



Capítulo 15

Bem-estar animal e ambiência na ILPF

*Fabiana Villa Alves
Vanderley Porfírio-da-Silva
Nivaldo Karvatte Junior*

Introdução

Em muitas regiões de clima tropical, bovinos de corte e de leite são mantidos em pastagens durante todo o ano. A exposição a intensa incidência de radiação solar direta submete estes animais a situações termicamente estressantes, com impactos negativos na saúde, bem-estar e produtividade (Van Laer et al., 2015; Vizzotto et al., 2015).

Bovinos, geralmente, toleram melhor ambientes de baixa temperatura do que os de alta temperatura: mudanças nos tempos de pastejo e ruminação; movimentação excessiva do rebanho; animais deitados por longos períodos; agrupamento nos extremos do piquete e ingestão frequente de água; e aumento da sudorese, da frequência cardíaca e respiratória, podem indicar estresse calórico (Schütz et al., 2010; Ferreira et al., 2011; Van Laer et al., 2015; Vizzotto et al., 2015; Lopes et al., 2016). Tais mudanças, porém, nem sempre são suficientes para manter a temperatura corpórea em níveis aceitáveis, comprometendo, inclusive, funções celulares e, por consequência, taxa de crescimento, sobrevivência embrionária, desenvolvimento fetal, qualidade espermática, entre outros (Blackshaw; Blackshaw, 1994).

Neste sentido, sistemas de produção que de algum modo promovam modificações ambientais capazes de atenuar o estresse térmico podem favorecer o controle homeotérmico animal e, conseqüentemente, melhorar o seu desempenho ponderal, reprodutivo e sanitário (Titto, 2006; Glaser, 2008). Além dos ganhos “mensuráveis”, outros aspectos “intangíveis” podem ser atribuídos a um ambiente de produção termicamente confortável. De fato, nas últimas décadas, questões como bem-estar animal deixaram de ocupar um espaço “filosófico”, embasados na ética pessoal, para se tornarem aspectos práticos, quantificáveis e aplicáveis, passíveis de serem valorados.

Ambiência e bem-estar animal são elementos importantes na produção animal moderna e praticamente indissociáveis, principalmente em ambientes pastoris, pois se bem-estar animal é o estado de um indivíduo em relação às suas tentativas de se adaptar ao ambiente, a ambiência (que é a somatória de fatores físicos e biológicos atuantes no espaço onde o animal realiza suas atividades) exercerá grande influência em seu grau de adaptação.

Assim, este capítulo examina e tenta elucidar a definição de dois conceitos-chave para o entendimento dos benefícios dos sistemas em integração lavoura-pecuária-floresta sobre os animais: bem-estar animal e ambiência.

Ambiência e bem-estar animal: conceitos e definições

Ambiência animal

Ambiência diz respeito à relação bidirecional ambiente-objeto e ao conjunto de fatores capazes de tornar um ambiente mais ou menos agradável. Mais especificamente, ambiência animal é o conjunto de condições e influências externas que atuam direta ou indiretamente sobre os animais sem, necessariamente, o envolvimento de fatores genéticos. Em suma, ambiência pode ser entendida como o espaço físico e social no qual vive o animal e tudo o

que nele se encontra incluído, inclusive o ser humano, ou seja, é o “ambiente em que vive o animal” (Broom; Molento, 2003; Silva, 2000; Silva, 2008; Silva; Vieira, 2010).

Para fins didáticos, em sistemas de produção animal, a ambiência pode ser dividida em térmica, lumínica, acústica e aérea, e todas podem ser consideradas fatores importantes para que se atinja o máximo de produtividade que o potencial genético que cada espécie, raça ou animal pode expressar.

No caso de animais não-estabulados, criados ao ar livre, elementos climáticos como temperatura e umidade relativa do ar, radiação solar, nebulosidade, ventos e pluviosidade atuam separados ou simultaneamente no ambiente, e por consequência, nos animais. Uma das principais consequências da interação negativa entre animal e ambiente é a perda em produtividade devido ao estresse térmico (Nããs, 1989; Silva, 2012). Entretanto, cabe ressaltar que ambiência não se restringe ao conforto térmico, e também não é sinônimo de bem-estar animal, apesar de lhe estar ligado diretamente.

Bem-Estar Animal

A ideia de bem-estar animal é muito mais antiga que a sua pesquisa como um campo de trabalho científico. Hoje, existem diferentes concepções do termo, aplicáveis a todos os tipos de animais, dos silvestres aos cativos, passando pelos de companhia e experimentação. Sua importância pode ser observada pela preocupação de vários organismos internacionais, como a *Food and Agriculture Organization* (FAO) e *World Organization for Animal Health* (OIE), em definir e incorporar o termo às suas agendas de prioridades. Em países mais avançados neste entendimento, como os europeus, o conceito assume conotação, sobretudo, de “bem público”, com intervenções públicas normativas e concessão de benefícios sob forma de subsídios, como o contido na PAC (Política Agrícola Comunitária da União Europeia).

Porém, em países vastos e com multiplicidade de sistemas produtivos como o Brasil, inserir o bem-estar animal como fator prioritário é um grande desafio, e demanda mudanças que vão além de simples modificações nos modelos de sistemas produtivos já existentes. Igualmente, definir cientificamente um conceito amplo e complexo, e que envolve questões de ordem ética, moral, cultural, regional e até individual, não é simples, muito menos fácil.

Para se entender melhor o conceito, três aspectos básicos devem ser considerados:

- 1) O bem-estar é uma característica do animal e não algo que pode ser fornecido pelo homem;
- 2) O bem-estar é um conceito momentâneo, não estático, e pode variar em uma escala compreendida entre “muito ruim” a “muito bom”;
- 3) O bem-estar pode ser medido cientificamente.

Hughes (1976), em uma das primeiras tentativas de definir cientificamente o termo bem-estar, refere-se a um “estado” onde o animal está em harmonia com a natureza ou com o seu ambiente. Posteriormente, Duncan e Dawkins (1983), na tentativa de ampliar a descrição e facilitar sua aplicação, referem-se ao bem-estar animal como a presença de completa

saúde mental e física, harmonia com o ambiente circunstante e capacidade de se adaptar a um ambiente não-natural sem sofrimento, onde sofrimento é entendido como uma ampla gama de estados emocionais desagradáveis e estressantes. A partir daí, impulsionadas por diversas discussões sobre situações que não se enquadravam nesta definição, emergiram três orientações de pensamento. Apesar de subdivididas e aparentemente contraditórias, as linhas de pensamento elencadas podem ser consideradas complementares, visto suas inter-relações. São elas:

- 1) Do **funcionamento biológico**, baseada na ideia de bem-estar ligado à saúde e bem-estar físico, amplamente utilizada e uma das mais importantes na conceituação do termo. Os princípios desta corrente de pensamento incluem, além da plena satisfação das necessidades biológicas dos animais como forma de alto grau de bem-estar, a íntima conexão entre bem-estar e ausência de respostas fisiológicas ao estresse, e a capacidade do animal de se adaptar com sucesso ao meio circunstante (Duncan, 2005);
- 2) A dos **sentimentos**, embasada no fato dos animais serem sencientes e sentirem emoções (positivas e negativas), e que leva em conta a saúde psicológica e estado emocional dos mesmos;
- 3) A do padrão de **comportamento “natural”** dos animais, embasada na capacidade do animal expressar os mesmos comportamentos que exerceria em seu habitat natural. Apesar de ter surgido após as demais, tornou-se uma corrente forte no estudo do tema (Duncan; Fraser, 1997).

Atualmente, três são os principais motivos que impulsionam a adoção de práticas que elevem o bem-estar animal nos sistemas de produção: (1) questões éticas, morais e religiosas, ligadas ao respeito aos animais; (2) questões técnico-comerciais, ligadas ao efeito potencial sobre a produção e qualidade dos alimentos, e; (3) questões comerciais, principalmente imposição de barreiras não-tarifárias por mercados específicos. Todos têm relevância e não devem ser considerados contraditórios.

Atualmente, independente de qual seja o motivo ou a linha de pensamento, as “Cinco Liberdades” são bons balizadores para o entendimento do que se pode ser considerado para atendimento de um standard mínimo de qualidade de vida dos animais de produção. São estas: 1) Liberdade fisiológica (ausência de fome, sede e má nutrição); liberdade ambiental (ambiente físico adequado à espécie); 2) Liberdade sanitária (ausência de doenças, feridas e dor); 3) Liberdade comportamental (possibilidade de manifestar características comportamentais próprias da espécie), e; 4) Liberdade psicológica (ausência de medo e desconforto) (Silva; Miranda, 2009; Grandin; Johnson, 2010).

Broom (1991) sintetiza que bem-estar animal é o estado do animal frente às suas tentativas de se adaptar às variáveis do ambiente em que se encontra. Em se tratando de animais de produção, como bovinos, suínos, aves e peixes, pode-se dizer que as maiores e mais importantes influências vêm dos sistemas de produção. Assim, as tentativas dos animais de se adaptarem ao ambiente (não somente físico, como estrutural, microclimático e social), também são capazes de desencadear modificações fisiológicas, neuro-hormonais, imunitárias e comportamentais, que, somadas, culminam em maior ou menor adaptação dos animais ao meio circunstante, com prejuízo ao seu bem-estar (Figura 1).

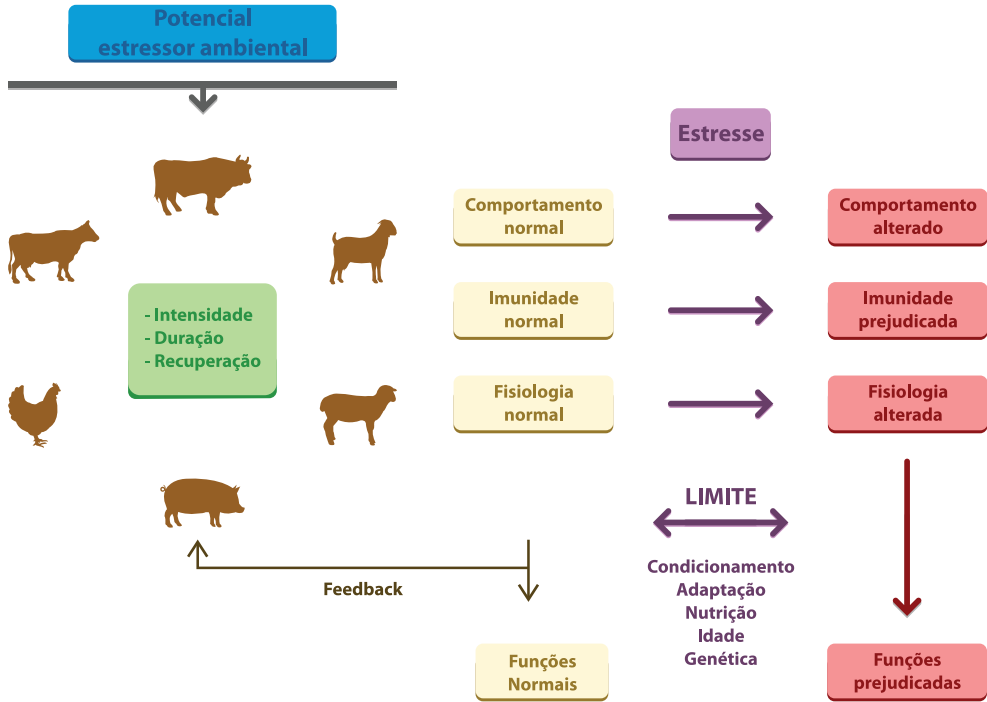


Figura 1. Efeito do ambiente sobre o bem-estar animal

Fonte: Adaptado de Hahn (1999).

Na prática, as “Cinco liberdades” são alcançadas por meio de práticas de manejo adequadas, fornecimento de abrigo e/ou proteção contra extremos climáticos, alimento e água em quantidade e qualidade suficientes, dimensionamento adequado das instalações, piso confortável para o animal deitar e se movimentar sem dor, observação ao plano sanitário e vacinal recomendados para a espécie, ambiente que favoreça trocas sociais saudáveis entre os animais e o ser humano, entre outros, conforme modelo de produção utilizado.

Ambiência e bem-estar em sistemas de produção com base em pastagens

Como já explanado, bem-estar animal é um conceito amplo, relacionado com a qualidade de vida do animal e sua capacidade de se manter saudável no sistema em que vive, e ambiência é um dos fatores que o compõe (Figura 2).

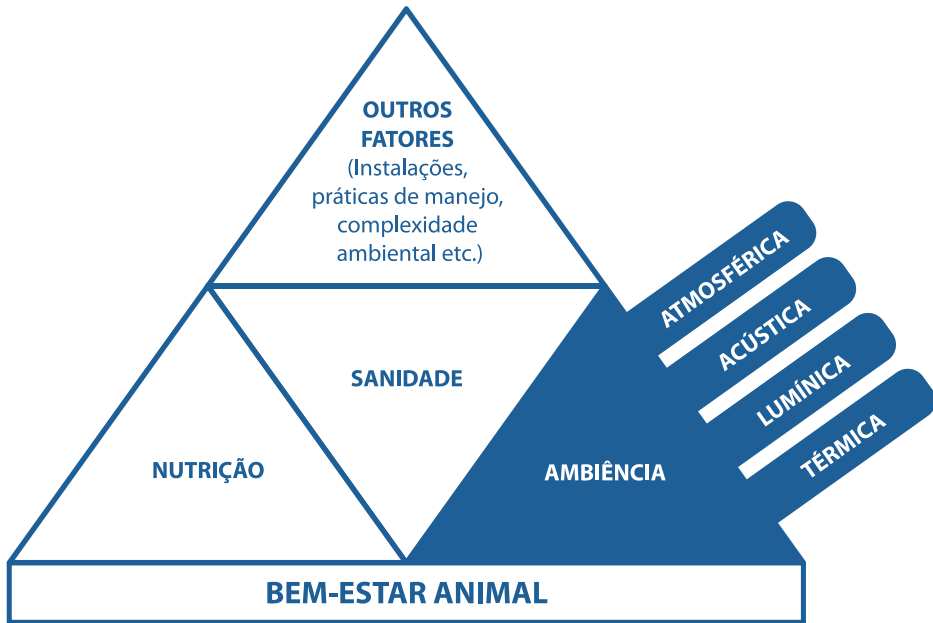


Figura 2. Relação entre bem-estar e ambiência.

Em regiões tropicais, de todos os fatores ambientais (luz/ radiação, calor, ruídos e atmosfera circunstante) que podem interferir direta e indiretamente sobre o bem-estar animal, a temperatura do ar (calor/ frio) e radiação solar são os que mais influenciam os animais criados em sistemas a pasto (Figura 3).

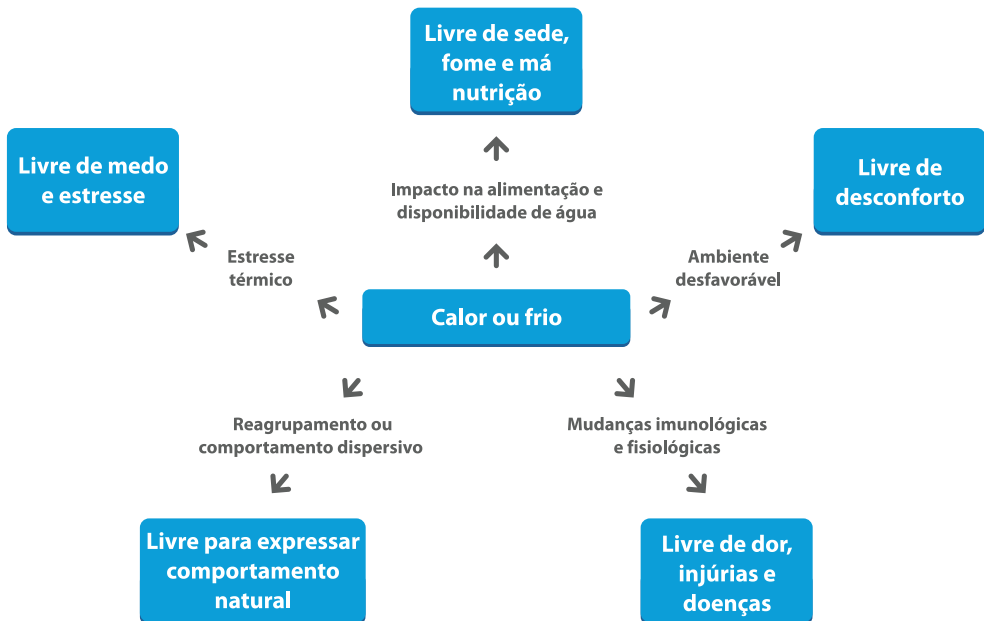


Figura 3. Influência dos fatores climáticos no bem-estar animal.

Quase a totalidade de pastagens no Brasil, por exemplo, apresentam condições climáticas que oferecem estresse térmico calórico em graus mediano e severo para animais sem proteção (INMET, 2005); e, estacionalidade de produção das forrageiras, podendo chegar a uma relação de 70% da produção na estação úmida e 30% na estação seca (Rodrigues et al., 1993). Nas regiões abaixo do paralelo 22° Sul, a ocorrência de geadas (mesmo as de intensidade e frequência baixas) torna-se um agravante para a estacionalidade de produção forrageira.

Animais homeotérmicos, como os bovinos, tentam manter sua temperatura corporal dentro de uma faixa de temperatura termoneutra, denominada de Zona de Conforto Térmico (ZTC), na qual o organismo encontra-se em condições normais de sobrevivência (Silanikove, 2000). Este processo envolve, principalmente, as trocas de calor do animal com o ambiente. Apesar de se tratarem de mecanismos eficientes na regulação da temperatura corporal, são limitadas e dependem, em larga medida, da temperatura do ambiente (Figura 4).

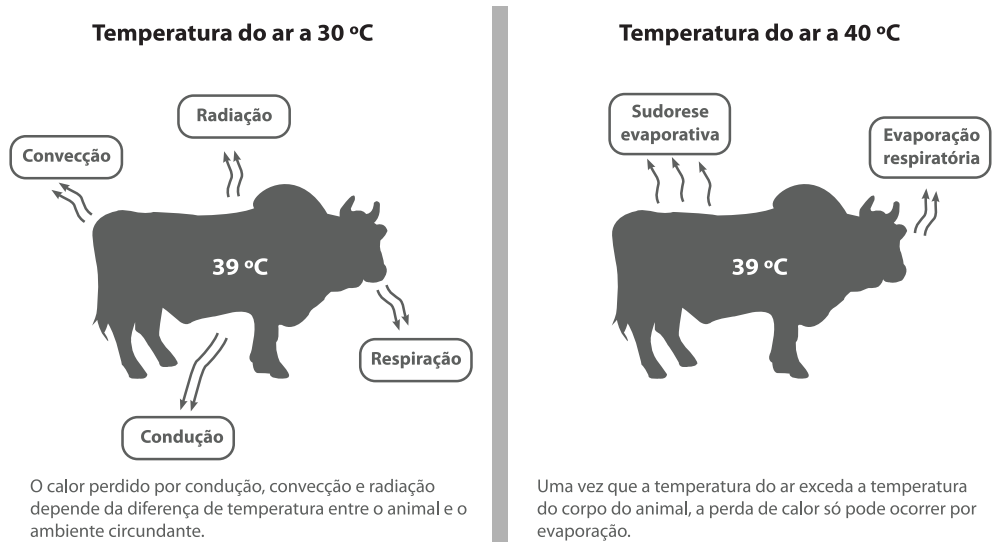


Figura 4. Representação esquemática da termorregulação em bovinos.

Assim, quando um animal é exposto ao calor ou frio excessivo, uma das primeiras reações é a ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, que envolve mudanças em todo o sistema endócrino, atuando também na regulação do metabolismo. Desse modo, quando a temperatura ambiente se encontra acima da temperatura crítica superior (estresse por calor, Figura 5. A' – D'), os animais entram em estado de hipertermia. Neste ponto, iniciam as trocas térmicas com o ambiente (resfriamento), por meio de processos sensíveis de arrefecimento (condução, convecção e radiação), que correspondem a 75 % das perdas de calor (termólise). É comum observar, neste caso, alteração do comportamento e busca por áreas sombreadas (Figura 6). Além disso, os animais aumentam o consumo de água e diminuem o consumo de alimentos, na tentativa de diminuição da carga calórica corporal e dissipação do calor excedente (Navarini et al., 2009; Schütz et al., 2010; Karvatte Junior et al., 2016; Lopes et al., 2016).

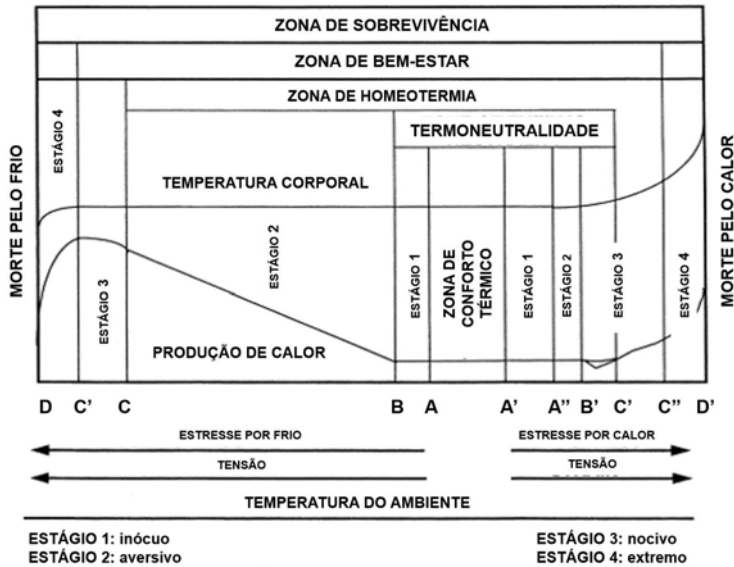


Figura 5. Representação esquemática das zonas de sobrevivência, bem-estar e homeotermia em relação às condições ambientais dos ruminantes (Adaptado de Silanikove, 2000).

À medida que a temperatura ambiente eleva-se, aproximando-se da temperatura interna corporal, os animais tornam-se cada vez mais susceptíveis ao estresse térmico e diminuem a eficiência em perda de calor sensível, passando a depender de arrefecimento por evaporação, sob a forma de transpiração e respiração ofegante, ambas poucas eficientes do ponto de vista de dissipação do calor excedente (Silanikove, 2000; Sanker et al., 2013; Tripon et al., 2014; Kamal et al., 2014). A situação se mantém, com expressivo gasto energético e pouca efetividade, até que o organismo entre em colapso irreversível, culminando em sua morte (Figura 5. C' - D').



Foto: Nivaldo Karvatt Junior

Figura 6. Bovinos Nelore ao abrigo de sombra natural, em pastagem no Centro-Oeste.

Em situações contrárias, de frio excessivo, se a temperatura está abaixo da temperatura crítica inferior da espécie (estresse por frio, Figura 5. A – D), os animais caminham para um estado de hipotermia. Neste, a perda de calor para o ambiente é mais rápida do que a produção de calor metabólico gerado via consumo de alimentos (Sossidou et al., 2014; Van Laer et al., 2015). Nestas condições, para que os animais consigam gerar calor, o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal estimula reações de vasoconstrição periférica (aquecimento). Alterações comportamentais como procura por áreas de exposição ao sol (ganho de calor por radiação) e, quando não suficiente, tremor e execução de exercícios (caminhadas), são alguns dos comportamentos observados.

Cabe ressaltar que, embora algumas raças mais adaptadas apresentem alta capacidade de manter a homeotermia, os principais mecanismos de perda de calor (condução, convecção e radiação) dependem da diferença de temperatura entre o animal e o ambiente (Figura 4). Assim, quanto maior for este gradiente, mais rápido será o fluxo de calor. Por outro lado, quando a temperatura ambiente atinge temperaturas superiores à do animal, os processos de perda calórica restringem-se às perdas evaporativas, de menor eficiência.

Neste contexto, entendidos os princípios e processos que norteiam a homeotermia em bovinos, pode-se afirmar que as melhores práticas para se evitar o estresse térmico são:

- 1) Modificações físicas no ambiente;
- 2) Utilização de animais menos susceptíveis (mais adaptados).

Em se tratando de modificações ambientais visando melhoria na ambiência, a oferta de sombra, natural ou artificial, é muito eficiente. As árvores (sombra natural) são os melhores e mais econômicos recursos para proteger os animais das intempéries e, principalmente, da radiação solar excessiva, ou como proteção contra ventos e abrigo de chuvas, no frio (Karvatte Junior et al., 2016; Lopes et al., 2016).

O microclima é caracterizado pelas diferentes combinações de fatores atmosféricos (temperatura do ar, radiação solar, umidade relativa, vento e precipitação), influenciadas pela topografia do terreno, presença de vegetação e o tipo de planta no solo (Brown; Gillespie, 1995). Conforme exemplificado na Figura 7, os elementos arbóreos em uma pastagem, ao aumentarem a rugosidade da superfície, podem também influenciar o movimento de massas de ar, a temperatura do ar e do solo e o fator de visão da abóbada celeste (Porfírio-da-Silva, 2004).

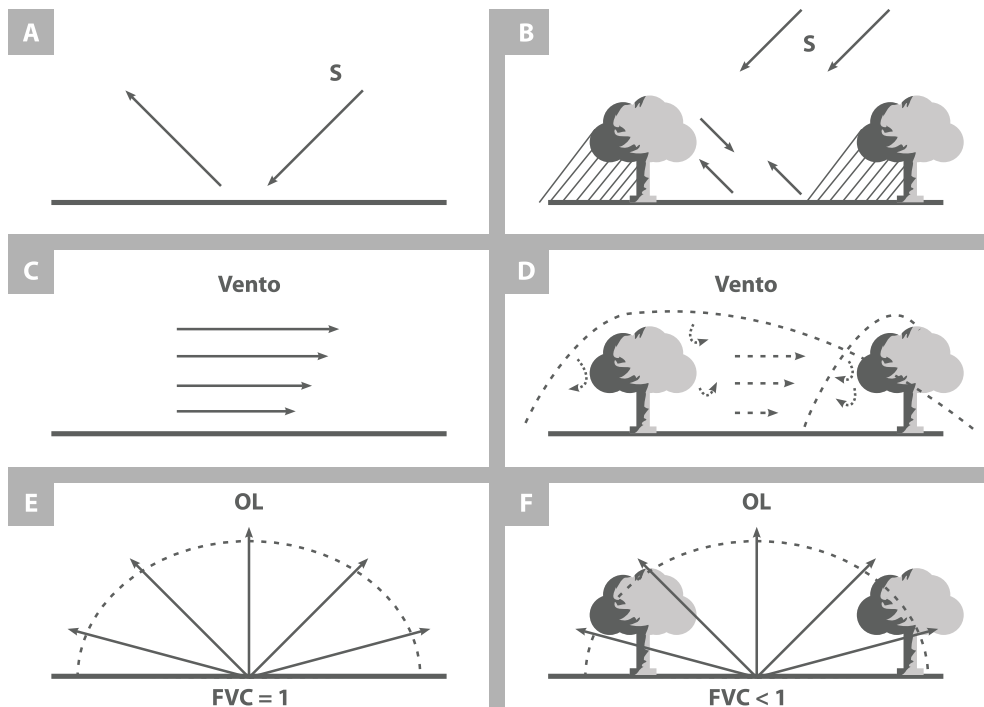


Figura 7. Influência do componente arbóreo na transferência de radiação solar. Comparação da superfície sem árvores (menor rugosidade) e com árvores (maior rugosidade), em termos de: (A) e (B) recepção e reflexão de radiação direta de ondas curtas (S); (C) e (D) fluxos de ventos; (E) e (F) emissão de radiação direta de onda longa (OL). Em função da altura e do arranjo do componente arbóreo, o fator de visão do céu (FVC) obtida de um ponto médio entre duas árvores será sempre menor do que em superfície sem árvores

Fonte: Adaptado de Porfírio-da-Silva et al. (2004).

Existem poucas informações sobre a quantidade ideal de área de sombra para bovinos nos trópicos. Os valores indicados na literatura variam de 1,8 m² até 10,0 m² por animal. Entretanto, assumindo-se que um bovino deitado ocupa aproximadamente 1,8 m², valores próximos a 1,8 m² seriam inadequados para ambientes tropicais porque os animais ficariam muito próximos uns dos outros. Por outro lado, valores de 5,6 m² e 9,6 m² por animal garantiriam espaço entorno dos animais de, respectivamente, 0,5 e 1 m², evitando agrupamento excessivo e garantindo boa circulação de ar entre os mesmos (Alves, Nicodemo & Porfírio-da-Silva, 2015). Schültz et al. (2010), estudando a influência do tamanho da sombra sobre o comportamento e fisiologia de vacas leiteiras a pasto, observaram que com acesso a 9,6 m² de sombra por animal, as vacas gastaram 50 % do tempo exercendo suas atividades diárias neste local e apresentaram 70 % menos interações agressivas em comparação com aquelas que tiveram acesso a 2,4 m² de sombra por animal (24% do tempo).

Além de proporcionar o bloqueio físico da radiação solar (sombra), árvores também desempenham um papel importante no fluxo de calor latente e sensível diurno no sistema pastoril, pois aproveitam parte da radiação solar que incidiria no sub-bosque, diminuindo sua disponibilidade para os animais e colaborando para melhorar a sensação de bem-

estar e conforto térmico dos mesmos (Zhang et al., 2015; Karvatte Junior et al., 2016). De fato, esta fração da radiação, denominada de radiação fotossinteticamente ativa (RFA), corresponde ao fluxo de fótons na faixa de 400 a 700 nm do espectro solar, e é a principal responsável pelo balanço da umidade relativa e temperatura do ar (Promis et al., 2009; Wall et al., 2010; Zhang et al., 2015).

Relatos da literatura mostram que diferenças de temperatura e umidade entre pastagens com e sem árvores, dependendo da espécie, altura, arranjo/espaçamento, época do ano, tem-se melhorias nos principais índices de conforto térmico nas áreas arborizadas (Alves, 2012; Porfírio-da-Silva, 2001; Souza et al., 2010). Entretanto, é errôneo pensar na unicidade das características quantitativas e qualitativas do sombreamento natural, pois cada espécie vegetal possui determinada eficiência em termos de interceptação solar, relacionada principalmente às características intrínsecas da árvore, como porte, formato da copa, disposição dos galhos, tipo de folha, dentre outras (Silva, 2006;). Karvatte Junior et al., (2016), por exemplo, observaram que árvores com copas maiores e mais densas interceptam melhor a radiação solar incidente, possibilitando reduções de 2 a 9°C de temperatura, com diminuição de até 30% Carga Térmica de Radiação no sub-bosque.

Sistemas de produção arborizados e sua influência sobre o a ambiência e bem-estar animal

O sistema silvipastoril, é uma opção de tecnologia para a produção de bovinos e ovinos (bem como de outras espécies), e consiste na combinação intencional de árvores, pastagens e animais em uma mesma área e ao mesmo tempo. Outra opção, mais complexa, é o sistema agrossilvipastoril, ou integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), em que se agrega o componente agrícola associado às árvores (fase silviagrícola) para, posteriormente, com a colheita da cultura agrícola, mudar para a fase silvipastoril (Porfírio-da-Silva, 2007).

Esses sistemas multifuncionais possibilitam intensificar a produção, pelo manejo integrado dos recursos naturais existentes, diversificar a produção e incrementar a renda do produtor. Entre outros benefícios, a presença de árvores adequadamente dispostas na pastagem pode promover melhorias e proteção tanto à produção forrageira, quanto à animal, e favorecer a produtividade e a sustentabilidade da área (Nair, 1993; Young, 1994; Jose, 2009; Tonucci et al., 2011).

Vários tipos de arranjos silvipastoris e/ou agrossilvipastoris são possíveis, conforme o componente arbóreo escolhido. Quando se pensa na árvore como fornecedora de sombra e potencial fator modificador do microclima circunstante nas pastagens, particular atenção deve ser dada às características da copa e ao percentual de área ocupada por esta (Alves, Nicodemo & Porfírio-da-Silva, 2015). Neste caso, a copa deve favorecer a passagem de radiação solar em quantidade suficiente para o crescimento das plantas forrageiras, mas também proporcionar boa área de sombreamento para os animais.

Dentre os efeitos positivos da arborização de pastagens sobre animais, devem ser destacados:

- **Redução das necessidades de energia para a manutenção animal.** Os bovinos apresentam-se particularmente sensíveis às condições úmidas e quentes (Bergigier, 1989; West, 2003), portanto, o oferecimento de sombra pode melhorar seu conforto térmico e produção (Mota et al., 1997; Klowoski et al., 2002). Gastando menos energia para dissipar calor, os animais podem expressar mais fortemente suas aptidões, como verificou Carvalho (1991) com vacas em lactação, onde os animais que tinham acesso à proteção contra a radiação solar direta (sombra), produziram 20% a mais de leite com maior teor de sólidos não-gordurosos. Quanto menos adaptados os animais ao calor, mais afetados estes são pela ausência de sombra.
- **Aumento dos índices de produtividade.** Piquetes sombreados melhoram a eficiência da conversão de alimentos (Bizinoto et al., 2005), sobrevivência dos animais (Bird et al., 1992) e antecipação da primeira cobertura. Mota et al. (1997) e Klosowski et al. (2002), em estudos sobre a probabilidade de decréscimo da produção leiteira por estresse térmico, constataram que, nesta condição, animais de maior potencial de produção tendem a apresentar maior declínio na produção do que aqueles menos produtivos. Vizzotto et al. (2015), avaliando as mudanças comportamentais e fisiológicas de vacas de leite durante a estação quente em região subtropical, obtiveram maior produção de leite individual nos animais com acesso à sombra. Costa et al. (2017) avaliando o desempenho de bovinos cruzados, obtiveram maior produtividade em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta ($33,4 @ ha^{-1}$), comparado a sistema de confinamento ($24,4 @ ha^{-1}$). Também Lopes et al. (2016), avaliando o comportamento de novilhas leiteiras em sistemas silvipastoris com diferentes estratégias de sombra, observaram que os animais que permaneceram expostos ao sol apresentaram maior porcentagem do tempo caminhando (3,2 %) e pastejando (10,8 %), em comparação aos animais inseridos em sistema com área arborizada (caminhando 1,3 %; pastejando 6,5 %). Os autores sugerem que o aumento de deslocamento é uma tentativa dos animais encontrarem locais que facilitem as trocas térmicas com o meio;
- **Melhoria da fertilidade do rebanho.** Estresse por calor pode reduzir a fertilidade (West, 2003). Na fêmea, pode afetar a ovulação, o estro, a concepção e sobrevivência do embrião. Nos machos, pode reduzir a viabilidade dos espermatozoides, bem como a libido. Segundo Bird et al., (1992), vacas estressadas pelo calor produzem bezerros menores e aumentam o intervalo de tempo entre partos; Sterza et al. (2016) observaram que sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta afetam positivamente a produção de embriões in vitro de bovinos de corte.
- **Efeitos benéficos sobre animais recém-nascidos.** De acordo com West (2003), o estresse térmico calórico pode comprometer a habilidade de bezerros absorverem imunoglobinas do colostro. A provisão de sombra pode melhorar a sobrevivência e subsequente desenvolvimento de animais recém-nascidos. Nas espécies ruminantes de comportamento de parto escondedor, a presença de árvores se constitui em um elemento ambiental positivo, que possibilita à fêmea o isolamento do resto do grupo e de potenciais predadores. Este isolamento nas primeiras horas de vida do filhote

resulta em melhor ligação mãe-filho e condições ótimas para a primeira mamada e ingestão do colostro o mais cedo possível, o que aumenta a taxa de sobrevivência (Pinheiro Machado Filho - Comunicação pessoal citado por Porfírio-da-Silva, 2001). Além disso, a perspectiva de isolamento sentido pela vaca, a deixa mais tranquila para efetuar a “limpeza” do recém-nascido, propiciando a transmissão de bactérias ruminais ao bezerro, predispondo-o a pastar mais precocemente;

- **Proteção contra extremos de temperatura, ventos e radiação.** Em dias quentes e de forte insolação, a sombra decisivamente pode contribuir para condições de conforto animal, pois os animais buscam proteção sob esta. Porfírio-da-Silva et al. (1998) relatam que a temperatura do ar, no verão, foi reduzida em até 8°C na pastagem arborizada, e a incidência de radiação solar global foi 80% menor sob as árvores. Os autores argumentam ainda que, durante dias/noites frias, os renques arbóreos podem funcionar como fonte de calor para os animais protegidos sob as árvores, melhorando o seu conforto térmico também à noite. De acordo com Abreu-Harbich et al. (2015), em ambientes compostos por árvores isoladas é possível obter redução de até 2.8 °C de temperatura do ar na sombra, ao passo que locais compostos por grupos de árvores isolados são capazes de promover a redução de 0.3 °C até 15.7 °C de temperatura, principalmente nos horários do dia de maior insolação (10h00 às 14h00). Vizzotto et al. (2015) observaram que nos horários de maior incidência de radiação solar, os animais com acesso à sombra apresentaram menor interação agressiva e consequentemente melhores indicativos de conforto térmico de acordo com os parâmetros fisiológicos. Van Laer et al. (2015), avaliando os efeitos das condições de verão e da sombra nos indicadores de comportamento para desconforto térmico de vacas Holandesas e Belgian Blue a pasto, observaram que a procura por sombra pelos animais aumentou em 30 a 40% nos horários com temperaturas mais elevadas, sendo que nos animais que permaneceram ao sol foram observados aumentos nos valores dos parâmetros fisiológicos acima do indicativo como conforto térmico.

Considerações finais

A inserção de árvores em sistemas pecuários melhora as condições microclimáticas e ambientais (proteção contra altas temperaturas, geadas, ventos frios, granizo, tempestades.

De todos os benefícios proporcionados pelos sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris aos animais, a melhoria da ambiência e do seu bem-estar, ambos fortemente correlacionados, são uma tendência de mercado, direcionada para produtos ambientalmente adequados, abrindo uma oportunidade para compor elementos de marketing ambiental para a atividade pastoril. Podem, assim, serem considerados uma ferramenta para a otimização do diferencial já existente na bovinocultura brasileira.

Referências

- ABREU-HARBICH, L. V.; LABAKI, L. C.; MATZARAKIS, A. Effect of tree planting design and tree species on human thermal comfort in the tropics. **Landscap and Urban Planning**, v. 138, p. 99-109, 2015. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.008>
- ALVES, F. V.; NICODEMO, M. L. F.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Bem-estar animal em sistemas em **integração lavoura-pecuária-floresta**. In: Luiz Adriano Maia Cordeiro; Lourival Vilela; João Kluthcouski; Robélio Leandro Marchão. (Org.). *Integração Lavoura-Pecuária-Floresta*. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, v.1, p. 274-289, 2015.
- BERGIGIER, P. **Effect of heat on intensive meat production in the tropics; cattle, sheep and goats, pigs**. In: CICLO INTERNACIONAL DE PALESTRAS SOBRE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL, 1, 1986, Botucatu, FMZ/UNESP. Anais... Jaboticabal: FUNEP, 1989. p.7-44
- BIZINOTO, A. L.; BENEDETTI, E.; BORGES, L.C.F.; FAVERO, B.F.; AGUIAR, A. P.A. DRUMOND, L. C. D. **Efeitos da suplementação com cromo orgânico e do sombreamento sobre o desempenho de bovinos nelore criados a pasto durante o período de maio a novembro**. FAZU em Revista, Uberaba, n.2, p. 226-236, 2005
- BIRD, P.R.; BICKNELL, D.; BULMAN, P.A.; BURKE, S.J.A.; LEYS, J.F.; PARKER, J.N.; VAN DER SOMMEN, F.J.; VOLLER, P. **The role of shelter in Australia for protecting soils, plants and livestock**. *Agroforestry Systems*, Dordrecht, v. 20, p. 59-86, 1992.
- BLACKSHAW, J.K.; BLACKSHAW, A.W. **heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review**. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v.34, p.285-295, 1994.
- BROOM, D. M. Animal welfare: concepts and measurement. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 10, p. 4167-4175, 1991.
- BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas - revisão. **Archives Veterinary Science**, v. 9, n. 2, p. 1-11, 2004.
- BROWN, R. D.; GILLESPIE, T. J. **Microclimate landscape design**: Creating thermal comfort and energy efficiency. New York: J. Wiley, 1995. 193 p.
- CARVALHO, Nelcy Madruga de; OLIVO, Clair Jorge and BURIOL, Galileo Adeli. **Efeitos da disponibilidade de sombra durante o verão sobre a produção de leite de vacas da raça holandês**. *Cienc. Rural* [online]. 1993, vol.23, n.1 [cited 2019-09-01], pp.73-79. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84781993000100014&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0103-8478. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84781993000100014>.
- COSTA, P. M.; BARBOSA, F. A.; ALVARENGA, R. C.; GUIMARÃES, S. T.; LAMPEÃO, A. A.; WINKELTRÖTER, L. K.; MACIEL, I. C. de F. Performance of crossbred steers post-weaned in an integrated crop-livestock system and finished in a feedlot. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 5, p. 355-365, 2017.
- DUNCAN I.J.H., DAWKINS M.S. (1983) **The Problem of Assessing "Well-Being" and "Suffering" in Farm Animals**. In: Smidt D. (eds) *Indicators Relevant to Farm Animal Welfare*. *Current Topics in Veterinary Medicine and Animal Science*, vol 23. Springer, Dordrecht
- DUNCAN, I. J. H. **Science-based assessment of animal welfare: farm animals**. *Revue Scientifique et Technique International Office of Epizootics*, Paris, v. 24, n. 2, p. 483-492, 2005.
- Duncan I J H and Fraser D 1997. **Understanding animal welfare**. In: Appleby M C and Hughes B O (eds) *Animal Welfare* pp 19-31. CAB International: Wallingford, UK

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.

GLASER, F. D. Aspectos comportamentais de bovinos das raças Angus, Caracu e Nelore a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão. 2008. 117 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, Pirassununga.

HAHN, G.L. **Dinamic Responses of cattle to thermal heat loads**. Journal of Animal Sciences 77(2): 10-20 (1999).

HUGHES B.O., 1976. Behaviour as an index of welfare. Proc. V European Poultry Conference, Malta, 1005-1018

INMET. **Instituto de Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <http://reia.inmet.gov.br/agrometeorologia/agro_menu.php?opc=8> Acesso em: 10 de out. 2005.

JOSE, S. **Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview**. Agroforestry Systems, Dordrecht, v.76, p. 01-10. 2009

KAMAL, R.; DUTT, T.; PATEL, B. H.; DEY, A.; CHANDRAN, P. C.; BARARI, S. K.; CHAKRABARTI, A.; BHUSAN, B. Effect of shade materials on microclimate of crossbred calves during summer. **Veterinary World**, v. 7, n. 10, p. 776-783, 2014. Doi: 10.14202/vetworld.2014.776-783.

KARVATTE JUNIOR, N.; KLOSOWSKI, E. S.; ALMEIDA, R. G. de; MESQUITA, E. E.; OLIVEIRA, C. C. de; ALVES, F. V. Shading effect on microclimate and thermal comfort indexes in integrated crop-livestock-forest systems in the Brazilian Midwest. **International Journal of Biometeorology**, v. 60, n. 12, p.1933-1941, 2016. Doi: 10.1007/s00484-016-1180-5.

KLOWOSKI, E. S.; CAMPOS, A. T.; CAMPOS, A.T. de; GASPARINO, E. **Estimativa do declínio na produção de leite, em período de verão, para Maringá-PR**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.5, n. 2, p. 283-288, 2002

LOPES, L. B.; ECKSTEIN, C.; PINA, D. S.; CARNEVALLI, R. A. The influence of tree on the thermal environment and behaviour of grazing heifers in Brazilian Midwest. **Tropical Animal Health Production**, v. 48, n. 4, p. 755-761, 2016. Doi: 10.1007/s11250-016-1021-x.

MOLENTO, C. F. M. Medicina veterinária e bem-estar animal. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 28/29, p. 15-20, 2003.

MOTA, F. S.; ROSKOFF, J. L. C.; SILVA, J. B. Risco de perdas por estresse climático na produção de leite no Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.5, n.2, p. 265-268, 1997

MUSSELMAN, K. N.; MARGULIS, A. S.; MOLOTCH, N. P. Estimation of solar direct beam transmittance of conifer canopies from airborne LiDAR. **Remote Sensing**, v. 136, p. 402-415, 2013. Doi: 10.1016/j.rse.2013.05.021.

NAÃS, I. A. Princípios de conforto térmico na produção animal. São Paulo: Ícone Editora, 1989. 183 p.

NAIR, P.K.R. **An introduction to agroforestry**. Dordrecht: Kluwer academic publishers; International Centre for Research in Agroforestry – ICRAF, 1993.

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.

PORFIRIO DA SILVA, V. **Modificações microclimáticas em sistema silvipastoril com *Grevillea robusta* A. Cunn. ex R.Br. no noroeste do Estado do Paraná.** Florianópolis: UFSC, 1998. 128p. Tese Mestrado

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Arborização de pastagens como prática de manejo ambiental e estratégia para o desenvolvimento sustentável no Paraná.** In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. da C. (org.) *Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais.* Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília, DF: FAO, 2001. p. 235-255.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; VIEIRA, A. R. R.; CARAMORI, P. H.; BAGGIO, A. J. . **A radiação solar global em pastagem arborizada com renques de *Grevillea robusta* A. Cunn. ex R. Br.** *Agrossilvicultura (Viçosa)*, v. 1, n.2, p. 187-193, 2004.

PORFIRIO-DA-SILVA, V. **A integração “lavoura-pecuária-floresta” como proposta de mudança no uso da terra.** In: FERNANDES, E.N.; MARTINS, P. C.; MOREIRA, M. S. P.; ARCURI, P. B. (Ed.). *Novos desafios para o leite no Brasil.* Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. p. 197-210.

PROMIS, A.; SCHINDLER, D.; REIF, A.; CRUZ, G. Solar radiation transmission in and around canopy gaps in an uneven-aged *Nothofagus betuloides* forest. **International Journal of Biometeorology**, v. 53, n. 4, p. 355-367, 2009. Doi: 10.1007/s00484-009-0222-7.

RANDIN, T.; JOHNSON, C. **O bem-estar dos animais:** Proposta de uma vida melhor para todos os bichos. São Paulo: Rocco, 2010. 334 p.

RODRIGUES, T. J. D.; RODRIGUES, L. R. A.; REIS, R. A. **Adaptação de plantas forrageiras às condições adversas.** In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DE PASTAGENS, 2. Jaboticabal, 09 e 10 de novembro de 1993. Anais... [Eds.] Vanildo Faroretto e outros. Jaboticabal: FUNEP-UNESP, 1993. p. 17-61.

SANKER, C.; LAMBERTZ, C.; GAULY, M. Climatic effects in Central Europe on the frequency of medical treatments of dairy cows. **Animal**, v. 7, n. 2, p. 316-321, 2013.

SCHUMACHER, M. V.; POGGIANI, F. Caracterização microclimática no interior dos talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* hill ex maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell, localizados em Anhembi, SP. **Revista Ciência Florestal**, v. 3, n. 1, p. 9-20, 1993.

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 Dairy Science**, v. 93, n. 1, p. 125-133, 2010. Doi:10.3168/jds.2009-2416.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v. 67, n. 1-2, p. 1-18, 2000.

SILVA, R. G. da. **Introdução à bioclimatologia animal.** São Paulo: Nobel, 2000. 286 p.

SILVA, R. G. Predição da configuração de sombra de árvores em pastagens para bovinos. **Revista de Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 1, p. 268-281, 2006.

SILVA, R. G. **Biofísica Ambiental:** os animais e seu ambiente. São Paulo: Nobel, 2008. 286 p.

SILVA, I. J. O.; MIRANDA, K. O. S. Impactos do bem-estar na produção de ovos. **Thesis**, v. 6, n. 11, p. 89-115, 2009.

SILVA, L. L. G. G.; RESENDE, A. S.; DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; AZEVEDO, B. C.; VIEIRA, M. S.; COLOMBARI, A. A.; TORRES, A. Q. A.; MATTA, P. M.; PERIN, T. B.; FRANCO, A. Avaliação de conforto térmico em sistema silvipastoril em ambiente tropical. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 18, n. 3-4, p. 87-95, 2010.

SILVA, I.J.O. Ambiência Pré e Pós Porteira: novos conceitos da ambiência animal. SIMCRA - Simpósio de Construções Rurais e Ambiência. Palestra - Cd-Rom -. UFV, Viçosa, 2012

SOSSIDOU, E. M.; TSIPLAKOU, E.; ZERVAS, G. Options for managing livestock production systems to adapt to climate change. **Journal of Earth Science and Engineering**, v. 4, n. 1, p. 415-427, 2014.

STERZA, F. A. M.; SILVA, W. A. L. da; FERREIRA, M. G. C. R.; KISCHEL, H.; ORTIZ, G. L.; SOUZA, M. B.; LIMA, A. C. B. de; ARRUDA, E. D. S.; SILVA, R. F. da; POEHLAND, R. Influence of integrated crop-livestock system in the in vitro production of cattle embryos. **Animal Reproduction**, v. 13, n. 3, p. 497, 2016. Proceedings of the 30th Annual Meeting of the Brazilian Embryo Technology Society and 32nd Meeting of the European Embryo Transfer Association.

TRIPON, I.; CZISZTER, L. T.; BURA, M.; SOSSIDOU, E. M. Effects of seasonal and climate variations on calves thermal comfort and behavior. **International Journal of Biometeorology**, v. 58, n. 7, p. 1471-1478, 2014.

VAN LAER, E.; MOONS, C. P. H.; AMPE, B.; SONCK, B.; VANDAELE, L.; DE CAMPENEERE, S.; TUYTTENS, F. A. M. Effect of summer conditions and shade on behavioural indicators of thermal discomfort in Holstein dairy and Belgian Blue beef cattle on pasture. **Animal**, v. 9, n. 9, p. 1536-1546, 2015.

VIZZOTTO, E. F.; FISCHER, V.; THALER NETO, A.; ABREU, A. S.; STUMF, M. T.; WERNCKE, D.; SCHMIDT, F. A.; McMANUS, C. M. Access to shade changes behavioral and physiological attributes of dairy cows during the hot season in the subtropics. **Animal**, v. 9, n. 9, p. 1559-1566, 2015.

WALL, A. J.; KEMP, P. D.; MACKAY, A. D.; POWER, I. L. Evaluation of easily measured stand inventory parameters as predictor of PAR transmittance for use in poplar silvipastoral management. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 139, n. 4, p. 665-674, 2010. Doi: 10.1016/j.agee.2010.10.012.

ZHANG, M.; CHEN, L.; XIN, M.; XU, Z.; LI, J. Studies of forecast model of photosynthetic active radiation in sunlight greenhouse in Winter in Panjin. **Agricultural Basic Science and Technology**, v. 16, n. 2, p. 214-218, 2015.