uso de ventilação e ao controle (apenas sombra) ($P > 0,05$), havendo, no entanto, um aumento significativo ($P < 0,05$) no teor de gordura do leite dos animais submetidos ao tratamento com ventilação.

Nessa mesma vertente, Pinheiro *et al.* (2005), ao avaliarem vacas Jersey lactantes submetidas há 30 minutos antes da ordenha ao uso de chuveiros e ventilação, também não verificaram diferença estatística ($P > 0,05$) sobre a produção de leite dos animais submetidos ao ambiente climatizado, comparado ao controle (sem resfriamento). Os autores atribuíram estes resultados ao fato dos animais na pastagem terem acesso a sombra constante, e com isso, a diminuição da radiação direta recebida pelos animais pode ter determinado menores armazenamentos de calor nos mesmos, com reflexos positivos na temperatura corpórea, e como tal, o estresse térmico praticamente inexistiu, favorecendo assim, ao consumo de alimentos e ao ajuste dos hormônios envolvidos na lactação, e conseqüente estabilidade da produção leiteira.

O fato de não haver maior produção láctea de animais submetidos a ambientes climatizados, comparado aos animais que não dispõem das mesmas condições ambientais, não significa dizer que a climatização ambiental não confira conforto térmico aos animais, pois o que se observa nestes ambientes climatizados é uma redução na TGN (ARCARO Jr, *et al.*, 2003), temperatura ambiente e ITGU (MARTELLO *et al.*, 2004), além de outros índices e variáveis ambientais, que oferecem condições climáticas confortantes aos animais, sendo o não aumento da produção de leite, muitas vezes, relacionado a fatores alheios às condições do ambiente.

Resultados contrários aos autores até então apresentados nesta revisão, foram verificados por Barbosa *et al.* (2004), pois trabalhando com vacas alojadas em piquetes expostas ao sol e a sombra, com metade dos animais de cada tratamento submetidos a banhos de aspersão, antes e após a ordenha, verificaram maior produção de leite ($P < 0,05$) nos animais submetidos ao sol e que se submeteram ao banho, comparado aos animais com acesso a sombra e que receberam aspersão d'água. Estes achados, segundo os autores, podem estar relacionados a uma variabilidade maior para os animais

expostos ao sol e não exclusivamente ao tratamento imposto.

É importante ressaltar que os dados discutidos nesta seção apontam para a eficiência dos sistemas de resfriamento das salas de espera da ordenha frente a animais mantidos nessas salas sem resfriamento, ou seja, à sombra. Sendo, portanto necessário destacar que se estes dados fossem comparados às condições experimentais com animais ao sol, possivelmente a comparação das condições ambientais, apontaria para um melhor desempenho dos animais submetidos ao resfriamento momentos antes da ordenha na sala de espera. É, portanto, imprescindível que o sombreamento e o resfriamento de instalações de vacas leiteiras, ocupem importante papel na pecuária, de modo a potencializar a genética produtiva dos animais envolvido nos diversos sistemas de produção, devendo, contudo, serem desenvolvidos trabalhos de pesquisa sobre a viabilidade econômica da implementação das estruturas artificiais nas pastagens e das adaptações com aparelhos climatizadores nas salas de espera da ordenha.

Assim, diante do que já foi apresentado, este trabalho de revisão forneceu subsídios para não apenas conceber o sombreamento como fator importante na promoção do conforto térmico de vacas leiteiras, mas também, que as adaptações capazes de melhorar as condições ambientais nas instalações sombreadas, são estratégias que merecem a atenção da pesquisa científica, pelo fato de conferirem condições termoneutras às vacas leiteiras, podendo, portanto, melhorarem a sua produção láctea.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo em condições de baixa temperatura ambiente (≤ 24 °C), a sombra se faz necessária para mitigar os efeitos ambientais nas horas mais quentes do dia, podendo o sombreamento ser conferido naturalmente e artificialmente, e que dependendo do material de constituição de sombras artificiais, pode haver um maior ou menor conforto térmico, havendo ainda, influência da qualidade de sombra, com base no tamanho da área disponível ao animal.

Em piquetes onde não existe sombreamento natural, abrigos artificiais podem ser utilizados promovendo resultados satisfatórios aos bovinos leiteiros, de forma definitiva, ou ainda, por período provisório, até que sejam introduzidas árvores que ofertem boa qualidade de sombra, uma vez, que a sombra natural confere redução na carga térmica radiante igual a 26 %, além de reduzir valores de ITU, ITGU e TGN. Em condições ambientais de alto desconforto térmico pelo calor, os animais têm seu consumo alimentar e produção láctea reduzidos, além de outras alterações fisiológicas, como medidas da função termorregulatória.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, M. M. M.; AMIN, A. I. Effect of hot dry summer tropical climate on forage intake and milk yield in Holstein–Friesian and indigenous zebu cows in Sudan. **Journal of Arid Environments**, v. 35, p.737-745, 1997.

ARCARO JUNIOR, I.; ARCARO, J. R. P.; POZZI, C. R.; FAGUNDES, H.; MATARAZZO, S. V.; OLIVEIRA, C. A. Teores plasmáticos de hormônios, produção e composição do leite em sala de espera climatizada. **Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.2, p.350-354, 2003.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1991. 332 p.

AZEVEDO, M.; PIRES, M. F. A.; SATURNINO, H. M.; LANA, A. M. Q.; SAMPAIO, I. B. M.; MONTEIRO, J. B. N.; MORATO, L. E. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras $1/2$, $3/4$, $7/8$ holandês-zebu em lactação. **Rev. Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p.2000-2008, 2005.

BAÊTA, F. C. **Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season**. 1985. 218 f. Thesis (Ph. D) – University of Missouri, Missouri USA, 1985.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: UFV, 1997, 246p.

BARBOSA, O. R.; BOZA, P. R.; SANTOS, G. T.; SAKAGUSHI, E. S.; RIBAS, Newton Pohl. Efeitos da sombra e da aspersão de água na produção de leite de vacas da raça holandesa durante o verão. **Rev. Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 1, p.115-122, 2004.

CONCEIÇÃO, M. N. **Avaliação da influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas em pastagens**. 2008. 137f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura “Luiz d Queiroz”, Piracicaba, 2008.

DUKES, H. H. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan: 1996, 856p.

GUISELINI, C.; SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. Avaliação da qualidade do sombreamento arbóreo no meio rural. **Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.3, p.380-384, 1999.

KENDALL, P.E.; NIELSEN, P.P.; WEBSTER, J.R.; VERKERK, G.A.; LITTLEJOHN, R.P.; MATTHEWS,

- L.R. The effects of providing shade to lactating dairy cows in a temperate climate. **Rev. Livestock Science**, n. 103, p. 148–157, 2006.
- KUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, 579p.
- LEME, T. M. S. P.; PIRES, M. F. A.; VERNEQUE, R. S.; ALVIM, M. J.; AROEIRA, L. J. M.. Comportamento de vacas mestiças holandesas x zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ver. Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 3, p. 668-675, 2005.
- MARTELLO, L. S.; SAVASTANO JÚNIOR, H.; SILVA, S. L.; TITTO, E. A. L. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes, **Rev. Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n.1, p.181-191, 2004.
- McDOWELL, R. E. **Bases Biológicas de La producción animal em zonas tropicales**. Zaragoza: Acribia, 1972, 692p.
- MELLACE, M. E. **Eficiência da área de sombreamento artificial no bem-estar animal de novilhas leiteiras criadas a pasto**. 2009. 95f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.
- NÄÄS, I. A.; ARCARO Jr, I. Influência de ventilação e aspersão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor. **Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p.139-142, 2001.
- PASSINI, R.; FERREIRA, F. A.; BORGATTI, L. M. O.; TERÊNCIO, P. H.; SOUZA, R. T. Y. B.; RODRIGUES, P. H. M. Estresse térmico sobre a seleção da dieta por bovinos. **Rev. Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 3, p. 303-309, 2009.
- PEREIRA, J. C.; CUNHA, D. de N. F. V.; CECON, P. R.; FARIA, E. S. Desempenho, temperatura retal e frequência respiratória de novilhas leiteiras de três grupos genéticos recebendo dietas com diferentes níveis de fibra. **Rev. Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p.328-334, 2008.
- PERISSINOTTO, M.; Cruz, V. F.; Pereira, A.; Moura, D. J.; Influência das condições ambientais na produção de leite da vacaria da Mitra. **Rev. de Ciências Agrárias**, v. 30, n. 1, p.134-149, 2007.
- PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J.; CRUZ, V. F.; SOUZA, S. R. L.; LIMA, K. A. O.; MENDES, A. S. Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy. **Rev. Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1492-1498, 2009.
- PINHEIRO, M. G.; NOGUEIRA, J. R.; LIMA, M.L.P.; LEME, P. R.; MACARI, M.; NÄÄS A.; LALONI, I. A.; ROMA, L. C.; TITTO, E. A.; PEREIRA, A. F. Efeito do ambiente pré-ordenha (sala de espera) sobre a temperatura da pele, a temperatura retal e a produção de leite de bovinos da raça Jersey. **Rev. Portuguesa de Zootecnia**, v. 12, n. 002, p. 37-43, 2005.
- PIRES, M. F. A.; TEODORO, R. L.; CAMPOS, A. T. Efeito do estresse térmico sobre a produção de bovinos. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES. RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, 2., 2000, Teresina. **Anais...** Teresina: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 2000. p.87-105.
- ROSSAROLLA, G. **Comportamento de vacas leiteiras da raça holandesa, em pastagem de milho com e sem sombra**. 2007. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Rurais – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- SCHÜTZ, K. E.; ROGERS, A. R.; COX, N. R. TURCKER, C. B. Dairy cows prefer shade that offers greater protection against solar radiation in summer: shade use, behavior, and body temperature. **Rev. Applied Animal Behaviour Science**, v. 116, p. 28-34, 2009.
- SEVEGNANI, K. B.; GHELFI FILHO, H.; SILVA, I. J. O. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. **Rev. Scientia Agrícola**, v. 51, n. 1, p.01-07, 1994.
- SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000, 286p.
- SILVA, I. J. O.; PANDORFI, H.; ACARARO Jr., I.; PIEDADE, S. M. S.; MOURA, D. J. Efeitos da climatização do curral de espera na produção de leite de vacas holandesas. **Rev. Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2036-2042, 2002.
- SILVA, L. L. G.G.; RESENDE, A. S.; DIAS, P.F.; SOUTO, S. M.; AZEVEDO, B. C.; VIEIRA, S. M.; COLOMBARI, A. A.; TORRES, A. Q. A.; MATTA, P. M.; PERIN, T. B.; MIRANDA, C. H. B.; FRANCO, A. A. Conforto térmico para novilhas mestiças em sistema silvipastoril. **EMBRAPA**, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 34, p. 1-25, 2008.
- SILVA, E. C. L.; MODESTO, E. C.; AZEVEDO, M.; FERREIRA, M. A.; DUBEUX Jr, J. C. B.; SCHULER, A. R. P. Efeitos da disponibilidade de sombra sobre o desempenho, atividades comportamentais e parâmetros

fisiológicos de vacas da raça Pitangueiras. **Rev. Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 3, p. 295-302, 2009.

PIRES, M. F. A.; TEODORO, R. L.; CAMPOS, A. T. Efeito do estresse térmico sobre a produção de bovinos. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, 2., 2000, Teresina. **Anais...** Teresina: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 2000. p.87-105.

TITTO, E. A. L.; PEREIRA, A. M. F.; VILELA, R. A.; TITTO, C. G.; AMADEU, C. C. B. Manejo ambiental e instalações para vacas leiteiras em ambiente tropical. In: WORKSHOP DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, I., 2008, Nova Odessa. **Palestras ...** Nova Odessa: Centro Apta – Bovinos de Leite do Instituto de Zootecnia, 2008. p.1-24.

Recebido em 10/03/1010 e Aceite 31/05/1010