

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DOIS VIZINHOS
BACHARELADO EM ZOOTECNIA

MATHEUS DENIZ

**AMBIÊNCIA E TERMORREGULAÇÃO DE NOVILHAS LEITEIRAS EM
SISTEMA SILVIPASTORIL DURANTE O VERÃO E INVERNO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS
2015

MATHEUS DENIZ

**AMBIÊNCIA E TERMORREGULAÇÃO DE NOVILHAS LEITEIRAS EM
SISTEMA SILVIPASTORIL DURANTE O VERÃO E INVERNO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Zootecnia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, como requisito parcial à obtenção do título de ZOOTECNISTA.

Orientador: Prof. Dr. Frederico Márcio
Corrêa Vieira

DOIS VIZINHOS

2015

Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos
Gerência de Ensino e Pesquisa
Curso de Zootecnia



TERMO DE APROVAÇÃO
TCC

AMBIÊNCIA E TERMORREGULAÇÃO DE NOVILHAS LEITEIRAS EM
SISTEMA SILVIPASTORIL DURANTE O VERÃO E INVERNO

Autor: Matheus Deniz

Orientador: Prof. Dr. Frederico Márcio Corrêa Vieira

Titulação: Zootecnista

Aprovado em 25 de novembro de 2015.

Zotec. Jaqueline Agnes Pilatti

Prof.^a Juliana Reolon Pereira

Prof. Dr. Frederico Márcio Corrêa Vieira
(Orientador)

A minha família pelo imensurável amor dado a mim e pelo conforto em afeto e palavras nos momentos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por me dar o dom da vida, por todas as oportunidades e pela proteção diária.

As entidades espirituais pelo conforto do corpo e da alma.

A minha mãe Isabel C. Parra, pelo imensurável amor, carinho, afeto e confiança que depositou em mim, desde o início desta longa jornada, sempre me apoiando e dando forças para que eu continuasse mesmo nos momentos mais difíceis. Dedico a você minha vida.

Ao meu pai Sergio D. Deniz, pelo incentivo e confiança que dedicou em mim.

A minha irmã Marcela Deniz, simplesmente pelo fato de fazer parte da minha vida.

A minha avó Maria H. F. Parra, que sempre com carinho e amor me mostrou os caminhos corretos a serem seguidos.

Ao meu orientador Frederico M. C. Vieira pela sua amizade, paciência, orientação, ensinamentos durante todo o percurso e apoio em todos os momentos.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por ter me proporcionado a oportunidade de um dia me tornar Zootecnista.

Ao Grupo de Estudo em Biometeorologia – GEBIOMET, pelos conhecimentos atribuídos a mim.

Aos amigos do GEBIOMET: Bárbara de O. Poretz, Francielle S. Gonçalves, Mauricio Z. Sponchiado e Maiele B. Polasso, sem os quais eu não conseguiria ter realizado este trabalho.

Ao meu amigo Renan Z. Raia, por todos os anos de amizade.

A Associação Atlética Acadêmica – UTFPR Dois Vizinhos, onde colecionei muito mais que grandes amigos, pela oportunidade de aprendizagem e trabalho em equipe.

A família Zotti por ter aberto as portas da sua propriedade para a realização deste trabalho.

Aos meus colegas de graduação e companheiros de moradia, aos quais se tornaram bem mais que grandes amigos e sim verdadeiros irmãos ao longo desses anos.

A todos os professores da graduação que me concederam uma parcela desconhecimento e dedicação.

RESUMO

DENIZ, Matheus. **AMBIÊNCIA E TERMORREGULAÇÃO DE NOVILHAS LEITEIRAS EM SISTEMA SILVIPASTORIL DURANTE O VERÃO E INVERNO**. 42f. TCC (Curso de Zootecnia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2015.

O estresse térmico é um dos principais fatores de impacto econômico no rebanho leiteiro, trazendo efeitos negativos no desenvolvimento de fêmeas leiteiras, especialmente na fase de novilhas. Com base nesta problemática, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos aspectos bioclimáticos do sistema silvipastoril na ambiência e termorregulação de novilhas leiteiras em diferentes estações do ano. A pesquisa foi realizada em uma propriedade leiteira no município de Realeza, na região do sudoeste do Paraná. Foram utilizados dois tratamentos, sendo esses, um ao ar livre e outro com sombreamento proporcionado pelo sistema silvipastoril de *Eucalyptus grandis*. Os tratamentos contaram com cinco novilhas leiteiras cada, distribuídas ao acaso. Durante oito dias consecutivos em cada tratamento foram aferidas às variáveis de temperatura de bulbo seco, umidade relativa do ar, luminosidade e velocidade do vento para a análise de ambiência e para a obtenção dos dados de termorregulação foram medidos frequência respiratória e temperatura superficial média. Com todas as informações coletadas obteve-se um comparativo entre o sistema convencional de criação e o sistema silvipastoril. As condições ambientais dentro do sistema silvipastoril foram inferiores as apresentadas pelo sistema convencional de criação. Os valores de frequência respiratória e temperatura superficial foram menores nos animais que estavam sob sombreamento ($P < 0,05$). Houve correlação positiva entre a elevação da frequência respiratória e a temperatura superficial à medida que se elevava a temperatura do ar. Através dos resultados desta pesquisa pode-se concluir que o sistema silvipastoril proporciona melhores índices de conforto térmico as novilhas leiteiras.

Palavras-chave: Biometeorologia. Conforto térmico. Bovinos de leite. Bem-estar animal. Sombreamento.

ABSTRACT

DENIZ, Matheus. **ENVIRONMENT AND HEIFERS THERMOREGULATION OF DAIRY HEIFERS IN SILVIPASTORAL SYSTEM DURING SUMMER AND WINTER.** 42f. TCC (Curso de Zootecnia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2015.

Heat stress is a major factor of economic impact on the dairy herd, bringing negative effects on the development of dairy females, especially in heifers phase. Based on this problem, the objective of this study was to evaluate the influence of bioclimatic aspects of silvipastoral system in the ambience and thermoregulation of dairy heifers in different seasons. The research was conducted on a dairy farm in the county of Realeza, in Paraná southwestern. Two treatments were used, these being, one outdoor and one with shading provided by silvipastoral system of *Eucalyptus grandis*. The treatments were five dairy heifers each, randomly. The dry bulb temperature, relative humidity, light and wind speed to ambience analysis variables were taken for eight consecutive days in each treatment and to obtain the thermoregulation data were measured respiratory rate and mean surface temperature. With all the information collected obtained a comparison between the conventional system of creation and silvipastoral system. Environmental conditions in the silvipastoral system were lower than those presents in the conventional breeding system. The respiratory rate and surface temperature values were lower in animals that were shading ($P < 0.05$). There was a positive correlation between elevated respiratory rate and surface temperature as rising air temperatures. Through the results concluded in this research that the silvipastoral system provides better thermal comfort for the dairy heifers.

Keywords: Biometeorology. Thermal comfort. Dairy cattle. Animal welfare. Shading.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação esquemática simplificada do processo de termorregulação animal.....	12
Figura 2 - Modelo simplificado de sistema silvipastoril.....	14
Figura 3 - Croqui da propriedade de realização da pesquisa	18
Figura 4 - Animais identificados pertencentes ao tratamento ao ar livre	19
Figura 5 - Animais identificados pertencentes ao tratamento silvipastoril	20
Figura 6 - Representação do modo de medida da temperatura superficial.....	21
Figura 7 - Equipamentos utilizados para a coleta de dados das variáveis ambientais (A - Luxímetro digital; B – Termo Higrômetro; C – Termo Anemômetro)	22
Figura 8 – Comportamento da temperatura do ar nos diferentes tratamentos no mês de janeiro de 2014.....	23
Figura 9 – Comportamento da temperatura do ar nos diferentes horários de avaliação no mês de janeiro de 2014.....	24
Figura 10 – Frequência respiratória das novilhas em sistema convencional e silvipastoril na estação do verão nos diferentes horários de avaliação no mês de janeiro de 2014.....	27
Figura 11 – Temperatura Superficial das novilhas em sistema convencional e silvipastoril na estação do verão nos diferentes horários de avaliação no mês de janeiro de 2014.....	29
Figura 12 – Frequência respiratória das novilhas em sistema convencional e silvipastoril na estação do inverno durante o mês de junho de 2014	33
Figura 13 – Frequência respiratória das novilhas em sistema convencional e silvipastoril na estação do inverno no decorrer das horas de avaliação no mês de junho de 2014.....	34
Figura 14 – Temperatura superficial das novilhas em sistema convencional e silvipastoril na estação do inverno no decorrer das horas de avaliação durante o mês de junho de 2014.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise descritiva e valores médios da variável velocidade do vento nos diferentes horários de avaliação no mês de janeiro de 2014	25
Tabela 2. Valores médios das variáveis: umidade relativa e luminosidade nos diferentes horários de avaliação no mês de janeiro de 2014	26
Tabela 3. Valores médios da frequência respiratória das novilhas nos tratamentos convencional e silvipastoril durante os horários avaliados o mês de janeiro de 2014	28
Tabela 4. Valores médios da temperatura superficial das novilhas nos tratamentos convencional e silvipastoril durante os horários avaliados no mês de janeiro de 2014	30
Tabela 5. Análise descritiva e valores médios das variáveis: temperatura do ar, umidade relativa, luminosidade e velocidade do vento nos diferentes tratamentos no mês de junho de 2014.....	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVOS	11
1.1.1 Objetivo Geral	11
1.1.2 Objetivos Específicos	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 CONFORTO TÉRMICO E TERMORREGULAÇÃO DE BOVINOS DE LEITE	12
2.2 SISTEMA SILVIPASTORIL (SSP)	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 DESCRIÇÃO GERAL	18
3.2 ANIMAIS	20
3.3 VARIÁVEIS	20
3.3.1 Avaliação da termorregulação animal	20
3.3.2 Variáveis térmicas do ambiente	21
3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 VARIÁVEIS AMBIENTAIS DA ESTAÇÃO VERÃO	23
4.2 TERMORREGULAÇÃO DA ESTAÇÃO VERÃO	27
4.2.1 Frequência Respiratória	27
4.2.2 Temperatura Superficial	28
4.3 VARIÁVEIS AMBIENTAIS DA ESTAÇÃO INVERNO	31
4.4 TERMORREGULAÇÃO DA ESTAÇÃO INVERNO	31
4.4.1 Frequência Respiratória	33
4.4.2 Temperatura superficial	35
5 CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS	37
APÊNDICE A	44

1INTRODUÇÃO

A variabilidade climática da atualidade consiste em elevado grau de estresse aos animais de produção, cujos reflexos são evidenciados no comportamento, produtividade e eficiência produtiva. A adaptação das raças leiteiras em regiões de clima tropical tornou-se um grande desafio, principalmente considerando animais de elevado potencial genético e provindo de raças europeias, as quais são adaptadas às regiões de clima temperado.

As previsões climáticas apontam para o aumento da temperatura média anual nestas regiões para os próximos anos. Com isto, os animais apresentam alterações evidentes na sua termorregulação (aumento da temperatura retal, frequência respiratória e cardíaca). Ou seja, a energia anteriormente destinada para produção passa a ser requerida para manutenção do equilíbrio térmico das vacas em estresse. Além disso, o conforto térmico é um dos itens a serem atendidos na qualificação do nível de bem-estar de animais de produção.

Sabe-se que a introdução de sombreamento natural e/ou artificial em pastagens acarreta em benefícios para a produção de leite a pasto, especialmente no que tange ao bem-estar animal. Neste contexto, os sistemas silvipastoris (SSP's) apresentam-se como alternativas que incrementam as possibilidades de aumento de qualidade de vida de vacas leiteiras criadas a pasto, por possibilitar amplo espaço para sombreamento natural, além da abundante oferta de forragens que são consorciadas com espécies lenhosas.

Os principais benefícios dos sistemas agroflorestais dos quais fazem parte os sistemas silvipastoris refere-se à alteração positiva do microclima. As características de luminosidade, temperatura, umidade do ar e vento são favoráveis para a conjugação com sistemas de produção de leite a pasto. Ademais, o sistema oferece maior proteção quanto à erosão e melhoria da fertilidade do solo.

A presença de espécies arbóreas altera a densidade de fluxo da radiação fotossinteticamente ativa, o que promove um favorável balanço de energia para as espécies forrageiras, influenciando positivamente o uso de água pelas plantas, na produtividade destas e também o componente animal. Além disso, possibilitam as práticas de sustentabilidade, conservação de recursos naturais, uso apropriado do solo, além de incrementos produtivos para a agricultura familiar, todos estes que

consistem em preocupações atuais sobre o impacto dos sistemas produtivos agropecuários.

Entretanto, outros aspectos devem ser atendidos para que o animal seja criado em níveis aceitáveis de bem-estar nos diferentes sistemas de produção, tais como boa saúde e ausência de dor, o acesso fácil e abundante à alimentação e água, interação humano animal positiva, comportamento social que se aproxime do natural da espécie, além do espaço destinado para descanso e sombreamento que seja suficiente e de qualidade térmica para todos os animais.

Para que tal sistema possua efeito comprovado na melhoria de bem-estar, ambiência e termorregulação de vacas leiteiras criadas a pasto são necessárias pesquisas que avaliem a qualidade térmica do ambiente proporcionado pelo consórcio de espécies lenhosas com forrageiras, além de outros aspectos relacionados à qualidade de vida de animais de produção.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a influência dos aspectos bioclimáticos do sistema silvipastoril (SSP) na ambiência e termorregulação de novilhas leiteiras em diferentes estações do ano.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar o ambiente térmico promovido pela espécie *Eucalyptus grandis*, comparativamente com o sistema de produção convencional de leite a pasto.
- Avaliar o conforto térmico e termorregulação de novilhas leiteiras criadas em sistema silvipastoril e em sistema convencional.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONFORTO TÉRMICO E TERMORREGULAÇÃO DE BOVINOS DE LEITE

O ambiente térmico elenca-se como um dos fatores que influem negativamente na produtividade de vacas leiteiras de alto potencial genético. Ao longo do tempo, a pesquisa em bovinocultura leiteira priorizou o melhoramento genético e nutrição durante as fases de lactação. Entretanto, pouca atenção foi dada quanto à termorregulação das raças atuais e sua adaptação a climas quentes (KADZERE et al., 2002).

Pelo fato de serem homeotérmicos, os animais possuem uma zona de termoneutralidade bem definida, isto é, uma faixa limitada pela temperatura inferior e superior (entre - 6 e 27°C) (Figura 1), na qual os animais não precisam dissipar nem produzir calor. Desta forma, o esforço fisiológico é mínimo, podendo assim os animais expressarem seu máximo potencial produtivo (SILVA, 2000).

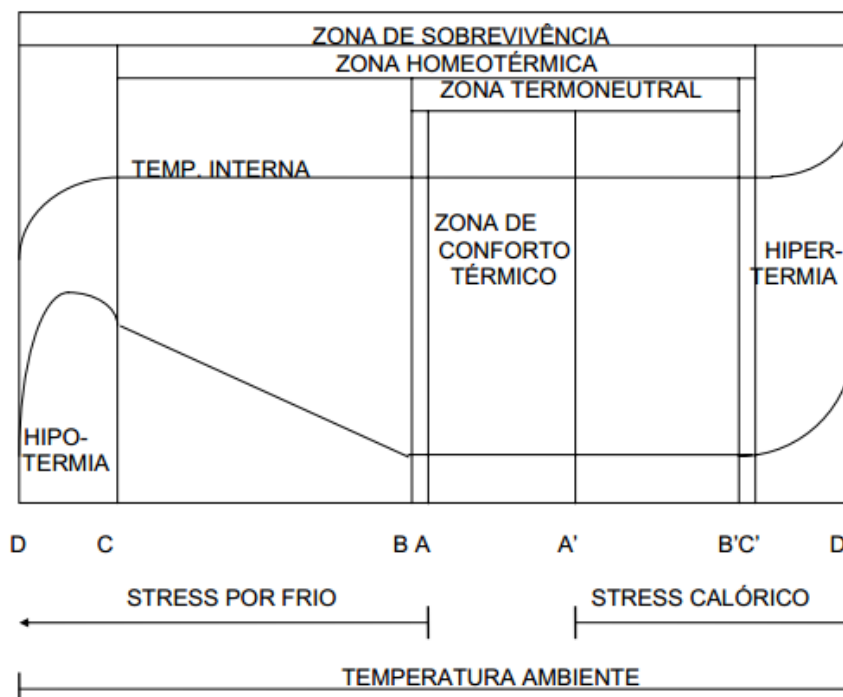


Figura 1 - Representação esquemática simplificada do processo de termorregulação animal
Fonte: Adaptado de Baêta e Souza (1997)

Fora desta faixa o animal entra em um quadro de estresse térmico, sendo mais intenso em horários nos quais se combinam efeitos de elevados valores de temperatura e umidade relativa.

As vacas leiteiras possuem elevada termogênese provinda da energia metabólica e acumulam energia térmica adicional na forma de energia radiante do ambiente (WEST, 2003). O mesmo autor evidenciou que o acúmulo de energia térmica do ambiente em conjunto com a produção de calor metabólico conduz o animal a um ponto em que a temperatura do núcleo corporal aumenta em níveis de hipertermia, a ingestão de alimento diminui e em certas regiões de clima quente a produtividade é reduzida, comprometendo a lucratividade do setor.

Um ambiente que proporciona elevado nível de estresse às vacas pode induzir as mesmas à várias respostas, dependendo da capacidade do animal quanto à adaptação em situações de desafio térmico. Assim, de acordo com o meio onde vive, o animal pode conservar todas as suas funções (manutenção, reprodução e produção) e, em outras, ele pode priorizar as funções mínimas de sobrevivência. (BARBOSA et al., 2004).

A principal estratégia das vacas lactantes para diminuir seu estresse calórico devido ao estado fisiológico que ela se encontra é reduzir o consumo de alimentos, acarretando desta forma em queda na produção leiteira (KLOSOWSKI et al., 2002). Segundo os mesmos autores, as fêmeas utilizam de mecanismos fisiológicos específicos de perda de calor para manter a homeotermia, tais como o aumento da frequência respiratória e da temperatura retal.

Os requerimentos nutricionais de vacas leiteiras sob estresse são modificados, sendo a ingestão de matéria seca reduzida, aumento na densidade dos nutrientes, aumento de ingestão de água e alteração na composição mineral e funcionamento do trato gastrintestinal. O balanço negativo de energia ocasionado pelo estresse térmico reduz a produção de leite, desempenho e eficiência reprodutiva (COLLIER et al., 2006).

Para minimizar estes efeitos negativos, o uso de recursos como a aspersão de água, nebulização e sombreamento artificial ou natural possui efeito positivo comprovado, principalmente quanto à redução da carga térmica em vacas criadas a pasto e incrementos no que tange aos aspectos de bem-estar animal (BARBOSA et al., 2004; MELLACE et al., 2009; SOUZA et al., 2010; DOMINGOS et al., 2013).

2.2 SISTEMA SILVIPASTORIL (SSP)

O sistema silvipastoril (SSP) é o consórcio de espécies lenhosas (arbustos, árvores, palmeiras, entre outros) ao sistema de produção animal, ambos presentes em uma mesma área e ao mesmo tempo (Figura 2). Tal sistema recebe manejo integrado, com o atendimento de diversas necessidades dos produtores rurais, como por exemplo, alimento, madeira, lenha, forragem, plantas medicinais e fibras (NICODEMO et al., 2004).



Figura 2 - Modelo simplificado de sistema silvipastoril
Fonte: O autor (2014)

Esta associação de árvores aos sistemas de produção agropecuários propicia excelente oportunidade de marketing do sistema de produção pautado em princípios ambientalmente adequados, socialmente benéficos e economicamente viáveis (SILVA et al., 2010).

O SSP incrementa a biodiversidade em regiões degradadas pelo uso inadequado do solo, fomentam a consciência de preservação de mananciais hídricos, como as nascentes e rios e conferem maior conforto aos animais (GARCIA et al., 2011). Os mesmos autores afirmaram que neste último caso, considera-se que no sistema convencional de produção de leite o problema ganha maior magnitude devido ao fato dos animais terem acesso restrito às instalações cobertas ou sombreamento ineficiente.

A influência da sombra sobre os animais está associada à capacidade deles suportarem os efeitos da radiação solar intensa, principalmente em regiões quentes e com alta densidade de fluxo de radiação solar (SILVA, 2006). Portanto, a qualidade da sombra e o microclima de um sistema de associação entre árvores e pastagens deve ser o suficiente para promover o conforto térmico de vacas leiteiras criadas a pasto.

O SSP é indicado para melhorar a eficácia produtiva de bovinos no que diz respeito a seu bem-estar e termorregulação em áreas adequadas e introduzido em áreas menos aptas para a restauração e conservação da mesma (MURGUEITO et al., 2011). Quando se associa o SSP a um sistema intensivo de pastejo, obtém-se um sistema de produção alternativo, com capacidade de melhorar os índices zootécnicos e produtivos da propriedade e ainda proporcionar ao animal melhores condições de conforto térmico em função do sombreamento disponível nas pastagens (CASTRO et al., 2008).

Animais presentes em locais com temperaturas mais elevadas apresentam ações fisiológicas imediatas ao estresse, acarretando respostas que agem negativamente na produção de leite. Isso diminui o tempo de pastejo, a ingestão de matéria seca, aumenta o consumo de água e faz com que o animal busque por locais com sombra, para amenizar o estresse que está sofrendo pelo excesso calor. A sombra de árvores é considerada a mais eficiente para proporcionar conforto térmico ao gado. Em pastagens com pouca quantidade de árvores, é muito comum observarmos uma grande aglomeração de animais em torno de um pequeno espaço recoberto por sombra nas horas mais quentes do dia. O sombreamento em sistema silvipastoril pode reduzir a carga térmica do ambiente em até 50% (SOUZA et al., 2010). É comprovado que gado leiteiro criado a pasto sem sombra pode causar de 10 a 20% de perda na produtividade. (OLIVEIRA et al., 2003).

Segundo Karki et al. (2010), um SSP pode ser desenvolvido tanto por meio de retiradas de indivíduos no dossel de árvores em uma propriedade e posterior introdução ou incremento de novas espécies forrageiras, ou através da introdução de pequena densidade de árvores numa pastagem existente. Porém, os autores ressaltaram em ambos os casos é esperada a modificação nas condições microclimáticas. Dependendo da manipulação do dossel florestal, a alteração no balanço de ondas curtas em relação às ondas longas é evidente, com maior ou menor absorção superficial de radiação solar pelas árvores e perda radiativa nas

mesmas durante a noite. Por consequência, a alteração de fluxo de calor e massa que impacta a variabilidade da temperatura, umidade do ar, vento e chuva na região onde se encontra o sistema em questão (STIGTER, 2010).

A presença de árvores na pastagem altera também o balanço de radiação fotossinteticamente ativa, dependendo da arquitetura e fenofase do dossel, bem como do mútuo sombreamento promovido pela interação das espécies vegetais (árvores e forrageiras) (ONG et al., 1996). Os mesmos autores descreveram que a produção de matéria seca em um SSP é diretamente proporcional a taxa fotossintética líquida do dossel, pois as perdas respiratórias e fotorrespiratórias de carbono no consórcio entre espécies lenhosas e forrageiras é diferente dos indivíduos separadamente nos sistemas convencionais. Ou seja, este tipo de sistema permite um aumento significativo na produção, pois aproveita a energia solar disponível e a transforma em produtos de origem animal e florestal. Este sistema é implantado de forma deliberada, principalmente para melhor o aproveitamento dos recursos biológicos como a fotossíntese, fixação de nitrogênio e reciclagem de nutrientes (MURGUEITO; SOLORIO, 2008).

Os animais de aptidão leiteira principalmente os de origem europeia mostram-se extremamente sensíveis ao estresse térmico, uma vez que apresentam um reduzido ganho de peso e um menor desempenho produtivo quando mantidos constantemente ao sol (DELFINO et al., 2012). Os autores ressaltaram também que é inevitável a presença de sombreamento nas pastagens e uma correta determinação do sistema de criação para atender adequadamente as exigências específicas das raças leiteiras.

Segundo Rodrigues et al. (2010), o SSP propicia um ambiente térmico favorável as vacas leiteiras mesmo em diferentes estações do ano (verão e inverno), pois a sombra proporcionada pelas arvores do sistema silvipastoril se faz necessária para amenizar os efeitos do ambiente. Mesmo na estação do inverno, em condições de baixa temperatura (≤ 20 °C), a sombra é necessária, para que possa haver um melhor conforto térmico dos animais que se encontram naquele meio de produção nos horários mais quentes do dia. Os autores concluíram que a sombra natural proporcionada por espécies lenhosas confere uma redução de temperatura no local onde os animais estão inseridos de até 26%. O ambiente sombreado apresenta uma aceitável redução na carga térmica do ambiente, sendo indispensável para que as novilhas mantenham a homeotermia. A disponibilidade de sombra é indispensável

na criação de bovinos de raças leiteiras, independente do estágio fisiológico do animal para que possa proporcionar a ele bem-estar, conforto térmico e maior produtividade (SOUZA et al., 2010).

A presença de sombra na pastagem evita com que o animal entre em estresse térmico, proporcionando assim melhor bem-estar. Portanto, a sombra em quantidade e qualidade no local onde os animais se encontram assegura melhores condições de termorregulação e ambiência para as vacas leiteiras criadas a pasto (FERREIRA, 2010).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO GERAL

A pesquisa foi realizada em uma propriedade leiteira na região de Realeza, no sudoeste do Paraná que apresenta clima Cfa. Para este estudo, foi determinada a condição básica de existência dos dois sistemas a serem estudados na propriedade, isto é, sistema convencional de produção de leite a pasto (SC) e sistema silvipastoril (SP) (Figura 3), com o mesmo manejo, mesmo número de animais e composição racial semelhante. Foram realizadas medições durante oito dias consecutivos no mês de janeiro (etapa verão) e no mês de junho (etapa inverno) de 2014 por serem períodos críticos de conforto para a produção de leite, respectivamente.

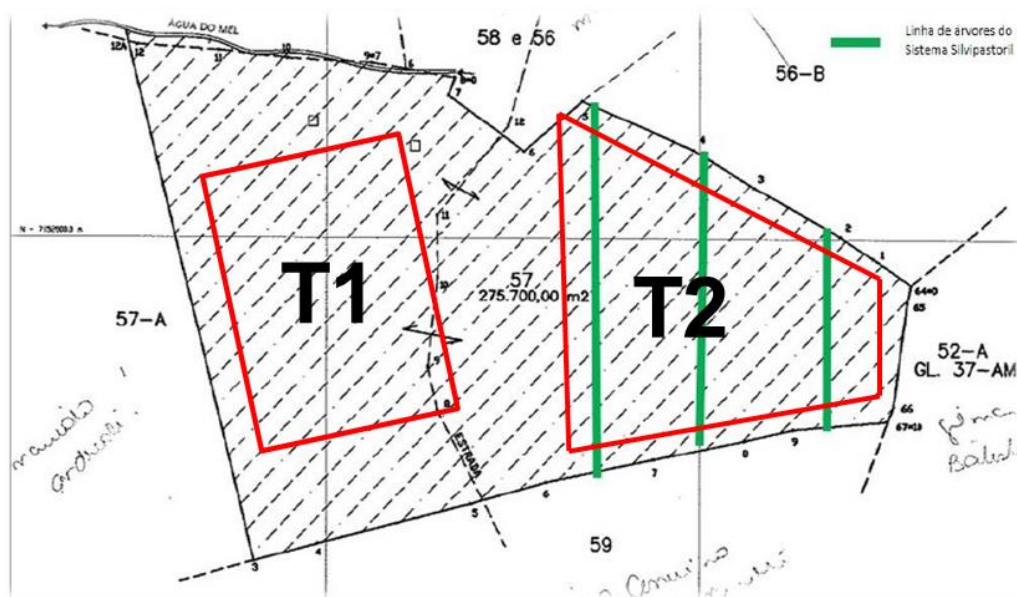


Figura 3 - Croqui da propriedade de realização da pesquisa
Fonte: O autor (2014)

A divisão dos tratamentos se deu da seguinte forma:

Tratamento 1: referente ao sistema ao pasto aberto (SC), onde um grupo de animais foi mantido em um piquete medindo 1.360,38 m². Os animais estiveram expostos ao sol por todo período experimental com livre acesso aos cochós de

água. A pastagem contida no piquete é gramínea do gênero *Cynodon dactylon* (Tifton-68) (Figura 4).



Figura 4 - Animais identificados pertencentes ao tratamento ao ar livre
Fonte: O autor (2014)

Tratamento 2: refere-se ao sistema silvipastoril (SSP), onde o outro grupo de animais permaneceu em piquetes contendo sombreamento natural proveniente de 36 árvores da espécie *E. grandis* plantadas em linha no sistema silvipastoril a três anos implantado na propriedade com distância entre árvores de dois metros e entre linhas de trinta e cinco metros. Entretanto, os animais deste tratamento também obtiveram acesso ao sol e a cochos espalhados nos piquetes o tamanho do piquete e a pastagem são os mesmos do tratamento 1 (Figura 5).



Figura 5 - Animais identificados pertencentes ao tratamento silvipastoril
Fonte: O autor (2014)

3.2 ANIMAIS

Para a pesquisa, foram selecionadas cinco novilhas leiteiras mestiças para cada tratamento, com idade entre doze e quinze meses que receberam o mesmo manejo e alimentação (pastagem a vontade e silagem de milho) durante todo o período experimental.

3.3 VARIÁVEIS

As variáveis aferidas nesta pesquisa foram divididas em dois fatores de influência nos dois sistemas: ambiente e termorregulação.

Ambos os fatores foram aferidos em três faixas de horário diferentes ao dia, sendo estes: as 9h00min, 13h00min e 17h00min.

3.3.1 Avaliação da termorregulação animal

Quanto à termorregulação, as variáveis analisadas foram: frequência respiratória (FR, mov./min.) e temperatura superficial (TS, °C). A frequência respiratória foi medida por meio da contagem do movimento do flanco dos animais durante 15 segundos e posterior a isto, o valor final foi multiplicado por quatro. A

temperatura superficial foi aferida por meio de um termômetro de infravermelho, a uma distância de 1 metro do animal em cinco pontos do seu corpo e posteriormente a isto foi feito uma média dos valores (Figura 6).

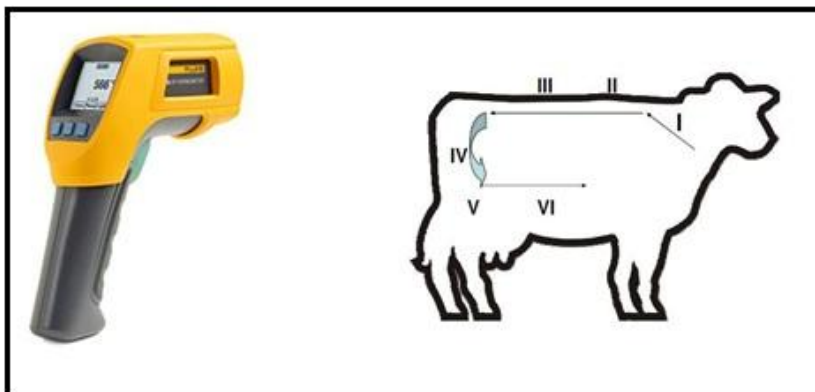


Figura 6 - Representação do modo de medida da temperatura superficial
Fonte: Google imagens (2014)

3.3.2 Variáveis térmicas do ambiente

No ambiente foram avaliadas as seguintes variáveis: luminosidade (lux), a temperatura do bulbo seco (TBS, °C), umidade relativa (UR, %), e velocidade do vento (VV, km/h).

A medição da luminosidade foi realizada com a utilização do equipamento luxímetro digital (Modelo SKLD-50). O equipamento foi posicionado na palma da mão, sendo que primeiramente removeu-se a capa protetora do fotosensor e posteriormente direcionou-se a célula fotossensível à fonte de luz cuja intensidade seria medida (Figura 7a).

As medidas de temperatura e umidade do ar foram determinadas por meio da utilização de um termohigrômetro (Modelo MTH-I380). O mesmo foi colocado na altura correta (1,5 metros), esperou-se estabilizar e posteriormente foi anotado os valores de temperatura e a umidade presentes na tela (Figura 7b).

Para a medida de velocidade do vento foi utilizado um termoanemômetro (Modelo HTA-400). O medidor posicionou o braço esticado e segurou o aparelho deixando-o na direção do vento, esperou alguns segundos para o mesmo estabilizar e posteriormente anotou o número que apareceu no visor (Figura 7c).

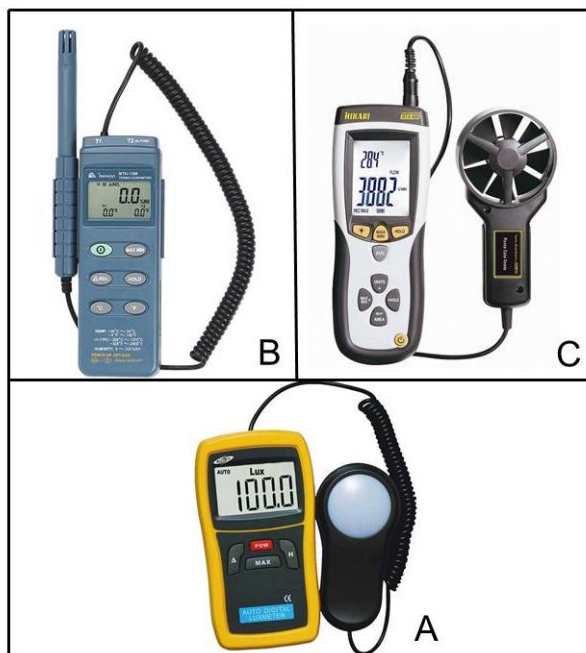


Figura 7 - Equipamentos utilizados para a coleta de dados das variáveis ambientais (A - Luxímetro digital; B – Termo Higrômetro; C – Termo Anemômetro)

Fonte: Imagem A - <http://www.instrumentosdeteste.com.br/products/luximetro-digital-mod-1010a>, Imagem B - http://www.24demaio.com.br/catalogo/modules.php?name=Loja&_op=viewproductdetails&lid=4158&cid=627, Imagem C - http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-712406103-termo-anemmetro-digital-hikari-hta-400-calibrado-_JM

3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sem estrutura de parcelas, com um fatorial 3 x 2, sendo composto pelos tratamentos sistema de criação convencional (SC) e sistema silvipastoril (SSP), avaliados dentro das três faixas de horário pré-estabelecidas. As estações (verão e inverno) foram consideradas como experimentos replicados.

Os dados obtidos através das aferições foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias foi feita através do teste de Tukey ao nível de 5% probabilidade. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2015).

Após a obtenção dos resultados confirmatórios foram realizadas análises descritivas através de gráficos e tabelas, para que ficasse mais simples a compreensão dos dados obtidos nesta pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 VARIÁVEIS AMBIENTAIS DA ESTAÇÃO VERÃO

Com os dados obtidos através desta pesquisa, pode-se observar que houve diferença entre os tratamentos ($P < 0,05$), sendo que o tratamento do sistema convencional de criação (pasto aberto) apresentou valores médios de temperatura do ar superior quando comparado com o tratamento que dispõem de cobertura arbórea (Figura 8). Isto ocorreu pelo fato do ambiente sem cobertura, obter maior aquecimento superficial, emitir conseqüentemente maior quantidade de ondas longas e absorver maior quantidade radiação fotossinteticamente ativa (PREVEDELLO, 1996; SILVA, 1999).

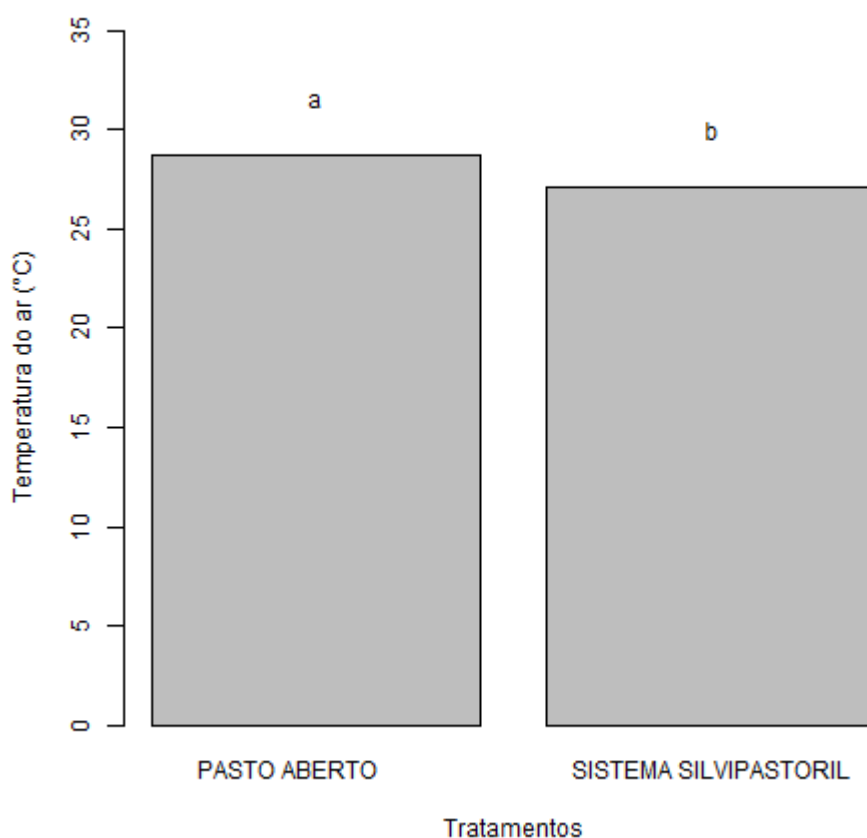


Figura 8 – Comportamento da temperatura do ar nos diferentes tratamentos no mês de janeiro de 2014

Souza et al. (2007) e Menezes et al. (2002) obtiveram resultados semelhantes ao desta pesquisa, e evidenciaram que a temperatura do ar em locais com presença de árvores, pode apresentar de 2 a 3°C a menos que locais a pleno sol.

A utilização de sistemas silvipastoris, vem se mostrando cada vez mais importante para a ambiência animal, pelo fato de reduzirem a insolação e a temperatura do ambiente. Com a intenção de reduzir os efeitos climáticos sobre os animais, o sombreamento das pastagens vem se tornando um meio favorável para a criação de bovinos (VEIGA; SERRÃO, 1990; PEZO; IBRAHIM, 1998; LOURENÇO JÚNIOR et al., 2002).

No decorrer das horas avaliadas, a faixa de horário das 9h00min foi a que manteve a temperatura do ar mais amena e foi a única que diferiu das demais ($P < 0,05$) (Figura 9).

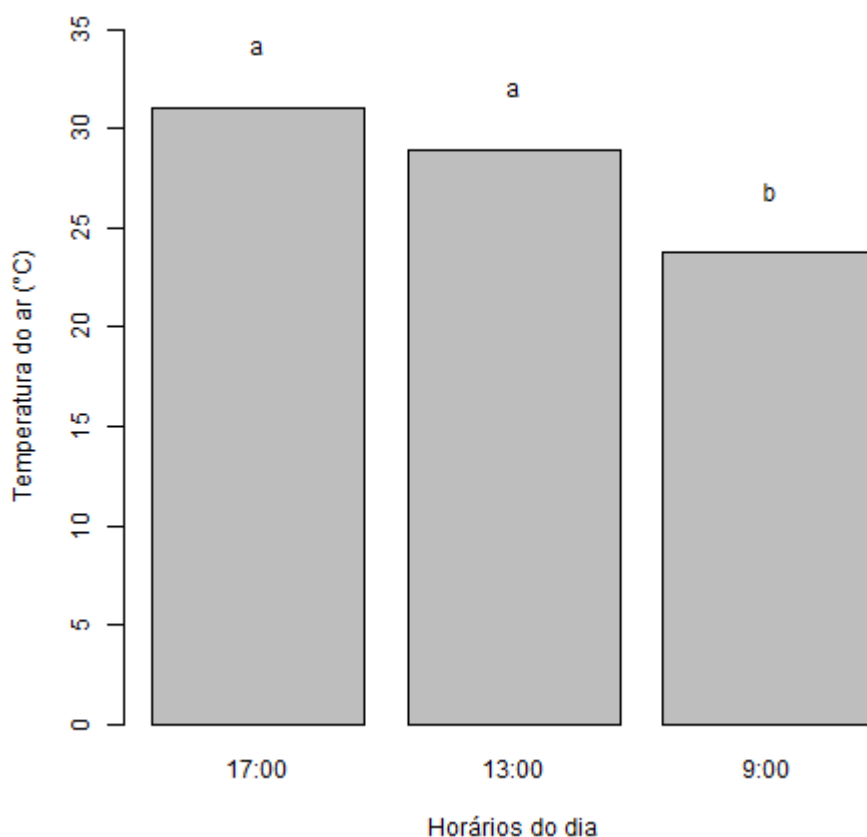


Figura 9 – Comportamento da temperatura do ar nos diferentes horários de avaliação no mês de janeiro de 2014

Para a variável de temperatura do ar, os horários que apresentaram os maiores valores médios de temperatura, foram os das 17h00min e 13h00min,

implicando diretamente no conforto térmico dos animais. No horário mais quente do período experimental foram observadas temperaturas máximas de 31,5°C no sistema convencional para a estação do verão.

Silva (2000) destacou como zona de termoneutralidade para bovinos leiteiros, a faixa de temperatura que estiver entre -6 e 27°C. Neste contexto, o único horário em que os animais estiveram dentro desta zona foi na aferição das 9h00min. O mesmo autor ainda ressaltou que quando os animais se encontram dentro de sua zona de conforto térmico não necessitam dissipar nem produzir calor, tendo assim o mínimo esforço fisiológico e utilizando sua máxima eficiência para a produção.

O aumento da temperatura faz com que o animal esteja fora de sua zona de conforto, acarretando variações tanto na quantidade de água ingerida como na sua perda pelo corpo, além de implicar diretamente no consumo alimentar (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2001).

Com os dados obtidos através desta pesquisa, pode-se observar que a variável de velocidade do vento foi inferior em praticamente todo o período experimental, com ressalva para o horário das 17h00min onde a mesma apresentou valor médio superior ao encontrado no tratamento de pasto aberto (Tabela 1).

Tabela 1. Análise descritiva e valores médios da variável velocidade do vento nos diferentes horários de avaliação no mês de janeiro de 2014

Horários	Pasto Aberto	Sistema Silvipastoril
9h00min	4,74	3,35
13h00min	5,31	2,76
17h00min	4,88	5,08

Assim como ocorrido nesta pesquisa, Neto (2012) também obteve valores de velocidade do vento inferiores nos tratamentos com presença de indivíduos arbóreos, fato este que possivelmente ocorra devido às árvores desempenharem papel de quebra vento.

PORFILHO-DA-SILVA (1998) evidenciou através de pesquisa redução de 26 até 61% da velocidade do vento em ambientes sombreados, em contra partida Pezzopane et al. (2007) obteve valores variando de 21 a 79% em local de consorcio de bananeira e café.

As variáveis de umidade relativa do ar e luminosidade apresentaram diferença ($P < 0,05$) para as diferentes faixas de horário (Tabela 2). A umidade relativa obteve diferença de 9% quando comparado à aferição das 9h00min com a das 13h00min e 17% quando comparado com a medição das 17h00min. O horário mais crítico para a luminosidade foi as 13h00min, que apresentou valores médios de 282 lux a mais que o obtido as 9h00min e 198,5 lux superior ao das 17h00min.

Tabela 2. Valores médios das variáveis: umidade relativa e luminosidade nos diferentes horários de avaliação no mês de janeiro de 2014

Horários	Umidade Relativa (%)	Luminosidade (lux)
9h00min	84a	531,8b
13h00min	75b	813,8a
17h00min	67b	615,3b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Nääs (1989) estabeleceu correlação entre a umidade relativa do ar e radiação solar, para descrever os limites de estresse térmico dos bovinos (zona de conforto), concluindo que os rebanhos nacionais passam a maior parte do ano em estresse térmico.

Com os resultados obtidos através desta pesquisa, pôde se observar que os animais não estiveram em ambiente adequado para os níveis de umidade relativa, que em pesquisa realizada por Pires et al. (2003) são de 60 a 70%.

Os animais de ambos os tratamentos apresentaram estresse térmico devido às faixas de temperatura estar acima das consideradas adequadas para bovinos europeus, que é de 20°C (COLUMBIANO, 2007).

O efeito favorável da utilização de sombreamento é que os animais usufruem da quebra de luminosidade que a copa das árvores os fornece e não necessitam destinar muita energia para dissipar calor, diferentemente de animais presentes em locais desprovido de sombra (JÚNIOR, 2008).

A luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar são os principais componentes do meio ambiente que afetam o desempenho de bovinos e a ocorrência de ecto e endoparasitas, estes fatores podem agir isoladamente ou em conjunto (COSTA, 2007).

4.2 TERMORREGULAÇÃO DA ESTAÇÃO VERÃO

4.2.1 Frequência Respiratória

Os animais pertencentes ao sistema convencional (pasto aberto) apresentaram maior frequência respiratória comparado aos pertencentes do sistema silvipastoril durante o verão, em todas as faixas de horário avaliadas (Figura 10).

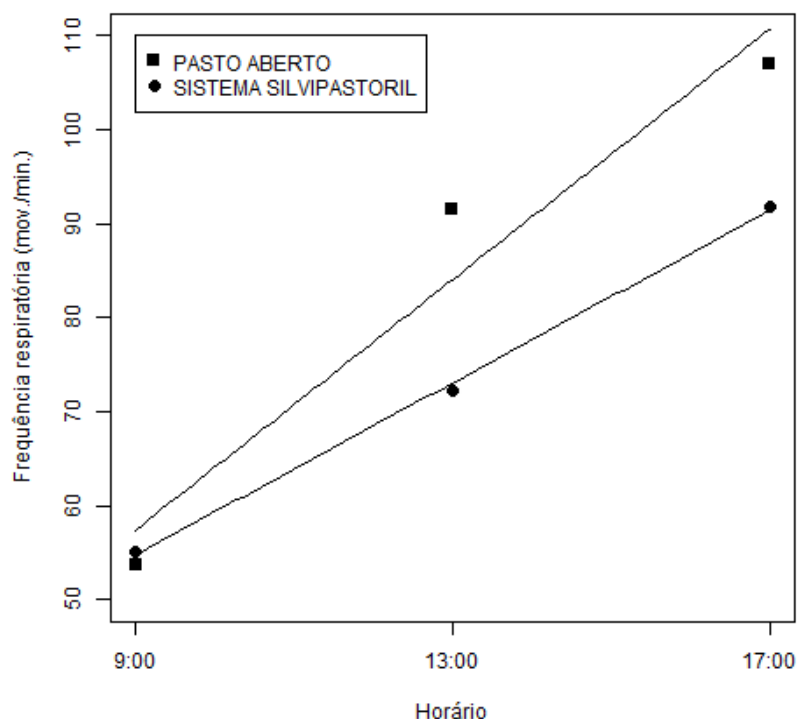


Figura 10 – Frequência respiratória das novilhas em sistema convencional e silvipastoril na estação do verão nos diferentes horários de avaliação no mês de janeiro de 2014

Quando animais foram expostos a um ambiente onde sua produção de calor excede o limite fisiológico do seu corpo, ocorreram alterações em seu organismo, fazendo com que suas estratégias de dissipar calor sejam inibidas, diminuindo seu metabolismo e aumentando sua frequência respiratória e temperatura superficial (FERREIRA, 2010). Animais com acesso a sombra apresentam menor frequência respiratória que animais a pleno sol e uma redução de até 10% no aparecimento de mastite (ROMAN-PONCE et al., 1977).

Em todo o período experimental a frequência respiratória das novilhas do tratamento convencional foi superior ao encontrado no sistema silvipastoril, variando de 55 mov.min⁻¹ para 92 mov.min⁻¹ dentro do sistema silvipastoril e de 54 mov.min⁻¹ para 107 mov.min⁻¹ dentro do sistema convencional de criação. A medição das

13h00min foi o período mais crítico para os animais, apresentando diferença de 20 mov.min⁻¹ entre os tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios da frequência respiratória das novilhas nos tratamentos convencional e silvipastoril durante os horários avaliados o mês de janeiro de 2014

Frequência respiratória		
Horário	Pasto aberto	Sistema Silvipastoril
9h00min	54Ab	55Ab
13h00min	92Aa	72Ba
17h00min	107Ab	92Aa

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O aumento da frequência respiratória é um mecanismo importante para dissipação de calor. Porém, este mecanismo demanda alto gasto de energia dos animais, que resulta aumento de 7 a 25% das atividades metabólicas para bovinos leiteiros em ambientes desfavoráveis (KADZERE et al., 2002).

A frequência respiratória é o primeiro sinal visível que o animal está em estresse térmico, embora seja o terceiro na sequência dos mecanismos termorreguladores, seguido da vasodilatação e da sudorese (WEST, 2003).

Para Gebremedhin et al. (2007), a taxa de respiração de 80 a 90 mov.min⁻¹ é uma evidência que o animal está sob condições de estresse térmico. No presente estudo, os animais pertencentes ao tratamento de sistema silvipastoril apresentaram estresse térmico às 17h00min, enquanto as novilhas do sistema convencional de criação estiveram sobre estresse durante a aferição das 13h00min e 17h00min.

Animais presentes em locais com exposição direta de radiação solar geralmente apresentam ganho energético três vezes maior que animais submetidos à sombra, o que acarreta em elevação de frequência respiratória a fim de maximizar suas perdas térmicas (SOUZA JUNIOR et al., 2008).

4.2.2 Temperatura Superficial

Conforme esperado, os animais pertencentes ao tratamento de pasto aberto obtiveram as maiores médias de temperatura superficial (TS), com ressalva para a aferição das 9h00min, durante a qual as médias encontradas em ambos os

tratamentos foram próximas (Figura 11). Esta proximidade possivelmente ocorreu pelo fato dos animais do sistema silvipastoril estar ao sol no momento da aferição.

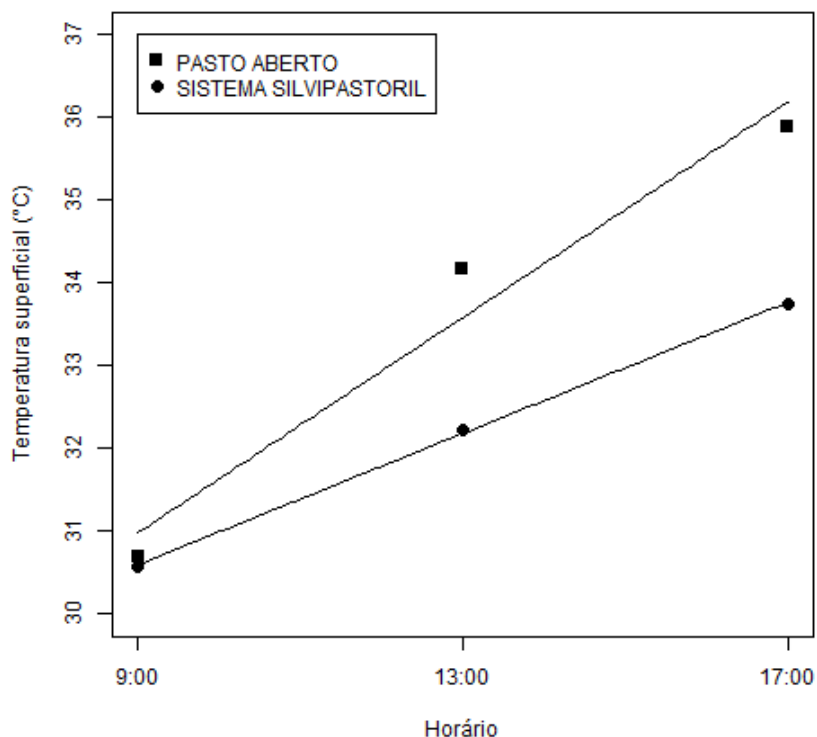


Figura 11 – Temperatura Superficial das novilhas em sistema convencional e silvipastoril na estação do verão nos diferentes horários de avaliação no mês de janeiro de 2014

Fêmeas expostas à elevada intensidade de calor tem seu comportamento sexual reduzido. Enquanto uma vaca em condições de clima adequado apresenta cio de 14 a 18 horas, durante períodos quentes e sob estresse térmico o período de cio é reduzido para 8 a 10 horas, o que dificulta sua detecção (BARBOSA & DAMASCENO, 2002).

Assim como ocorrido na frequência respiratória, os animais pertencentes ao sistema convencional de criação obtiveram maiores médias de temperatura superficial durante todo o período experimental. Os tratamentos diferiram entre si ($P < 0,05$) nas medições das 13h00min e das 17h00min (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios da temperatura superficial das novilhas nos tratamentos convencional e silvipastoril durante os horários avaliados no mês de janeiro de 2014

Temperatura superficial		
Horário	Pasto aberto	Sistema Silvipastoril
9h00min	30,7Ab	30,6Ab
13h00min	34,2Aa	32,2Ba
17h00min	35,9Aa	33,7Ba

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O período mais crítico para os animais foi ao final da tarde na aferição das 17h00min, onde se observou diferença de 2,2°C entre os tratamentos. Este estudo apresentou correlação positiva comprovando que há um aumento da FR e TS, conforme ocorreu elevação da temperatura do ar. Assim, os animais pertencentes ao sistema silvipastoril apresentaram valores médios de TS inferiores ao do sistema convencional por terem obtido menor frequência respiratória e estarem presentes em ambiente com temperatura do ar e umidade relativa mais amena que os outros animais.

Santos et al. (2005) avaliaram a TS de bovinos e obtiveram valores entre 32,9 e 33,6°C. Com base nos resultados apresentados neste estudo, pode-se observar que os animais pertencentes ao sistema silvipastoril absorveram menos carga térmica que os animais do sistema convencional de criação, com exceção da aferição das 9h00min onde os valores de ambos os tratamentos foram próximos ($P > 0,05$).

Valores médios de TS variando de 31,6 a 34,7°C não indicam estresse por calor em ambientes com presença de sombra ou climatizados (MARTELLO, 2006). Neste contexto, os animais do tratamento silvipastoril não apresentaram estresse térmico em nenhuma das faixas de horário avaliadas.

Parte da perda produtiva de animais em estresse térmico está associada ao desvio de partes dos nutrientes de sua dieta para a manutenção da sua temperatura corporal, assim parte dos nutrientes ingeridos será perdido principalmente para sua vasodilatação, sudorese e ventilação pulmonar (KUNNINGHAN, 2004).

Em estudo realizado por Salla et al. (2009) foi possível evidenciar que novilhas leiteiras submetidas a pastejo rotacionado na presença de sombra apresentaram melhor conforto térmico, quando comparado com as novilhas que

pastejaram em piquetes a céu aberto. Os autores ainda relataram que os animais do tratamento com sombreamento apresentaram condições fisiológicas normais e aceitáveis para a espécie bovina.

4.3 VARIÁVEIS AMBIENTAIS DA ESTAÇÃO INVERNO

Diferente do ocorrido na estação do verão, os valores obtidos nas variáveis ambientais na estação do inverno não se adequaram a nenhum modelo estatístico dentro das análises paramétricas. Este fato pode ser explicado devido ao inverno na região Sul ser uma estação extremamente heterogênea, principalmente devido à característica de El Niño naquele ano. Com isto, houve grande variabilidade dos valores coletados, sendo esta limitante para o ajuste dos modelos, restando assim como alternativa descrever os dados através de análises descritivas.

Assim como ocorrido na etapa do verão, as variáveis ambientais do inverno apresentaram maiores valores médios para o tratamento de pasto aberto quando comparado com o sistema Silvipastoril, com diferença de 1,02°C para a temperatura do ar, 2,4% de umidade relativa, 119,75 lux de luminosidade e 1,4 km/h para a velocidade do vento (Tabela 5).

Tabela 5. Análise descritiva e valores médios das variáveis: temperatura do ar, umidade relativa, luminosidade e velocidade do vento nos diferentes tratamentos no mês de junho de 2014

Variáveis ambientais		
Variáveis	Pasto aberto	Sistema Silvipastoril
Temperatura do ar (°C)	16,75	15,73
Umidade relativa (%)	79,38	81,78
Luminosidade (Lux)	709,75	590,00
Velocidade do vento (km/h)	5,21	3,81

Gobbi et al. (2007) relataram em estudo que a presença de árvores no sistema de criação altera valores de luminosidade e temperatura do ar e exerce influência direta sobre o desempenho forrageiro e animal.

A presença de árvores no sistema silvipastoril auxilia a estabilizar os elementos climáticos do sistema e protege os animais do calor e frio intenso, auxiliando assim no seu conforto térmico auxiliando em seu reflexo produtivo (ABEL et al., 1997; NICODEMO, 2005; PORFILHO-DA-SILVA, 2006).

Dentro do sistema Silvipastoril a presença de indivíduos arbóreos altera diretamente a os níveis de luminosidade e umidade relativa, que por sua vez, altera o crescimento forrageiro e o desempenho animal (LIN et al., 1999; MENEZES et al., 2002).

Das variáveis climáticas, a luminosidade é um dos principais responsáveis pelo desconforto animal e faz com que eles ativem seus mecanismos de defesa para controle de termorregulação (SOUZA et al., 2010).

A interação entre os elementos climáticos de temperatura e umidade relativa do ar provocam alterações fisiológicas e comportamentais nos animais de produção e acabam interferindo diretamente em seu potencial reprodutivo (SILVA et al., 2005).

4.4 TERMORREGULAÇÃO DA ESTAÇÃO INVERNO

4.4.1 Frequência Respiratória

No decorrer do período experimental a variável de frequência respiratória diferiu entre os tratamentos ($P < 0,05$). Não houve interação entre horários e tratamentos, porém, os animais pertencentes ao sistema convencional de criação apresentaram valores médios de frequência respiratória superior aos animais do tratamento silvipastoril (Figura 12).

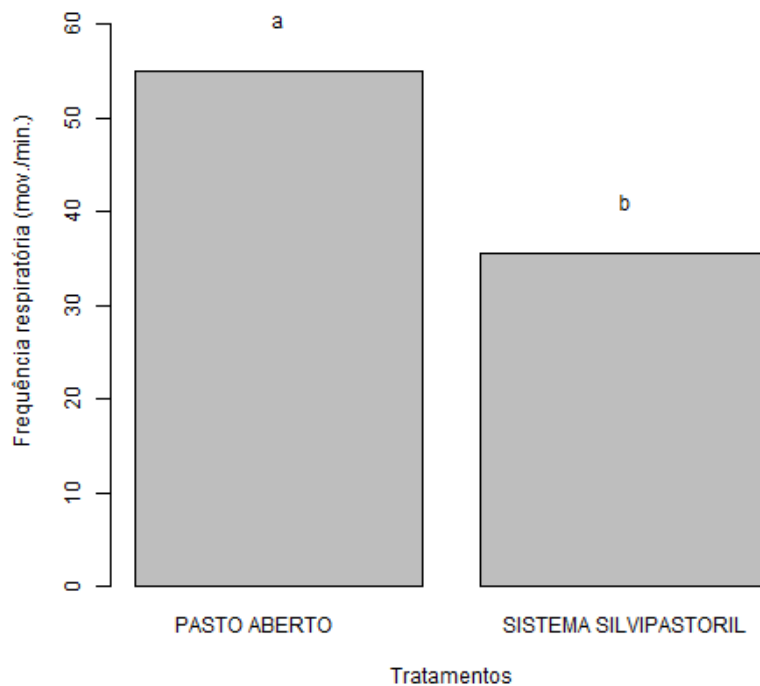


Figura 12 – Frequência respiratória das novilhas em sistema convencional e silvipastoril na estação do inverno durante o mês de junho de 2014

Na estação do inverno o período mais crítico para os animais foi o das 13h00min (Figura 13), onde foram registradas médias de $70,78 \text{ mov. min}^{-1}$ no sistema convencional e $43,90 \text{ mov. min}^{-1}$ no sistema silvipastoril, havendo uma diferença de $26,88 \text{ mov. min}^{-1}$ entre os dois tratamentos (Figura 13).

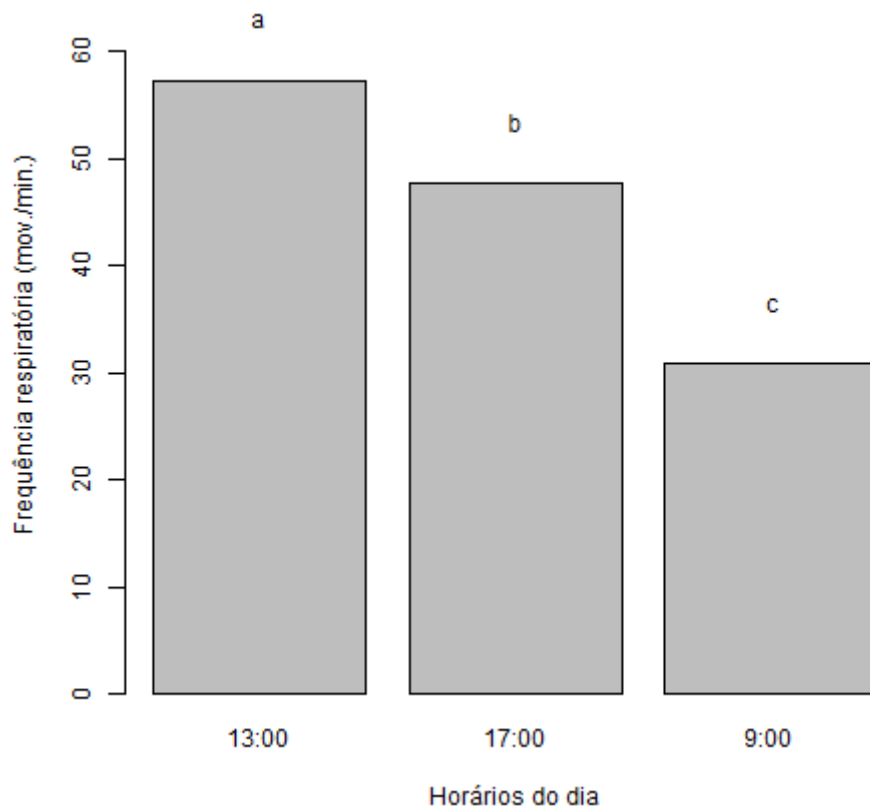


Figura 13 – Frequência respiratória das novilhas em sistema convencional e silvipastoril na estação do inverno no decorrer das horas de avaliação no mês de junho de 2014

Pereira et al. (2008) elencaram como período crítico para novilhas as faixas de horário da tarde (horários com maior incidência de radiação solar), onde os animais obtiveram maiores valores de frequência respiratória. O mesmo foi observado durante o presente trabalho.

As variações de frequência respiratória, temperatura retal e superficial, podem ser influenciadas por fatores do próprio animal (idade, raça, estado fisiológico), quanto por fatores do meio ambiente (temperatura do ar, umidade relativa, luminosidade). Animais sob estresse recorrem a processos fisiológicos para regular sua temperatura corporal e desta forma elevam sua vasodilatação, sudorese e frequência respiratória (FERREIRA et al., 2009; PERISSINOTTO et al., 2009).

Ferreira et al. (2006) destacaram que é normal a frequência respiratória de bovinos variar de 24 a 36 mov.min⁻¹. Com base nisto, fica evidente que o único horário em que as novilhas não estiveram sob estresse térmico foi no período da manhã (aferição das 9h00min).

Bovinos submetidos a ambientes com temperaturas elevadas e que dificultem suas trocas térmicas, utilizam do aumento do ofego (frequência

respiratória) como estratégia de dissipação de calor. Contudo, quando esta ação é realizada por tempo prolongado, o animal apresenta perda excessiva de CO₂, o que resulta em alcalose respiratória (TAKAHASHI et al., 2009).

4.4.2 Temperatura superficial

Na estação do inverno, assim como ocorrido no verão, a temperatura superficial dos animais foi superior nos períodos da tarde, apresentando diferença para o horário das 13h00min ($P < 0,05$) (Figura 14).

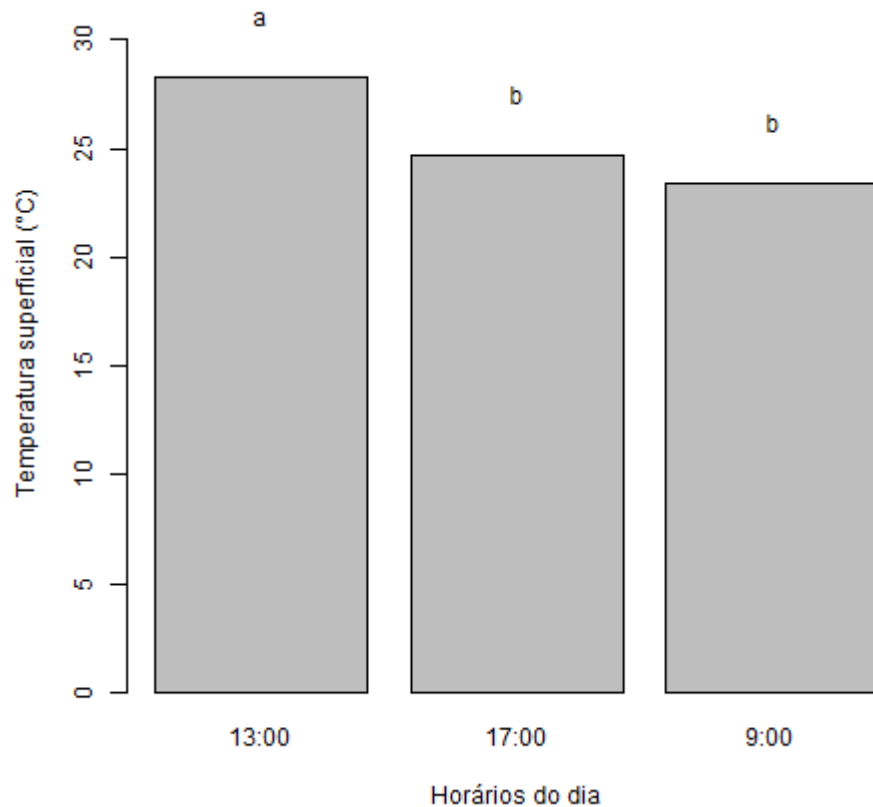


Figura 14 – Temperatura superficial das novilhas em sistema convencional e silvipastoril na estação do inverno no decorrer das horas de avaliação durante o mês de junho de 2014

As maiores médias de temperatura superficial foram encontradas as 13h00min (29,01°C no sistema convencional e 27,49°C para o sistema silvipastoril), seguido da aferição das 17h00min e das 9h00min respectivamente.

No inverno, diferentemente da estação verão, os animais se mantiveram dentro da zona elencada por Martello (2006) como indicativo de conforto térmico

(31,6 a 34,7°C). Dentro desta faixa, o apetite do animal permanece inalterado e suas condições produtivas são ótimas.

O aumento da temperatura superficial ocorre quando o animal fica exposto a um ambiente onde sua produção de calor ultrapassa seu limite fisiológico, fazendo com que suas fontes de dissipação de calor endógeno sejam inibidas diminuindo seu consumo e ativando suas estratégias para troca de calor (PIRES, 1998).

Bovinos de raças zebuínas possuem maior número de glândulas sudoríparas quando comparados com bovinos europeus, o que faz com que eles consigam regular sua temperatura corporal com mais facilidade sob temperaturas extremas (VILELA, 2008).

É possível que durante a realização do experimento e coleta dos dados, nas condições ambientais características da região, as variáveis ambientais tenham sido estressantes o suficiente para ocorrer interação direta entre a frequência respiratória e a temperatura superficial alterando assim as características fisiológicas dos animais.

5 CONCLUSÃO

A sombra disponível dentro do sistema silvipastoril modificou o microclima do local, alterando os valores médios de temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade proporcionando melhor ambiente térmico dentro deste tratamento.

O sistema silvipastoril proporcionou redução dos valores médios de frequência respiratória e temperatura superficial quando comparado com sistema convencional de criação em ambas as estações do ano avaliadas, indicando melhores índices de conforto térmico aos animais.

REFERÊNCIAS

ABEL, N.; BAXTER, J.; CAMPBELL, A., CLEUCH, H.; FARCHER, J.; LAMBCK, R.; PRINSLEY, R.; PROSSER, M.; REID, R.; REVELL, G.; SCHMIDT, C.; STIRZAKER, R. Design principles for farm forestry: A guide to assist farmers to decide where to place trees and farm plantations on farms. **IRDC/LWRRRRDC/FWPRDC Joint Venture Agroforestry Program**, 1997.

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

BARBOSA, O. R.; DAMASCENO, J. C. **Bioclimatologia e bem estar animal aplicados à bovinocultura de leite**. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Junho, 2002.

BARBOSA, O.R.; BOZA, P.R.; SANTOS, G.T.; SAKAGUSHI, S.; RIBAS, 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, n. 1, p. 115-122, 2004.

BLACKSHAW, J. K. & BLACKSHAW, A. W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavior: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 34, p. 285-295, 1994.

CASTRO, A. C.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; SANTOS, N. F. A.; MONTEIRO, E. M. M.; Aviz, M. A. B.; GARCIA, A. R. 2008. Silvopastoral system in the Amazon region: tool to increase the productive performance of buffaloes. **Ciência Rural** 38(8): 2395-2402

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

COLUMBIANO, V.S. **Identificação de QLT nos cromossomos 10, 11 e 12 associados ao estresse calórico em bovinos**. 2007. 60p. Dissertação (Mestrado em Genética e melhoramento Animal). Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 2007.

COMASTRI FILHO, J.A.; ABREU, U.G.P.; GARCIA, J.B. **Variações da temperatura corporal e da pele de vacas e bezerros das raças Pantaneira e Nelore no pantanal**. Arquivos de Zootecnia, Córdoba, v.54, n.206-207, p.238, 2005.

COSTA, F. Q. de. **Degeneração térmica testicular – ocorrência, análise e solução para garantir eficiência reprodutiva de touros.** 2007. Monografia (Especialização *latu sensu* Produção e Reprodução em Bovinos) - UNIVERSIDADE CASTELO BRANCO. Rio de Janeiro, dez.2007.

DELFINO, L.J.B.; SOUZA, B.B. de; DA, R.M.N.; SILVA, W.W. Influência bioclimatológica sobre os parâmetros hematológicos de bovinos leiteiras. **ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido**, V. 8, n. 2, p. 08-15, abr – jun, 2012.

DOMINGOS, H.G.T.; MAIA, A.S.C.; SOUZA JR., J.B.F.; SILVA, R.B.; VIEIRA, F.M.C.; SILVA, R.G. Effect of shade and water sprinkling on physiological responses and milk yields of Holstein cows in a semi-arid region. **Livestock Science**, p. 169-174, 2013.Ed., 1989. 183p.

FEREIRA, J.C.C. Fundamentos de Bioclimatologia Aplicados à Produção Animal. Belo Horizonte: **FEPMVZ**, 195p. il. 2005.

FERREIRA, F.; CAMPOS, W. E.; CARVALHO, M. F.; PIRES, M. L.; MARTINEZ, M. V. G. B.; SILVA, R. S.; VERNEQUES, P. F. Taxa de sudação e parâmetros histológicos de bovinos submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61. 2009. n.4, 763-768p.

FERREIRA, F.; PIRES, F.A.; MARTINEZ, M.L.; et al. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.732-738, 2006.

FERREIRA, L.C.B. **Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de sombra.** 2010. Dissertação (Mestrado em Agrossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, mai.2010.

GARCIA, A.R.; MATOS, L.B.; LOURENÇO JR., J.B.; NAHÚM, B.S.; ARAÚJO, C.V.; SANTOS, A.X. Variáveis fisiológicas de búfalas leiteiras criadas sob sombreamento em sistemas silvipastoris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1409-1414, 2011.

GEBREMEDHIN, K.G.; HILLMAN, P.E.; LEE, C.N.; COLLIER, R.J. **Sweating et of dairy cows under shade and sunny environments**. 2007.

JÚNIOR, R.J.M. **efeito de sistemas silvipastoris no conforto térmico e nos índices zootécnicos de bezerros bubalinos criados na amazônia oriental**. 2008, 51f Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Pará, Belém.

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

KARKI Uma., GOODMAN S. Mary. Cattle Distribution and Behavior in Southern-pine Silvopasture Versus Open-pasture. 2010. **Agroforest Systems**, p. 159-168, 2010.

KLOSOWSKI, E. S.; CAMPOS, A.T.; 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, p.283-288, 2002.

KUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, 579p.

LARSON, B. L. Heat stress in cattle. **Beef Cattle Topics – Production, Management, Research and Extension**, 2000.

LIN, C.H.; MCGRAN, R.L.; GEORGE, M.F.; GARRETT, H.E. Shade effects on forage crops with potential in temperate agroforestry practices. **Agroforestry Systems**. Amsterdam, v. 44, p. 109 – 119, 1999.

LOURENÇO JÚNIOR, J.B.; GARCIA, A.R. Produção animal no Bioma Amazônico: atualidades e perspectivas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, p.63-83, 2006.

MARTELLO, L.S.; **Introdução animal ambiente: efeito do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas de vacas holandesas em free-stall**. 2006. p106. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

MELLACE, E.M.; SILVA, I.J.O.; MOURAO, G.B.; SILVA-MIRANDA, K.O. Avaliação comportamental de novilhas leiteiras criadas a pasto expostas as diferentes áreas de sombreamento artificial. **Thesis**, v. 11, p. 17-23, 2009.

MENEZES, R.S.C.; SALCEDO, I.H.; ELLIOTT, E.T. Microclimate and behavior dynamics in a silvipastoral system of semiarid northeastern Brazil. **Agroforestry Systems**, Amsterdam, v.56, p.27-38, 2002.

MURGUEITIO, R.E., CALLE, Z., URIBE, F., CALLE, A., SOLORIO, B. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of cattle ranch in the Andes. **Forest Ecology and Management** 261: 1654-1663.

MURGUEITIO, R.E., SOLORIO, B. 2008. El Sistema Silvopastoral Intensivo, em modelo exitoso para la ganaderia en las zonas de alta montaña en Colombia y México. EM: **Memorias del V Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible. Diciembre 1 – 5 de 2008**. Maracay, Venezuela. INIA, Universidad Rómulo Gallegos y AVPA.

NÄÄS, I.A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ícone NATIONAL RESEARCH COUNCIL (U.S.). Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition. Nutrient requirements of dairy cattle. Washington, D.C.: **National Academy Press**, 2001. 381 p.

NETO, A.B. **Caracterização da forragem de capim-piatã e do microclima em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, com dois arranjos de árvores de eucalipto**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Mato Grosso. Cuiabá, MT, 2012.

NICODEMO, M.L.F. Sistemas silvipastoris: árvores e pastagens, uma combinação possível. In: Zootec – Produção Animal e responsabilidade, 2005. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2005.

NICODEMO, M.L.F.; SILVA, V.P.; THIAGO, L.R.L.S.; GONTIJO NETO, M.M.; LAURA, V.A. **Sistemas silvipastoris: introdução de árvores na pecuária do centro-oeste brasileiro**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2004. 37 p.

OLIVEIRA, T.K.; FURTADO, S.C.; ANDRADE, C.M.S.; FRANKE, I.L. **Sugestões para implantação de sistemas silvipastoris**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2003.

ONG, C.K.; BLACK, C.R.; MARSHALL, F.M.; CORLETT, F.E. Principles of resource capture and utilization of light and water. In: ONG, C.K.; HUXLEY, H. (Ed.). **Tree – crop interactions. A physiological approach**. Wallingford: CAB International, 1996. P. 73-154.

PEREIRA, J.C.; CUNHA, D.N. F. V.da; CECON, P.R.; FARIA, E. S.de. Desempenho, temperatura retal e frequência respiratória de novilhas leiteiras de três grupos genéticos recebendo dietas com diferentes níveis de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**. vol.37 n.2 Viçosa Feb. 2008

PERISSINOTTO, M. **Avaliação da eficiência produtiva e energética de sistemas de climatização em galpões tipo freestall para confinamento de gado leiteiro**. 2003, 122f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PEZO, D.; IBRAHIM, M. **Sistemas silvipastoriles**. Costa Rica: CATIE, Proyecto Agroflorestal CATIE/GTZ, 1998. 12p. (Materialies de Enseñanza/CATIE, 40).

PEZZOPANE, J.R.M.; PEDRO JUNIOR, M.J.; GALLO, P.B. Caracterização microclimática em cultivo consorciado café/banana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 11, n. 3, p. 256 – 264, 2007.

PIRES, M. de F. A.; VILELA, D.; VERNEQUE, R. da S.; TEODORO, R. L. Reflexos do estresse térmico no comportamento das vacas em lactação. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE**. Piracicaba. Produção de leite em clima quente: anais. Piracicaba: FEALQ, 1998. 68-102p.

PIRES, M. de F.A; FERREIRA, A.M; COELHO, S. G. **Estresse calórico em Bovinos de Leite**. Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia, n. 29, p. 23-37, 2003.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Modificação microclimática em sistema silvipastoril com *Grevillea robusta* A. Cunn. Ex. Br. Na região Noroeste do Paraná**. 1998, 128p. Disertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Arborização de pastagens: 1 – procedimento para introdução de árvores em pastagens**. Colombo: Embrapa Floresta, 2006.

PREVEDELLO, C. L. **Física do Solo**: Com problemas resolvidos. Curitiba, 1996. 446p.

R Development Core Team (2015) R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

RODRIGUES, A.L.; SOUZA, B.B.de; FILHO, J.M.P. Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. **ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido**, v.06, n 02 abril/junho 2010 p. 14 – 22.

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, Champaign**, v. 60, n. 3, p. 424- 430, Mar. 1977.

SALLA, L.; PIRES, M. F. A.; MORAIS, D; DIAS, M.; OLIVEIRA, P.; SANTOS, B. C. Efeito da disponibilidade de sombra sobre o conforto térmico de novilhas leiteiras. Rev. **Brasileira de Agroecologia**, v. 4 n. 2, p. 3343-3346.

SILVA, G. A.; SOUZA, B. B.; ALFARO, C. E. P.; AZEVEDO, S. A.; NETO, J. A.; SILVA, E. M. N.; SILVA, A. K. B. Efeito das épocas do ano e de turno sobre os parâmetros fisiológicos e seminais de caprinos no semiárido paraibano. **Agropecuária Científica no Semiárido**. Vol. 01, p. 07-14, 2005.

SILVA, R. G. da. Estimativa do Balanço Térmico por Radiação em Vacas Holandesas Expostas ao Sol e à Sombra em Ambiente Tropical. **Revista brasileira de zootecnia**, v.28, n.6, p.1403-1411, 1999.

SILVA, R.G. Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: **Nobel**, 2000, 286 p.
SILVA, R.G. Predição da configuração de sombras de árvores em pastagens para bovinos. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n.1, p. 268-281, 2006.

SILVA, V.P.; MEDRADO, M.J.S.; NICODEMO, M.L.F.; DERETI, R.M. **Arborização de pastagens com espécies florestais e havior as: implantação e manejo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. 48 p.

SOUZA JUNIOR, J.B.F.; DOMINGOS, H.G.I.; SILVA, R.B.; MAIA, A.S.C. **Estoque térmico em vacas holandesas manejadas em ambiente tropical na região semi-árida**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. Resumos expandidos... Lavra UFLA, 2008.

SOUZA, B.B.; SILVA, I. J. O.; MELLACE, E. M.; SANTOS, R. F. S.; ZOTTI, C. A.; GARCIA, P. R. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semiárido**. Vol.06, n. 02, p. 59 - 65, 2010.

SOUZA, B.B.; SILVA, I.J.O.; MELLACE, E.M.; SANTOS, R.F.S.; ZOTTI, C.A.; GARCIA, P.R. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 6, p. 59-65, 2010.

SOUZA, L.F.; MAURÍCIO, R.M.; GONÇALVES, L.C.; SALIBA, E.O.S.; MOREIRA, G.R. **Produtividade e valor nutritivo da Brachiaria brizantha cv. Marandu em um sistema silvipastoril**. Belo Horizonte, MG, Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.59, n.4, p.1029-1037, 2007.

STIGTER, K. Development of microclimate modification patterns in agroforestry. In:Ed.). **Applied Agrometeorology**. Berlin: Springer-Verlag, 2010. 1100 p.

TAKAHASHI, L. S.; BILLER, J. D.; TAKAHASHI, K. M. **Bioclimatologia zootécnica**. Jaboticabal. 1ª ed., 2009. 91p.

VEIGA, J.B.; SERRÃO, J.A. **Sistemas silvipastoris e produção animal: a experiência da Amazônia brasileira**. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA/PASTAGENS, 27., 1990, Campinas, SP. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1990. 37-68p.

VILELA, R. A. **Comportamento e termorregulação de vacas holandesas lactantes frente a recursos de ventilação e nebulização em estabulação livre**. 2008. 88 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2008.

WEST, J.W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. **JournalofDairy Science**, v. 86, p. 2131-2144, 2003.

APÊNDICE A – Planilha de observações de campo

AMBIÊNCIA E TERMORREGULAÇÃO DE NOVILHAS LEITEIRAS EM SISTEMA SILVIPASTORIL –

DATA ____/____/____

OBSERVADOR _____

Tratamento _____

Avaliações de Termorregulação

FRENQUÊNCIA RESPIRATÓRIA			
ANIMAL	09:00	13:00	17:00
TEMPERATURA SUPERFICIAL			
ANIMAL	09:00	13:00	17:00

Variáveis térmicas do ambiente

Medida	09:00	13:00	17:00
T. bulbo seco (°C)			
Umidade relativa (%)			
Luminosidade			
Velocidade do vento (VV, m/s)			
Precipitação			

