

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DA RADIAÇÃO SOLAR NO COMPORTAMENTO
DE VACAS HOLANDESAS EM AMBIENTE TROPICAL**

Steffan Edward Octávio Oliveira

Zootecnista

2013

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DA RADIAÇÃO SOLAR NO COMPORTAMENTO DE VACAS
HOLANDESAS EM AMBIENTE TROPICAL**

Steffan Edward Octávio Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Alex Sandro Campos Maia

Coorientador: Prof. Dr. Marcos Chiquitelli Neto

**Dissertação apresentada à Faculdade
de Ciências Agrárias e Veterinárias –
Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como
parte das exigências para obtenção do
título de Mestre em Zootecnia**

2013

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Steffan Edward Octávio Oliveira nasceu na cidade de Mossoró, no estado do Rio Grande do Norte, no dia 1 de maio de 1985. No ano de 2004 ingressou no curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Durante a graduação foi integrante do NUBEA (Núcleo de Pesquisa em Bem Estar Animal e Ambiência), pelo qual colaborou em pesquisas e participou de estágios e congressos. Em 2009 participou de um programa internacional de trainee com duração de um ano pela Universidade de Minnesota-EUA. Concluindo o curso no ano de 2010. Em 2011 ingressou no mestrado em Zootecnia na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Jaboticabal-SP, e foi bolsista da FAPESP (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo). Durante o mestrado atuou na área de Bioclimatologia animal, com enfoque em bovinocultura de leite. Em maio de 2013 aprovou um projeto para contemplação de uma Bolsa de Estágio e Pesquisa no Exterior (BEPE-modalidade de bolsa da FAPESP) e participou de um estágio na Universidade de Edimburgo- Escócia.

"Saber muito não lhe torna inteligente. A inteligência se traduz na forma que você recolhe, julga, maneja e, sobretudo, onde e como aplica esta informação."

Carl Sagan

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Nelson Oliveira Jr. e Zilene Maria, por serem minha fonte de inspiração e perseverança. Por todo sacrifício feito por mim desde o início. Por cada palavra de apoio, conselhos, e também por cada vez que me repreenderam, sempre zelando pelo meu futuro. Dedico-os mais esta conquista, este novo passo que me deixa ainda mais próximo do meu grande objetivo, e que, certamente, prova que tudo que vocês fizeram por mim têm valido à pena.

AGRADECIMENTOS

Aos meus irmãos Renan Igor e Romena Karissa, por todos os momentos alegres desfrutados nos poucos dias que estivemos juntos durante o mestrado. Por terem sempre me motivado a ir além e por todo amparo, seja financeiro ou emocional.

À minha avó Maria do Carmo, por todo amor, dedicação e provimento. Com toda sua serenidade a senhora foi um dos grandes pilares da minha educação.

Ao meu tio Renan Freire, por ter me mostrado que não basta pensar grande, é preciso fazer acontecer. Com suas próprias palavras: “É preciso ter sangue nos olhos!”.

À Cíntia Carol. Em você encontrei meu porto seguro, vivi os melhores momentos da minha vida e também as melhores experiências que um homem poderia viver. Obrigado por todo carinho, amor, paciência, suporte e dedicação.

Ao meu orientador de longa data Dr. Alex Maia. Obrigado pelos conselhos, repreensões, por ter me motivado, e, principalmente, por ter acreditado em mim. Serei eternamente grato pelo amparo, paciência, pela dedicação e tempo investidos em mim, sem os quais nada disso seria possível. Obrigado por me mostrar que o crescimento profissional não cai do céu, e que aquele que te dar uma “tapinha nas costas”, ou te faz um elogio casual, não é mais contribuidor para o seu crescimento do que aquele que te olha nos olhos e te diz a verdade, por mais dura que ela possa ser. Deixo aqui minha promessa que todo seu investimento intelectual depositado em mim valerá à pena.

Ao meu cunhado Anderson Silvestre, pelo carinho e dedicação com que abraçou a minha família, e, principalmente, por ter sido um suporte emocional em todos os momentos difíceis que vivi durante o mestrado.

Aos grandes amigos Thiago Araújo, Dorgival, Felipe Coelho e Renata Nayara. Com vocês desfrutei momentos de alegria e inspiração, momentos estes que certamente refletirá na minha vida profissional para sempre.

À Seu Jacinto, por ter, do seu jeito, mostrado que acima de tudo é preciso muita vontade de viver, fazer sem esperar nada em troca, ouvir com mais atenção, ser sábio e prudente com as palavras e conduta. Antes de nos deixar, guardo dos poucos momentos que pudemos compartilhar uma imagem que transmite paz e serenidade. Obrigado!

À Fatinha, pela forma que me cativou e mostrou que não há obstáculo na vida que não possa ser vencido com um sorriso no rosto.

Ao amigo e parceiro Bruno Sardinha, por ter sido desde o início do mestrado um amigo incondicional. Pela simplicidade e por ser bastante prestativo. Obrigado por todas as conversas, por todas as teorias discutidas, por ter crescido, juntamente comigo, durante nossos papos descontraídos, esta visão crítica, de que a ciência tanto precisa.

Ao amigo Felipe Pavani, pela grande amizade e por ter vivenciado comigo grandes momentos, seja de alegria ou desespero (rs). Espero que esta parceria jamais se acabe. Por todos os momentos, obrigado!

À Kris McCoy, por ter sido um amigo ao qual sempre pude recorrer para ouvir seus conselhos, pelas palavras maduras, e por todas as críticas construtivas. Sempre me ajudando a crescer.

Aos amigos Donovan Pinto e Dárcio, pelos bons momentos que vivemos nas repúblicas e por terem me recebido de portas abertas quando precisei de um lugar para morar.

À Carlos Caprio, por sempre atender meus chamados nos momentos que mais precisei de um amigo. Obrigado também por me receber em sua casa quando parecia que “meu mundo” estava prestes a desmoronar. Obrigado!

Aos companheiros de trabalho Carol Nagib, Rosiane Batista, Sheila Nascimento e Marcos Davi, por todo apoio profissional indispensável para o cumprimento das minhas atividades durante o mestrado.

À Ângela Arduino, por todo empenho, sem o qual o funcionamento do nosso laboratório jamais teria sido pleno. Obrigado pelas broncas e por sempre ter dado o melhor de si para que todos os integrantes deste grupo pudessem sempre usufruir o melhor. Obrigado por me ensinar mais sobre respeito e responsabilidade.

À amiga Danúzia por todo seu apoio e por ter sido muito prestativa quando precisei da sua ajuda.

Ao técnico de campo Pedro Pizzardo (Lambari), por todo cuidado que dedicou aos animais do laboratório e por todas as conversas sem fundamento (rs) que, de toda forma, trazia bastante descontração ao ambiente.

Ao professor Marcos Chiquitelli, por ter me norteado no início do experimento e pela sua colaboração na primeira versão do trabalho escrito.

A todos os funcionários do setor de bovinocultura de leite da UNESP pela indispensável colaboração em meu experimento.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho por fornecer suporte tanto para a realização do projeto quanto pela contribuição científica provida pelo seu corpo docente.

À FAPESP – Fundação de Amparo e Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo financiamento do projeto e concessão da bolsa para mestrado, além de ter possibilitado um estágio no exterior.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	ii
LISTA DE FIGURAS.....	iv
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1. Estresse térmico na bovinocultura de leite.....	4
3.2. Sombreamento na bovinocultura de leite e suas implicações.....	5
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
4.1. Local e animais utilizados.....	10
4.2. Delineamento experimental.....	11
4.3. Coleta de dados comportamentais.....	13
4.4. Coleta de dados meteorológicos.....	14
4.5. Coleta de dados das estruturas de sombreamento artificial.....	15
4.6. Análise estatística.....	16
5. RESULTADOS.....	18
5.1 Meteorológicos.....	18
5.2. Comportamentais.....	19
5.3. Produção de leite.....	24
6. DISCUSSÃO.....	26
6.1. Níveis de bloqueio à radiação solar.....	26
6.2. Cor do pelame.....	27
6.3. Localização das estruturas de sombreamento artificial.....	28
7. CONCLUSÃO.....	30
8. REFERÊNCIAS.....	31

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Descrição dos animais e do tempo de lactação dentro de cada grupo.....	11
Tabela 2 - Distribuição dos tratamentos T0 (sem sombra), T30 (30% de bloqueio à radiação solar), T50 (50% de bloqueio), T70 (70% de bloqueio) e T100 (100% de bloqueio) de acordo com o período de coleta e animais do Grupo 1 no experimento 1.....	12
Tabela 3 - Distribuição dos tratamentos T0 (sem sombra), T30 (30% de bloqueio à radiação solar), T50 (50% de bloqueio), T70 (70% de bloqueio) e T100 (100% de bloqueio) de acordo com o período de coleta e animais do Grupo 2 no experimento 1.....	12
Tabela 4 - Distribuição dos tratamentos T0 (sem sombra), T30 (30% de bloqueio à radiação solar), T50 (50% de bloqueio), T70 (70% de bloqueio) e T100 (100% de bloqueio) de acordo com o período de coleta e animais do Grupo 1 no experimento 2.....	13
Tabela 5 - Distribuição dos tratamentos T0 (sem sombra), T30 (30% de bloqueio à radiação solar), T50 (50% de bloqueio), T70 (70% de bloqueio) e T100 (100% de bloqueio) de acordo com o período de coleta e animais do Grupo 2 no experimento 2.....	13
Tabela 6 - Descrição dos comportamentos avaliados.....	14
Tabela 7 - Médias das temperaturas do ar (T_A , °C), umidade relativa (U_R , %), irradiação solar de ondas curtas R_c ($W.m^{-2}$) e carga térmica radiante CTR ($W.m^{-2}$) de acordo com os experimentos (1 e 2).....	18

Tabela 8 - Quadrado médio do tempo em pé (TEP), tempo de pastejo (TPAS), tempo à sombra (TS), tempo ruminando (TR), tempo no cocho (TC) e tempo em ócio (TO)..... 19

Tabela 9 - Médias ajustadas por quadrados mínimos do tempo em pé (TEP,%), tempo de pastejo (TPAS, %), tempo à sombra (TS,%), tempo de ruminação (TR,%), tempo no cocho (TC,%) e tempo em ócio (TO,%) de vacas Holandesas em relação ao tratamento (T0=sem sombra; T30=30% de bloqueio à radiação solar; T50=50% de bloqueio; T70=70% de bloqueio e T100=100% de bloqueio), grupo (G1=animais de pelame preto e G2=Animais de pelame branco), experimento e classe de hora..... 20

Tabela 10 - Médias ajustadas por quadrados mínimos da produção de leite em litros por ordenha de vacas Holandesas de acordo com o grupo (G1=animais de pelame preto e G2=animais de pelame branco), experimento (1 e 2), com a interação do grupo com o experimento e com a interação do grupo com tratamento (T0=sem sombra; T30=30% de bloqueio à radiação solar; T50=50% de bloqueio; T70=70% de bloqueio e T100=100% de bloqueio)..... 24

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Imagem de satélite mostrando a disposição dos piquetes, tratamentos e área central.....	10
Figura 2 - irradiação solar de ondas curtas (R_c , $W.m^{-2}$) e carga térmica radiante (CTR, $W.m^{-2}$) de acordo com a hora do dia.....	18
Figura 3 - Velocidade do ar (V , m/s), Temperatura do ar (TA, °C) e Umidade Relativa (UR, %) de acordo com a hora do dia.....	19
Figura 4 - Tempo de uso das estruturas de sombreamento nas classes de hora 1= 8-10h; 2= 10-12h; 3= 12-14h; 4= 14-17h nos tratamentos T0 (sem sombra), T30 (30% de bloqueio à radiação solar), T50 (50% de bloqueio), T70 (70% de bloqueio) e T100 (100% de bloqueio).....	21
Figura 5 - Tempo em pé (%) em relação à classe de hora nos experimentos 1 e 2.....	22
Figura 6 - Tempo de pastejo (%) em relação à classe de hora nos experimentos 1 e 2.....	22
Figura 7 - Tempo de ruminação (%) em relação à classe de hora nos experimentos 1 e 2.....	23
Figura 8 - Tempo no cocho (%) em relação à classe de hora nos experimentos 1 e 2.....	23
Figura 9 - Tempo em ócio (%) em relação à classe de hora nos experimentos 1 e 2.....	24

EFEITO DA RADIAÇÃO SOLAR NO COMPORTAMENTO DE VACAS HOLANDESAS EM AMBIENTE TROPICAL

RESUMO – Um dos maiores desafios enfrentados pela bovinocultura de leite concerne aos efeitos negativos do estresse térmico causado pela radiação solar somado ao desgaste oriundo da lactação. O efeito da oferta de estruturas de sombreamento artificial com diferentes níveis de bloqueio à radiação solar no comportamento de vacas Holandesas foi avaliado. Também foi avaliado o efeito da localização destas estruturas nos piquetes em relação ao cocho e bebedouro no comportamento. Foram utilizadas 10 vacas Holandesas distribuídas em dois grupos de cinco animais. Para o grupo um (G1) foram escolhidas vacas de pelame predominante preto e para o grupo 2 (G2) vacas de pelame predominante branco. Para os dois grupos foi selecionada uma vaca em cada fase da lactação, sendo: Vaca seca; vaca de 0-60 dias de lactação; 60-180 dias; 180-300 e >300 dias de lactação. Os grupos foram testados em cinco tratamentos: Sombra com 30% de bloqueio à radiação solar (T30); 50% (T50); 70% (T70); 100% (T100) e um tratamento sem sombra (T0). Cada tratamento foi alocado em um piquete. O estudo foi dividido em experimento 1 e 2. No experimento 1 as estruturas de sombreamento foram construídas a 40 metros do cocho e bebedouro e no 2 estas foram construídas a 5 metros. Os resultados mostram que no experimento 1 as vacas não usaram sombra ($0,14 \pm 1,23\%$). No experimento 2 as vacas usaram sombra por cerca de 27% do tempo total ($26,34 \pm 1,17\%$). Neste experimento o tempo à sombra aumentou à medida que aumentaram os níveis de bloqueio à radiação solar. Os níveis de bloqueio à radiação solar e a localização das estruturas de sombreamento no piquete afetaram o comportamento de vacas Holandesas.

Palavras-chave: Comportamento, Cor do pelame, Uso de sombra, Vacas Holandesas

EFFECT OF SOLAR RADIATION ON BEHAVIOUR OF HOLSTEIN COWS IN A TROPICAL ENVIRONMENT

ABSTRACT – One of the biggest challenges faced by dairy cattle regards to the negative effects of heat stress caused by solar radiation combined with the wear caused by lactation. The effect of the provision of artificial shade structures with different levels of solar radiation blockage on the behavior of Holstein cows was evaluated. The effect of the localization of these structures in the paddocks in relation to the trough and water drinker on behavior was also assessed. 10 Holstein cows divided into two groups of five animals were used. For group one (G1) cows with predominantly black coat were chosen and for group 2 (G2) cows with predominantly white coat were chosen. For both groups we selected a cow in each lactation, being: Dry Cow, Cow with 0-60 days of lactation, 60-180 days, 180-300 and > 300 days of lactation. The groups were tested in five treatments: Shade with 30% of solar radiation blockage (T30), 50% (T50), 70% (T70), 100% (T100) and a treatment without shade (T0). Each treatment was allocated in a paddock. The study was divided into Experiment 1 and 2. In experiment 1, the shading structures were built 40 meters from the trough and water drinker and in the experiment 2 these were built only 5 meters. The results show that in experiment 1, the cows did not use shade ($0.14 \pm 1.23\%$). In experiment 2 cows used shade for about 27% of total time ($26.34 \pm 1.17\%$). In this experiment the time in the shade increased as increased the levels of solar radiation blockage. Levels of solar radiation blockage and location of shading structures on the paddock affected the behavior of Holstein cows.

Keywords: Behavior, coat color, use of shade, Holstein cows

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento de como o ambiente afeta aspectos comportamentais dos animais de interesse zootécnico é muito importante para o aprimoramento das condições de criação. Como uma alternativa para aliviar os efeitos negativos do ambiente alguns pesquisadores têm demonstrado as vantagens de se fornecer sombreamento (KENDALL et al., 2006; TUCKER et al., 2008), devido a sua capacidade de bloquear a radiação solar, o que segundo Silva et al. (2010) está entre os fatores meteorológicos que mais afetam o gado. Assim, o uso de sombreamento artificial irá depender tanto de fatores concernentes a sua capacidade de bloquear radiação solar (SCHÜTZ et al., 2009), como das características do próprio animal, como a sua cor do pelame.

Sabe-se que a magnitude dos efeitos negativos da radiação solar no animal irá depender, também, da sua cor do pelame (Hillman et al., 2001). Alguns estudos têm apresentado resultados contrastantes quanto ao uso de sombra entre animais de pelame escuro e claro. Enquanto alguns autores observaram que animais claros são mais sensíveis ao estresse térmico (HANSEN, 1990; GAUGHAN et al., 1998; BROWN-BRANDL et al., 2006a), Tucker et al. (2008) constatou que vacas escuras usaram sombra por menor tempo que as de pelame claro quando eram-lhes ofertada sombra com 99% de bloqueio à radiação solar. Sendo assim, mais estudos são necessários a fim de entender melhor como a cor do pelame afeta este comportamento.

Outros autores têm demonstrado como o uso de sombras artificiais com diferentes níveis de bloqueio a radiação solar influencia o comportamento de vacas leiteiras (TUCKER et al., 2008), no entanto, não tem avaliado quais os efeitos da sua localização nos piquetes, no que concerne a sua distância até outros recursos, como cocho e bebedouro. Coimbra et al. (2012) observaram que o tempo gasto à sombra foi maior quando o bebedouro estava no corredor de acesso ao piquete e menor quando este era movido para dentro do piquete, próximo a sombra. Já Dolev et al. (2010) mostraram que é possível alterar a dispersão do rebanho em áreas de preservação apenas alternando o local do cocho e bebedouro em relação a rios e árvores. Todavia, Bagshaw et al. (2008) concluiu que somente a disponibilidade de bebedouros longe das áreas

ribeirinhas não foi suficiente para alterar o comportamento de beber água nos rios por bovinos de corte. Estes resultados comprovam a importância de estudos que avaliem qual o melhor local para o fornecimento de recursos como: cocho, bebedouro e sombreamento. Seja à pasto ou em piquetes, pois muito pouco se sabe a respeito dos efeitos da localização destes no comportamento.

2. OBJETIVOS

- Entender como a localização das estruturas de sombreamento artificial afeta o uso deste recurso por vacas Holandesas.
- Trazer respostas acerca de qual o nível de bloqueio à radiação solar deve ser empregado nestas estruturas.
- Investigar quais os efeitos da cor do pelame de vacas Holandesas no uso de sombreamento artificial.
- Conhecer os efeitos da oferta de sombreamento artificial no comportamento de vacas Holandesas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Estresse térmico na bovinocultura de leite

A bovinocultura de leite começou em regiões de clima temperado, entretanto, o início dessa atividade em regiões tropicais fez com que os animais apresentassem menor capacidade produtiva, o que levou a introdução de raças de clima temperado na tentativa de melhorar os índices zootécnicos através de cruzamentos com animais nativos ou mesmo da criação de raças puras (MARQUES, 2001).

Atualmente, cerca de 60% do rebanho bovino mundial são criados em regiões tropicais (AZEVEDO et al., 2005), e dois terços do território brasileiro está situado nesta região, caracterizada por temperaturas elevadas, conseqüentes da alta incidência de radiação solar, condição tal que acomete a produção, devido a expor os animais à situações de estresse térmico.

Os efeitos danosos do estresse térmico na bovinocultura de leite têm acarretado grandes perdas econômicas em escala mundial, só nos EUA a indústria de laticínios tem apresentado um prejuízo anual de cerca de 900 milhões de dólares (St-Pierre et al., 2003). Observa-se assim um problema na adaptação de raças leiteiras de origem europeia ao clima tropical, que por sua alta produtividade sofrem com problemas fisiológicos e comportamentais causados pelo estresse por calor, diminuindo sua produção (SILVA et al., 2002).

O estresse térmico afeta negativamente vários aspectos da produção leiteira. A diminuição da produção de leite e as perdas reprodutivas causam um impacto significativo no potencial econômico das fazendas produtoras de leite (BILBY et al., 2009). Este fato gera uma diminuição na produção leiteira devido, também, à redução na ingestão de alimentos.

Devido ao desempenho dos animais de produção está intimamente relacionado com as condições ambientais, fatores como altas temperaturas do ar, sobretudo quando associadas a altas umidades e, principalmente, intensa radiação solar, são responsáveis pela diminuição na produção de leite de

vacas, seja de média ou alta produção (BACCARI JR, 2001; AGUIAR et al., 2003).

Em razão de possuírem uma função especializada para produção de leite e alta eficiência na utilização de alimentos, os animais de alta produção apresentam metabolismo acelerado e alta produção de calor metabólico, tornando-se mais sensíveis e mais susceptíveis ao estresse térmico. Em consequência de sua ação sobre o consumo de alimentos, o estresse térmico causa efeitos marcantes sobre o metabolismo da glândula mamária e da composição do leite (ARCARO JR et al., 2003). De acordo com Beede e Shearer (1991), a redução da ingestão de alimentos em razão do estresse pelo calor leva a um menor fluxo de sangue à veia porta (fígado) e à glândula mamária e, conseqüentemente, menor quantidade de nutrientes e energia estará disponível para a produção de leite. Ação essa também observada por Perissinotto (2007), onde destaca que a produção de leite é alterada pela diminuição da ingestão de matéria seca e conseqüentemente diminuição da ingestão de energia metabolizável que seria destinada a produção do leite.

Maust, McDowell e Hooven (1972) demonstraram que o estresse térmico não afeta a produção de leite no mesmo dia. De acordo com estes autores, o estresse pelo calor aumenta a temperatura corporal o que diminui a ingestão de alimentos no mesmo dia, no entanto, a depressão da ingestão de alimentos só reduz a produção de leite poucos dias depois.

3.2. Sombreamento na bovinocultura de leite e suas implicações

Os avanços nos estudos que abordam aspectos relacionados ao conforto térmico na bovinocultura têm ajudado a criar tecnologias ao longo das últimas décadas que auxiliam a diminuir as perdas na produção de leite e aumentar o desempenho durante os meses mais quentes (ARMSTRONG, 1994). Como é sabido, o estresse térmico reduz a produtividade na bovinocultura (WEST, 1994), sendo a modificação do ambiente através da provisão de sombra uma das alternativas para amenizar os efeitos negativos do estresse térmico, protegendo os animais da radiação solar.

A exposição de bovinos a ambientes caracterizados por elevada temperatura e intensa radiação solar afeta aspectos fisiológicos,

comportamentais e de produção. Devido aos efeitos negativos causados por ambientes caracterizados por elevadas temperaturas, o uso de sombreamento artificial ajuda a amenizar o estresse térmico, sendo os maiores benefícios do uso do sombreamento encontrados em regiões com intensa radiação solar (HAHN et al., 2001). Estima-se que a carga térmica total pode ser reduzida de 30 a 50% com a provisão de uma sombra bem projetada (BOND E KELLY, 1955). Vacas com acesso a sombra apresentaram taxa de respiração e temperatura corporal menor que vacas sem acesso a sombra em ambientes quentes (SETHI E NAGARCENKAR, 1981; BLACKSHAW E BLACKSHAW, 1994). Kendall et al. (2007) sugerem que o uso de sombra reduz a frequência respiratória e temperatura corporal em níveis ainda mais baixos do que aqueles valores existentes na literatura. Tucker et al. (2008) observaram que vacas com acesso a sombra com maiores níveis de bloqueio à radiação solar apresentaram menor temperatura corporal (sem sombra: 37,9 °C; 25%: 37,9 °C; 50%: 37,9 °C; 99%: 37,7 °C; P = 0,004). Também Gaughan et al. (2010) avaliando a temperatura corporal com sensores inseridos em bezerros constataram que a temperatura corporal à sombra foi menor ($40,41 \pm 0,10^{\circ}\text{C}$) que a de animais sem sombra ($41,14 \pm 0,10^{\circ}\text{C}$).

Outros aspectos fisiológicos que também são positivamente afetados pela oferta de sombra é a temperatura retal, vaginal e frequência respiratória. Gaughan et al. (2004) observou que a temperatura retal é efetivamente reduzida quando sombra é ofertada para bovinos de corte (sem sombra: $39,2^{\circ}\text{C} \pm 0,3$; com sombra: $38,8^{\circ}\text{C} \pm 0,8$). Em outro estudo, Roman-Ponce et al. (1977) observaram que vacas com acesso a sombra versus vacas sem acesso a sombra apresentaram, em média, temperatura retal de 38,9 e 39,4 °C e frequência respiratória de 54 e 82 resp./min, respectivamente. Já Kendall et al. (2006) verificaram que vacas com acesso a sombra tiveram sua temperatura vaginal média reduzida ($38,7^{\circ}\text{C}$ vs. $38,6^{\circ}\text{C}$).

Existem estudos bastante consistentes mostrando que o uso de sombra ajuda a diminuir a temperatura corporal e retal, escore de ofego, taxa de respiração e reduz a incidência da respiração com boca aberta em bovinos (CLARKE E KELLY, 1996; MADER et al., 1997; VALTORTA et al., 1997; GAUGHAN et al., 2004; BROWN-BRANDL et al., 2005).

A ingestão de matéria seca também é prejudicada em ambientes quentes e o emprego de sombreamento artificial pode reduzir o seu efeito nocivo no gado (MITLÖHNER et al., 2001; BROWN-BRANDL et al., 2005; GAUGHAN et al., 2010a). Sullivan et al. (2011) constataram que durante períodos de aumento da carga térmica a ingestão diária de matéria seca diminuiu aproximadamente 50% nos animais sem sombra e apenas 10% nos animais que tinham sombra disponível. O consumo total de alimento também é melhorado quando animais têm acesso à sombra. Mallonee et al. (1985) verificaram que vacas Jersey e Holandesas em lactação apresentaram um consumo total diário de alimento maior quando havia sombra disponível (21,3 kg) do que quando não havia (18,7 kg).

O consumo de água também é afetado pelo uso de sombra. Gaughan et al. (2010) verificaram que o consumo de água foi maior para vacas sem sombra (66,8 L/dia) que para vacas com acesso a sombra (56,8 L/dia). Entretanto Mitlöhner et al. (2001) observaram que a oferta de sombra não afetou a ingestão de água, o que, segundo Sullivan et al. (2011), isso pode ter sido devido à maior ingestão de matéria seca quando sombra era ofertada, o que requer uma maior ingestão de água.

Pesquisas têm demonstrado que vacas usam sombra prontamente quando esta é ofertada (KENDALL et al., 2006; TUCKER et al., 2008). Tucker et al. (2008) demonstraram que o tempo de uso de sombra por vacas aumentou à medida que aumentou a temperatura do ar e a radiação solar. Também o nível de bloqueio à radiação solar das estruturas de sombreamento artificial afeta o tempo de uso de sombra por vacas. Em seu estudo, Schütz et al. (2009) concluíram que vacas preferem sombras com maiores níveis de bloqueio à radiação solar. Em outro estudo, os mesmos autores observaram que vacas são altamente motivadas a usar sombra. Após um período de privação do comportamento de deitar-se por 12 horas, foi dada a opção de permanecer em pé ou deitar ao sol, ou usar à sombra, onde somente a postura em pé era possível. Observou-se que vacas preferiram continuar em pé, mas à sombra, a deitar ao sol (SCHÜTZ et al., 2008), o que o representa uma alta motivação ao uso de sombra.

Já em um estudo sobre preferência, Schütz et al. (2011) observaram que vacas preferiram sombra a aspersores quando ambos recursos foram ofertados

concomitantemente (62 vs. 38%). Estes trabalhos têm demonstrado que tanto aspectos motivacionais quanto de preferência tem relação positiva com este recurso. No entanto, pouco se sabe acerca dos fatores motivacionais para procura de sombra. Alguns autores sugerem que além de amenizar o estresse térmico a sombra evita os efeitos danosos da radiação solar nos olhos (SCHÜTZ et al., 2009).

Schütz et al. (2010) constataram que também a quantidade de sombra influencia o comportamento e a fisiologia de vacas leiteiras. Proporcionar uma maior área de sombra para vacas aumentou o tempo à sombra e permitiu a utilização simultânea de sombra por um maior número de animais. Vacas com acesso a mais sombra apresentaram uma redução nas respostas fisiológicas e comportamentais ao calor, ou seja, menor taxa de respiração e menor tempo próximo ao bebedouro e menos interações agressivas. Os benefícios de uma maior quantidade de sombra foram mais pronunciados com o aumento da carga térmica. Estes resultados destacam a importância de determinar o projeto e a quantidade de sombra adequada para grupos maiores de animais.

Squires (1981) verificou que durante os períodos mais quentes do dia vacas permaneciam à sombra por longos períodos e só saiam no final da tarde ou a noite, à procura de água. Oliveira (2010) verificou em um estudo realizado no estado do Ceará que vacas pararam de pastar e procuraram sombra quando os níveis de radiação solar atingiram, em média, $605,89 \text{ W m}^{-2}$. Em um trabalho de comportamento animal com bezerros Shorthorn em pastagem tropical, Daly (1984) constatou que altas temperaturas e umidade influenciaram a procura de sombra em piquetes. O tempo gasto à sombra variou de 9 a 11h/dia durante o verão, caiu para 7h/dia no outono e não houve uso de sombra no inverno. Neste trabalho, vacas com acesso a sombra continuaram ruminando até durante as horas mais quentes do dia, enquanto vacas ao sol pararam de ruminar.

Vários outros autores têm demonstrado que a produção média de leite aumentou quando há sombra disponível para vacas (INGRAHAM et al., 1979; BUFFINGTON et al., 1983; IGONO, 1986; SILVER, 1987; DAVISON et al., 1988). Roman-Ponce et al. (1977) observaram um aumento de 10% na produção de leite quando sombra era ofertada. Alguns autores sugerem que para vacas em lactação, temperaturas acima de $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ estão associadas com

redução na produção de leite (por exemplo, BERMAN, 1968). Johnson et al. (1962) e Bianca (1965) concluíram que vacas sem sombra apresentaram uma grande e imediata diminuição na produção de leite (aproximadamente 33%), sendo que as vacas maiores e com maior produção sofreram proporcionalmente maiores perdas. Além disso, Hansen (1990) observou que o efeito foi ainda mais prejudicial em vacas de pelame preto, quando na ausência de sombra. Assim, a oferta de sombra reduz as perdas de produção de leite associadas a fatores ambientais (HER et al., 1988; MULLER et al., 1994a) e sob condições de carga térmica extrema, seu uso auxilia a manter o nível de produção (BLACKSHAW et al., 1994).

Além da sua importância para vacas em lactação, Amaral et al. (2009a) observaram que a oferta de sombra durante todo o período seco aumentou a produção na lactação subsequente. Já Collier et al. (1982) constataram que quando houve disponibilidade de sombra durante o período seco vacas pariram bezerros 3,1 kg mais pesados que aquelas sem sombra, além de produzir 13,6% mais leite durante 305 dias de lactação.

A disponibilidade de sombra também melhora o bem-estar dos animais. De acordo com Sullivan et al. (2011) sombra maior que 2 m²/ animal aparentemente não proporciona nenhum benefício adicional na produtividade, no entanto, sombras maiores proporcionam melhorias no bem-estar. Como indicador fisiológico de bem-estar Ingraham et al. (1979) e Roman-Ponce et al. (1981) constataram que vacas em ambientes com sombra apresentaram menores concentrações de corticosteroides no plasma sanguíneo.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Local e animais utilizados

O trabalho foi desenvolvido na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, campus de Jaboticabal no setor de Bovinocultura Leiteira. A área onde o estudo foi realizado possui cinco piquetes de aproximadamente 1.000 m² cada, divididos por cercas eletrificadas e dispostos lado a lado formando um círculo em volta de um espaço central, onde foi montado o centro de observação (Figura 2). Todos os piquetes possuem pasto com mesma composição e disponibilidade, e um cocho (2,0 m x 0,60 m) e um bebedouro (0,80 m x 0,60 m), posicionados sempre próximos à cerca e entrada do piquete. Em todos os cochos foi ofertado alimento com mesma composição e quantidade durante todo o estudo.

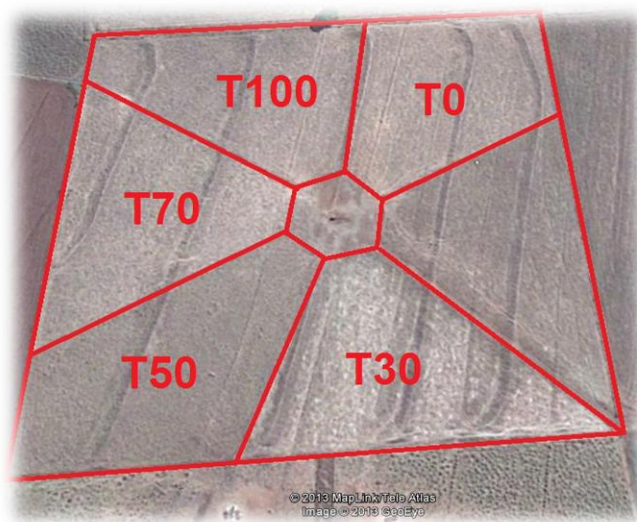


Figura 1. Imagem de satélite mostrando a disposição dos piquetes, tratamentos e área central.

Em quatro dos cinco piquetes foi construída uma estrutura de sombreamento artificial que consistia de seis postes de eucalipto cobertos com ripas que serviram de suporte para uma camada de tela de plástico preto (Sombrite®, Campinas, São Paulo, Brasil). As estruturas foram de 3,0 m de largura, 6,0 m de comprimento e 2,5 m de altura, fornecendo um total de 18 m² de sombra (9m²/animal). Cada estrutura possui nível de bloqueio à radiação

solar específico e foram alocados em piquetes diferentes, sendo que em um piquete não foi ofertado sombra. Os níveis de bloqueio à radiação solar foram os tratamentos avaliados: 0% (T0); 30% (T30); 50% (T50); 70% (T70); e 100% (T100) (Figura 2).

Foram utilizadas dez vacas Holandesas, divididas em dois grupos de cinco animais, sendo um grupo com vacas de pelame predominante preto (G1) e outro de vacas de pelame predominante branco (G2). Vacas foram consideradas com pelame predominante preto quando possuía pelo menos 90% do pelame preto e predominante branco quando possuía no máximo 10% do pelame preto. Para cada grupo foram utilizadas quatro vacas em diferentes estádios de lactação e uma vaca seca (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição dos animais e do tempo de lactação dentro de cada grupo.

Grupo 1	Grupo 2	Tempo de lactação
Animal 1	Animal 2	0-60 dias
Animal 3	Animal 4	60-180
Animal 5	Animal 6	Vacas secas
Animal 7	Animal 8	180-300
Animal 9	Animal 10	>300

4.2. Delineamento experimental

O estudo foi dividido em dois experimentos. No experimento 1 as estruturas de sombreamento artificial foram construídas a uma distância de 40 metros do cocho e bebedouro em cada um dos quatro piquetes em que sombreamento artificial foi ofertado, este teve uma duração de 35 dias, de 9 de julho à 22 de agosto de 2012. No experimento 2 as estruturas de sombreamento foram construídas a uma distância de cinco metros do cocho e bebedouro e durou 25 dias, de 10 de setembro à 8 de outubro do mesmo ano.

Cada experimento foi dividido em cinco períodos, que correspondem ao tempo de permanência dos grupos nos tratamentos. No experimento 1 o período teve duração máxima de dez dias e no experimento 2 de cinco dias. Em ambos os experimentos os animais passaram por no mínimo cinco dias de observação em cada período. Durante o experimento 1, a partir do período 3, a

duração dos períodos foram reduzidos de 10 para cinco dias, devido a constatação de que este intervalo de tempo foi suficiente para inferir acerca dos aspectos comportamentais abordados. As Tabelas abaixo mostram a distribuição dos tratamentos de acordo com o período e grupo, em cada experimento.

Tabela 2. Distribuição dos tratamentos T0 (sem sombra), T30 (30% de bloqueio à radiação solar), T50 (50% de bloqueio), T70 (70% de bloqueio) e T100 (100% de bloqueio) de acordo com o período de coleta e animais do Grupo 1 no experimento 1.

Período	Dias	Animais Grupo 1				
		1	3	5	7	9
1	1 ^o -10 ^o	T0	T30	T50	T70	T100
2	11 ^o -20 ^o	T30	T50	T70	T100	T0
3	21 ^o -25 ^o	T50	T70	T100	T0	T30
4	26 ^o -30 ^o	T70	T100	T0	T30	T50
5	31 ^o -35 ^o	T100	T0	T30	T50	T70

Tabela 3. Distribuição dos tratamentos T0 (sem sombra), T30 (30% de bloqueio à radiação solar), T50 (50% de bloqueio), T70 (70% de bloqueio) e T100 (100% de bloqueio) de acordo com o período de coleta e animais do Grupo 2 no experimento 1.

Período	Dias	Animais Grupo 2				
		2	4	6	8	10
1	1 ^o -10 ^o	T0	T30	T50	T70	T100
2	11 ^o -20 ^o	T30	T50	T70	T100	T0
3	21 ^o -25 ^o	T50	T70	T100	T0	T30
4	26 ^o -30 ^o	T70	T100	T0	T30	T50
5	31 ^o -35 ^o	T100	T0	T30	T50	T70

Período	Dias	Animais Grupo 1
---------	------	-----------------

		1	3	5	7	9
1	36°-40°	T0	T30	T50	T70	T100
2	41°-45°	T30	T50	T70	T100	T0
3	46°-50°	T50	T70	T100	T0	T30
4	51°-55°	T70	T100	T0	T30	T50
5	56°-60°	T100	T0	T30	T50	T70

Tabela 4. Distribuição dos tratamentos T0 (sem sombra), T30 (30% de bloqueio à radiação solar), T50 (50% de bloqueio), T70 (70% de bloqueio) e T100 (100% de bloqueio) de acordo com o período de coleta e animais do Grupo 1 no experimento 2.

Tabela 5. Distribuição dos tratamentos T0 (sem sombra), T30 (30% de bloqueio à radiação solar), T50 (50% de bloqueio), T70 (70% de bloqueio) e T100 (100% de bloqueio) de acordo com o período de coleta e animais do Grupo 2 no experimento 2.

Período	Dias	Animais Grupo 2				
		2	4	6	8	10
1	36°-40°	T0	T30	T50	T70	T100
2	41°-45°	T30	T50	T70	T100	T0
3	46°-50°	T50	T70	T100	T0	T30
4	51°-55°	T70	T100	T0	T30	T50
5	56°-60°	T100	T0	T30	T50	T70

4.3. Coleta de dados comportamentais

As coletas dos dados comportamentais foram realizadas das 8:00 às 17:00 h em intervalos de 15 minutos. Dois observadores realizaram as coletas de dados. Enquanto um registrava dados comportamentais por rota de amostragem focal (MARTIN E BATESON, 1993) o outro coletava os dados meteorológicos em uma estação meteorológica portátil. As coletas dos dados comportamentais foram sempre realizadas pelo mesmo observador, diminuindo a possibilidade de erros causados pela interpretação de diferentes

observadores. As coletas eram interrompidas das 14:00 às 15:00 h para ordenha (ordenha mecânica). Aos finais de semana esta interrupção acontecia das 13:00 às 14:00 h, devido a ordenha nesses dias serem realizadas mais cedo. Durante o estudo a produção de cada uma das oito vacas em lactação foi medida nas duas ordenhas diárias. Após cada dia de coleta os dez animais utilizados no estudo eram confinados juntos em uma baia com alimento e água *ad libitum* até as coletas do dia seguinte. Os comportamentos avaliados estão descritos na Tabela 3.

Tabela 6. Descrição dos comportamentos avaliados

Variáveis comportamentais	Descrição dos comportamentos
Ócio	Quando não está pastando, ruminando ou caminhando.
Pastejo	Ingerindo capim, ou quando isto está visivelmente na boca.
Ruminando	Identificado pelo movimento característico da mandíbula. Em pé ou deitado.
Postura deitado	Posição com o flanco em contato com o chão.
Postura em pé	Quando não está deitado.
Ao sol	Sob radiação solar direta.
À sombra	Quando no mínimo a cabeça encontra-se sob a projeção de sombra.
Comendo no cocho	Ingerindo ração e/ou silagem no cocho, ou quando isto está visivelmente na boca.

4.4. Coleta de dados meteorológicos

Os dados meteorológicos foram colhidos das 8:00 às 17:00 h em intervalos de 15 minutos sem interrupção. A estação meteorológica portátil foi posicionada em uma área central a aproximadamente 15 metros de cada piquete. A temperatura do ar (T_A , °C) e umidade relativa do ar (U_R , %) foram

medidas por um psicrômetro. A velocidade do ar (V , m s^{-1}) foi medida com um termoanemômetro (modelo YK-2005AH, Impac). Um piranômetro portátil (modelo CMP-22, Kipp & Zonen) foi utilizado para obter medições locais de radiação solar de ondas curtas (R_c , W m^{-2}) no intervalo de comprimento de onda de 200-3600 nm.

A temperatura radiante média (T_{RM} , K) foi estimada a partir dos dados de temperatura do ar, velocidade do vento e temperatura de um globo negro (esfera oca de chapa de cobre com 0,15 m de diâmetro e pintada de preto fosco), a qual foi medida com um sensor Termopar tipo K, inserido no centro do globo. A T_{RM} foi calculada utilizando a equação proposta por Silva e Maia (2013),

$$T_{\text{RM}} = \left[\frac{h_G (T_G - T_A) + \varepsilon_G \sigma T_G^4}{\varepsilon_G \sigma} \right]^{\frac{1}{4}}, \text{ K}$$

onde $\varepsilon_G = 0,95$ é a emissividade do globo negro, T_G (K) é a temperatura do globo negro, $\sigma = 5,67051 \times 10^{-8}$ ($\text{W m}^{-2} \text{K}^{-4}$) é a constante de Stefan-Boltzman e h_G ($\text{W m}^{-2} \text{K}^{-4}$) é o coeficiente de convecção do globo negro, o qual foi determinado de acordo com Silva e Maia (2013).

4.5. Coleta de dados das estruturas de sombreamento artificial

Os dados das estruturas de sombreamento artificial foram coletados das 8:00 às 17:00 h em intervalos de 10 minutos por um período de cinco dias. Foram utilizados quatro dispositivos de armazenamento de dados do tipo Hobo, os quais foram ligados a sensores que por sua vez foram inseridos nos globos negros. Os Hobos foram utilizados para realizar medições da temperatura do globo negro.

Cada Hobo foi alocado em um tratamento (T30; T50; T70 e T100) de forma a realizar medições concomitantes em todas as estruturas de sombreamento artificial. Durante as coletas os globos negros permaneceram sempre à sombra projetada pelas estruturas. Foi utilizado o software Hoboware para leitura dos dados armazenados.

4.6. Análise estatística

Para a análise estatística foi utilizado o programa “Statistical Analyses System” (SAS), para composição do arquivo, exame da distribuição de frequência dos dados, análises descritivas, análises de regressão e análises de variância, conforme Littell et al. (1991) e Freund e Littell (2000). Antes de proceder às análises de variância das variáveis em estudo, foi verificada a condição de normalidade da distribuição dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk.

A análise de variância foi baseada no método dos quadrados mínimos para dados não-balanceados, utilizando modelos mistos (HARVEY, 1960; SILVA, 1993), com efeitos principais e regressões. Os modelos estatísticos utilizados para as variáveis estudadas foram:

$$Y_{ijklmno} = \mu + C_i + A_j(C_i) + E_k + P_L(E_k) + I1_{ik} + T_m + I2_{im} + I3_{km} + I4_{ikm} + e1_{jilk} + H_n + I5_{in} + I6_{kn} + I7_{mn} + I8_{ikn} + I9_{imn} + I10_{kmn} + e_{ijklmno}$$

Onde $Y_{ijklmno}$ é a o-ésima observação das variáveis comportamentais; C_i é o efeito fixo da i-ésima cor (i=Preto e Branco); $A_j(C_i)$ é o efeito aleatório do j-ésimo animal (j=1,...,10) dentro da i-ésima cor; E_k é o efeito fixo do k-ésimo experimento (k=1,2); $P_l(E_k)$ é o efeito aleatório do l-ésimo período dentro do k-ésimo experimento; $I1_{ik}$ é a interação entre a i-ésima classe de hora com o k-ésimo experimento; T_m é o efeito fixo do m-ésimo tratamento (n=T0,T30,T50,T70 e T100); $I2_{im}$ é a interação entre a i-ésima cor com o m-ésimo tratamento; $I3_{km}$ é a interação entre o k-ésimo experimento com o m-ésimo tratamento; $I4_{ikm}$ é a interação entre a i-ésima cor com o k-ésimo experimento e com o m-ésimo tratamento; H_n é o efeito fixo da n-ésima classe de hora (n=08:00-10:00;10:00-12:00;12:00-14:00;14:00-17:00) $I5_{in}$ é a interação entre i-ésima cor com a n-ésima classe de hora; $I6_{kn}$ é a interação entre o k-ésimo experimento com a n-ésima classe de hora; $I7_{mn}$ é a interação entre o m-ésimo tratamento com a n-ésima classe de hora; $I8_{ikn}$ é a interação entre a i-ésima cor com o k-ésimo experimento e com a n-ésima classe de hora; $I9_{imn}$ é a interação entre a i-ésima cor com o m-ésimo tratamento e com a n-ésima

classe de hora; $I10_{kmn}$ é a interação entre o k-ésimo experimento com o m-ésimo tratamento e com a n-ésima classe de hora; $e_{ijklmno}$ é o erro aleatório e μ é a média paramétrica.

$$Y_{ijklmno} = \mu + C_i + A_j(C_i) + E_k + P_L(E_k) + I1_{ik} + T_m + I2_{im} + I3_{km} + I4_{ikm} + e1_{jilk} + O_n + I5_{in} + I6_{kn} + I7_{imn} + e_{ijklmno}$$

Onde $Y_{ijklmno}$ é a o-ésima observação da produção de leite; O_m é o efeito fixo da m-ésima ordenha (n=manhã e tarde); $I5$ é a interação entre a i-ésima cor com a n-ésima ordenha; $I6$ é a interação entre o m-ésimo tratamento com a n-ésima ordenha; $I7$ é a interação entre a i-ésima cor com o m-ésimo tratamento e com a n-ésima ordenha. Os demais termos foram definidos no modelo anterior.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o método dos quadrados mínimos, e as médias ajustadas foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

5. RESULTADOS

5.1 Meteorológicos

As médias das variáveis meteorológicas são apresentadas abaixo, de acordo com o experimento e hora do dia.

Tabela 7. Médias das temperaturas do ar (T_A , °C), umidade relativa (U_R , %), irradiação solar de ondas curtas R_c ($W.m^{-2}$) e carga térmica radiante CTR ($W.m^{-2}$) de acordo com os experimentos (1 e 2).

Experimento	T_A (°C)	U_R (%)	R_c ($W.m^{-2}$)	CTR ($W.m^{-2}$)
1	$25,51 \pm 0,04$ ^b	$64,02 \pm 0,12$ ^a	$479,48 \pm 1,69$ ^b	$611,14 \pm 0,85$ ^a
2	$30,79 \pm 0,06$ ^a	$55,56 \pm 0,17$ ^b	$513,46 \pm 2,75$ ^a	$605,37 \pm 1,37$ ^b

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna e efeito diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

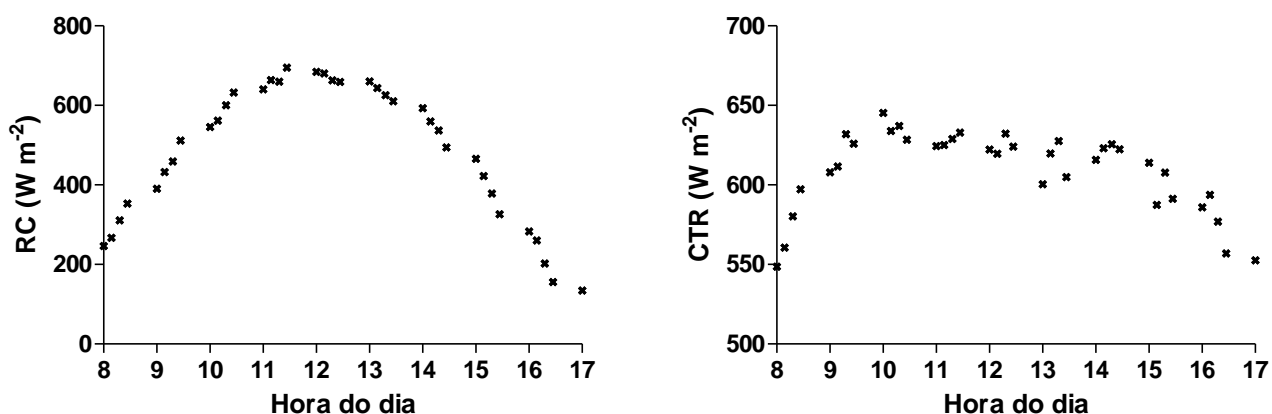


Figura 2. irradiação solar de ondas curtas (R_c , $W.m^{-2}$) e carga térmica radiante (CTR, $W.m^{-2}$) de acordo com a hora do dia.

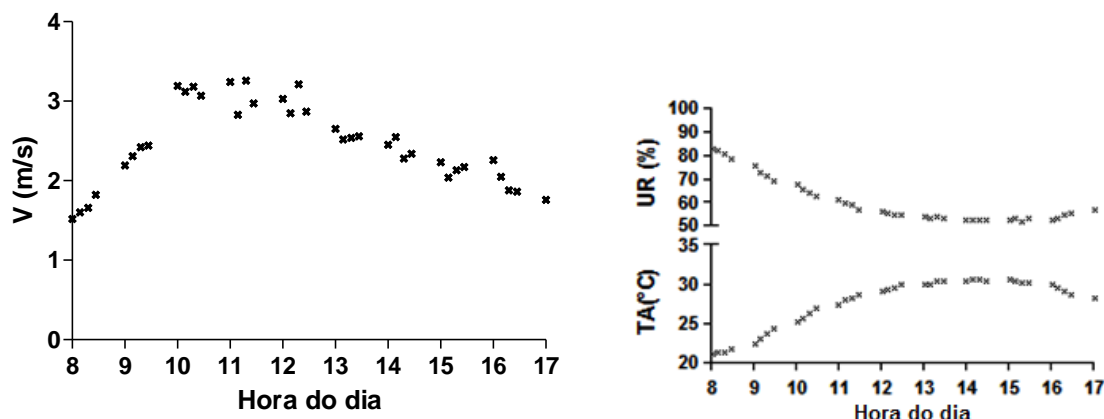


Figura 3. Velocidade do ar (V, m/s), Temperatura do ar (TA, °C) e Umidade Relativa (UR, %) de acordo com a hora do dia.

5.2. Comportamentais

Tabela 8. Quadrado médio do tempo em pé (TEP), tempo de pastejo (TPAS), tempo à sombra (TS), tempo ruminando (TR), tempo no cocho (TC) e tempo em ócio (TO).

FV	GL	TEPaa	TPASaaT*	TSaaT	TRaaT*	TCaa	TOaa
C	1	21118,54*	255,39*	362,14 ^{NS}	479,5*	1908,9*	3,55 ^{NS}
A (C)	8	5775,26*	317,60*	1386,09*	82,0 ^{NS}	1153,7*	2586,3*
E	1	6332,55*	1262,17*	71535,06*	216,5 ^{NS}	11770,2*	13533,8*
P (E)	8	636,14*	880,34*	2502,07*	327,9*	770,4*	742,46*
C*E	1	22,90 ^{NS}	1,06 ^{NS}	356,52 ^{NS}	1,2 ^{NS}	246,1*	142,3 ^{NS}
T	4	450,77*	236,94*	6095,07*	591,9*	319,7*	134,9 ^{NS}
T*C	4	61,81 ^{NS}	41,66 ^{NS}	113,53 ^{NS}	15,5 ^{NS}	240,3*	55,7 ^{NS}
T*E	4	522,22*	196,82*	5910,39*	67,5 ^{NS}	225,1*	112,1 ^{NS}
T*C*E	4	190,24 ^{NS}	23,95 ^{NS}	118,50 ^{NS}	70,4 ^{NS}	25,1 ^{NS}	61,4 ^{NS}
Res A (C)*P (E)	64	232,94	65,57	708,88	73,1	69,4	109,6
H	3	13699,01*	3533,67*	4623,34*	3081,7*	38376,5*	13359,2*
H*C	3	226,56 ^{NS}	21,40 ^{NS}	14,69 ^{NS}	185,3 ^{NS}	205,4 ^{NS}	309,3 ^{NS}
H*E	3	848,56*	305,69*	4467,34*	413,1*	312,3*	307,9 ^{NS}
H*T	12	230,79 ^{NS}	181,96*	374,48*	123,1 ^{NS}	59,8 ^{NS}	221,6*
H*C*E	3	56,92 ^{NS}	12,58 ^{NS}	15,69 ^{NS}	12,8 ^{NS}	69,1 ^{NS}	4,7 ^{NS}
H*C*T	12	39,20 ^{NS}	31,67 ^{NS}	36,34 ^{NS}	31,7 ^{NS}	52,8 ^{NS}	100,5 ^{NS}
H*E*T	12	402,82*	134,50 ^{NS}	352,09*	74,7 ^{NS}	134,9 ^{NS}	168,3 ^{NS}
Resíduo	252	151,45	62,37	98,72	100,15	110,1	121,1
Total	399						
R ²		0,71	0,67	0,93	0,64	0,85	0,76
CV		18,53	12,28	9,11	11,26	31,08	28,47

*Variáveis Transformadas [Log(x+10)]; C=Cor; A (C)= Animal dentro de Cor; E=Experimento; P (E)= Período dentro de Experimento; C*E= Interação Cor com Experimento; T= Tratamento; T*C= Interação Tratamento com Cor; T*E= Interação tratamento com Experimento; T*C*E= Interação Tratamento com Cor com Experimento; Res A (C)*P (E)= Resíduo Animal dentro de Cor interação com Período dentro de Experimento; H= Classe de Hora; H*C= Interação Classe de Hora com Cor; H*E= Interação Calsse de Hora com Experimento; H*T= Interação Classe de Hora com Tratamento; H*C*E= Interação Classe de Hora com Cor com Experimento; H*C*T= Interação Classe de Hora com Cor com Tratamento; H*E*T= Interação Classe de Hora com Experimento com Tratamento. GL= Graus de Liberdade.

Os resultados deste estudo mostram que houve uma relação positiva entre maiores níveis de bloqueio à radiação solar direta e tempo de uso de

sombra por vacas Holandesas (Tabela 9). O tempo total que os animais usaram sombra em relação aos grupos não apresentou diferença significativa ($P=0,2028$). No entanto, os animais de pelame predominante preto usaram a sombra por menor tempo, cerca de $12,6\pm 1,1\%$ do seu tempo total, enquanto os de pelame branco usaram por aproximadamente $14,5\pm 1,1\%$ (Tabela 9). Dentre os animais, as vacas secas (animais 5 e 6) foram as que passaram menos tempo à sombra, em média $3,77\%$ do tempo total.

Tabela 9. Médias ajustadas por quadrados mínimos do tempo em pé (TEP, %), tempo de pastejo (TPAS, %), tempo à sombra (TS, %), tempo de ruminação (TR, %), tempo no cocho (TC, %) e tempo em ócio (TO, %) de vacas Holandesas em relação ao tratamento (T0=sem sombra; T30=30% de bloqueio à radiação solar; T50=50% de bloqueio; T70=70% de bloqueio e T100=100% de bloqueio), grupo (G1=animais de pelame preto e G2=Animais de pelame branco), experimento e classe de hora.

Média Geral	n	TEP	TPAS	TS	TR	TC	TO
Tratamento							
T0	40	72,1±1,4 ^a	9,2±0,9 ^{ab}	0±1,67 ^c	15,9±1,1 ^b	35,5±1,1 ^a	39,3±1,2 ^a
T30	40	70,7±1,4 ^{ab}	11,7±0,9 ^a	12,24±1,67 ^b	17,1±1,1 ^b	32,1±1,1 ^a	39±1,2 ^a
T50	40	71,6±1,4 ^{ab}	7,9±0,9 ^b	12,9±1,67 ^b	16,4±1,1 ^b	35,5±1,1 ^a	40,2±1,2 ^a
T70	40	68,9±1,4 ^{ab}	9,3±0,9 ^{ab}	20,4±1,67 ^a	19,3±1,1 ^{ab}	34,5±1,1 ^a	36,9±1,2 ^a
T100	40	66,3±1,4 ^b	11,8±0,9 ^a	22±1,67 ^a	22,5±1,1 ^a	31,2±1,1 ^a	37,8±1,2 ^a
Grupo							
G1	200	77,2±0,9 ^a	9,19±0,6 ^b	12,6±1,1 ^a	17,2±0,7 ^b	35,9±0,7 ^a	38,5±0,8 ^a
G2	200	62,6±0,9 ^b	10,79±0,6 ^a	14,5±1,1 ^a	19,3±0,7 ^a	31,6±0,7 ^b	38,7±0,8 ^a
Experimento							
1	200	73,9±0,9 ^a	11,8±0,6 ^a	0,15±1,1 ^b	17,5±0,7 ^a	39,2±0,7 ^a	32,8±0,8 ^b
2	200	65,9±0,9 ^b	8,2±0,6 ^b	26,9±1,1 ^a	19±0,7 ^a	28,3±0,7 ^b	44,5±0,8 ^a
Classe de Hora							
1= 08:00-10:00	100	81,1±1,2 ^a	4,6±0,8 ^c	6,9±1,5 ^c	6,3±0,9 ^c	61,5±1 ^a	27,7±1,1 ^b
2= 10:00-12:00	100	59,6±1,2 ^b	9,2±0,8 ^b	16,2±1,5 ^b	19,7±0,9 ^b	23,8±1 ^c	48,8±1,1 ^a
3= 12:00-14:00	100	60,1±1,2 ^b	7,8±0,8 ^b	21,8±1,5 ^a	28,1±0,9 ^a	17±1 ^d	48,4±1,1 ^a
4= 14:00-17:00	100	78,8±1,2 ^a	18,4±0,8 ^a	9,2±1,5 ^c	18,9±0,9 ^b	32,7±1 ^b	29,6±1,1 ^b

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna e dentro de cada efeito não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A Tabela 9 mostra que houve diferença significativa ($P<0,0001$) quanto ao uso de sombra entre os experimentos 1 e 2. No experimento 1, quando a distância das estruturas de sombreamento para os cochos e bebedouros era de aproximadamente 40 metros, os animais não usaram a sombra. O contrário ocorreu no experimento 2, quando as sombras foram construídas a uma distância de cinco metros do cocho e bebedouro, em que os animais permaneceram em média $26,9\pm 1,1\%$ do tempo total à sombra.

Para classe de hora não houve diferença significativa entre as classes 1 e 4 no tempo de uso de sombra, sendo que, no entanto, estas diferiram ($P<0,05$) das classes de horas 2 e 3. Em todos os tratamentos a classe de hora

3 foi a que os animais apresentaram maior tempo à sombra, enquanto a classe de hora 1 foi a que os animais apresentaram menor tempo (Figura 4).

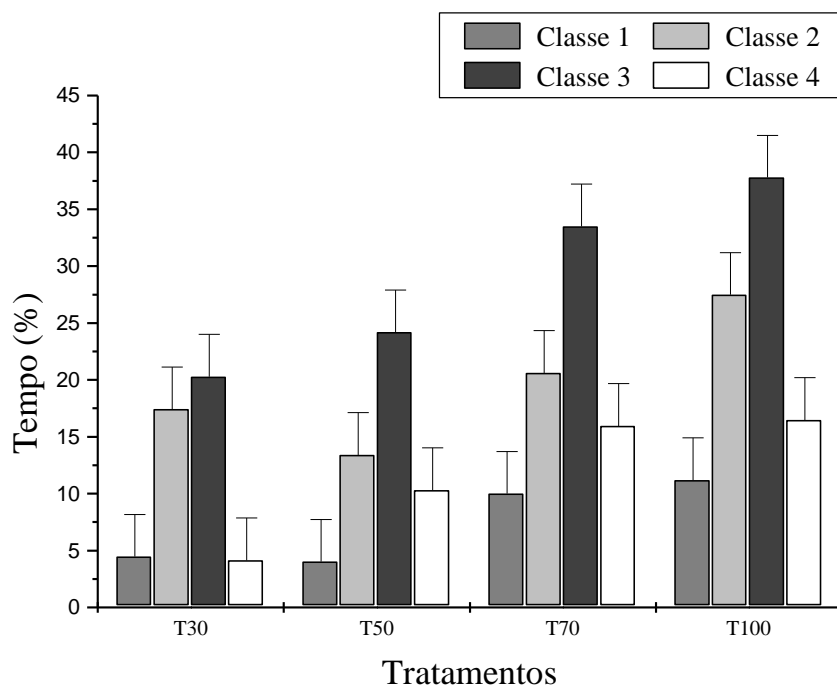


Figura 4. Tempo de uso das estruturas de sombreamento nas classes de hora 1= 8-10h; 2= 10-12h; 3= 12-14h; 4= 14-17h nos tratamentos T0 (sem sombra), T30 (30% de bloqueio à radiação solar), T50 (50% de bloqueio), T70 (70% de bloqueio) e T100 (100% de bloqueio).

Houve diferença significativa ($P < 0,0001$) no tempo que os animais apresentaram a postura em pé entre os experimentos 1 e 2. No experimento 1 os animais permaneceram mais tempo em pé do que no experimento 2 (Tabela 9). Entre os grupos também foi observado diferença significativa ($P < 0,05$) para tempo em pé (Tabela 9). Dentre as classes de hora, as classes 2 e 3 foram as que os animais passaram menos tempo em pé, em ambos os experimentos (Figura 5).

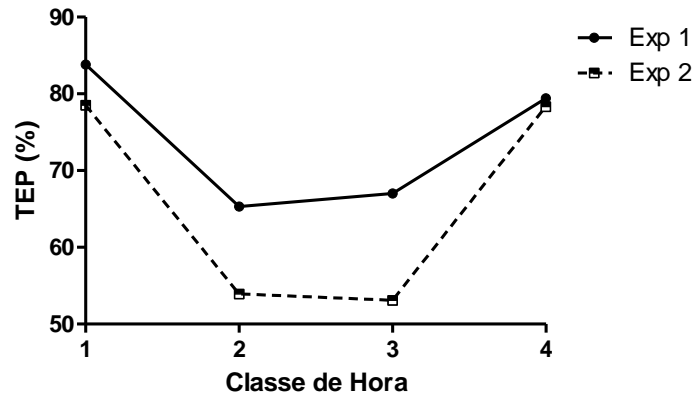


Figura 5. Tempo em pé (%) em relação à classe de hora nos experimentos 1 e 2.

Para tempo de pastejo, os experimentos 1 e 2 diferiram significativamente ($P < 0,001$), sendo a classe de hora 4 a que apresentou maior tempo, (Figura 6), diferindo das demais ($P < 0,05$).

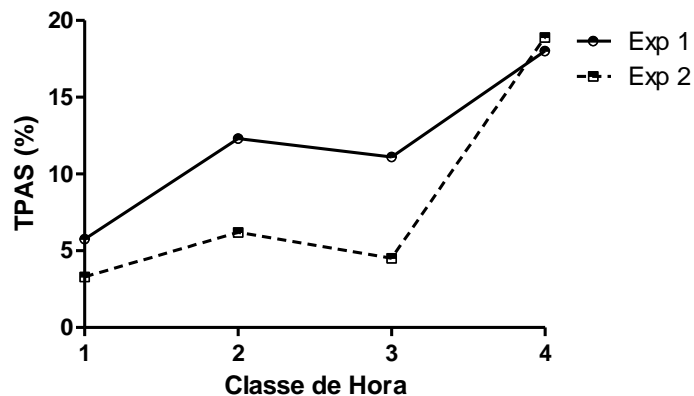


Figura 6. Tempo de pastejo (%) em relação à classe de hora nos experimentos 1 e 2.

Os resultados mostram uma relação positiva entre tempo de ruminação e os tratamentos. Nos tratamentos com maiores níveis de bloqueio a radiação os animais passaram mais tempo ruminando (Tabela 9), este foi menor no tratamento sem sombra, e maior no T100. Sendo a classe de hora 3 a com maior tempo de ruminação, em ambos experimentos (Figura 7).

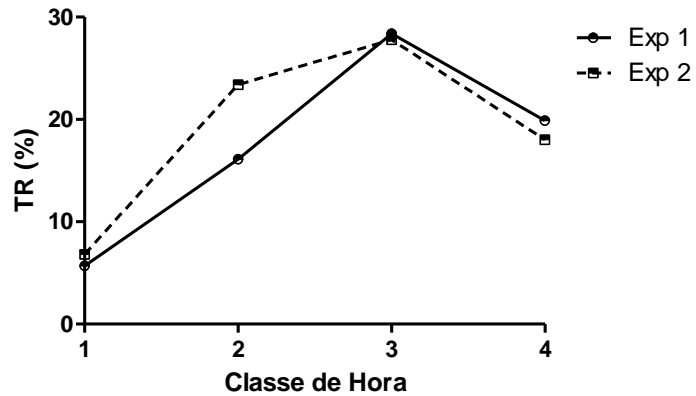


Figura 7. Tempo de ruminação (%) em relação à classe de hora nos experimentos 1 e 2.

Para tempo no cocho observou-se uma diferença ($P < 0,0001$) entre os experimentos 1 e 2 e entre todas as classes de hora, sendo as classes de hora 2 e 3 as que os animais passaram menor tempo no cocho (Figura 8).

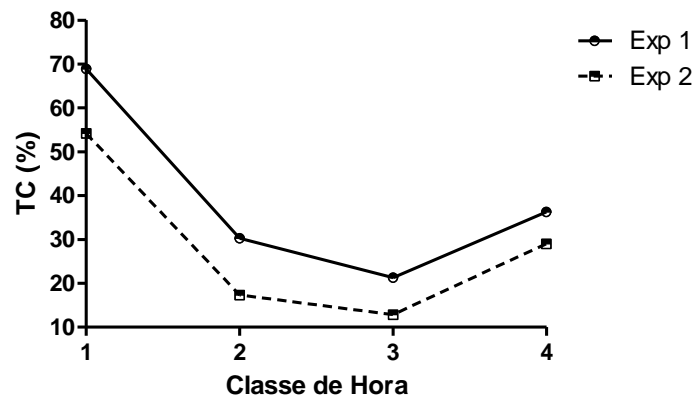


Figura 8. Tempo no cocho (%) em relação à classe de hora nos experimentos 1 e 2.

O experimento 1 foi o que os animais apresentaram menor tempo em ócio, diferindo significativamente ($P < 0,001$) do experimento 2 (Tabela 9). As classes de hora 2 e 3 foram as com maior tempo em ócio (Figura 9).

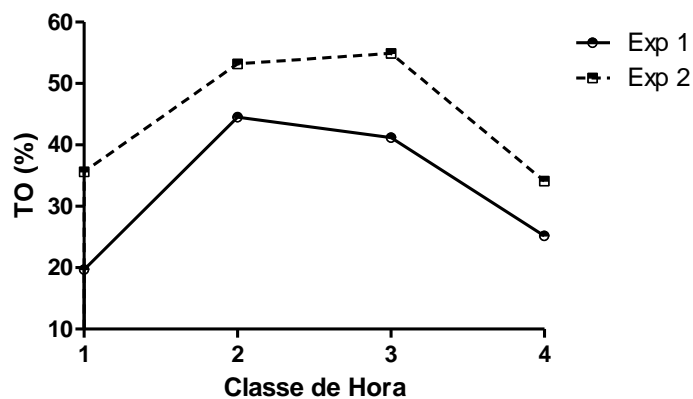


Figura 9. Tempo em ócio (%) em relação à classe de hora nos experimentos 1 e 2.

5.3. Produção de leite

Os experimentos 1 e 2 apresentaram uma diferença significativa ($P=0,0004$) quanto a produção de leite (Tabela 10). Houve diferença ($P<0,05$) na produção de leite entre os grupos. Vacas de pelame branco produziram mais leite do que as de pelame preto (Tabela 10). Não foi observado diferença na produção de leite entre os tratamentos. Entre os períodos, no período da manhã as vacas produziram em média 12,65 litros de leite ($\pm 0,06\%$), enquanto no período da tarde a produção foi de 8,39 litros ($\pm 0,11\%$).

Tabela 10. Médias ajustadas por quadrados mínimos da produção de leite em litros por ordenha de vacas Holandesas de acordo com o grupo (G1=animais de pelame preto e G2=animais de pelame branco), experimento (1 e 2), com a interação do grupo com o experimento e com a interação do grupo com tratamento (T0=sem sombra; T30=30% de bloqueio à radiação solar; T50=50% de bloqueio; T70=70% de bloqueio e T100=100% de bloqueio).

Grupo	Produção de leite/ordenha (L)
G1	9,74±0,09 ^d
G2	11,32±0,09 ^a
Experimento	
1	10,29±0,11 ^b
2	10,76±0,07 ^a
Interação (Grupo*Experimento)	
G1*Exp1	9,26±0,5% ^c
G1*Exp2	11,33±0,15% ^a
G2*Exp1	10,22±0,10% ^b
G2*Exp2	11,30±0,10% ^a
Interação (Grupo*Tratamento)	
G1*T0	9,77±0,20 ^b
G1*T30	9,88±0,20 ^b
G1*T50	9,53±0,20 ^b
G1*T70	9,65±0,20 ^b
G1*T100	9,86±0,20 ^b
G2*T0	11,25±0,20 ^a
G2*T30	11,72±0,20 ^a
G2*T50	11,14±0,20 ^a
G2*T70	11,28±0,20 ^a
G2*T100	11,20±0,20 ^a

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna e dentro de cada efeito não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

6. DISCUSSÃO

6.1. Níveis de bloqueio à radiação solar

Os níveis de bloqueio à radiação solar das estruturas de sombreamento artificial influenciaram o tempo de uso de sombra por vacas Holandesas. Quanto maior o nível de bloqueio, maior o tempo que as vacas utilizaram este recurso. Estes resultados estão de acordo com os do estudo realizado por Schütz et al. (2009), onde observaram que vacas preferiram as sombras que ofereciam maior bloqueio à radiação solar. No entanto, este estudo avaliou a preferência de vacas por sombras quando duas sombras, uma com maior e outra com menor nível de bloqueio à radiação solar eram ofertadas simultaneamente em um mesmo piquete. Os autores não observaram diferença significativa ($P=0,509$) no tempo à sombra entre sombras com 50 e 99% de bloqueio quando estas eram ofertadas ao mesmo tempo. Já no presente estudo, observou-se que os animais gastaram cerca de 11% a mais na sombra com 100% de bloqueio do que na de 50%. Assim, este estudo mostrou que quando não há oportunidade de escolha entre diferentes níveis de sombreamento os animais sempre gastam mais tempo nas sombras com maiores níveis de bloqueio à radiação solar, o que está em conformidade com os resultados encontrados por Tucker et al. (2008) e também com os de Bennett et al. (1984,1985), sendo que estes últimos observaram uma preferência de curta duração apresentadas por bovinos de corte por sombras que bloqueiam mais radiação solar.

Além dos níveis de bloqueio à radiação solar a hora do dia também afetou o tempo à sombra. Tal como os resultados de Tucker et al. (2008), este estudo mostrou que nas horas mais quentes do dia, quando a radiação solar é mais intensa, as vacas passaram mais tempo à sombra. Neste estudo, durante as horas com radiação solar mais intensa, as vacas passaram, em média, 45% do tempo total à sombra. Comprovando a importância de se fornecer sombra suficiente para que todos os animais tenham acesso a este recurso.

6.2. Cor do pelame

Vacas de pelame predominante preto usaram a sombra por menos tempo que as de pelame predominante branco. Estudos anteriores têm apresentado resultados contrastantes quanto ao uso de sombra entre animais de pelame escuro e claro. Enquanto alguns autores observaram que animais de pelame escuro são mais sensíveis ao estresse térmico (HANSEN, 1990; GAUGHAN et al., 1998; BROWN-BRANDL et al., 2006a), Tucker et al. (2008) constatou que vacas com pelame escuro usaram sombra por menor tempo que as de pelame claro quando eram-lhes ofertada sombra com 99% de bloqueio à radiação solar.

É aceito que os animais com pelame escuro são mais sujeitos ao estresse de calor devido a apresentarem uma maior absorção da radiação térmica que os de pelame claro. Hillman et al. (2001) relataram que, quando vacas Holandesas com 90% do pelame preto foram expostas ao sol, a temperatura da superfície aumentou cerca de 4,8 °C, enquanto as com pelame 90% branco apresentaram um aumento de apenas 0,7 °C. Porém, outros autores demonstraram que pelames claros apresentam maior penetração da radiação solar que os escuros (CENA e MONTEITH, 1975; HUTCHINSON e BROWN, 1969; e WALSBURG et al., 1978), o que cria um cenário controverso acerca de como a cor do pelame afeta o uso de sombra.

Uma possível explicação para animais de pelame predominante branco terem usado sombra por mais tempo que as de pelame predominante preto pode ser devido a maior capacidade de perda de calor por convecção desta última. Segundo Gebremedhin et al. (1997), no pelame preto a localização do pico de temperatura indica que a absorção da radiação solar ocorreu em grande parte perto da camada mais externa do pelame (na interface pelame-ar). Já no pelame branco, o pico de temperatura ocorre muito mais profundo, próximo à pele. Assim, um animal com pelame preto perde mais calor por convecção em ambientes mais ventilados, porque a parte do pelame mais aquecida pela radiação solar encontra-se próximo à interface pelame-ar, contrário do que seria em um animal com pelame branco.

No presente estudo a velocidade média do vento foi de aproximadamente 3 m/s, o que está de acordo com Walsberg (1983), que

trabalhando com aves observou que o ganho de calor por radiação em uma plumagem preta era muito maior do que em uma plumagem branca quando a velocidade do vento era inferior a 3 m/s. Também é possível que vacas com pelame predominante branco tenham sido mais motivadas a procurar sombra do que às pretas, talvez para evitar queimaduras solares.

Além disso, o método utilizado para coleta dos dados comportamentais pode ter afetado a interpretação dos dados, uma vez que o comportamento só era registrado a cada 15 minutos. Assim, animais de pelame predominante preto podem ter apresentado uma maior frequência de visitas às sombras, mas permanecido por menor tempo a cada visita. O mesmo foi constatado por Tucker et al. (2007), trabalhando com efeitos da radiação solar no uso de sombra por vacas Holandesas, observando que vacas pretas podem ter visitado a sombra com mais frequência, mas permanecido por um período de tempo mais curto do que as brancas. Concluindo que o método de amostragem utilizado para estimar o tempo gasto à sombra (a cada 10 min.) era inapropriado para calcular o número de visitas às estruturas de sombreamento e seu tempo total de uso. Com base nisso, faz-se necessários estudos que realizem uma observação contínua do uso de sombra e tempo ao sol, a fim de entender de maneira precisa como que animais de pelame claro e escuro utilizam a sombra ou ficam expostos ao sol.

6.3. Localização das estruturas de sombreamento artificial

Durante o experimento 1, quando as estruturas de sombreamento artificial foram construídas a uma distância de 40 metros dos cochos e bebedouros, nenhum dos animais utilizaram as sombras. Já no experimento 2 esta distância foi reduzida para cinco metros e os animais usaram a sombra por aproximadamente 27% do tempo total. Estudos que abordem os efeitos da localização das estruturas de sombreamento artificial e demais recursos nos piquetes são bastante incipientes. Em um estudo realizado por Coimbra et al. (2012) os autores observaram que o local onde o bebedouro é posicionado afeta o tempo à sombra. Em um dos tratamentos testados, quando o bebedouro foi posicionado no corredor de acesso, a uma distância de 150 metros do piquete, os animais passaram mais tempo à sombra, no entanto,

quando este era movido para dentro do piquete e próximo à sombra o tempo total à sombra foi menor. Todavia, o comportamento de beber foi afetado pela localização do bebedouro, não pela disponibilidade de sombra.

Em outro estudo Dolev et al. (2010) mostraram que em área de preservação ambiental, onde deve-se evitar a contaminação de rios e a degradação da vegetação nativa, é possível otimizar os resultados apenas posicionando cochos e bebedouros longe de rios e árvores, apesar de esta última oferecer sombra para os animais. Este estudo mostrou que os animais preferiram ficar próximos ao cocho e bebedouro. Já Bagshaw et al. (2008) concluiu que somente a disponibilidade de bebedouros longe das áreas ribeirinhas não foi suficiente para alterar o comportamento de beber água nos rios por bovinos de corte, o que comprova a importância de estudos que avaliem qual o melhor local para se fornecer sombra, cocho e bebedouro, à pasto ou em piquetes.

O tempo que os animais gastaram comendo no cocho também foi afetado pela localização da sombra. Quando a sombra estava distante os animais passaram cerca de 40% do tempo total comendo no cocho, e quando estava próxima ao cocho este tempo diminuiu para aproximadamente 28%. Além disso, a localização da sombra quando distante do cocho e bebedouro aumentou o tempo em que os animais adotaram a postura em pé, o que, segundo alguns autores (e.g., ANSELL, 1981), pode ser um indicador de estresse térmico e um mecanismo de aliviá-lo, possivelmente por esta postura aumentar a área da superfície corporal exposta ao ambiente e aumentar o fluxo de ar pelo corpo. Já o tempo de pastejo não foi afetado pela localização da sombra.

7. CONCLUSÃO

Vacas Holandesas usam sombras com maiores níveis de bloqueio à radiação solar por mais tempo. A localização das estruturas de sombreamento artificial em relação ao cocho e bebedouro afeta o tempo à sombra de vacas Holandesas, pois quando sombra, cocho e bebedouro foram posicionados a uma menor distância entre si os animais apresentam maior tempo à sombra. Entretanto, mais estudos são necessários a fim de avaliar melhor os efeitos da localização dos recursos nos piquetes sobre o comportamento e como estes podem afetar a produção de leite.

8. REFERÊNCIAS

DOLEV, A; CARMEL, Y; YEHUDA, Y; HENKIN, Z. Optimizing the location of water and feeding sites to decrease cattle contamination of natural streams. **Séminaires Méditerranéens**, v. 92, p. 55- 58, 2010

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Ruminant Livestock**. Common wealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, 1980.

AGUIAR, I. S.; BACCARI, JR. F. Respostas fisiológicas e produção de leite de vacas holandesas mantidas ao sol e com acesso a sombra natural. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Ed. 1, jul 2003.

ANSELL, R. H. Extreme heat stress in dairy cattle and its alleviation: a case report. In: Clark, J.A. (Ed.), **Environmental Aspects of Housing for Animal Protection**. London, United Kingdom, 1981. P. 285–306.

ARCARO, JR. 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. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 2, 2003.

ARKIN, H; KIMMEL, E; BERMAN, A; BRODAY, D. Heat transfer properties of dry and wet furs of dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 34, p. 2550-2558, 1991.

ARMSTRONG, D. V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, v. 77, p. 2044–2050, 1994.

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

AMARAL, B. C. DO; CONNOR, E. E.; TÃO, S; HAYEN, J; BUBOLZ, J; DAHL, G. E. Heat-stress abatement during the dry period: Does cooling improve transition into lactation? **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 5988–5999, 2009. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2343>>.

BACCARI JR, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Editora UEL. Londrina, PR, p. 142, 2001.

BAKER, M. A. Effect of dehydration and rehydration on thermoregulatory sweating goats. **Journal of Physiology**, v. 417, p. 421-435, 1989.

BEEDE, D. K.; SHEARER, J. K. Nutritional management of dairy cattle during hot weather. **Agri-practice**, v. 12, p. 5-13, 1991.

BENNETT, I. L.; FINCH, V. A.; HOLMES, C. R. Time spent in shade and its relationship with physiological factors of thermoregulation in three breeds of cattle. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 13, p. 227–236, 1984/1985.

BERMAN, A. Nychthermeral and seasonal patterns of thermoregulation in cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 19, p. 181–188, 1968.

BIANCA, W. Reviews of the progress of dairy science Section A. Physiology. Cattle in a hot environment. **Journal of Dairy Research**, v. 32, p. 291-345, 1965.

BIANCA, W. Reviews of the progress in dairy science. Cattle in hot environment. **Journal of Dairy Research**, v. 32, p. 291–345, 1965.

BICEGO, K. C.; BARROS, R. C. H.; BRANCO, L. G. S. Physiology of temperature regulation: Comparative aspects. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 147, p. 616-639, 2007.

BILBY, T. R.; TATCHER, W.W.; HANSEN, P.J. **Estratégias farmacológicas, nutricionais e de manejo para aumentar a fertilidade de vacas leiteiras sob estresse térmico**. In: XIII CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 2009, Uberlândia, MG. Anais. p. 59-71, 2009.

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.

BOND, T. E.; KELLY, C. F. The globe thermometer in agricultural research. **Agricultural Engineering**, v. 36, p. 251, 1955.

BRANCO, L. G. S.; STEINER, A. A.; BÍCEGO, K. C. Regulação Endócrina da Temperatura Corporal. In: Antunes-Rodrigues, J; Moreira, A. C; Elias, L. L. K; Castro, M. **Neuroendocrinologia Básica e Aplicada**. São Paulo: Guanabara Koogan, p. 64-80, 2005.

BROWN-BRANDL, T. M.; EIGENBERG, R. A.; NIENABER, J. A.; HAHN, G. L. Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle, Part 1: Analyses of indicators. **Journal of Biosystems Engineering**, v. 90, p. 451–462, 2005.

BROWN-BRANDL, T. M.; EIGENBERG, R. A.; NIENABER, J. A.; HAHN, G. L. Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle, Part 1: Analyses of indicators. **Biosystems Engineering**, v. 90, p. 451–462, 2005.

BROWN-BRANDL, T. M.; NIENABER, J. A.; EIGENBERG, R. A.; MADER, T. L.; MORROW, J. L.; DAILEY, J. W. Comparison of heat tolerance of feedlot heifers of different breeds. **Livestock Science**, V. 105, p. 19–26, 2006a.

BUFFINGTON, D. E.; COLLIER, R. J.; CANTON, G. H. Shade management systems to reduce heat stress for dairy cows in hot, humid climates. **Transactions of American Society of Agricultural Engineers** v. 26, p. 1798-1802, 1983.

BAGSHAW, C. S.; BRUCE THORROLD; MICHAEL DAVISON; IAN J. H. DUNCAN; LINDSAY R. MATTHEWS. The influence of season and of providing a water trough on stream use by beef cattle grazing hill-country in New Zealand. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 109, p. 155-166, 2008.

CENA, K; MONTEITH, J. L. Transfer processes in animal coats. I. Radiative transfer. **Proceedings of the Royal Society**, v. 188, p. 377-394, 1975.

CLARKE, M. R.; KELLY, A. M. Some effects of shade on Hereford steers in a feedlot. **Australian Society of Animal Production**, v. 21, p. 235–238, 1996.

COIMBRA, P. A. D.; FILHO, L. C. P. M.; HÖTZEL, M. J. Effects of social dominance, water trough location and shade availability on drinking behaviour

of cows on pasture. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 139, p. 175-182, 2012.

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

COPPOCK, C. E. Feeding energy to dairy cattle. In: Coppock, C.E. (Ed.), **Large Dairy Management**. University Presses of Florida, Gainesville, 1978. p. 265–268.

COPPOCK, C. E.; GRANT, P. A.; PORTZER, S. J.; CHARLES, D. A.; ESCOBOSA A. Lactating dairy cow responses to dietary sodium, chloride, and bicarbonate during hot weather. **Journal of Dairy Science**, v. 65, p. 566–576, 1982.

DALY, J. J. Cattle need shade trees. **Queensland Agricultural Journal**, v. 109, p. 214, 1984.

DAVISON, T. M.; SILVER, B. A.; LISLE, A. T.; ORR, W. N. The influence of shade on milk production of Holstein-Friesian cows in a tropical upland environment. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 28, p. 149-54, 1988.

ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. Westport: AVI , 1969.

FINCH, V. A.; BENNETT, I. L.; HOLMES, C. R. Coat color in cattle: effect of thermal balance, behaviour and growth and relationship with coat type. **Journal of Agricultural Science**, v. 102 p. 141-147, 1984.

FINCH, V. A.; BENNETT, I. L.; HOLMES, C. R. Sweating response in cattle and its relation to rectal temperature, tolerance of sun and metabolic rate. **Journal of Agricultural Science**, v. 99, p. 479-87, 1982.

FINCH, V.A. Comparison of non-evaporative heat transfer in different cattle breeds. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.36, p.497-508, 1985.

FINDLAY, J. D. The Respiratory Activity Of Calves Subjected To Thermal Stress. **Journal of Physiology**, v. 36, p. 300-309, 1957.

FRASER, A. F.; BROOM, D. M. **Farm animal behavior and welfare**. 3. ed. London, 1997. 437.

FREUND, R. J.; LITTELL, R. C. **SAS® System for Regression** 3. ed. SAS Institute Inc, Cary, NC, 2000.

FUQUAY, J. W. Heat stress as it affects animal production. **Journal of Animal Science**, v. 32, p. 164–174, 1981.

GAUGHAN, J. B.; BONNER, S; LOXTON, I; MADER, T. L.; LISLE, A; LAWRENCE, R. Effect of shade on body temperature and performance of feedlot steers. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 4056–4067, 2010a.

GAUGHAN, J. B.; GOODWIN, P. J.; SCHOORL, T. A.; YOUNG, B. A.; IMBEAH, M; MADER, T. L.; HALL, A. Shade preferences of lactating Holstein-Friesian cows. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 38, p. 17–21, 1998.

GAUGHAN, J. B.; TAIT, L. A.; EIGENBERG, R. A.; BRYDEN, W. L. Effect of shade on respiration rate and rectal temperature of Angus heifers. **Australian Society of Animal Production**, v. 25, p. 69–72, 2004.

GAUGHAN, J.B.; GOODWIN, P.J.; SCHOORL, T.A.; YOUNG, B.A.; IMBEAH, M; MADER, T.L.; HALL, A. Shade preferences of lactating Holstein-Friesian cows. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 38, p. 17–21, 1998.

GEBREMEDHIN, K. G.; BINXIN, W. A model of evaporation cooling of wet skin surface and fur layer. **Journal of Thermal Biology**, v. 26, p. 537–545, 2001.

GEBREMEDHIN, K. G.; CRAMER, C. O.; PORTER, W. P. Predictions and measurements of heat production and food and water requirements of Holstein calves in different environments. **Transactions of the ASAE**, v. 3, p.715–720, 1981.

GEBREMEDHIN, K. G.; Ni, H; Hillman, P. E. Modeling temperature profile and heat flux through irradiated fur layer. **Transactions of the ASAE**, v. 40, p. 1441-1447, 1997.

HAHN, L; MADER, T; SPIERS, D; GAUGHAN, J; NIENABER, J; EIGENBERG, R; BROWN-BRANDL, T; HU, Q; GRIFFIN, D; HUNGERFORD,

L; PARKHURST, A; LEONARD, M; ADAMS, W; ADAMS, L. **Heat wave impacts on feedlot cattle: Considerations for improved environmental management.** in Procedures. 6th International Livestock Environmental Symposium, Louisville, KY. American Society of Agricultural Engineering, St. Joseph, MI, p. 129–130, 2001.

HANSEN, P. J. Effects of coat colour on physiological responses to solar radiation in Holsteins. **Veterinary Record**, v. 127, p. 333–334, 1990.

HARVEY, W. R. **Least-squares analysis of data with unequal subclass numbers.** Beltsville: U.S.D.A, 1960. P. 157.

HER, E; WOLFENSON, D; FLAMENBAUM, I; FOLMAN, Y; KAIM, M; BERMAN, A; Thermal, productive, and reproductive responses of high yielding cows exposed to short-term cooling in summer. **Journal of Dairy Science**, v. 71, p. 1085–1092, 1988.

Hillman, P. E.; Lee, C. N.; Carpenter, J. R.; Baek, K. S.; Parkhurst, A. Impact of hair color on thermoregulation of dairy cows to direct sunlight. **American Society of Agricultural Engineers**, Paper No. 014031, St. Joseph, Michigan, 2001.

HUTCHINSON, J. C. D.; BROWN, G. B. Penetrance of cattle coats by radiation. **Journal of Applied Physiology**, v. 26, p. 454-464, 1969.

IGONO, M. O. **Effect of a humid temperate climate and environmental modifications with shade, spray and fan, on milk production, thermal balance and hormone function of dairy cows.** Dissertation Abstracts International B (Sciences and Engineering) v. 46, p. 3645, 1986.

IGONO, M. O.; JOHNSON, H. D. Physiological stress index of lactating dairy cows based on diurnal pattern of rectal temperature. **Journal of Interdisciplinary Cycle**, v. 21, p. 303–320, 1990.

INGRAHAM, R. H.; STANLEY, R. W.; WAGNER, W. C. Seasonal effects of tropical climate on shaded and nonshaded cows as measured by rectal temperature, adrenal cortex hormones, thyroid hormone, and milk production. **American Journal of Veterinary Research**, v. 40, p. 1792-1797, 1979.

JOHNSON, H. D.; HAHN, L.; KIBLER, H. H.; MCRILAN, C. P. Heat acclimation effects on lactation and related physiological responses of cattle. **Journal of Animal Science**, v. 21, p. 1025, 1962.

JUSTIN A. W. AINSWORTH; STEIN R. MOE; CHRISTINA SKARPE. Pasture shade and farm management effects on cow productivity in the tropics. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 155, p. 105– 110, 2012.

KENDALL, P. E.; NIELSEN, P. P.; WEBSTER, J. R.; VERKERK, G. A.; LITTLE JOHN, 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, 2006.

SULLIVAN, M. L.; CAWDELL-SMITH, A. J.; MADER, T. L.; GAUGHAN, J. B. Effect of shade area on performance and welfare of short-fed feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 2911-2925, 2011.

MADER, T. L.; FELL, L. R.; MCPHEE, M. J. **Behavior response of non-Brahman cattle to shade in commercial feedlots.** in Proc. 5th Int. Livestock Environmental Symposium, Bloomington, MN. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, p. 795–802, 1997.

MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; LOUREIRO, C.M.B. Respiratory heat loss of Holstein cows in a tropical environment. **International Journal of Biometeorology**, v. 49, p. 332-336, 2005a.

MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; LOUREIRO, C.M.B. Sensible and Latent Heat Loss from the Body Surface of Holstein Cows in a Tropical Environment. **International Journal of Biometeorology**, v. 50, p. 17-22, 2005b.

MALLONEE, P. G.; BEEDE, D. K.; COLLIER, R. J.; WILCOX, C. J. Production and physiological responses of dairy cows to varying dietary potassium during heat stress. **Journal of Dairy Science**, v. 68, p. 1479-1487, 1985.

MARQUES, J. A. **I Curso de atualização por tutoria à distância atualização da produção de bovinos de corte**, p. 486 – 527, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2001.

MARTIN, P; BATESON, P. **Measuring Behaviour. An Introductory Guide.** 2. ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1993.

MATIAS, J. M. Behavior of grazing purebred and crossbred dairy cows under tropical conditions. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 59, p. 235-243, 1998.

MAUST, L. E.; MCDOWELL, R. E.; HOOVEN, N. W. Effect of summer weather on performance of Holsteins cows in three stages of lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 55, p. 1133-1139, 1972.

MCLEAN, J.A. Measurement of cutaneous moisture vaporization from cattle by ventilated capsules. **Journal of Physiology**, v. 167, p. 417-426, 1963a.

MCLEAN, J.A. The partition of insensible losses of body weight in heat from cattle under various climatic conditions. **Journal of Physiology**, v. 167, p. 427-447, 1963b.

MITLÖHNER, F. M.; MORROW, J. L.; DAILEY, J. W.; WILSON, S. C.; GAYLEAN, M. L.; MILLER, M. F.; MCGLONE, J. J. Shade and water misting effects on behaviour, physiology, performance, and carcass traits of heat-stressed feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 2327–2335, 2001.

MULLER, C.J.C.; BOTHA, J.A.; SMITH, W.A. Effect of shade on various parameters of Friesian cows in a Mediterranean climate in South Africa. 1. Feed and water intake, milk production and milk composition. **South African Journal of Animal Science**, v. 24, p. 49–55, 1994a.

OLIVEIRA, S.E.O. **Efeitos da radiação solar no comportamento de vacas holandesas em lactação no semi-árido**. Dissertação (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2010.

OVERTON, M. W.; SISCHO, W. M.; TEMPLE, G. D.; MOORE, D. A. Using timelapse video photography to assess dairy cattle lying behavior in a freestall barn. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 2407–2413, 2002.

PURWANTO, B. P.; ABO, Y; SAKAMOTO, R; FURUMOTO, F; YAMAMOTO, S. Diurnal patterns of heat production and HR under thermoneutral conditions in Holstein Friesian cows differing in milk production. **Journal of Agricultural Science**, v. 114, p. 139–142, 1990.

RANDALL, D; BURGGREN, W; FRENCH, K. **Eckert -Fisiologia Animal**. 4ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. p, 729, 2000.

ROGER A. EIGENBERG; TAMI M. BROWN-BRANDL; JOHN A. NIENABER. Shade material evaluation using a cattle response model and meteorological instrumentation. **International Journal of Biometeorology**, v. 54, p. 601–607, 2010.

ROMAN-PONCE, H; THATCHER, W. W.; BUFFINGTON, D. E.; WILCOX, C. J.; VAN HORN, H. H. Physiological and production responses of dairy cattle to a shade structure in a subtropical environment. **Journal of Dairy Science**, v. 60, p. 424–430, 1977.

SAHIN, A. Comparison of the thermoregulatory behaviour of low and high producing dairy cow in a hot environment. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 99, p. 1-11, 2006.

SAS INSTITUTE. **User's Guide: Statitics**. V. 6, 10. NC. 1995.

SCHMIDT-NIELSEN, K; SCHROTER, R. C.; SHKOLNIK, A. Desaturation of exhaled air in camels. **Proceedings of the Royal Society of London**, v. 211, p. 305–309, 1981.

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, p. 273-283, 2011.

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

SCHÜTZ, K. E.; COX, N.R.; MATTHEWS, L. R. How important is shade to dairy cattle? Choice between shade or lying following different levels of lying deprivation. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 114, p.307-318, 2008.

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, p. 125-133, 2010.

SETHI, R.K.; NAGARCENKAR, R. Inheritance of heat tolerance in buffaloes. **Journal of Animal Science**, v. 51, p. 591–595, 1981.

SHARMA, A. K.; RODRIGUEZ, L. A.; MEKONNEN, G.; WILCOX, C. J.; BACHMAN, K. C.; COLLIER, R. J. Climatological and genetic effects on milk composition and yield. **Journal of Dairy Science**, v. 66, p. 119–126, 1983.

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, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p. 2036-2042, 2002.

SILVA, R. G. **Introdução à Bioclimatologia Animal**. São Paulo: Nobel/FAPESP, p. 125, 2000.

SILVA, R. G. **Manual de procedimentos em análise por quadrados mínimos**. Jaboticabal: FUNEP: 1993. 169 p.

SILVA, R. G.; GUILHERMINO, M. M.; MORAIS, D. A. E. F. Thermal radiation absorbed by dairy cows in pasture. **International Journal of Biometeorology**, v. 54, p. 5-11, 2010.

SILVA, R. G.; MAIA, A. S. C. Thermal balance and thermal regulation. In: _____. (Ed.) 1. **Principles of animal biometeorology**. New York: Springer, p. 75-101, 2013.

SILVA, R.G. **Biofísica ambiental**. Os animais e seu ambiente. Jaboticabal: FUNEP, p. 16-17, 2008.

SILVA, R.G.; LA SCALA, N; JR; TONHATI, H. Radiative properties of the skin and haircoat of cattle and other animals. **Transactions of the ASAE**, v.46, p.913-918, 2003.

SILVER, B. A. Shade is important for milk production. **Queensland Agricultural Journal**, v. 113, p. 95-96, 1987.

SQUIRES, V. **Livestock Management in the Arid Zone**, p. 21. Inkata Press: Melbourne, 1981.

STEVENS, D.G. A model of respiratory vapor loss in Holstein dairy cattle. **Transactions of the ASAE**, v.24, p.151-158, 1981.

ST-PIERRE, N. R.; COBANOV, B; SCHNITKEY, G. Economic losses from heat stress by US livestock industries. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 52–77, 2003.

SULLIVAN, M. L.; CAWDELL-SMITH, A. J.; MADER, T. L.; GAUGHAN, J. B. Effect of shade area on performance and welfare of short-fed feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 2911-2925, 2011.

TANEJA, G.C. Cutaneous evaporative losses in calves and its relationship with respiratory evaporative loss and skin and rectal temperatures. **Journal of Agricultural Science**, v. 50, p. 73-85, 1958.

TUCKER, C. B.; ROGERS, A. R.; SCHÜTZ, K. E. Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in a pasture-based system. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 109, p. 141–154, 2008.

VALTORTA, S. E.; LEVA, P. E.; GALLARDO, M. R. Effect of different shades on animals well being in Argentina. **International Journal of Biometeorology**, v. 41, p. 65–67, 1997.

WALSBERG, G. E.; CAMPBELL, G. S.; KING, J.R. Animal coat color and radiative heat gain: a re-evaluation. **Journal of Comparative Physiology**, v. 126, p. 211-222, 1978.

ZOCCAL, R. **Distribuição espacial da pecuária leiteira no Brasil**. In: REUNION LATINO AMERICANA DE PRODUCCION ANIMAL (ALPA), 20, Cuzco, Peru, Anais, 2007.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: EFEITO DA RADIAÇÃO SOLAR NO COMPORTAMENTO DE VACAS HOLANDESAS
EM AMBIENTE TROPICAL

AUTOR: STEFFAN EDWARD OCTÁVIO OLIVEIRA

ORIENTADOR: Prof. Dr. ALEX SANDRO CAMPOS MAIA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA , pela
Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ALEX SANDRO CAMPOS MAIA

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. MARCOS CHIQUITELLI NETO

Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. EVALDO ANTONIO LENCIONI TITTO

Universidade de São Paulo / Pirassununga/SP

Data da realização: 12 de dezembro de 2013.