

CAPÍTULO 9

Ambiência nas instalações para produção de leite

Ana Karina Dias Salman
Soraia Vanessa Matarazzo
Irineu Arcaro Júnior
Davi Silva Mello

Introdução

Este capítulo tem por finalidade apresentar as principais instalações de um sistema de produção de leite destinado a animais em pastagem com suplementos alimentícios e uso de inseminação artificial. Não serão apresentados detalhes estruturais das instalações, já que o planejamento de construções rurais deve ser feito por técnicos especializados com base nas características da propriedade e dos objetivos do produtor. No entanto, serão listadas as principais instalações para um sistema de produção de leite e serão propostas algumas estratégias para adequar a ambiência dessas instalações, considerando o clima tropical úmido, que é predominante na Região Amazônica brasileira.

Instalações para produção de leite

Bezerreiros

Os bezerreiros podem ser individuais ou coletivos, suspensos ou não. O importante é que sejam instalados em local próximo ao curral, de fácil acesso aos tratadores e em ambiente que possa ser mantido sempre limpo e seco. Devem ser dotados de cochos para fornecimento de alimento sólido e água limpa à vontade. Os animais devem permanecer nessas instalações até o terceiro mês de vida. A partir daí, poderão ir para piquetes dimensionados, cuja área mínima deve ser de 2,5 m² por animal. Além disso, os animais devem ter acesso à área com sombra, natural ou artificial, cuja disponibilidade seja de pelo menos 3 m² de sombra por animal.

Curral de espera

O curral de espera é o local onde as vacas em lactação permanecem antes da ordenha. Deve ser dimensionado de modo que a área média por vaca seja de 2,0 m² a 2,5 m². O piso deve ser feito com material não escorregadio, e o declive deve ser de 2% para facilitar a limpeza e o escoamento das águas e dos resíduos orgânicos. Deve ser provido de bebedouro cuja capacidade de fornecimento de água seja de 40 L dia⁻¹ por vaca. Nesse local, deve-se garantir sombreamento e ventilação adequada. A Figura 1 mostra dois exemplos de currais de espera, ambos no estado de Rondônia. Na Figura 1A, em um sistema de produção de leite de búfalas localizado em Presidente Médici, o curral tem piso de cimento e cerca de madeira e cordoalha. Na Figura 1B, em um sistema de produção de leite de vacas mestiças Holandesa x Gir localizado em Ji-Paraná, o curral tem piso de blocos de concreto e cerca de concreto e cordoalha.

Fotos: Ana Karina Dias Salman

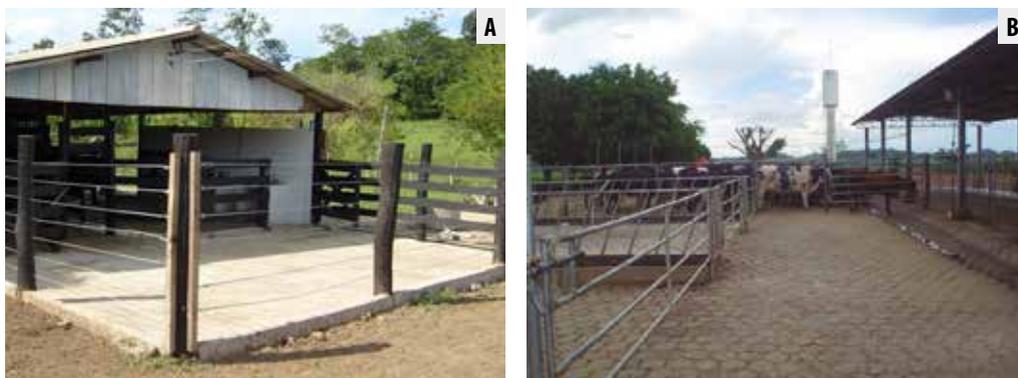


Figura 1. Curral de espera com piso de cimento e cerca de madeira e cordoalha (A); e outro com piso de blocos de concreto e cerca de concreto e cordoalha (B).

Sala de ordenha

Existem vários tipos de sala e sistemas de ordenha. A escolha por um deles e o planejamento de seu uso devem ser realizados por assistência técnica especializada e de confiança, que deverá considerar os seguintes aspectos: o padrão racial do rebanho, o número de vacas a serem ordenhadas, o manejo adotado na propriedade, a disponibilidade e a capacitação da mão de obra, etc. O importante é que a sala seja funcional e permita que o(s) ordenhador(es) tenha(m) um ambiente favorável para a realização da ordenha, seguindo os padrões de higiene e controle de mastite. A sala de ordenha deve ser de fácil limpeza, e o piso não pode ser escorregadio para evitar acidentes com os animais.

Sala do leite

A sala do leite deve ser próxima à sala de ordenha, pois isso facilita o transporte tanto do leite até o tanque de refrigeração, quando for o caso, quanto dos equipamentos e utensílios utilizados na ordenha. Como esse é o local onde esses itens são higienizados, é necessário que tenha pia com uma ou duas cubas. A iluminação e a ventilação devem ser favorecidas por janelas com tela para evitar a entrada de insetos; e o piso, as paredes e o forro devem ser de material impermeável e de fácil limpeza.

Curral de alimentação

O curral de alimentação é o local onde as vacas são suplementadas após a ordenha. Nos cochos (Figura 2A), o espaço linear por cabeça alojada deve ser de 0,6 m a 0,8 m, e a cobertura pode ser feita de telha, palha ou tela de sombreamento 50% (sombrite). O piso pode ser de terra batida, desde que o local não seja susceptível à formação de lama (Figura 2A), ou calçado com blocos de concreto (Figura 2B). O importante é que seja possível manter o local seco e sem obstáculos, para que os animais não sejam expostos ao risco de acidentes.



Fotos: Ana Karina Dias Salzman

Figura 2. Currais de alimentação para suplementação de vacas após ordenha: piso de terra batida (A) e piso de blocos de concreto (B).

Área de manejo

A área de manejo é destinada para o conjunto de seringa (ou mangueira), tronco (ou brete) de contenção, balança e embarcadouro. O dimensionamento e a escolha do tipo de tronco devem ser feitos de acordo com o tamanho e o padrão racial do

rebanho. Essa área também pode ser utilizada para os procedimentos de inseminação artificial, exames ginecológicos pós-parto e diagnóstico de gestação, bem como para o manejo sanitário. Na Figura 3, são apresentados exemplos de um conjunto pertencente a um sistema de produção de leite de búfalas em Presidente Médici, Rondônia.

Fotos: Ana Karina Dias Salman



Figura 3. Área de manejo de um sistema de produção de leite em Presidente Médici, RO: conjunto de mangueira/seringa (A); brete/tronco de contenção com balança (B); embarcadouro (C).

O ambiente térmico e a produção de leite

A ambiência se refere ao conforto do animal em relação ao ambiente no qual ele se encontra. Baseia-se na análise das características do ambiente em função da zona de conforto térmico da espécie, associado a características fisiológicas que atuam na regulação da sua temperatura interna. As modificações nas características do ambiente têm sido utilizadas como estratégia para atenuar os efeitos do estresse térmico sobre as vacas em lactação e melhorar seu bem-estar. Essas alterações incluem desde a oferta de sombra até a implantação de sistemas de resfriamento

evaporativo, como aspersão e nebulização. Conhecer como o animal reage diante dessas intervenções microclimáticas é fundamental para que se possa planejar o sistema de climatização de maneira eficiente e adequada.

O ambiente de criação é constituído pelo espaço físico e social no qual o animal está inserido. Essa situação refere-se ao conceito de ambiência, o qual é definido como: “o espaço constituído por um meio físico, e ao mesmo tempo um meio psicológico, preparado para o exercício das atividades do animal que nele vive” (Paranhos da Costa, 2000).

Esse meio físico, que aqui será tratado como o sistema de produção, na maioria das vezes não atende às necessidades dos animais, os quais precisam de ajustes fisiológicos e comportamentais para manter a homeostase e se adaptar às diversas características e condições do ambiente.

Os bovinos leiteiros são animais homeotérmicos, o que significa que são capazes de manter a temperatura corporal constante independentemente das variações da temperatura ambiente. Entretanto, existe uma faixa de temperatura ambiente, denominada de zona de termoneutralidade, na qual os bovinos se encontram em conforto térmico. Nesse caso, para manter o sistema corporal em homeostase, os animais não necessitam usar seu sistema termorregulador para a produção (termogênese) ou perda de calor (termólise). Logo, o gasto de energia para manutenção é mínimo, proporcionando maior eficiência produtiva.

Os valores ideais da temperatura ambiente para os bovinos variam entre 4 °C e 26 °C (Huber, 1990) de acordo com as diferentes raças. Na raça Holandesa, essa faixa está entre 5 °C e 21 °C, na raça Jersey é de até 24 °C e nas raças zebuínas de até 29 °C (Silva, 2000). De tal modo, valores de temperatura acima dos mencionados resultariam em aumento da temperatura corporal e influenciariam de forma negativa o desempenho produtivo.

As respostas dos animais ao estresse pelo calor incluem aumento na sudorese, na frequência respiratória e na temperatura retal; redução no consumo de alimentos e na produção de leite; bem como aumento na ingestão de água. São também verificadas alterações comportamentais, como busca por sombra ou áreas próximas ao bebedouro (Figura 4) e aumento do tempo em pé como uma forma de maximizar a área de superfície corporal exposta ao meio ambiente e aumentar o fluxo de ar ao redor do corpo.



Fotos: Luiz Antônio Santana Souza

Figura 4. Animais com sinal de estresse térmico (A) buscam locais sombreados e bebedouros (B).

Caracterização do ambiente

O estresse térmico caracteriza-se pela soma dos mecanismos de defesa do organismo em resposta ao estímulo desencadeado por um fator causador de estresse, seja ele externo ou interno, a fim de manter o equilíbrio fisiológico (Hahn, 1993). Entre os principais fatores estressantes no clima tropical, podem ser citados os seguintes: temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar (direta e indireta) e vento.

Para avaliar o nível de estresse do ambiente, foram desenvolvidos os índices de conforto térmico que combinam dois ou mais desses elementos e permitem caracterizar e quantificar as zonas de conforto adequadas aos bovinos. Diversos índices são descritos na literatura, entretanto o índice de temperatura e umidade (ITU) é um dos mais usados por sua facilidade de cálculo. O ITU pode ser calculado a partir da temperatura de bulbo seco e da temperatura de ponto de orvalho, conforme descrito por Johnson (1980):

$$ITU = T_s + 0,36 T_{po} + 41,2$$

em que:

T_s = temperatura do termômetro de bulbo seco, em °C.

T_{po} = temperatura do ponto de orvalho, em °C.

A classificação do nível de estresse conforme o *ITU*, segundo Du Preez (2000), é a seguinte: inferior a 70 = ausência de estresse; entre 70 e 72 = situação de alerta (alcançando o nível crítico); entre 72 e 78 = situação de alerta (acima do ponto crítico); entre 78 e 82 = condição de perigo; superior a 82 = estado de emergência.

Cabe ressaltar que não se sabe se essa classificação proposta por Du Preez (2000) é adequada para bovinos mestiços, já que ela foi proposta para rebanho da raça Holandesa pura. Em estudo realizado no Brasil com vacas mestiças 1/2, 3/4 e 7/8 Holandesa-Zebu foram identificados, respectivamente, os seguintes valores críticos de *ITU*: 79, 77 e 76 (Azevedo et al., 2005).

Outra ressalva ao *ITU* é o fato de esse índice não considerar em sua equação elementos importantes como a radiação solar e a movimentação do ar. A associação desses quatro fatores (temperatura, umidade, radiação solar e vento) determina a troca de calor entre o animal e o meio ambiente. Considerando essas limitações do *ITU*, o índice de carga de calor (*ICC*), cuja equação inclui a radiação solar e a velocidade do vento, tem sido sugerido como alternativa para estimar o conforto térmico de bovinos (Gaughan et al., 2008).

O *ICC* serve como guia para o manejo, em condições de temperaturas elevadas, de bovinos europeus, zebuínos e seus cruzamentos em regime de confinamento. O *ICC* é dividido em duas expressões, com base em um limite de temperatura de globo negro de 25 °C:

$$ICC_{TGN>25} = 8,62 + (0,38 \times \text{umidade relativa}) + (1,55 \times \text{temperatura globo negro}) - (0,5 \times \text{velocidade do vento}) + [e^{2,4} - \text{velocidade do vento}]$$

$$ICC_{TGN<25} = 10,66 + (0,28 \times \text{umidade relativa}) + (1,30 \times \text{temperatura globo negro}) - \text{velocidade do vento}$$

em que:

e = base do logaritmo natural (valor aproximado de 2,71828).

Ainda de acordo com Gaughan et al. (2008), o animal ganhará calor quando o *ICC* for maior que 86 e irá dissipar o calor do corpo quando o *ICC* for inferior a 77.

É importante salientar que esses limites são apenas um guia e podem ser maiores ou menores dependendo de outros fatores, como dieta e consumo de ração.

As perdas de produção de leite (*DPL*) decorrentes dos fatores climáticos podem ser estimadas a partir da seguinte equação desenvolvida por Hahn (1993):

$$DPL = -1,075 - 1,736 \times PN + 0,02474 \times (PN) \times (ITU)$$

em que:

DPL = declínio absoluto na produção de leite (kg por vaca por dia).

PN = nível normal de produção de leite (kg por vaca por dia).

ITU = valor médio diário do índice de temperatura e umidade (adimensional).

Instalações e conforto térmico

As instalações devem ser planejadas de modo a oferecer conforto ao animal e permitir a expressão máxima do seu potencial para produção. Para proporcionar o conforto térmico dentro de uma instalação, é necessário que o balanço térmico seja nulo. Isso significa que o calor produzido pelo animal somado ao calor ganho pelo ambiente será igual ao calor perdido por radiação, convecção, condução e evaporação. Quando essa condição não é atendida, o animal precisa se defender e aciona mecanismos fisiológicos para manter a termorregulação (Esmay, 1982). Existem várias medidas que podem melhorar as condições de conforto térmico de um rebanho, as quais serão apresentadas mais adiante.

A temperatura elevada constatada no interior das instalações ocorre, principalmente, por causa do seu dimensionamento inadequado, e não propriamente pela adversidade climática. Sendo assim, o microclima interno de um galpão pode ser modificado com a adoção de sistemas de condicionamento ambiental que, se projetados adequadamente, poderão proporcionar um resfriamento eficiente.

O controle eficiente do ambiente pode empregar métodos naturais ou artificiais. As aberturas laterais da instalação, o tipo de telhado e o sombreamento são exemplos de métodos de controle naturais. Já entre os métodos de controle artificiais destacam-se os ventiladores, os exaustores e os sistemas de resfriamento evaporativo do tipo

aspersão ou nebulização. Antes de empregá-los em sua propriedade, informe-se sobre as vantagens e desvantagens de cada método, bem como sobre suas limitações dentro do rebanho a ser trabalhado. Não existem regras para a escolha, porém devem-se considerar as exigências da raça, o tipo de sistema de criação, o nível tecnológico da propriedade e as condições naturais do local (Sant’Anna et al., 2014).

Estratégias para atenuar o estresse térmico

Sombreamento

O sombreamento é um método simples e eficiente que pode ser empregado para reduzir a carga térmica de radiação que incide diretamente sobre os animais. Para animais mantidos em pastagens, a sombra é o principal recurso de condicionamento ambiental disponível. As árvores também podem ser plantadas de modo que permitam sombrear as paredes e o telhado das instalações. As árvores que sombreiam instalações, além de reduzirem a carga térmica de radiação que as atinge, contribuem com outros fatores para a melhoria do ambiente em seu entorno.

O efeito da sombra está associado à capacidade de os animais suportarem a radiação solar intensa. A presença de sombra reduz o aquecimento corporal e facilita a termorregulação, aumentando a produtividade e a eficiência na utilização de alimentos (Schütz et al., 2010). Os bovinos de origem europeia, como os da raça Holandesa, quando criados em pastagens sem sombreamento adequado, têm seu bem-estar afetado nas horas mais quentes do dia e podem apresentar como consequência a redução no tempo de pastejo. Nas raças zebuínas, como a Gir, os efeitos do sombreamento também são positivos, pois reduzem o armazenamento de calor, aumentam o tempo despendido na atividade de pastejo e, conseqüentemente, melhoram a produtividade (Souza et al., 2017).

Em termos práticos, para pastagens em região de clima tropical, uma área de 5 m² de sombra por bovino adulto seria suficiente para evitar a aglomeração excessiva dos animais, já que, em condições de estresse por calor, o contato corporal entre os animais pode aumentar o desconforto térmico (Silva, 2006).

Cada propriedade tem suas necessidades e seus objetivos, e é isso que deve ser levado em consideração para determinar a melhor forma de distribuição das árvores. Considerando a eficiência na distribuição dos nutrientes, a melhor opção é a

distribuição de árvores dispersas homoganeamente ao longo da maior área possível da pastagem, pois isso permite que os animais se movimentem de forma dispersa e faz com que os excrementos fiquem distribuídos por toda a pastagem de uma forma mais homogênea também (Ferreira et al., 2011). Esse arranjo com árvores dispersas pode ser implantado via condução da regeneração natural das árvores, que é considerado o método mais econômico para se realizar a arborização de pastagens. Contudo, sua eficiência depende da existência dos seguintes fatores: banco de sementes viáveis no solo, condições favoráveis para germinação e crescimento, ocorrência de competição pelas forrageiras e danos pelos animais, capacidade de rebrota de espécies arbustivo-arbóreas após desfolha, entre outros (Carvalho et al., 2002).

Para plantio de árvores em pastagens formadas, é necessário um planejamento cuidadoso porque envolve investimento para aquisição (ou produção) de mudas, preparo de área para o plantio, manejo pós-plantio, além da proteção das árvores contra os possíveis danos causados por animais, o que muitas vezes exige o isolamento da área até que as árvores atinjam de 1,5 m a 2,0 m de altura total (Abel et al., 1997). No caso do eucalipto, que tem o crescimento inicial bastante elevado, os animais podem ser introduzidos já no primeiro ano de plantio. No entanto, no caso de árvores nativas de crescimento inicial mais lento, esse tempo pode ser de no mínimo 2 anos. Dessa forma, as principais limitações para a adoção do sombreamento natural de pastagens são o tempo necessário para o crescimento das árvores e o custo para a implantação (Dias-Filho, 2006). Por essa razão, deve-se optar por espécies de árvores de crescimento rápido, de copa alta e pouco densa, com frutos possam ser consumidos pelos animais, e fixação biológica de nitrogênio, o que melhora o valor nutritivo do pasto que cresce debaixo da copa (Andrade et al., 2012).

O espaçamento e a densidade recomendados para o plantio das árvores em pastagem dependem de fatores como arquitetura da copa das árvores (altura, tamanho e densidade), distribuição das árvores na área (em linhas, faixas ou em área total), fertilidade do solo e relevo da área. Visando orientar técnicos e produtores no planejamento da arborização de pastagens com espécies arbóreas nativas da Amazônia, Andrade et al. (2012) lançaram o *Guia Arbopasto*, no qual é possível encontrar informações sobre 51 espécies arbóreas, além de recomendações técnicas para implantação de sistemas silvipastoris.

Na ausência de árvores nas pastagens, ou quando as árvores ainda se encontram em crescimento, o sombreamento artificial tem sido empregado com grande êxito, mostrando efeitos positivos sobre a produção de leite e o comportamento animal (Martello, 2002; Kendall et al., 2006; Schütz et al., 2011).

As estruturas empregadas para o sombreamento podem ser móveis ou fixas, e a opção por uma ou outra depende do manejo de pastagens adotado na propriedade. Para o sistema de pastejo contínuo, as estruturas fixas são ideais, porém, para sistema de pastejo rotacionado, os abrigos móveis podem ser uma alternativa. A altura da estrutura é outro fator importante na construção do abrigo, visto que, quanto mais alto o pé direito, maior é a velocidade do ar sobre o telhado, reduzindo sua temperatura. Dessa forma, sugere-se altura do abrigo entre 3,5 m e 5,0 m. Na determinação da altura do pé direito, deve-se levar em consideração o tipo de material construtivo e a largura da estrutura (Mellace, 2009).

A orientação do sombreamento também é um ponto a ser considerado. Quando a estrutura do eixo maior do sombrite é disposta na orientação leste-oeste, uma porcentagem maior de área fica sob sombra ao longo do dia. Porém, se o objetivo for maximizar a secagem do solo (situação comum em clima quente e úmido), a orientação deve ser norte-sul.

Caso seja possível ou necessária a construção de piso sob o abrigo, recomenda-se que o declive seja de 1,5% a 2%, para que ocorra escoamento de líquidos e se evite o acúmulo de umidade.

Quanto à cobertura, existe uma diversidade de materiais disponíveis no mercado para aquisição. Ao escolher o material, devem-se considerar os seguintes fatores: a quantidade de radiação solar incidente que é transmitida para o interior da instalação, a durabilidade do material, a facilidade de instalação, a manutenção e o custo.

Os materiais comumente utilizados em coberturas para sombreamento são os seguintes: telhas cerâmicas, telhas de fibrocimento, telhas de fibra de vidro, telhas onduladas de zinco e alumínio, telhas de material reciclável, além das malhas de polietileno e as palhas de palmeiras, como coqueiro, buriti e carnaúba. Outra opção para a cobertura é a telha reciclada, feita de caixinhas de leite¹, que, por ser mais leve que as de fibrocimento e reduzir a temperatura ambiente em 50% a 90%, é indicada para uso na cobertura de abrigos individuais de bezerros.

Ventilação

Em condições extremas, contar somente com os recursos naturais pode não ser suficiente para que as condições térmicas nas instalações estejam adequadas, o

¹ Disponível em: <<https://ecopex.com.br/telha-ecologica/>>.

que leva à necessidade de utilização de sistemas mecânicos. No que diz respeito ao conforto térmico, a instalação ideal precisa de circulação de ar adequada, com a finalidade de remover o excesso de umidade e o calor gerado no seu interior.

A ventilação quando disposta de maneira adequada (número, capacidade e posição e inclinação dos ventiladores) pode promover melhorias nas condições termo-higrométricas das instalações e torna-se um método efetivo no aumento das perdas de calor pelo animal (Valtorta, 2003). Em instalações rurais, o fluxo de ar deve ser manejado para fornecer a velocidade ideal na altura do corpo dos animais. Para bovinos leiteiros em confinamento, a recomendação é de valores entre $1,3 \text{ m s}^{-1}$ e $2,2 \text{ m s}^{-1}$.

Entre os tipos de ventiladores disponíveis, destacam-se o centrífugo e o axial (tipo hélice). Os ventiladores centrífugos são compostos de carcaça, rotor, mancais, eixos, e saída de ar. Os ventiladores axiais, por sua vez, são compostos basicamente pelas hélices e, em alguns casos, pelas carcaças. A diferença entre os dois tipos de ventiladores é que, nos axiais, o fluxo de ar ocorre paralelamente ao eixo em que as hélices são montadas. Nos ventiladores centrífugos, existe a corrente de ar em uma entrada central; essa corrente é forçada por ação centrífuga e se move pelos dutos.

Nos sistemas de confinamento, os ventiladores têm sido empregados na área de alimentação, na área de descanso e na pré-ordenha, assim como na ordenha propriamente dita (Figura 5).

Sistema de resfriamento evaporativo

Muitas vezes, somente a presença de ventiladores não é suficiente para alcançar as condições ideais mínimas de conforto. Nesse caso, há necessidade de se recorrer ao uso de sistemas de resfriamento evaporativo (SRE).

O resfriamento evaporativo utiliza a evaporação da água para reduzir a temperatura do ar, embora proporcione aumento na umidade relativa. O grau de resfriamento é influenciado pela temperatura e pela umidade. Sendo assim, a temperatura do ar elevada, associada à baixa umidade relativa, possibilitará grande redução na temperatura ambiente. Por sua vez, em condições de temperatura e umidade do ar elevadas, poderá ocorrer limitação na aplicação desse sistema, uma vez que o ar saturado irá inibir a evaporação da água pela pele e respiração, proporcionando um ambiente ainda mais estressante para o animal (Brouk et al., 2001).



Fotos: Soraiá Vanessa Matarazzo

Figura 5. Ventiladores instalados na linha de alimentação (A), nas camas (B), na sala de espera (C) e na sala de ordenha (D).

O SRE pode ser obtido por vários processos, entre os quais se destacam: nebulização, microaspersão e aspersão sobre os animais ou telhados (Silva, 1998). A diferença entre a nebulização e a aspersão consiste no diâmetro da gota e na pressão na qual esses sistemas operam (Figura 6).

A nebulização permite a formação de gotículas extremamente pequenas, que aumentam a superfície de contato da gota d'água exposta ao ar, assegurando uma evaporação mais rápida para resfriar o ambiente. Esses sistemas operam com pressão de 1.100 kPa a 1.380 kPa (Turner, 1998).

Já a aspersão emprega gotas com tamanho maior, de modo a promover o umedecimento dos pelos das vacas, e não tem por finalidade resfriar o ar. O animal se resfria com a evaporação da água, através da pele e dos pelos, permitindo a troca de calor mais eficiente quando comparada apenas com a sudação (Bucklin; Bray, 1998). A aspersão de água sobre o animal resfria imediatamente a superfície do corpo em até 4 °C e reduz a taxa respiratória a 18 movimentos por minuto (Chastain; Turner, 1994).

Fotos: Soraiá Vanessa Matanzazo

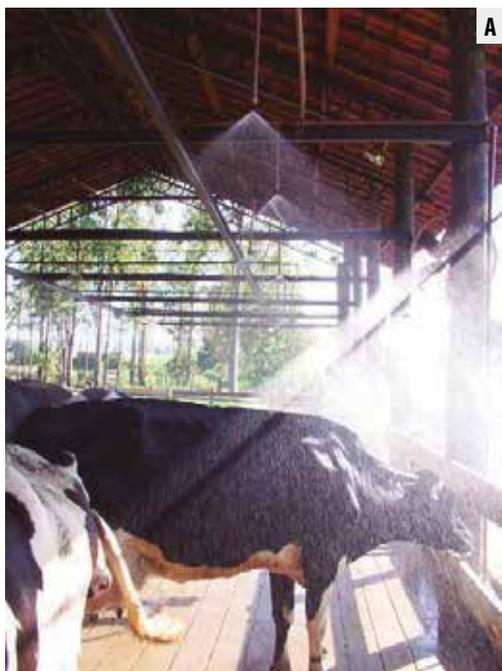


Figura 6. Sistema de resfriamento evaporativo por aspersão (A) e nebulização (B).

Quando os animais são borrifados com gotículas de água, torna-se desejável que essa névoa permaneça no microambiente que circunda o animal, para que seja removida pelos ventiladores, e assim resfriem o ambiente. Dessa forma, a nebulização associada à movimentação do ar proporcionada por ventiladores acelera a evaporação (Armstrong, 1994).

O SRE apresenta várias possibilidades de aplicação, entre as quais se destacam a linha de alimentação, a área de descanso e a sala de espera. A sala de espera tem se mostrado um ambiente de fácil manejo, principalmente no que se refere ao condicionamento térmico da instalação (Figura 7).

Os SREs podem funcionar de maneira contínua ou intermitente. No caso do funcionamento contínuo, a água é lançada ininterruptamente no ambiente. Já no caso de funcionamento intermitente, são definidos intervalos para acionamento e pausa do sistema. Os intervalos recomendados para a intermitência são bastante variáveis e deve-se considerar o ambiente que está sendo climatizado, assim como o efeito desejado e o volume de água disponível. O SRE movimenta grandes volumes de água, portanto deve-se evitar o seu desperdício e prezar pelo uso sustentável do recurso.

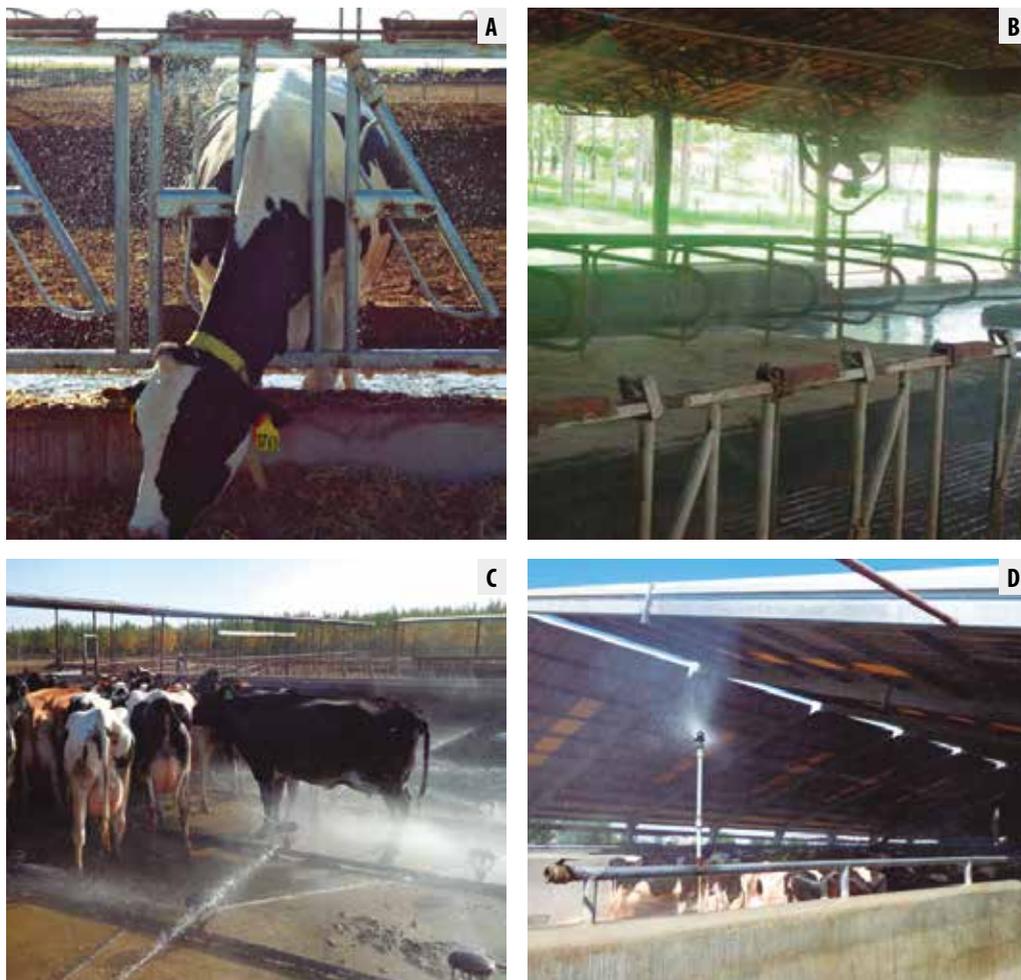


Figura 7. Possibilidades de utilização do resfriamento evaporativo: na linha de alimentação (A e B) e na sala de espera (C e D).

Alguns trabalhos relataram que o uso de grandes volumes de água nem sempre foi associado a maiores benefícios na produção de leite (Strickland et al., 1988; Miltlöhner et al., 2000). O experimento desenvolvido por Means et al. (1992) avaliou três taxas de aspersão d'água (313,4 L, 492,9 L e 704,1 L de água por hora) em vacas lactantes mantidas em *free stall*. Os animais eram aspergidos em ciclos de 15 minutos, com tempo de aspersão de 1,5 minuto por ciclo. A produtividade e as variáveis fisiológicas (frequência respiratória e temperatura retal) não apresentaram diferenças entre os tratamentos, demonstrando assim que o uso de maior fluxo de água nem sempre reflete em melhores resultados.

Por sua vez, em condições tropicais, Matarazzo et al. (2007) testaram diferentes ciclos de aspersão (12, 14 e 16 minutos) na linha de alimentação em sistema *free stall* (aspersores ligados por 1,25 minuto por ciclo durante 9 horas por dia) e observaram que o ciclo de 16 minutos, apesar de utilizar menor volume de água, proporcionou boas condições de conforto térmico aos animais. Com esse período de intermitência, as vacas da raça Holandesa em lactação apresentaram menores valores de temperatura retal, frequência respiratória e temperatura da superfície do pelame. Além disso, houve redução no desperdício de água pelo sistema. Com a mesma proposta de diminuir o uso de água em sistemas de aspersão, Mello (2015) avaliou os efeitos da aspersão de água na sala de espera. O autor empregou 0,08 L e 1,00 L de água por bico por minuto e observou que ambas as quantidades foram efetivas para a redução da frequência respiratória, da temperatura retal e da temperatura da superfície do pelame de vacas Holandesas em lactação. Esses resultados enfatizam a necessidade de se planejar o SRE de forma racional, a fim de evitar excessos e diminuir a produção de resíduos.

Considerações finais

As instalações devem ser planejadas de modo a oferecer conforto aos animais. Toda vez que essa condição não é satisfeita, devem-se adotar estratégias de manejo ambiental que permitam atenuar os efeitos adversos do estresse térmico sobre a produção de leite. As medidas de controle do ambiente devem ser personalizadas a cada situação, portanto não existe uma recomendação única de climatização. Sendo assim, o monitoramento das variáveis climáticas é indispensável para determinar o potencial estressante do ambiente sobre o bem-estar do rebanho, permitindo a implantação de estratégias mais adequadas para cada situação.

Referências

- ABEL, N.; BAXTER, J.; CAMPBELL, A.; CLEUGH, H.; FARGHER, J.; LAMBECK, R.; PRINSLEY, R.; PROSSER, M.; REID, R.; REVELL, G.; SCHMIDT, C.; STIRZAKER, R.; THORBURN, P. **Design principles for farm forestry: a guide to assist farmers to decide where to place trees and farm plantations on farms.** Barton, A.C.T.: Rural Industries Research and Development Corporation, 1997. 102 p.
- ANDRADE, C. M. S. de; SALMAN, A. K. D.; OLIVEIRA, T. K. de (Ed.). **Guia ARBOPASTO: manual de identificação e seleção de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris.** Brasília, DF: Embrapa, 2012. 342 p.
- ARMSTRONG, D. V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, v. 77, p. 2044-2050, Jul. 1994. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(94)77149-6.

- 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 e 7/8 Holandês-Zebu em Lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2000-2008, 2005.
- BROUK, M. J.; SMITH, J. F.; HARNER III, J. P. Effectiveness of fan and feedline sprinklers in cooling dairy cattle housed in 2 or 4 row freestall buildings. In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, 6., 2001, Louisville. **Proceedings...** Louisville: Asae, 2001.
- BUCKLIN, R. A.; BRAY, D. R. The American experience in dairy management warm and hot climates. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1998. p. 156-174.
- CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F.; YAMAGUCHI, L. C. T. **Estabelecimento de sistemas silvipastoris**: ênfase em áreas montanhosas e solos de baixa fertilidade. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2002. 12 p. (Embrapa Gado de Leite. Circular técnica, 68).
- CHASTAIN, J. P.; TURNER, L. W. Practical results of a model of direct evaporative cooling of dairy cows. In: INTERNATIONAL DAIRY HOUSING CONFERENCE, 3., 1994, Orlando. **Proceedings...** Orlando: Asae, 1994. p. 337-352.
- DIAS-FILHO, M. B. **Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens degradadas**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 30 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 258).
- DU PREEZ, J. H. Parameters for the determination and evaluation of heat stress in dairy cattle in South Africa. **Onderstepoort Journal Veterinary Research**, v. 67, p. 263-271, 2000.
- ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. West Port: ABI, 1982. 325 p.
- FERREIRA, L. C. B.; MACHADO FILHO, L. C. P.; HOETZEL, M. J.; LABARRÈRE, J. G. O efeito de diferentes disponibilidades de sombreamento na dispersão das fezes dos bovinos nas pastagens. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 1, p. 137-146, 2011.
- GAUGHAN, J. B.; MADER, T. L.; HOLT, S. M.; LISLE, A. A new heat load index for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 1, p. 226-234, Jan. 2008. DOI: 10.2527/jas.2007-0305.
- HAHN, G. L. Bioclimatologia e instalações zootécnicas: aspectos teóricos e aplicados. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL, 2., 1993, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 1993. p. 132-146.
- HUBER, J. T. Alimentação de vacas de alta produção sob condições de estresse térmico. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 1990, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1990. p. 33-48.
- JOHNSON, H. D. Environmental management of cattle to minimize the stress of climatic change. **International Journal Biometeorology**, v. 24, p. 65-78, 1980.
- 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. **Livestock Science**, v. 103, p. 148-157, Aug. 2006. DOI: 10.1016/j.livsci.2006.02.004.
- MARTELLO, L. S. **Diferentes recursos de climatização e sua influência na produção de leite, na termorregulação dos animais e no investimento das instalações**. 2002. 67 f. Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga.
- MATARAZZO, S. V.; PERISSINOTTO, M.; FERNANDES, S. A. A.; MOURA, D. J.; ARCARO JÚNIOR, I. Eficiência de sistemas de climatização na área de descanso em instalações do tipo freestall e sua influência nas

- respostas produtivas e fisiológicas de vacas em lactação. **Boletim de Indústria Animal**, v. 64, n. 3, p. 221-232, 2007.
- MEANS, S. L.; BUCKLIN, R. A.; NORDSTEDT, R. A.; BEEDE, D. K.; BRAY, D. R.; WILCOX, C. J.; SANCHEZ, W. K. Water application rates for a sprinkler and fan dairy cooling system in hot, humid climates. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 8, n. 3, p. 375-379, 1992. DOI: 10.13031/2013.26080.
- MELLACE, E. M. **Eficiência da área de sombreamento artificial no bem-estar de novilhas leiteiras criadas a pasto**. 2009. 95 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MELLO, D. S. **Aspersão de diferentes fluxos de água e seus reflexos na fisiologia e comportamento de vacas em lactação**. 2015. 125 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.
- MILTLOHNER, F. M.; MORROW-TESCH, S. C.; WILSON, J. W.; GALYEAN, M. L.; MILLER, M. F.; MCGLONE, J. J. Shade and water misting effects on behavior, physiology, performance and carcass traits of heat stressed feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 9, p. 2327-2335, 2000. DOI: 10.2527/2001.7992327x.
- PARANHOS DA COSTA, M. J. R. Ambiência na produção de bovinos de corte a pasto. **Anais de Etologia**, v. 18, p. 26-42, 2000.
- SANT'ANNA, A. C.; PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; MADUREIRA, A. P. **Boas práticas de manejo: conforto vacas em lactação**. Jaboticabal: Funep, 2014. 39 p. E-book.
- SCHÜTZ, K. E.; ROGERS, A. R.; COX, N. R.; WEBSTER, J. R.; TUCKER, C. B. Dairy cattle prefer shade over sprinklers: effects on behavior and physiology. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 1, p. 273-283, Jan. 2011. DOI: 10.3168/jds.2010-3608.
- SCHÜTZ, K. E.; ROGERS, A. R.; POULOUIN, Y. A.; COX, N. R.; TUCKER, C. B. The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 1, p. 125-133, Jan. 2010. DOI: 10.3168/jds.2009-2416.
- SILVA, I. J. O. Climatização das instalações para bovino leiteiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1998. p. 114-145.
- SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 286 p.
- SILVA, R. G. Predição da configuração de sombras de árvores em pastagens para bovinos. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 1, p. 268-281, jan./abr. 2006. DOI: 10.1590/S0100-69162006000100029.
- SOUZA, L. A. S.; MATARAZZO, S. V.; CARNEVALLI, R. A.; TOLEDO, L. M. Physiological and behavioral responses of dairy heifers in an integrated-crop-livestock-forestry system. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, p. 1278-1285, 2017. DOI:10.5897/ajar2016.11918.
- STRICKLAND, J. T.; BUCKLIN, R. A.; NORDSTEDT, D. K. Sprinkling and fan evaporative cooling for dairy cattle in Florida. **American Society of Agricultural Engineering**: ASAE Paper 88-4042, 1988. 12 p.
- TURNER, L. W. Fan and high-pressure mist (fog) system performance for cooling lactating dairy cows. In: INTERNATIONAL DAIRY HOUSING CONFERENCE, 4., 1998, St. Louis. **Proceedings...** St. Louis: Asae, 1998. p. 201-208.
- VALTORTA, S. E. Manejo del estrés térmico y composición de la leche. In: TEMAS de producción lechera. Memorias expoláctea. Argentina: Conicet-FCA: INTA Rafaela, 2003.