

EMONES SANTOS SOUZA

**CONFORTO TÉRMICO DE VACAS LEITEIRAS EM MONOCULTIVO DE
CAPIM MARANDU E EM SISTEMA SILVIPASTORIL COM COQUEIROS,
EM PARNAÍBA, PIAUÍ**

Teresina, 2009

EMONES SANTOS SOUZA

**CONFORTO TÉRMICO DE VACAS LEITEIRAS EM MONOCULTIVO DE
CAPIM MARANDU E EM SISTEMA SILVIPASTORIL COM COQUEIROS,
EM PARNAÍBA, PIAUÍ**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Piauí, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área de Concentração: Produção Animal.

Orientador: Pesq. Dr^a. Danielle Maria Machado Ribeiro Azevedo

Co-Orientador: Prof. Dr. Amilton Paulo Raposo Costa

Teresina, 2009

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca Central da Universidade Federal do Piauí

S729c

Souza, Emones Santos

Conforto térmico de vacas leiteiras em monocultivo de capim marandu e em sistema silvipastoril com coqueiros em Parnaíba, Piauí/Emones Santos Souza. Teresina: 2009. 26f.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal.

Orientador: Danielle Maria Machado Ribeiro Azevêdo

1. Bioclimatologia animal. 2. Produção animal. 3. Bovinos mestiços. I. Universidade Federal do Piauí.

C.D.D. 636 210 894 2

**CONFORTO TÉRMICO DE VACAS LEITEIRAS EM MONOCULTIVO DE CAPIM
MARANDU E EM SISTEMA SILVIPASTORIL COM COQUEIROS, EM
PARNAÍBA, PIAUÍ**

Emones Santos Souza

Dissertação aprovada em Teresina, Piauí, em 16 de novembro de 2009.

Danielle Maria Machado Ribeiro Azevêdo

Doutora, Professora do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal/UFPI Pesquisadora
da Embrapa Meio-Norte
Orientadora - Presidente

Amilton Paulo Rapôso Costa

Doutor, Professor do Centro de Ciências Agrárias/UFPI
Conselheiro

Giovana Alcântara Maciel

Doutora, Pesquisadora da Embrapa Meio-Norte
Conselheiro

Tânia Maria Leal

Doutora, Pesquisadora da Embrapa Meio-Norte
Conselheiro

À Deus, pela saúde e pela oportunidade de realizar este sonho;

Aos meus pais Luiz Carvalho e Francisca Santos, pelo apoio, confiança e dedicação que me proporcionaram ao longo de toda minha existência;

Ao meu esposo Vanilton Soares pelo apoio incondicional, pelos conselhos do dia-a-dia e companhia;

Ao meu querido filhinho Gabriel por compreender minha ausência;

As minhas amadas e queridas irmãs, Miriam e Layones e meus cunhados João e Emerson pelo incentivo, oração e torcida constante.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Piauí (UFPI), através do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal do Centro de Ciências Agrárias, pela oportunidade de alcançar este mérito;

À Embrapa Meio-Norte pela disponibilidade da área experimental e demais dependências para realização do experimento;

Ao Banco do Nordeste (BNB) por disponibilizar recursos do FUNDECI para realização do experimento;

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo incentivo e estímulo através da concessão da bolsa de estudos;

À minha orientadora, Professora Dra. Danielle Azevêdo, em primeiro lugar pela paciência e compreensão que teve comigo por eu ser mãe, antes de ser sua orientanda; por todos os ensinamentos e, principalmente, por ter-me confiado tamanha responsabilidade;

Ao meu co-orientador Professor Dr. Amilton Rapôso em especial pela atenção, auxílio e contribuição ao meu trabalho e, principalmente, por tolerar meus incômodos;

À Dra. Giovana Alcântara, Pesquisadora da Embrapa Meio-Norte, por aceitar participar da minha banca, sua contribuição será muito bem-vinda, muito obrigada;

Aos Professores Doutores da Pós-Graduação em Ciência Animal, José Elivalto Guimarães Campelo e Arnaud Azevêdo Alves pela dedicação e defesa ao meu favor para que me fosse concedida prorrogação para defesa, junto ao Colegiado;

Ao estimado Professor Dr. João Batista pelo auxílio nas análises estatísticas dessa pesquisa;

À minha amiga-irmã Keyla Christianne e toda a sua família, pela amizade sincera, incentivo e apoio incondicional;

À minha amiga-irmã Daugerlândia Soares Lima pela companhia de todas as horas, pela dedicação ao longo da execução deste experimento e desenvolvimento da dissertação, o seu apoio foi imprescindível, não tenho palavras para agradecer;

Ao amigo Max, pelo ombro amigo para me acalmar nas horas de desespero, com suas mensagens;

Ao amigo Ernando, pela companhia e exclusiva dedicação de todos os dias durante a execução deste trabalho;

Aos estimados e inesquecíveis amigos do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal: Balbino, Flávio, Mara, Hatawa, Isolda, Karina, Larissa, Firmino, Cardoso, Daniel, Mayra, Fernando, Airton, Hipólito, Luana, Lima, Gustavo, Morgana, Sueli, Nilton, Mário, Gynna e Castelo “Nosso Anjo”; Francimarne pelo apoio na disposição dos dados; Monteiro e Edivar, pelo apoio e amizade em todos os momentos;

Ao Sr. Luis e Sr. Vicente, secretários da Pós-Graduação do CCA, pela tolerância, paciência e atenção;

Aos meus sogros, Raimundo e Maria, minha cunhada Dailma por terem cuidado do meu filho Gabriel na minha ausência, nas viagens de coletas de dados em Parnaíba;

Aos funcionários da Embrapa Meio-Norte Miguel, Macal, Vicente, Ananias, William, José Iran, minha enorme gratidão, pela ajuda incondicional na coleta dos dados.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	vii
RESUMO.....	X
ABSTRACT	xi
1 INTRODUÇÃO GERAL	12
2 ARTIGO CIENTÍFICO: Conforto térmico de vacas leiteiras em monocultivo de capim marandu e em sistema silvipastoril com coqueiros, em Parnaíba, Piauí.....	18
Resumo.....	18
Abstract.....	19
Introdução.....	20
Material e Métodos.....	21
Resultados e Discussão.....	23
Conclusões.....	32
Referências Bibliográficas	33
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOS

TA	Temperatura ambiente
UR	Umidade relativa do ar
TGN	Temperatura de Globo Negro
ITU	Índice de temperatura e umidade
ITGU	Índice de temperatura de globo e umidade
TR	Temperatura retal
FR	Frequência respiratória
CTC	Coefficiente de tolerância ao calor
SNK	Teste de Student-Newman-Keuls
SM	Sistema monocultivo (capim <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu)
SS	Sistema silvipastoril (<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu-coqueiros-bovinos)
TI	Teste de Ibéria ou Rhoad
TIM	Teste de Ibéria Modificado

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Médias e desvio padrão para as variáveis ambientais, temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), temperatura de globo negro (TGN), índice de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), em sistema de monocultivo de capim <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu (SM) e sistema silvipastoril com coqueiros e bovinos (SS), no período chuvoso (março) e seco (agosto), nos horários de coletas de dados dos parâmetros fisiológicos, em Parnaíba, Piauí, em 2009	
Tabela 2	Médias e desvio padrão das variáveis fisiológicas temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR), em vacas leiteiras mestiças Holandês-Gir, em sistema de monocultivo de capim <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu (SM) e sistema silvipastoril com coqueiros e bovinos (SS), no período chuvoso (março) e seco (agosto), em diferentes horários, em Parnaíba, Piauí, em 2009	
Tabela 3	Teste de Ibéria para determinação do coeficiente de tolerância ao calor (CTC), em vacas leiteiras mestiças Holandês-Gir, em sistema de monocultivo de capim <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu (SM), nos períodos chuvoso e seco, em Parnaíba, Piauí, em 2009	
Tabela 4	Teste de Ibéria Adaptado para determinação do coeficiente de tolerância ao calor (CTC), em vacas leiteiras mestiças Holandês-Gir, em sistema de monocultivo de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu (SM) e sistema silvipastoril com coqueiros e bovinos (SS), nos períodos chuvoso e seco, em Parnaíba, Piauí, em 2009	
Tabela 5	Teste de Ibéria Modificado para determinação do coeficiente de tolerância ao calor (CTC*), em vacas leiteiras mestiças Holandês-Gir, em sistema de monocultivo de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu (SM), nos períodos chuvoso e seco, em Parnaíba, Piauí, em 2009	
Tabela 6	Teste de Ibéria Modificado Adaptado para determinação do coeficiente de tolerância ao calor (CTC*), em vacas leiteiras mestiças Holandês-Gir, em sistema de monocultivo de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu (SM) e sistema silvipastoril com coqueiros e bovinos (SS), nos períodos chuvoso e seco, em Parnaíba, Piauí, em 2009	

RESUMO

O objetivo deste experimento foi avaliar a adaptabilidade climática de vacas leiteiras mestiças Holandês-Gir, por meio dos parâmetros fisiológicos, temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) e do Teste de Ibéria, em sistema de monocultivo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (SM), e sistema silvipastoril com braquiária, coqueiros e bovinos (SS), no período chuvoso (março) e seco (agosto). O experimento foi realizado na Embrapa Meio-Norte em Parnaíba, Piauí, região litorânea do Estado. Foram utilizadas dez vacas, multíparas, em diversos estágios de lactação e níveis de produção. Para análise estatística considerou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2x5 (dois sistemas, duas épocas e cinco horários), com cinco repetições (animais), em cada sistema. As comparações entre médias foram feitas pelo teste SNK, a 5% de probabilidade. As TR, em °C, e as FR, em movimentos respiratórios por minuto, foram coletadas de 8-9, 10-11, 13-14, 15-16 e 17-18 horas, três vezes em cada período. Nos mesmos dias e horários foram mensuradas a temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR) e temperatura de globo negro (TGN) e os dados utilizados para determinação dos índices de temperatura e umidade (ITU) e temperatura de globo e umidade (ITGU). Houve diferença ($P<0,05$) entre TA apenas no SM. Dentro dos períodos houve variação significativa ($P<0,05$) da TA ao longo do dia. Os valores observados para TGN denotam que houve diferença ($P<0,05$) entre o período chuvoso e seco, em ambos os sistemas de pastejo. Os valores de ITU e ITGU acompanharam o comportamento da TA, sendo inversamente proporcionais à UR, nos dois sistemas e em ambos os períodos, em todos os horários. No período chuvoso não houve diferença ($P>0,05$) entre as TR nos dois sistemas, porém, no período seco, esta diferença foi observada ($P<0,05$). Nos dois períodos houve diferença ($P<0,05$) para a FR, entre sistemas. O Teste de Ibéria Modificado demonstrou diferença ($P<0,05$) para os períodos avaliados. O SM sem sombreamento ocasiona maior estresse térmico às vacas em lactação. Recomenda-se que o Teste de Ibéria Modificado pode ser utilizado em ambiente de temperaturas mais elevadas ao invés do Teste de Ibéria que utiliza temperatura média de 38,3°C como fisiológica para bovinos.

ABSTRACT

This work aimed to evaluate climatic adaptability of dairy cows crossbred Holstein-Gir, through physiological parameters, rectal temperature (RT) and respiratory frequency (RF) and Iberia Test in system of monoculture of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (SM) and silvopastoral system with coconut trees and cattle (SS) in the rainy season (March) and dry (August). The experiment was conducted at Embrapa Meio-Norte in Parnaíba, Piauí. We used ten cows in different stage of lactation and production levels. Statistical analysis considered the randomized design in a 2x2x5 factorial scheme (two systems, two times and five times), with five replicates (animals) in each system. Comparisons between means were made by SNK test at 5% probability. The TR in °C, and FR, in breaths per minute, was collected from 8-9, 10-11, 13-14 and 17-18 hours, three times in each period. During the same days and times were measured at room temperature (TA), relative humidity (RH) and black globe temperature (BGT) and the data used to determine the temperature and humidity indices (THI) and black globe temperature and humidity (WBGT). There were differences ($P<0.05$) between TA only in MS. Within the periods vary significantly ($P<0.05$) in TA throughout the day. The observed values of TGN denote that significant differences ($P<0.05$) between dry and rainy season in both grazing systems. The THI values and BGT followed the behavior of the TA, being inversely proportional to the RH in both systems and in both periods, at all times. In the rainy season there was no difference ($P>0.05$) between the TR in both systems, but in the dry period, this difference was observed ($P<0.05$). In the two periods were different ($P<0.05$) for the FR among systems. The Original Modified Test Iberia should difference ($P<0.05$) for the periods. SM without shading leads to greater heat stress in dairy cows. The Original Modified Test Iberia should be used in an environment of higher temperatures rather than the test using Iberia as 38.3°C saline for cattle.

1 INTRODUÇÃO GERAL

O ambiente térmico é um dos principais fatores que podem afetar negativamente a produção diária de vacas leiteiras, principalmente aquelas de alto potencial genético (KADZERE et al., 2002). Assim, em regiões de clima tropical, a prevalência de altas temperaturas é um grande desafio ao desenvolvimento da bovinocultura leiteira. O problema principal está na adaptação das raças leiteiras especializadas, de origem européia, que devido à sua alta produtividade, muitas vezes, sofrem alterações fisiológicas e de comportamento provocadas por estresse térmico por calor, reduzindo sua produção de leite (SILVA et al., 2002).

Como animais homeotérmicos, as vacas leiteiras possuem uma zona de termoneutralidade, isto é, uma faixa de temperatura, limitadas pela temperatura crítica inferior e superior, em que não precisam produzir nem dissipar calor, logo seus custos fisiológicos são mínimos, podendo as mesmas expressar seu máximo potencial produtivo (SILVA, 2000). No entanto, existe grande variação na literatura no que diz respeito a estas temperaturas. Para Roenfeldt (1998) a zona de termoneutralidade estaria delimitada pelas temperaturas de 5 e 25°C. Já para Huber (1990) a temperatura crítica superior seria 26°C.

Na zona termoneutra, a homeotermia se dá por meio de mecanismos dependentes da temperatura (condução, convecção e radiação) e da umidade do ar (evaporação pelo suor e pelo ofego) (KADZERE et al., 2002). Em ambientes tropicais, o mecanismo fisiológico de termólise mais eficaz é o evaporativo (SILVA, 2000), e este mecanismo pode ser favorecido pelos ventos e prejudicado pela umidade elevada. Isso se deve por ser, normalmente, a temperatura ambiente mais elevada que a temperatura do animal, não favorecendo a perda de calor deste para o meio que o cerca.

Na região Nordeste do Brasil os animais criados a pasto são mais suscetíveis ao estresse térmico por calor, devido às elevadas temperaturas associadas com intensa radiação solar. Nestas condições, fatores como alta umidade e pouco movimento do ar podem tornar o ambiente ainda mais estressante para o animal. O ar úmido saturado inibe a perda de calor por evaporação, acarretando prejuízos ao desempenho animal.

O estresse calórico ocorre então quando a carga térmica que o animal recebe do ambiente adicionada à carga calórica produzida pelo metabolismo (calor endógeno) são maiores que a capacidade do animal em eliminar para o meio o calor excedente (PIRES, 2006).

Um ambiente estressante pode provocar várias respostas, dependendo da capacidade do animal para adaptar-se. Assim, em determinadas situações ambientais, o animal pode manter todas as suas funções (manutenção, reprodução e produção) e, em outras, ele pode estabelecer prioridades (BARBOSA et al., 2004).

A maneira mais eficiente de se combater o estresse calórico é estabelecer um sistema de manejo ambiental, incluindo-se neste a nutrição do animal, que objetive manter a temperatura corporal do animal próxima ao normal, que no bovino é 38,0 a 39,0°C (PIRES, 2006).

A principal estratégia das vacas lactantes para amenizar o incremento calórico elevado em decorrência de seu estado fisiológico, é a redução no consumo de alimentos, o que, conseqüentemente, acarreta queda na produção de leite (KLOSOWSKI et al., 2002). Além disso, estas fêmeas se utilizam de mecanismos fisiológicos de perda de calor para manter a homeotermia, tais como aumento da frequência respiratória (FR), em primeiro lugar, e da temperatura retal (TR), quando a elevação da primeira não é suficiente.

A elevação da TR significa que o animal está estocando calor, e se este não for dissipado, o estresse calórico tende a se manifestar. Elevadas FR, não significam necessariamente que o animal está em estresse térmico, pois este é mais um parâmetro de termorregulação, que pode, por si, evitar o estresse térmico.

Entretanto, a FR pode quantificar a severidade do estresse pelo calor, em que uma frequência de 40-60, 60-80, 80-120 mov./min. caracteriza um estresse baixo, médio-alto e alto para os ruminantes, respectivamente (SILANIKOVE, 2000).

Estes dois parâmetros, FR e TR, são, dentre os fisiológicos, os mais utilizados para estimar a tolerância de animais ao calor sendo, portanto, os mais pesquisados quando da verificação da adaptabilidade de animais a um determinado ambiente. Diversas pesquisas têm sido publicadas utilizando estes parâmetros para avaliação da adaptabilidade ao ambiente em bovinos leiteiros (ARCARO JÚNIOR et al., 2005), ovinos (OLIVEIRA, 2008), caprinos (ROCHA, 2006) e eqüinos (OLIVEIRA, 2006).

Quanto mais leite uma vaca produz, maior o seu consumo e sua conseqüente produção de calor, mas se estiverem em plena condição de bem-estar, ou seja, em conforto térmico, maior será a eficiência produtiva, pois não haverá necessidade de acionar os mecanismos termorreguladores. Na grande maioria dos casos, o estresse calórico está geralmente relacionado ao manejo inadequado na propriedade.

Em ambiente aberto, como a pasto, a maior parte da incidência solar direta é proveniente da radiação solar, e representa a maior fonte de calor adquirida pelos animais. Porém, em geral, as árvores são subutilizadas ou mesmo descartadas no momento da implantação da pastagem, sob o pretexto de dificultar o manejo das pastagens.

Em pastagens sem sombra, os animais apresentam sinais de estresse térmico que se manifestam por movimentação excessiva a fim de maximizar o resfriamento através da evaporação, ou redução na movimentação, a fim de diminuir a produção de calor. Bovinos em estresse calórico também tendem a se agrupar nos extremos do piquete, aumentar a ingestão de água, reduzir a ingestão de alimentos e a deitar-se com maior frequência (PIRES et al., 2000).

Desse modo, para atenuar o estresse térmico por calor em sistema de pastejo é recomendado o uso de sombra, natural ou artificial, que minimiza o efeito da radiação solar direta (KAZAMA et al., 2008). Pesquisas têm demonstrado o efeito benéfico da sombra natural que, ao reduzir a carga de calor radiante sobre as vacas, propicia maior conforto térmico expresso pela diminuição da FR e da TR e pelo aumento na produção de leite, quando comparadas com vacas mantidas sob radiação solar direta (VALTORTA et al., 1996).

As árvores, além de serem cada vez mais necessárias para melhorar a produção, qualidade e a sustentabilidade das pastagens, contribuem para o conforto dos animais, pela provisão de sombra, atenuando as temperaturas extremas, diminuindo o impacto de chuvas e vento e, ainda, servindo de abrigo (CARVALHO, 1998). Para Silva (2000) a proteção proporcionada pela sombra é uma barreira contra a radiação térmica e não contra o calor propriamente dito, já que essa proteção não altera a temperatura do ar

Pesquisa realizada por Armstrong et al. (1993) mostra que a sombra para vacas leiteiras é considerada essencial para minimizar a redução na produção de leite e na eficiência reprodutiva. Costa et al. (2006) enfatizam que os animais se beneficiam da sombra proporcionada pelas árvores e, conseqüentemente, há redução na insolação e na temperatura ambiente, com reflexos positivos nas respostas produtiva e reprodutiva do rebanho. Collier et al. (2006) observaram menor TR e FR, além de aumento de 10% na produção de leite em vacas com acesso à sombra em comparação àquelas sem acesso.

Já é constatado que a disponibilidade adequada de sombra produz mudanças favoráveis no comportamento de pastoreio e sobre a produtividade: os animais dedicam mais horas diárias ao pastejo e à ruminação; o consumo de alimento se maximiza sob conforto térmico, a conversão alimentar melhora, com a menor utilização de energia para dissipação de calor excessivo (MARTIN, 2002). A importância da sombra é, portanto, importante por ser uma forma efetiva que pode ser disponibilizada aos animais para que reduzam sua temperatura

corporal, pela menor incidência direta de radiação solar e, assim possam perder calor mais facilmente para o ambiente e manter sua homeotermia (NÃAS, 1989; ORTÊNCIO FILHO et al., 2001).

Com o recente reconhecimento e a conscientização da importância dos valores ambientais, os Sistemas Agroflorestais (SAFs), dentre os quais os sistemas agropastoris, silvipastoris e agrosilvipastoris, constituem-se em alternativas sustentáveis para aumentar os níveis de produção agrícola, animal e florestal. Os SAFs referem-se a uma ampla variedade de formas de uso da terra, onde árvores e arbustos são cultivados de forma interativa com cultivos agrícolas ou para a extração de madeira, pastagens e/ou animais, visando múltiplos propósitos, constituindo-se numa opção viável de manejo sustentável da terra (MEDRADO, 2000; RIBASKI et al., 2002).

O objetivo básico dos SAFs é otimizar os efeitos benéficos dessas interações que ocorrem entre os componentes arbóreos e culturais ou animais, a fim de obter a maior diversidade de produtos, diminuir as necessidades de insumos externos e reduzir impactos ambientais negativos nas práticas agrícolas (GLIESSMAN, 2001).

Entre os benefícios ambientais destes sistemas, destaca-se o melhor controle da temperatura ambiente, da umidade relativa do ar e da umidade do solo, que se alteram bastante em áreas abertas, sem árvores. Nos SAFs, a presença do componente arbóreo contribui para regular a temperatura do ar, reduzindo sua variação ao longo do dia e, conseqüentemente, tornando o ambiente mais estável, o que traz benefícios às plantas e aos animais componentes desses sistemas (RISBASKI et al., 2002).

Verifica-se que a utilização de SAFs apresenta importantes perspectivas para as pequenas propriedades rurais (MELO; GUIMARÃES, 2002). Para o pequeno produtor, os custos de implantação e manutenção são baixos e podem ser mantidos dentro de limites aceitáveis (BARROS, 2005). Além disso, este último autor enfatiza que a utilização desses sistemas pode aumentar a renda familiar e também contribuir para a melhoria da alimentação das populações rurais.

Embora a disponibilidade de informações sobre a utilização desses sistemas em várias regiões brasileiras tenha aumentado nos últimos 20 a 30 anos, o nível de adoção das tecnologias disponíveis ainda é baixo e depende de esforço de pesquisa e de divulgação dos resultados, por envolver convencimento e mudança de atitude dos usuários (CARVALHO et al., 2004).

O conhecimento das respostas fisiológicas de vacas em lactação relacionado ao ambiente térmico é de suma importância, pois permite a tomada de decisões e/ou alterações nas formas

de manejo na propriedade, bem como para a adequação do tipo de instalações ao sistema de produção escolhido.

Neste sentido, além dos parâmetros fisiológicos descritos acima (TR e FR), testes que se utilizam dos mesmos, como o conhecido Teste de Ibéria (ou de Rhoad), podem ser utilizados para avaliar a adaptabilidade de um animal ou grupo de animais a um determinado ambiente.

Para o estudo do conforto do animal em relação às condições térmicas do ambiente é conveniente conhecer a influência de cada um dos fatores em separado, porém, dificilmente é possível conseguir todos os equipamentos necessários para atingir este objetivo. Assim, o globo-termômetro, termômetro de globo ou globo de Vernon tem sido frequentemente utilizado, como uma estimativa da carga térmica radiante, procedente da combinação da temperatura ambiente, temperatura radiante e da velocidade do vento (KELLY; BOND, 1971), supondo-se não haver trocas térmicas por evaporação significativas entre o animal e o ambiente (SILVA, 2000), que pode ser pastos, sombreados ou não, interior de abrigos, como nos estábulos e salas de ordenha. Segundo Silva (2000), o globo negro deve ser colocado a uma altura média dos animais e simulará a temperatura no interior do corpo destes.

O índice de temperatura e umidade (ITU) foi proposto por Thom (1958), inicialmente para humanos, mas observou-se que as mesmas variáveis causadoras de desconforto térmico em humanos também podem causar desconforto em vacas leiteiras, o que pode acarretar decréscimos na produção de leite, como demonstrado por Marcheto et al. (2002). É um dos mais utilizados por sua facilidade de cálculo, utilizando a temperatura ambiente e a temperatura do ponto de orvalho em sua fórmula, não levando em consideração, no entanto fatores ambientais importantes como a radiação solar e a movimentação do ar.

De acordo com Hahn (1982), ITU menor que 70 expressa uma condição normal, ou ausência de estresse; um valor entre 71 e 78 é crítico; entre 79 e 83, a situação pode ser considerada de perigo e, acima de 83 é uma emergência, com possibilidade de óbito ao animal. Johnson (1980) considera o valor de ITU 72 como estressante para vacas holandesas, deixando claro que, quanto mais especializado o animal para produção de leite, mais sensível é ao desconforto térmico por calor.

Buffington et al. (1981), considerando as limitações do ITU acima expostas, propuseram uma modificação no mesmo, que denominaram Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), fornecendo um índice adimensional, considerado por Ablas (2002) como o mais representativo do estresse térmico em áreas abertas, sob radiação solar direta (global) e indireta (difusa).

Segundo Buffington et al. (1981) e Silva (2000), o ITGU é o mais preciso para prever o bem-estar térmico em regiões tropicais pois, em seu cálculo incorpora a umidade através do ponto de orvalho, a temperatura de bulbo seco e a radiação solar, em um único valor. Em condições severas de estresse por calor, os autores do ITGU consideram que este índice é mais indicado que o ITU, porém, os dois são similares como indicadores de conforto animal em condições de estresse moderado

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os parâmetros fisiológicos temperatura retal e frequência respiratória, bem como o Teste de Ibéria, em sua forma original e em sua forma modificada, para vacas mestiças Holandês-Gir em dois diferentes tipos de sistema rotacionado de pastejo, o monocultivo de braquiária cv. Marandu e o silvipastoril com a utilização do consórcio entre braquiária-coqueiro-bovino, no período chuvoso e seco na região litorânea do Piauí.

O artigo científico resultante deste experimento será submetido para publicação na Revista de Zootecnia (Córdoba) com o título “Conforto térmico de vacas leiteiras em monocultivo de capim marandu e em sistema silvipastoril com coqueiros, em Parnaíba, Piauí”.

2 ARTIGO CIENTÍFICO

Conforto térmico de vacas leiteiras em monocultivo de capim marandu e em sistema silvipastoril com coqueiros, em Parnaíba, Piauí

Emones Santos Souza, Danielle Maria Machado Ribeiro Azevedo, Daugerlândia Soares Lima, Ernando de Oliveira Macedo, Amilton Paulo Raposo, Giovana Alcântara Maciel, Carlos Henrique Mendes Malhado, João Batista Lopes

RESUMO: O objetivo deste experimento foi avaliar a adaptabilidade climática de vacas leiteiras mestiças Holandês-Gir, por meio dos parâmetros fisiológicos temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) e do Teste de Ibéria, em sistema de monocultivo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (SM), e sistema silvipastoril com coqueiros e bovinos (SS), no período chuvoso (março) e seco (agosto). O experimento foi realizado na Embrapa Meio-Norte em Parnaíba, Piauí, região litorânea do Estado. Foram utilizadas dez vacas, múltiparas, em diversos estágios de lactação e níveis de produção. Para análise estatística considerou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2x5 (dois sistemas, duas épocas e cinco horários), com cinco repetições (animais), em cada sistema. As comparações entre médias foram feitas pelo teste SNK, a 5% de probabilidade. As TR, em °C, e as FR, em movimentos respiratórios por minuto, foram coletadas de 8-9, 10-11, 13-14, 15-16 e 17-18 horas, três vezes em cada período. Nos mesmos dias e horários foram mensuradas a temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR) e temperatura de globo negro (TGN) e os dados utilizados para determinação dos índices de temperatura e umidade (ITU) e temperatura de globo e umidade (ITGU). Houve diferença ($P<0,05$) entre TA apenas no SM. Dentro dos períodos houve variação significativa ($P<0,05$) da TA ao longo do dia. Os valores observados para TGN denotam que houve diferença ($P<0,05$) entre o período chuvoso e seco, em ambos os sistemas de pastejo. Os valores de ITU e ITGU acompanharam o comportamento da TA, sendo inversamente proporcionais à UR, nos dois sistemas e em ambos os períodos, em todos os horários. No período chuvoso não houve diferença ($P>0,05$) entre as TR nos dois sistemas, porém, no período seco, esta diferença foi observada ($P<0,05$). Nos dois períodos houve diferença ($P<0,05$) para a FR, entre sistemas. O Teste de Ibéria Modificado Original demonstrou diferença ($P<0,05$) para os períodos avaliados. O SM sem sombreamento ocasiona maior estresse térmico às vacas em lactação. O Teste de Ibéria Modificado Original deve ser utilizado em ambiente de temperaturas mais elevadas ao invés do Teste de Ibéria que utiliza 38,3°C como fisiológica para bovinos.

Palavras-chave: bem-estar animal, bioclimatologia, estresse térmico, teste de Ibéria

Thermal comfort of dairy cows on marandu grass monoculture and silvopastoral system with coconut in Parnaíba, Piauí

ABSTRACT: This work aimed to evaluate climatic adaptability of dairy cows crossbred Holstein-Gir, through physiological parameters, rectal temperature (RT) and respiratory frequency (RF) and Iberia Test in system of monoculture of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (SM) and silvopastoral system with coconut trees and cattle (SS) in the rainy season (March) and dry (August). The experiment was conducted at Embrapa Meio-Norte in Parnaíba, Piauí. We used ten cows in different stage of lactation and production levels. Statistical analysis considered the randomized design in a 2x2x5 factorial scheme (two systems, two times and five times), with five replicates (animals) in each system. Comparisons between means were made by SNK test at 5% probability. The TR in °C, and FR, in breaths per minute, were collected from 8-9, 10-11, 13-14, 15-16 and 17-18 hours, three times in each period. During the same days and times were measured at room temperature (TA), relative humidity (RH) and black globe temperature (BGT) and the data used to determine the temperature and humidity indices (THI) and black globe temperature and humidity (WBGT). There were differences ($P<0.05$) between TA only in MS. Within the periods vary significantly ($P<0.05$) in TA throughout the day. The observed values of TGN denote that significant differences ($P<0.05$) between dry and rainy season in both grazing systems. The THI values and BGT followed the behavior of the TA, being inversely proportional to the RH in both systems and in both periods, at all times. In the rainy season there was no difference ($P>0.05$) between the TR in both systems, but in the dry period, this difference was observed ($P<0.05$). In the two periods were different ($P<0.05$) for the FR among systems. The Original Modified Test Iberia should differences ($P<0.05$) for the periods. SM without shading leads to greater heat stress in dairy cows. The Original Modified Test Iberia should be used in an environment of higher temperatures rather than the test using Iberia as 38.3°C saline for cattle.

Keywords: animal welfare, bioclimatology, heat stress, Iberia Test

INTRODUÇÃO

No Nordeste do Brasil, um dos principais entraves à produção de bovinos leiteiros criados a pasto relaciona-se às altas temperaturas do ar associadas à intensa radiação solar na maior parte do ano. Dessa forma, torna-se imprescindível o conhecimento das respostas fisiológicas de vacas em lactação ao ambiente térmico a que são expostas, pois o mesmo permite alterações no manejo do animal e controle do ambiente a fim de amenizar as conseqüências do estresse calórico.

Vacas de alta produção em lactação são particularmente sensíveis ao calor, devido à sua função especializada e, para isso, sua elevada eficiência na utilização dos alimentos (ARCARO JÚNIOR et al., 2003), que aumenta a produção de calor endógeno. Assim, a importância de se disponibilizar um ambiente adequado para esses animais reside no fato de se atender as exigências térmicas dos mesmos, propiciando-lhes condições de expressarem ao máximo o potencial genético para a produção de leite.

Nessa perspectiva, os sistemas silvipastoris, compostos por árvores, como o coqueiro, associadas a animais e pastagem, representam uma opção para atenuar os efeitos das elevadas temperaturas do ar e da carga térmica radiante, favorecendo ao conforto térmico de animais em pastejo e o seu bem-estar. De acordo com Marques et al. (2007), o sombreamento das pastagens pode reduzir a carga térmica incidente sobre os animais em 30% ou mais.

Em pastagens onde os animais não têm disponibilidade de sombra é comum que os mesmos apresentem sinais de estresse calórico, principalmente nas horas mais quentes do dia, manifestando alterações fisiológicas e comportamentais, que trazem como conseqüência redução nos índices produtivos.

Na Bacia Leiteira do Baixo Parnaíba, litoral piauiense, a bovinocultura leiteira é uma atividade tradicional responsável pelo sustento de um grande número de famílias. No entanto, nos últimos anos, uma parcela significativa dos produtores de leite vem deixando a atividade, em decorrência de múltiplas causas destacando-se a baixa renda obtida pela atividade com predominância da pequena escala de produção, a falta de mão-de-obra especializada e a não utilização de técnicas adequadas de manejo das vacas em lactação, mestiças em sua maioria, mas com um elevado grau de sangue Holandês.

Desse modo, acredita-se que o consórcio entre a produção de leite a pasto (bovino leiteiro + capim braquiária) e a plantação de coqueiros possa vir a incrementar a renda nestas propriedades produtoras de leite, tornando-se a venda do coco uma fonte alternativa de renda disponível ao produtor de leite bovino. Em adição, a sombra disponibilizada pelos coqueiros pode amenizar os efeitos da temperatura ambiente sobre os animais, na medida em que os

mesmos podem optar por sua utilização e, assim, poder expressar melhor seu potencial genético para produção de leite.

Desta forma, o objetivo deste experimento foi avaliar vacas leiteiras em dois sistemas de pastejo, o monocultivo de capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e o sistema silvipastoril capim braquiaria, coqueiros (*Cocos nucifera*) e bovinos, por meio de parâmetros fisiológicos e de testes de adaptabilidade, durante o período seco e chuvoso no litoral do estado do Piauí.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado durante os meses de março (chuvoso) e agosto (seco) de 2009, na Embrapa Meio-Norte/Uep Parnaíba, localizada ao Norte do estado do Piauí, a 20 Km no Município de Parnaíba, com coordenadas geográficas de 3° 05' latitude Sul e 41° 47' longitude Oeste e altitude de 37 m (GOOGLE EARTH, 2008). A classificação do clima da região, segundo Köppen, é do tipo Tropical – Aw, com precipitação anual média de 1.300 mm, temperatura média anual de 27°C e umidade relativa do ar de 75%. O solo da área experimental é tipo neossolo quartzârenico álico distrófico com relevo plano e período chuvoso durante os meses de janeiro a junho (MAGALHÃES et al., 2003).

Foram implantados 3 ha de pastagem de braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), sendo 1,5 ha em área de coqueiros adultos e 1,5 ha em monocultivo, utilizadas ambas na forma de pastejo rotativo. A pastagem foi irrigada no período seco, através do método de aspersão fixa de baixa vazão e adubada ao longo do ano com 100 kg de P₂O₅ e em cobertura com 300 kg de N e 135 kg de K₂O/ha/ano, fracionada após três dias de pastejo em cada piquete.

Cada uma das áreas ou sistemas correspondeu a um tratamento: 1 – Monocultivo de braquiária e, 2 – Silvipastoril (consórcio braquiária-coqueiros-bovinos). Cada sistema foi subdividido por cerca de arame farpado, em dez piquetes, diferenciados por numeração de 1 a 10 no monocultivo e por letras de A a J, no sistema silvipastoril. Cada piquete foi pastejado durante três dias com 27 dias de repouso, com uma taxa de lotação de 5 UA/ha.

Nos dois tratamentos os animais permaneceram nos piquetes durante todo tempo, sendo retirados dos mesmos apenas para a ordenha. No tratamento 1 – monocultivo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, os animais não possuíam nenhum tipo de sombra (natural ou artificial), sendo mantidos sob total exposição ao sol durante todo o período experimental. No tratamento 2 – silvipastoril (braquiaria-coqueiros-bovinos) as vacas tinham acesso ao sol

ou à sombra dos coqueiros (*Cocos nucifera*). Foram utilizadas dez vacas mestiças, multíparas, em estágios de lactação próximos, sendo cinco em cada sistema.

Os parâmetros fisiológicos frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR), foram aferidos, nesta ordem, com os animais sempre em condições de campo ao sol (sistema monocultivo - SM) e à sombra dos coqueiros (sistema silvipastoril - SS), nos seguintes horários: 8-9, 10-11, 13-14, 15-16 e 17-18 horas, durante nove dias não-consecutivos, em cada período chuvoso (março/2009) e seco (agosto/2009), perfazendo um total de 18 dias de coleta.

A FR foi obtida por observação dos movimentos do flanco direito do animal, guardando-se certa distância entre o observador e o animal, durante quinze segundos, sendo o valor obtido multiplicado por quatro para obtenção do resultado em movimentos por minuto. A TR, em °C, foi mensurada por meio de termômetro clínico veterinário inserido no reto do animal (10 cm), ficando em contato com a parede do mesmo por dois minutos para estabilização da temperatura.

Os resultados obtidos para TR às 10 e 15 horas foram utilizados para cálculo dos coeficientes de tolerância ao calor (CTC), dos Testes de Ibéria (MÜLLER, 1989) e Ibéria Modificado (AMAKIRI e FUNCHO, 1979), conforme as equações, descritas a seguir.

- Teste de Ibéria: $CTC = 100 - 18(TR_{média} - 38,3\text{ }^{\circ}\text{C})$, onde CTC = coeficiente de tolerância ao calor; 100 = eficiência máxima em manter a temperatura corporal em 38,3°C; 18 = constante; TR = temperatura retal média $(TR_{tarde} + TR_{manhã}/2)$ e 38,3°C = temperatura considerada normal para o bovino;

- Teste de Ibéria Modificado: $*CTC = 100 - [18(TR_{tarde} - TR_{manhã})]$, onde *CTC = coeficiente de tolerância ao calor; 100 = eficiência máxima em manter a temperatura corporal em 38,3°C; 18 = constante; TR_{tarde} = temperatura retal 15 horas e $TR_{manhã}$ = temperatura retal 10 horas.

Em relação ao Teste de Ibéria realizou-se o teste original, proposto por Rhoad, ainda em 1944 e o Teste de Ibéria Modificado, proposto por Amakiri e Funcho (1979). Apesar do teste de Ibéria, tanto o original quanto o modificado, serem realizados apenas para animais ao sol, mas em função do interesse de resposta de nosso experimento que é comparar os dois tipos de sistemas de pastejo (SM e SS), resolveu-se adaptar ambos e aplicar o teste também

aos animais do sistema com sombreamento de coqueiros (sistema silvipastoril). Os resultados devem ser interpretados pela proximidade de 100.

Em cada sistema (monocultivo e silvipastoril) e períodos a temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR) e temperatura de globo negro (TGN) foram coletadas por meio de leituras em termo-higrômetro, no caso dos dois primeiros parâmetros e em um globo-termômetro, no terceiro. Este último aparelho foi colocado a uma altura de 1,60 m do solo, correspondendo à altura média aproximada dos animais experimentais.

Também foram obtidos os índices de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), segundo as fórmulas descritas a seguir.:

- Índice de temperatura e umidade: $ITU = T_A + 0,36 T_{po} + 41,5$, onde T_{po} é a temperatura do ponto de orvalho e T_A , temperatura ambiente, ambas em °C (THOM, 1958). A T_{po} foi determinada pela fórmula $e = UR \times es(t)/100$, onde a tensão atual de vapor (e) foi fornecida em percentuais (%), e a tensão máxima de vapor (es/t), em mmHg (OMETTO, 1981).

- Índice de temperatura de globo e umidade: $ITGU = T_g + 0,36T_{po} + 41,5$, onde T_g é a temperatura do globo negro, em graus °C, e T_{po} a temperatura do ponto de orvalho em percentual (%) (BUFFINGTON et al., 1981).

A análise dos dados foi realizada considerando-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2x5 (dois sistemas, duas épocas e cinco horários), com cinco repetições (animais), em cada sistema. Os componentes de variância foram estimados utilizando-se o logiciário estatístico SAS (2000) e as médias dos parâmetros avaliados comparadas pelo teste SNK, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para os parâmetros físicos do ambiente, avaliados nos períodos chuvoso e seco, nos dois sistemas – monocultivo (SM) e silvipastoril (SS) estão apresentados na Tabela 1. Observa-se que a temperatura de globo negro (TGN) e os índices de temperatura e umidade (ITU) e de temperatura de globo e umidade (ITGU) foram significativamente ($P < 0,05$) superiores no período seco (agosto) ao contrário do comportamento da umidade relativa do ar (UR), superior, como já esperado, no período chuvoso (março).

Em relação à temperatura ambiente (TA) percebe-se que houve diferença entre a mesma apenas no SM, não ocorrendo significância ($P > 0,05$) entre períodos no SS, o que

indica que o sombreamento foi capaz de manter a temperatura mais estável ao longo do tempo, o que pode propiciar aos animais uma opção para amenizar sua temperatura corporal utilizando-se da sombra das árvores, no caso específico, dos coqueiros.

Apesar de não haver concordância entre os autores acerca dos limites de zona de termoneutralidade para os bovinos, fato decorrente principalmente em função da variabilidade de raças e tratamentos em cada experimento realizado, todos os valores obtidos para TA superam a temperatura crítica superior sugerida pelos diversos autores que trabalham nesta área, como Huber (1990 = 26°C), Baeta e Souza (1997 = 16°C), Nããs (1998 = 24°C) e Roenfeldt (1998 = 25°C). O menor valor obtido neste experimento foi 25,7°C no horário de 17-18 horas, no SS durante o período chuvoso. No entanto, se considerarmos os valores de temperatura crítica superior sugerida por Pereira (2005 = 31°C) para bovinos mestiços europeu-zebu, no período chuvoso no SS, todos os animais estariam em sua zona de termoneutralidade, diferentemente de alguns outros horários nos dois períodos e sistemas avaliados.

Neste sentido, deve-se frisar que, dentro do período chuvoso e seco, houve variação significativa ($P < 0,05$) da TA ao longo do dia, como já observado em diversos experimentos em diferentes espécies (caprinos= Rocha, 2006; ovinos= Oliveira, 2008; bovinos = Martello et al., 2004). No entanto observa-se um comportamento interessante: no período chuvoso, o horário de 10-11 h, nos dois sistemas foi o que apresentou maior TA e no período seco, o horário de 13-14 h, também nos dois sistemas apresentou a mais elevada TA. Este comportamento foi acompanhado pelos resultados obtidos para TGN, ITU e ITGU, visto que os três parâmetros estão diretamente relacionados a TA e os dois últimos também à UR, que apresentou nos horários citados, seus menores valores, em ambos os sistemas e períodos.

Em relação à UR, seu comportamento também apresentou variação ao longo do dia, com os valores mais elevados no início da manhã e final da tarde, nos dois períodos e sistemas, fato também observado por Costa et al. (2004), Rocha et al. (2005) e Santos (2007) em experimentos realizados no Meio-Norte para avaliação do comportamento fisiológico de pequenos ruminantes.

Sabe-se que o animal está sujeito a uma gama de fatores físicos em combinação, como TA, UR, radiação solar e velocidade do vento. Kadzere et al. (2002), afirmam que UR até 70% pode ser considerada confortável para vacas em lactação, entre 75 e 78% estressante e acima de 78% extremamente desconfortável. Este fato decorre da dificuldade de trocas evaporativas úmidas com o ambiente ao qual o animal está exposto. Durante o período

chuvoso, no SS todos os valores para UR foram superiores a 78%, exceto no horário de 10-11 horas, horário de maior TA sugerindo que na maior parte do dia os animais estavam em desconforto extremo, o que pode ser verificado pelos elevados valores de ITU e ITGU, que serão abordados em outra parte deste texto.

Os valores observados na Tabela 1 para TGN denotam que houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre o período chuvoso e seco, em ambos os sistemas de pastejo, demonstrando um maior desconforto térmico nos animais do sistema monocultivo de braquiária.

Dentro de cada período e sistema houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre horários, sendo os maiores valores da TGN, em ambos os sistemas de pastejo de 10-11 e 13-14 horas, acompanhando os valores observados para TA (Tabela 1), apesar das diferenças absolutas que se devem à influência da radiação solar direta e à velocidade dos ventos na TGN.

Segundo Mota (2001), para vacas em lactação, os valores para TGN podem ser assim classificados: de 7 a 27°C = ótimo; de 27 a 34°C = regular e, acima de 35°C = crítico. Neste experimento, valores considerados ótimos foram obtidos apenas no horário de 17-18 h, no período chuvoso, em ambos os sistemas. No período seco, todos os outros horários podem ser considerados críticos para os animais, no SM, enquanto que no SS todos os horários, em ambos os períodos são inferiores aos valores críticos.

De acordo com Ferreira et al. (2006), valores acima de 44°C são limitantes para o conforto do animal, gerando estresse severo. Valor acima deste foi obtido apenas no SM durante o período seco (46,3°C). Os mais elevados valores de TGN no monocultivo se devem, provavelmente, a maior incidência de radiação do ambiente.

Os valores de ITU e ITGU também acompanharam o comportamento da TA, sendo inversamente proporcionais à UR (Tabela 1), nos horários de 10-11 e 13-14 horas, visto que em suas fórmulas estão envolvidos estes dois parâmetros.

Levando-se em consideração os valores sugeridos por Hahn (1982), nos dois sistemas de pastejo (SM e SS) e em ambos os períodos, chuvoso e seco, em todos os horários, os animais estavam em situação de crítica a perigo, sugerindo um elevado desconforto térmico.

Os valores obtidos para ITGU acompanharam os valores para ITU, inclusive na variação entre horários do dia (Tabela 1), sendo, em valores absolutos, sempre superiores a estes. Em ambos os períodos e sistemas os menores valores de ITGU ocorreram de 17-18 horas. No período chuvoso os valores para ITGU foram inferiores ($P < 0,05$) aos do período

seco, em ambos os sistemas, demonstrando que a umidade pode favorecer ao conforto térmico dos animais nesta região, de TA e radiação solar elevadas.

Analisando os parâmetros fisiológicos (Tabela 2), percebe-se que, em termos de médias gerais, a TR no período chuvoso foi inferior ($P < 0,05$) a do período seco, no SS, resultado inverso foi obtido para a FR entre os dois períodos. No SM não houve diferença ($P > 0,05$) para os dois parâmetros entre períodos, em relação às médias gerais.

No período chuvoso não houve diferença ($P > 0,05$) entre as TR nos dois sistemas, porém, no período seco, esta diferença foi observada ($P < 0,05$). Nos dois períodos, seco e chuvoso, houve diferença significativa ($P < 0,05$) para a FR, entre sistemas, provavelmente em decorrência da maior umidade no SS, provocada pelo microclima decorrente da presença das árvores no sistema e da maior incidência de radiação solar no SM, sendo a FR, o primeiro parâmetro fisiológico a ser atingido pelas alterações ambientais, servindo inclusive como mecanismo para manutenção da TR do animal o mais próximo possível da normalidade.

Em relação a TR aferida nos diferentes horários, os animais do SM apresentaram aumento crescente ($P < 0,05$), até as 13-14 h, decaindo a partir daí até 17-18 h. O pico da TR no SM, nos períodos chuvoso e seco, foram respectivamente às 13-14 h e 15-16 h, coincidindo com o pico da FR, nos dois períodos. Isso provavelmente decorre da impossibilidade da FR manter a TR dentro dos limites normais para a espécie.

No SS a variação de TR durante os diferentes horários foi menor, o que é possível ser visualizado na Tabela 2 percebendo-se que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) nas TR de 10-11 até 17-18 horas no período chuvoso, e de 13-14 até 17-18 horas no período seco, apesar das diferenças existentes entre as FR nos diferentes horários, tanto no SM quanto no SS. Como já esperado, as TR à tarde foram superiores às da manhã, exceto no SS no período chuvoso, o que provavelmente está associado aos mais elevados valores da TA à tarde (Tabela 1). Alguns trabalhos com ovinos (Oliveira et al., 2008; Cardoso, 2008), caprinos (Rocha et al., 2005) e bovinos (Arcaro Júnior et al., 2005; Cunha et al., 2007; Silva et al., 2009) já demonstraram este fato.

Para Du Preez (2000) e Robertshaw (2006) a temperatura de bovinos pode variar fisiologicamente de 38,0 a 39,3°C. Sendo assim, no período chuvoso apenas nas primeiras horas da manhã, em ambos os sistemas avaliados e no período seco também no primeiro

horário da manhã no SM e nos dois primeiros horários da manhã para o SS, a TR manteve-se dentro da normalidade para bovinos.

Para Reece (2006) considera-se fisiológico para bovinos uma FR variando de 26 a 35 mov./min. Por estes valores demonstrados na Tabela 2, a FR pode ser considerada, em grande parte dos horários, inferior à considerada normal para bovinos. Vale ressaltar que as maiores médias para FR foram observadas nos horários de maiores TA e menores UR (Tabela 1).

Tabela 1. Médias e desvio padrão para as variáveis ambientais, temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), temperatura de globo negro (TGN), índice de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), em sistema monocultivo de capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (SM) e sistema silvipastoril com coqueiros e bovinos (SS), nos períodos chuvoso (março) e seco (agosto), nos horários de coletas de dados dos parâmetros fisiológicos, em Parnaíba, Piauí, em 2009

Período		Chuvoso (março)									
Sistema		SM					SS				
Variáveis ambientais	TA (°C)	UR (%)	TGN (°C)	ITU	ITGU	TA (°C)	UR (%)	TGN (°C)	ITU	ITGU	
8-9 h	27,92±0,64Ad	87,11±5,12Bb	33,55±4,39Ac	78,62±0,89Ac	84,25±4,44Ab	27,90±1,56Bc	91,22±9,91Ab	28,61±2,89Bc	78,84±1,47Bc	79,55±2,90Bc	
10-11 h	32,17±1,07Aa	63,44±8,48Be	40,27±5,05Aa	82,40±0,85Aa	90,50±4,89Aa	30,16±2,67Ba	77,00±12,77Ae	32,27±4,27Ba	80,83±2,75Ba	82,94±4,26Ba	
13-14 h	31,64 ± 3,65Ab	69,55±16,41Bd	35,16±6,16Ab	82,08±3,50Aa	85,61±5,97Ab	29,54±2,25Bb	79,00±12,96Ad	31,16±3,57Bb	80,16±2,09Bb	81,78±3,36Bb	
15-16 h	29,34±5,18Ac	78,88±19,81Bc	31,61±6,91Ad	79,67±5,04Ab	81,93±6,76Ac	27,47±2,51Bd	85,88±12,64Ac	27,72±3,22Bd	77,87±2,60Bd	78,11±3,29Bd	
17-18 h	26,36 ± 1,59Ae	92,33±8,17Ba	26,22±2,67Ae	76,85±1,77Ad	76,71±2,77Ad	25,67±1,46Be	96,11±5,05Aa	25,66±1,86Be	76,17±1,79Be	76,16±2,20Be	
Média geral	29,49 B	78,26 A	33,36 B	79,92B	83,80B	28,15 B	85,84 A	29,08 B	78,77B	79,71B	
Período		Seco (agosto)									
Sistemas		SM					SS				
Variáveis ambientais	TA (°C)	UR (%)	TGN (°C)	ITU	ITGU	TA (°C)	UR (%)	TGN (°C)	ITU	ITGU	
8-9 h	31,58±1,81Ad	61,00±7,29Bb	36,01±1,70Ac	82,13±1,76Ac	86,56±1,70Ac	26,67±0,71Be	76,00± 9,79Aa	27,55±0,77Be	76,08±0,75Bc	76,96±0,80Bd	
10-11 h	37,43±1,95Ab	42,44±6,23Bc	42,00±2,61Ab	86,65±1,87Aa	91,22±2,68Ab	29,96±0,75Bc	58,77±7,83Ac	32,61±0,78Bc	78,99±0,94Bb	81,63±1,14Bb	
13-14 h	38,12±2,20Aa	40,66±7,49Be	46,33±4,39Aa	86,98±2,47Aa	95,19±4,66Aa	32,91±0,74Ba	45,88±7,20Ae	34,55±2,15 Ba	81,95±1,04Ba	83,09±2,51Ba	
15-16 h	35,51±2,41Ac	41,88±7,062Bd	41,94±4,85Ab	84,18±2,21Ab	90,61±4,42Ab	32,43±1,46Bb	49,66±10,00Ad	34,27±2,09Bb	81,22±0,93Ba	83,07±1,92Ba	
17-18 h	29,45±1,91Ae	67,22±10,73Ba	31,55±3,38Ad	80,33±1,84Ad	82,43±3,01Ad	29,00±1,43Bd	66,11±10,31Ab	29,83±1,71Bd	78,37±1,19Bb	79,20±1,44Bc	
Média geral	34,42A	50,64B	39,56A	84,06A	89,20A	30,19B	59,28B	31,76A	79,22A	80,79A	

^{A, B} Médias do mesmo parâmetro ambiental em diferentes períodos, sistemas e horários, seguidas de letras maiúsculas distintas diferem ($P < 0,05$) pelo teste de SNK.

^{a, b} Médias do mesmo parâmetro ambiental no mesmo período, sistema e horários diferentes, seguidas de letras minúsculas distintas diferem ($P < 0,05$) pelo teste de SNK.

Tabela 2. Médias e desvio padrão das variáveis fisiológicas, temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR), em vacas leiteiras mestiças Holandês-Gir, em sistema de monocultivo de capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (SM) e sistema silvipastoril com coqueiros e bovinos (SS), nos períodos chuvoso (março) e seco (agosto), em diferentes horários, em Parnaíba, Piauí, em 2009

Período	Chuvoso			
Sistemas	SM		SS	
Variáveis fisiológicas	TR (°C)	FR (mov./min.)	TR (°C)	FR (mov./min.)
8-9h	38,56±1,44Ad	24,75±4,95Ad	38,70±0,44Ab	22,71±5,03Bd
10-11h	39,61±0,70Ab	34,00±10,04Ab	39,08±0,41Aa	25,60±6,09Bc
13-14h	40,57±5,97Aa	35,86±11,55Aa	39,27±0,67Aa	27,37±7,52Ba
15-16h	39,61±0,77Ab	29,02±8,14Ac	39,22±0,60Aa	26,84±8,12Bb
17-18h	39,28±0,65Ac	24,62±5,00Ad	39,00±0,47Aa	22,66±4,06Bd
Média geral	40,93A	29,65A	39,05B	25,04A
Período	Seco			
Sistemas	SM		SS	
Variáveis fisiológicas	TR (°C)	FR (mov./min.)	TR (°C)	FR (mov./min.)
8-9h	38,56±0,27Ad	22,44±3,01Ae	38,58±0,26Bc	17,24±3,67Be
10-11h	39,00±0,51Ac	27,46±3,14Ad	38,83±0,33Bb	18,88±2,47Bd
13-14h	39,80±0,78Ab	34,35±7,59Ab	39,49±0,39Ba	23,73±3,20Bb
15-16h	40,12±0,71Aa	36,75±7,15Aa	39,63±0,55Ba	26,66±5,72Ba
17-18h	39,93±0,55Ab	30,35±5,54Ac	39,39±0,49Ba	20,84 ±3,20Bc
Média geral	39,48A	30,27A	39,18A	21,47B

^{A, B} Médias para um mesmo parâmetro fisiológico dentro de um mesmo período e em diferentes sistemas, seguidas de letras maiúsculas distintas diferem ($P < 0,05$) pelo teste de SNK.

^{a, b} Médias para um mesmo parâmetro fisiológico dentro de um mesmo período e sistema, em diferentes horários, seguidas de letras minúsculas distintas diferem ($P < 0,05$) pelo teste de SNK.

Na Tabela 3 estão os resultados para o Teste de Ibéria original sem adaptação, ou seja, apenas para os animais do SM. Percebe-se que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os períodos seco e chuvoso.

Tabela 3. Teste de Ibéria Original para determinação do coeficiente de tolerância ao calor (CTC), em vacas leiteiras mestiças Holandês-Gir, em sistema de monocultivo de capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu – SM (animais ao sol), nos períodos chuvoso e seco, em Parnaíba, Piauí, em 2009

Período	Chuvoso	Seco
CTC	79,24A	83,02A
Média geral	81,13	

Teste de Ibéria Original em sistema monocultivo (animais ao sol), utilizando a fórmula: $CTC = 100 - 18(TR_{média} - 38,3)$, onde CTC = coeficiente de tolerância ao calor; 100 = eficiência máxima em manter a temperatura corporal em 38,3°C; 18 = constante; TR = temperatura retal média ($TR_{tarde} + TR_{manhã}/2$) e 38,3°C = temperatura considerada normal para o bovino.

^{A, B} Médias em diferentes períodos seguidas de letras maiúsculas distintas, diferem ($P < 0,05$) pelo teste de SNK.

Na Tabela 4 estão os dados do Teste de Ibéria Original com a adaptação, ou seja, comparando os dois sistemas, monocultivo (animais ao sol) e silvipastoril (com sombra de coqueiros). Verifica-se que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre sistemas ou entre períodos dentro dos sistemas.

Tabela 4. Teste de Ibéria Adaptado para determinação do coeficiente de tolerância ao calor (CTC), em vacas leiteiras mestiças Holandês-Gir, em sistema de monocultivo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu - SM (animais ao sol), e sistema silvipastoril - SS (com sombra de coqueiros), nos períodos chuvoso e seco, em Parnaíba, Piauí, em 2009

Sistema	Monocultivo		Silvipastoril	
Período	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
CTC	79,40A	83,02A	85,00A	86,32A
Média geral	83,39			

Teste de Ibéria Original Adaptado em sistema monocultivo (animais ao sol) e em sistema silvipastoril (com sombra de coqueiros), utilizando a fórmula $CTC = 100 - 18(TR_{média} - 38,3^\circ C)$, onde CTC = coeficiente de tolerância ao calor; 100 = eficiência máxima em manter a temperatura corporal em $38,3^\circ C$; 18 = constante; TR = temperatura retal média ($TR_{tarde} + TR_{manhã}/2$) e $38,3^\circ C$ = temperatura considerada normal para o bovino.

^{A, B}Médias diferentes nos sistemas e em diferentes períodos seguidas de letras maiúsculas distintas, diferem ($P < 0,05$) pelo teste de SNK.

Quando se comparou os períodos utilizando o Teste de Ibéria Modificado, sem adaptação (avaliando apenas o sistema monocultivo), na Tabela 5 observa-se diferença significativa entre o período chuvoso e o seco. Isto decorre provavelmente pelo “erro” imbuído na fórmula do Teste de Ibéria Original, que utiliza $38,3^\circ C$ como a TR normal (fisiológica) para todos os bovinos, quando se sabe não ser esta afirmação verdadeira.

Este resultado corrobora a utilização do Teste de Ibéria Modificado, que utiliza em sua fórmula a diferença entre a TR da tarde e da manhã, em um mesmo animal, minimizando os erros.

Tabela 5. Teste de Ibéria Modificado para determinação do coeficiente de tolerância ao calor (CTC*), em vacas leiteiras mestiças Holandês-Gir, em sistema de monocultivo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu - SM (animais ao sol), nos períodos chuvoso e seco, em Parnaíba, Piauí, em 2009

Período	Chuvoso	Seco
CTC*	95,92A	81,16B
Média geral	88,54	

Teste de Ibéria Modificado: $CTC^* = 100 - [18(TR_{tarde} - TR_{manhã})]$, onde *CTC = coeficiente de tolerância ao calor; 100 = eficiência máxima em manter a temperatura corporal em $38,3^\circ C$; 18 = constante; TR_{tarde} = temperatura retal 15 horas e $TR_{manhã}$ = temperatura retal 10 horas.

^{A, B}Médias em diferentes períodos seguidas de letras maiúsculas distintas diferem ($P < 0,05$) pelo teste de SNK.

Na Tabela 6 fez-se uma variação do Teste de Ibéria Modificado, adaptando-o para utilização com animais ao sol (SM) e à sombra do coqueiro (SS). Percebe-se que houve diferença significativa dentro de cada sistema de acordo com o período, chuvoso ou seco, resultado que pode ser extrapolado para o melhor manejo dos animais nas diferentes épocas do ano.

Tabela 6. Teste de Ibéria Modificado Adaptado para determinação do coeficiente de tolerância ao calor (CTC*), em vacas leiteiras mestiças Holandês-Gir, em sistema de monocultivo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu – SM (animais ao sol), e sistema silvipastoril – SS (com sombra de coqueiros), nos períodos chuvoso e seco, em Parnaíba, Piauí, em 2009

Sistema	Monocultivo		Silvipastoril	
Período	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
CTC*	95,20 ^a	81,160B	95,68A	85,40B
Média geral	89,65			

Teste de Ibéria Modificado Adaptado (animais do sistema monocultivo sem acesso à sombra e do sistema silvipastoril com sombra de coqueiros), utilizando a fórmula: $CTC^* = 100 - [18(TR_{tarde} - TR_{manhã})]$, onde *CTC= coeficiente de tolerância ao calor; 100 = eficiência máxima em manter a temperatura corporal em 38,3°C; 18 = constante; TR_{tarde} = temperatura retal 15 horas e $TR_{manhã}$ = temperatura retal 10 horas.

^{A, B} Médias diferentes nos sistemas e em diferentes períodos seguidas de letras maiúsculas distintas diferem ($P < 0,05$)

Conclusões

O sistema silvipastoril é uma alternativa viável para manter vacas de leite criadas a pasto em condição de conforto térmico e bem-estar animal satisfatório.

Os bovinos utilizam o sombreamento como recurso para manter sua homeotermia em condições de pastejo mesmo com temperaturas ambientes elevadas.

Os parâmetros temperatura ambiente, frequência respiratória e temperatura de globo negro, bem como os índices de temperatura e umidade e de temperatura de globo e umidade variam ao longo do dia, porém permanecem mais constantes no sistema silvipastoril.

O Teste de Ibéria Modificado é recomendado para se utilizar em ambiente de temperaturas mais elevadas onde os bovinos não apresentam a temperatura média de 38,3°C como fisiológica, pois o mesmo permite uma melhor diferenciação caracterização do estresse térmico dos animais.

Referências Bibliográficas

AMAKIRI, S.F., FUNCHO, O.N. Studies of rectal temperature, respiratory rates and heat tolerance in cattle in the humid tropics. **Animal Production**, v. 28, p. 329-335, 1979.

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

ARCARO JÚNIOR, I., J.R.P. ARCARO, C.R. POZZI, C. DEL FAVA, H. FAGUNDES, S.V. MATARAZZO E J.E. OLIVEIRA. Respostas fisiológicas de vacas em lactação à ventilação e aspersão na sala de ordenha. **Ciência Rural**, v. 35, p. 639-643, 2005

ARMSTRONG, D.V.et al., Environmental modification dairy catle housing in arid climates. In:INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENTAL SYMPOSIUM, 4, 1993, Coventry, **Proceedings...Civentry**;1993.p. 1223-1231.

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

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

BARROS, A.V. **Produção de biodiesel a partir de sistemas agroflorestais em vazante**. Minas Gerais. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural da Amazônia Belém: UFRA, 2005. 100p.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASE**, Michigan, v.24, p. 711-714, 1981.

CARDOSO, F.S. **Termorregulação de Ovinos da raça Santa Inês e da raça Dorper na Região Meio-Norte do Brasil**. Teresina: 2008. 36f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2008.

CARVALHO, R.; GOEDERT, W.J.; ARMANDO, M. S. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.1153-1155, 2004.

CARVALHO, M. M. **Arborização de pastagens cultivadas**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1998. 37 p. (EMBRAPACNPGL. Documentos, 64).

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

COSTA, A. P. R.; MARTINS JUNIOR, L. M.; AZEVEDO, D. M. M. R. et al. Frequência cardíaca de caprinos Boer e Anglo-Nubiana no período seco e chuvoso em Timon, Maranhão. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 3., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: SNPA, 2004.

COSTA, N. L.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; PAULINO, V. T.; PEREIRA, R. G. A. Utilização de sistema silvipastoril na Amazônia Ocidental Brasileira. **Revista Eletrônica de Veterinária- REDVET**, v. 01, 2006.

CUNHA, D. N. F. V.; CAMPOS, O. F.; PEREIRA, J. C.; ÁVILA, M. F.; LIZIEIRE, R. S.; MARTUSCELLO, J. A. Desempenho, variáveis fisiológicas e comportamento de bezerros mantidos em diferentes instalações: época chuvosa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1140-1146, 2007.

DU PREEZ, J.H. Parameters for the determination and evaluation of heat stress in dairy cattle in South Africa. **Onderstepoort Journal Veterinary Research**, v. 67, p. 263-271, 2000.

FERREIRA, F; PIRES, F. A.; MARTINES, M. L.; COELHO, S. G.; CARVALHO, A. U.; FERREIRA, P. M.; FACURY FILHO, E. J.; CAMPOS, W. E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p.1-9, 2006.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001. 653p.

GOOGLE EARTH. Capturado 30/10/2008. Disponível em <http://earth.google.com/intl/pt/>.

HANH, G.L. Compensatory performance in livestock: influence on environmental criteria. In: *Livestock Environment*, 2, 1982. Proceeding of the International Livestock Environment Symposium, 2, St. Joseph: ASAE, 1982. p.285-294.

HUBER, J.T. Alimentação de vacas de alta produção sob condições de stress térmico. In: **Bovinocultura Leiteira**. FEALQ, 1990. p.33-48

JOHNSON, H. Environmental management of cattle to minimize the stress of climatic change. **International Journal of Biometeorology**, v.24, 1980. p.65-78.

KADZERE, C.T; MURPHY, M.R; SILNIKOVE, N; MALTZ, E. Heat stress in lactating dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, v. 77, p- 59-91, 2002.

KAZAMA, R.; ROMA, C. F. C.; BARBOSA, O. R.; ZEOULA, L. M.; DUCATTI, T.; TESOLIN, L. C. Orientação e sombreamento do confinamento na temperatura da superfície do pelame de bovinos. **Acta Scientiarum**, v. 30, p. 211-216, 2008.

KLOSOWSKI, E. S.; CAMPOS, A. T.; GASPARINO, E. Estimativa do declínio na produção de leite, em período de verão, para Maringá-PR. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 10, n. 2, p. 283-288, 2002.

KELLY, C. F.; BOND, T. E. Bioclimatic factors and their measurement. In: NATIONAL CADEMY OF SCIENCES. **A guide to environmental research on animals**. Washington: IAS, 76p. 1971.

MAGALHÃES, J.A.; LOPES, E.A.; RODRIGUES, B.H.N. et al. Eficiência técnica de um sistema de produção com gado mestiço para as bacias leiteiras dos estados do Piauí e Maranhão. **Revista Agropecuaria Catarinense**, v. 16, p. 30-62, 2003.

MARQUES, J.DE.A.; ITO, R.H.; ZAWADZKI, F.; MAGGIONI, D.; BEZERRA, G.DE A.; EDROSO, E. B.; PRADO, N. DO P. Comportamento ingestivo de tourinhos confinados com e sem acesso à sombra. **Campo digital**, v.2, p.43-49, 2007.

MARCHETO, F. G.; NAAS, I. A.; SALGADO, D. D.; SOUZA, S. R. L. Efeito da temperatura de bulbo seco e de globo negro e do índice de temperatura e umidade, em vacas em produção alojadas em sistema de *free stall*. **Brasilian Journal of Veterinary research and Animals Science**, v. 39, p. 1-6, 2002.

MARTELLO, L.S.; SAVASTANO JÚNIOR, H.; LUZ e SILVA, S.; TITTO, E. A. L. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p.181-191, 2004.

MARTIN, G.O. Mantenga la sombra en sus potreros y reduzca el estrés animal. *Revista Producción*, 2002. Disponível em: <http://www.ecampo.com/sections/news/print.php/uuid.582F356F-2996-417A-8D1A411F549BD>. Acesso em 07 de março de 2008.

MEDRADO, M. J. S. Sistemas agroflorestais: aspectos básicos e indicações. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologias - Colombo, PR: Embrapa Floresta, p. 269-312. 2000.

MELO, J. D.; GUIMARÃES, D. P. **Desenvolvimento da guariroba em sistemas agroflorestais no cerrado**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2002. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa Cerrados.

MOTA, F.S. **Climatologia zootécnica**. Pelotas: Edição do autor, 104p. 2001.

MÜLLER, P.B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3ª ed. Sulina. Porto Alegre. 1989, 262 p.

NÁAS, I. A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ícone, 1989.

NÄÄS, I.A. Tipologia de instalações em clima quente. In: Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite, 1., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1998. p.146-155.

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: CERES LTDA, 1981, 440P.

OLIVEIRA, L. A. **Estudo de respostas fisiológicas de eqüinos Sem Raça definida e Quarto de Milha às condições climáticas de Teresina, Piauí**. Teresina: 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2006.

OLIVEIRA, F. S. **Termorregulação de Ovinos Sem Padrão racial Definido e da raça Dorper na Sub-Região Meio-Norte do Brasil**. Teresina: 2008. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2008.

ORTÊNCIO FILHO, H.; BARBOSA, R. O.; SAKAGUTI, E. S. Efeito da sombra natural e da tosquia no comportamento de ovelhas das raças Texel e Hampshire ao longo do período diurno, no Noroeste do Estado Paraná. **Revista Acta Scientiarum**, v. 23, p. 981-993, 2001.

PEREIRA, C.C.J. **Fundamentos de Bioclimatologia Aplicados à Produção Animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005.

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

PIRES, M.F.A. **Manejo nutricional para evitar o estresse calórico**. Comunicado Técnico, n.52. Juiz de Fora, MG. Novembro, 2006.

REECE, W. O. Respiração nos mamíferos. In: REECE, W. O. (Ed.). **Dukes: fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 103-134.

RIBASKI, J.; MONTOYA, L. J.; RODIGHERI, H. R. **Sistemas Agroflorestais: aspectos ambientais e sócio-econômicos**. Curitiba: EMBRAPA-FLORESTA, 2002. 10P.

ROBERTSHAW, D. Regulação da temperatura e o ambiente térmico. Cap. 55 In: REECE, W. O. (Ed.). **Dukes: fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 897-908.

ROCHA, R.R.C.; COSTA, A.P.R.; CARDOSO, F.S.; NASCIMENTO, H. T. S.; CARDOSO, F. S.; SANTOS, P. A. C.; ALMEIDA, E. C. S.; OLIVEIRA, L. S. Frequência cardíaca das raças Marota e Saanen no período chuvoso em Teresina-PI. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FAPEPI, 1. , 2005, Teresina. **Anais...** Teresina: FAPEPI, 2005.

ROCHA, R. R. C. **Termorregulação e Adaptabilidade climática de caprinos Saanen e Azul no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: 2006. 82f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2006.

ROENFELDT, S. You can't afford to ignore heat stress. **Dairy Manage**, v.35, p.6-12, 1998.

SANTOS, F. S. M. Adaptabilidade do tipo racial Marota e Saanen na sub-região Meio-Norte do Brasil. Teresina: 2007. 79f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2007.

SAS. **SAS/STAT User's Guide**. SAS Institute. Cary, NC. 2000.

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

SILVA, E. C. L.; MODESTO, E. C.; AZEVEDO, M.; FERREIRA, M. A.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SCHULER, A. R. P. Efeitos da disponibilidade de sombra sobre o desempenho, atividades comportamentais e parâmetros fisiológicos de vacas da raça Pitangueiras. **Acta Scientiarum**, v. 31, p. 295-302, 2009.

SILVA, I. J. O.; PANDORFI, H.; ACARARO JÚNIOR, 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, p.2036-2042, 2002.

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

THOM, E.C. Cooling degree: day air conditioning, heating, and ventilating. **Transactions Amer. Soc. Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engrs**. v. 55, p. 65-72, 1958.

VALTORTA, S.E., GALLARDO, M.R., CASTRO, H.C., CASTELLI, M.E. Artificial shade and supplementation effects on grazing dairy cows in Argentina Trans. **ASAE** (Am. Soc.Agric.Eng), v. 39, p. 233-236, 1996.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO

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

MARQUES, J.DE.A.; ITO, R.H.; ZAWADZKI, F.; MAGGIONI, D.; BEZERRA, G.DE A.; EDROSO, E. B.; PRADO, N. DO P. Comportamento ingestivo de tourinhos confinados com e sem acesso à sombra. **Campo Digital**, v. 2, p.43-49, 2007.