



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL – PR  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA E  
DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL**

**EDENILSON ROBSON DE SOUZA**

**A INTER-RELAÇÃO DA OFERTA DE ÁGUA, SOMBRA NO  
COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS LEITEIROS EM PASTEJO**

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2017**

**EDENILSON ROBSON DE SOUZA**

**A INTER-RELAÇÃO DA OFERTA DE ÁGUA, SOMBRA NO  
COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS LEITEIROS EM PASTEJO**

Dissertação de mestrado apresentada para obtenção do título de Mestre em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Área de concentração: Agroecossistemas, sustentabilidade e agrobiodiversidade.

Orientador: Prof. Dr. Gilmar Franzener  
Coorientador: Prof. Dr. Fernando Reimann Skonieski

LARANJEIRAS DO SUL

2017

Souza, Edenilson Robson de Inter-  
relação da oferta de água, sombra no  
comportamento ingestivo de bovinos leiteiros em  
pastejo/ Edenilson Robson de Souza. -- 2017.  
65 f.

Orientador: Prof. Dr. Gilmar Franzener .

Co-orientador: Prof. Dr. Fernando Reimann  
Skonieski.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural  
Sustentável - PPGADR, Laranjeiras do Sul, PR,  
2017.

1. Agroecologia. 2. Desenvolvimento Rural  
Sustentável. 3. Produção Animal . 4. Sistema  
Silvipastoril. 5. Bem estar animal . I. , Prof.  
Dr.  
Gilmar Franzener, orient. II. Skonieski, Prof.  
Dr. Fernando Reimann, co-orient. III.  
Universidade Federal da Fronteira Sul. IV.  
Título.

## EDENILSON ROBSON DE SOUZA


### TÍTULO: "INTER-RELAÇÃO DA OFERTA DE ÁGUA, SOMBRA NO COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS LEITEIROS EM PASTEJO".

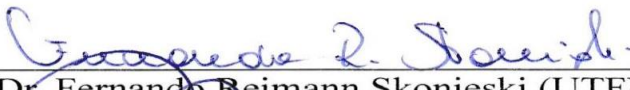
Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável — PPGADR da Universidade Federal da Fronteira Sul — UFFS para obtenção do título de Mestre em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, defendido em banca examinadora em 04/09/2017

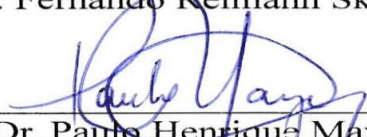
Presidente da banca: Prof. Dr. Gilmar Franzener


Aprovado em: 04/09/2017

BANCA EXAMINADORA

  
Prof. Dr. Gilmar Franzener (UFFS/Laranjeiras do Sul)

  
Prof. Dr. Fernando Reimann Skonieski (UTFPR/Dois Vizinhos)

  
Prof. Dr. Paulo Henrique Mayer (UFFS/Laranjeiras do Sul)

  
Prof. Dr. Marcelo Falci Mota (UFFS/Realeza)

Laranjeiras do Sul/PR, setembro de 2017

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus –Dois Vizinhos – PR, pela disponibilidade do espaço físico e dos animais para realização do experimento. Aos Professores Dr. Magnos Fernando Ziech e Dr. Fernando Kuss pelas colaborações nas avaliações.

Aos alunos, colegas do Curso de Medicina Veterinária da UFFS, campus Realeza – PR. Alunos do Curso de Agronomia, Zootecnia, Engenharia de Bioprocessos e de Biologia da UTFPR- Campus Dois Vizinhos – PR, pela colaboração na observação do comportamento animal.

Ao Prof. Orientador Gilmar Franzener pela apoio irrestrito em todos os momentos desta pesquisa.

Ao Prof. Coorientador Fernando Reimann Skonieski pela parceria e colaboração na elaboração e execução desta pesquisa.

À minha Família, colegas e amigos pelo apoio e comprometimento na execução desse projeto.

À minha esposa por sua presença inseparável e comprometimento com a execução desse trabalho.

À Deus pelo dom da vida.

## RESUMO

A produção de leite proveniente da agricultura familiar do sudoeste paranaense destaca-se no cenário nacional pelos índices produtivos. O sistema silvipastoril unifica a produção agropecuária e florestal, otimizando a produção por área cultivada e promovendo o conforto térmico aos animais. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a inter-relação entre a oferta de água e sombreamento no comportamento ingestivo de vacas leiteiras em diferentes sistemas de produção de leite a pasto. O experimento foi desenvolvido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR - *Campus Dois Vizinhos*, entre os meses de novembro de 2016 e março de 2017. A área experimental foi de 0,5 ha, subdividida em 12 piquetes de 200 m<sup>2</sup> aproximadamente, a pastagem foi composta por grama estrela africana (*Cynodon nlemfuensis*) e capim Aruana (*Panicum maximum* Jacq.). O experimento foi composto por quatro (4) tratamentos e três (3) repetições cada: sistema silvipastoril (com sombra), com oferta de água no piquete; sistema silvipastoril (com sombra), oferta de água no corredor; sistema convencional (sem sombra), água no piquete; sistema convencional (sem sombra) água no corredor. A oferta de água foi por meio de bebedouro com capacidade de 100 litros de água, com um (1) metro de diâmetro por piquete. Foram utilizados 12 animais distribuídos nos tratamentos. A observação dos animais nos piquetes foi realizada em três avaliações por um grupo de observadores treinados, subdivididos em duplas, durante três (3) dias consecutivos, totalizando 180 horas de avaliação comportamental. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e de regressão a 5% de probabilidade utilizando-se o programa estatístico SAS. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey com a significância de 5% de probabilidade de erro. O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) médio foi de 69, os animais do sistema convencional apresentaram maior temperatura retal (TR) que os do sistema silvipastoril. Em ambos os sistemas avaliados os animais tiveram os padrões fisiológicos alterados com o aumento da temperatura ambiental. As alterações fisiológicas foram concomitantes as modificações comportamentais dos animais. Os animais mantidos no sistema silvipastoril pastejaram mais do que os animais do sistema convencional. Os animais no sistema silvipastoril ruminaram mais quando deitados que os animais no sistema convencional. Os animais no silvipastoril permaneceram menor tempo em ócio em pé do que os do convencional. As vacas mantidas no sistema silvipastoril ingeriram maior quantidade de água do que as vacas que estavam no sistema convencional. Os animais que tinham o ponto de água mais próximo dentro do piquete, ingeriram mais água que os animais que tinham o ponto de água no corredor. Conclui-se que o sistema silvipastoril mostrou-se mais adequado do que o sistema convencional para a criação de bovinos leiteiros a pasto, e que a presença de sombra e água nos piquetes são condições indispensáveis para o atendimento do bem-estar animal.

**Palavras chaves:** Bem-estar animal. Silvipastoril. Fisiológicas. Estresse térmico.

## ABSTRACT

Milk production from family farms in the south-west of Paraná stands out in the national scenario for the productive indexes. The silvipastoral system unifies the agricultural and cattle production, optimizing the production by cultivated area and promotes the thermal comfort to the animals. The objective of this research was to evaluate the interrelation between water supply and shade in the ingestive behavior of dairy cows in different pasture milk production systems. The experiment was developed at the Federal Technological University of Paraná - UTFPR - Campus Dois Vizinhos, between November 2016 and April 2017. The experimental area was 0.5 ha, subdivided into 12 paddocks of approximately 200 m<sup>2</sup>, pasture was composed of African star grass (*Cynodon nlemfuensis*) and Aruana grass (*Panicum maximum Jacq.*). The experiment was composed of four (4) treatments and (3) three replicates each: silvipastoral system (with shade), with water supply at the picket; Silvipastoral system (with shade), supply of water in the corridor; Conventional system (no shade), picket water; Conventional system (no shade) water in the hallway. The water supply was by means of a drinking fountain with capacity of 100 liters of water, with one (1) meter of diameter per picket line. Twelve animals distributed in the treatments were used. The observation of the animals in the pickets was carried out in three evaluations by a group of trained observers, subdivided into pairs, during three (3) consecutive days, totaling 180 hours of behavioral evaluation. The data collected were subjected to analysis of variance and regression at 5% probability using the SAS statistical program. The means of the treatments were compared by the Tukey test with a significance of 5% of error probability. The average temperature and humidity index (ITU) of 69, animals of the conventional system presented higher rectal temperature (TR) than those of silvipastoral system. In both systems evaluated the animals had physiological patterns altered with increasing ambient temperature. Physiological changes were concomitant with behavioral changes in animals. The animals kept in the silvipastoral system grazed more than the animals of the conventional system. Animals in the silvipastoral system ruminated more lying down than animals in the conventional system. The animals in the silvipastoral remained less time in standing idle than the conventional ones. Cows kept in the silvipastoral system ingested more water than the cows that were in the conventional system. The animals that had the nearest water point (inside the picket) ate more water than the animals that had the water point in the corridor. It is concluded that the silvipastoral system is more adequate than the conventional system for raising dairy cattle to pasture, and that the presence of shade and water in the pickets are indispensable conditions for animal welfare.

**Key words:** Animal welfare. Silvipastoral. Physiological. Thermal stress.

## **LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ITU: Índice de Temperatura e Umidade

T°: Temperatura ambiental

UR: Umidade Relativa

TR: Temperatura Retal

FC: Frequência Cardíaca

TCC: Temperatura Corporal Central

pH: potencial Hidrogeniônico

CO<sup>2</sup>: Dióxido de Carbono



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Produção de pastagem entre diferentes sistemas de produção no período de novembro a março de 2017 no Sudoeste do Paraná. ....	31
Tabela 2 Produção de Farragem nos diferentes períodos de avaliação de novembro de 2016 a março de 2017. ....	33
Tabela 3. Dados Meteorológico médio nos diferentes horários por período de três dias de avaliação. ....	35
Tabela 4. Temperatura Retal (TR), Frequência Respiratória (FR), Frequência Cardíaca (FC) nos diferentes horários de avaliação. ....	37
Tabela 5. Temperatura Retal (TR), Frequência Respiratória (FR), Frequência Cardíaca (FC) em diferentes sistemas caracterizados em diferentes períodos de avaliação. ....	40
Tabela 6. Tempo (minutos/dia) de pastejo, ócio e ruminando nos diferentes sistemas de produção avaliados. ....	46
Tabela 7. Diferentes comportamentos e suas variações: pastejo, ócio e ruminando nos diferentes períodos de avaliação. ....	48
Tabela 8. Quantidade de água ingerida por vacas em lactação no sistema silvipastoril e sistema convencional, comparando a percentagem de ingestão de água por kg de peso vivo e a ingestão de água por animal. ....	51
Tabela 9. Quantidade de água ingerida por vacas em lactação conforme o posicionamento dos cochos de água, comparando a percentagem de ingestão de água por kg de peso vivo e a ingestão de água por animal. ....	52
Tabela 10. Variáveis de ingestão de água em diferentes períodos de avaliação, comparando a percentagem de ingestão de água por kg de peso vivo e a ingestão de água por animal. ....	53

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos - UTFPR.....	27
Figura 2: Área experimental da Unidade de Bovinocultura de Leite da UTFPR.....	27
Figura 3. Animais em pastejo no Sistema Silvipastoril.....	28
Figura 4. Composição da pastagem da área experimental. ....	28
Figura 5. Corte e dimensionamento da produção de forragem. ....	29
Figura 6. Separação morfológica da pastagem.....	29
Figura 7. Animais avaliados sendo alimentados. ....	30
Figura 8. Corte e medição da pastagem. ....	32
Figura 9. Pastagem do sistema silvipastoril. ....	33
Figura 10. Avaliação fisiológica dos animais. ....	42
Figura 11. Animal ofegante.....	43
Figura 12. Animais no sistema convencional.....	49
Figura 13. Animais no sistema silvipastoril. ....	49
Figura 14. Bebedouro dentro do piquete. ....	53

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>10</b>
2.1 AGRICULTURA FAMILIAR E PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA .....	10
2.2 SISTEMA SILVIPASTORIL E A PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO .....	11
2.3 PRODUÇÃO ANIMAL E PRESERVAÇÃO AMBIENTAL .....	14
2.4 A PRODUÇÃO DE LEITE E O BEM-ESTAR ANIMAL .....	17
<b>2.4.1 Exigências de mercado e sustentabilidade</b> .....	<b>19</b>
2.5 COMPORTAMENTO ANIMAL .....	20
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>23</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>31</b>
4.1 PRODUÇÃO DE PASTAGEM .....	31
4.2 FISIOLOGIA ANIMAL .....	37
4.3 COMPORTAMENTO ANIMAL .....	45
4.4 CONSUMO DE ÁGUA .....	51
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>56</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de leite no Estado do Paraná destaca-se no cenário nacional pelos índices produtivos. A agricultura familiar é responsável por aproximadamente 58% da produção de leite em nível nacional. A região sudoeste do Paraná é uma das maiores bacias leiteiras, onde 88,9% dos estabelecimentos rurais são de agricultura familiar, sendo responsável por 66% da contribuição no valor bruto de produção total. Tais dados contrapõem a ideia de que a produção da agricultura familiar é meramente de subsistência (EMBRAPA, 2013; IBGE, 2014).

O sistema silvipastoril combina a produção agropecuária com a florestal, otimizando a renda por área cultivada; nesse sistema ocorre considerável incremento financeiro e também o conforto térmico dos animais por meio da arborização/sombreamento das pastagens. Percebe-se um aumento da eficiência produtiva do sistema por meio da simbiose entre as atividades e seres envolvidos, promovendo a conservação do solo, dos recursos hídricos, sequestro de carbono e o aumento da biodiversidade (ZANIN et al., 2016). As condições morfofuncionais do solo melhoram através do aumento da decomposição de matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes realizada pelas raízes das árvores, as quais resgatam nutrientes das camadas mais profundas do solo juntamente com a água. Nos sistemas convencionais estes recursos são facilmente perdidos por lixiviação e erosões (DIAS-FILHO, 2006) em que a maioria dos terrenos fica desprotegida das intempéries climáticas.

Para atender às futuras necessidades de segurança alimentar e sustentabilidade do planeta, a produção de alimentos deve crescer substancialmente. Diante disso, enfrenta-se um dos maiores desafios do século XXI: atender às crescentes necessidades alimentares da sociedade e ao mesmo tempo reduzir os danos ambientais causados pela agricultura. Torna-se urgente adotar soluções promissoras para a resolução deste impasse, usando e avaliando modelos produtivos existentes, buscando novas abordagens para a agricultura, beneficiando a produção de alimentos e a sustentabilidade ambiental.

O sombreamento e a proximidade do “ponto” de água podem representar importantes opções para produção animal em pastejo, diversificando o sistema de produção e a renda familiar visando a sustentabilidade da atividade agropecuária com base nos princípios agroecológicos (RICCI et al., 2013), embora ainda sejam necessárias maiores pesquisas nesse sentido.

O bem-estar animal de vacas leiteiras pode ser determinado através da aferição do seu comportamento, ou ainda por meio de indicadores fisiológicos, sanitários, parâmetros hematológicos, dosagem hormonal, padrões de locomoção, observação de lesões e seu estado geral de saúde (BOND et al., 2012). Isto é possível porque esses parâmetros estão intrinsecamente influenciados pelo sistema de produção e manejo ao qual o animal é submetido.

Garcia et al. (2010) afirmam que a maioria das pastagens, permanentes ou não, estão em degradação contínua, defendendo que o aumento da produção leiteira brasileira nas últimas décadas é decorrente da expansão de áreas de pastagens e não ao aumento nos índices produtivos por áreas cultivadas. A presença de sombra e água nas pastagens, seja em pastejo rotativo ou em descampados da forma de produção extensiva, não é uma realidade cotidiana. Esta realidade limita a sustentabilidade do sistema de produção, pois os animais sofrem com a forte incidência de radiação solar durante as horas mais quentes do dia, comprometendo a ingestão da pastagem e conseqüentemente seu desempenho produtivo (NASCIMENTO et al., 2013).

Optar pela não utilização de pastagens e alimentar os animais a base de concentrados em ambientes fechados é problemático, não apenas a partir de uma visão de sustentabilidade ambiental, mas do ponto de vista da segurança alimentar. De uma perspectiva global, Foley et al. (2011) defende que a produção de carne e leite pode melhorar ou prejudicar a situação alimentar global, dependendo do método utilizado e de como o sistema é conduzido; se a base da alimentação dos animais for o pasto, acentuado em pastagens permanentes, aproveitando áreas de cultivos inadequadas para outro tipo de produção, favorecendo os sistemas mistos de produção, lavoura/pecuária, otimizando o uso e preservação de recursos naturais, seguramente ocorrerá um aumento do suprimento global de alimentos em quantidade e qualidade (FOLEY et al., 2011).

Um sistema de produção pecuário sustentável terá que reduzir a quantidade de alimentos “humanos” destinados à alimentação animal. As indústrias lácteas nos Estados Unidos da América e na maior parte da Europa tornaram-se dependentes do uso de enormes quantidades de concentrados à base de grãos e de vacas incapazes de produzir leite e de manter sua fertilidade e saúde sem esses componentes em suas rações (AGUDELO, et al., 2012; KNAUS, 2015; BROMM et al., 2013).

Diante disso, esse trabalho teve por objetivo avaliar a da inter-relação entre a oferta de água e sombra no comportamento ingestivo de vacas leiteiras em pastejo no sudoeste do Paraná.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 AGRICULTURA FAMILIAR E PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA

As discussões acerca da importância da agricultura familiar para o desenvolvimento brasileiro vem ganhando força, pois é notável que esta impulsiona o desenvolvimento rural sustentável, geração de emprego, renda, segurança alimentar, além de proporcionar o desenvolvimento local e regional (CAETANO, 2010; BEZERRA; SCHLINDWEIN, 2017).

O extinto Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), hoje secretária do MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento) estabeleceu no ano de 2006 a Política Nacional da Agricultura Familiar (Lei nº 11.326) determinando como características primordiais para se enquadrar como agricultores familiares aqueles que possuem uma área que não excede a quatro módulos fiscais, a gestão da propriedade e a mão de obra devem ser predominantemente da família além de terem a atividade agropecuária como a principal fonte de renda. (MEDINA et al, 2015; BEZERRA; SCHLINDWEIN, 2017 ).

Segundo dados do Censo Agropecuário de 2006, a agricultura familiar apresentou resultados que demonstram sua importância para o desenvolvimento do Brasil, onde 84,4% do total de estabelecimentos agropecuários pertencem a grupos familiares, ou seja, 24,3% da área ocupada pelos estabelecimentos agropecuários brasileiros, sendo estes responsáveis pelo fornecimento de 58% da produção de leite, 30% dos bovinos, 70% do feijão, 46% do milho , 21% trigo, dentre outros alimentos consumidos pelos brasileiros (ZAMBERLAM; FRONHETI, 2012; MDA, 2017).

A agricultura familiar consiste em uma forma de organização social, cultural, econômica e ambiental, apresentando importante função para garantir a segurança alimentar, proteção da biodiversidade, uso sustentável de recursos naturais e geração de emprego e renda. Neste âmbito, percebe-se que a agricultura familiar engloba vários requisitos que vem de encontro com a prática agroecológica, pois preconiza estratégias para um desenvolvimento rural sustentável onde proporciona a manutenção da propriedade agrícola com o mínimo de impactos ambientais e com recursos econômicos adequados que permitem diminuir a pobreza e atender as necessidades sociais da população (NEVES, et al., 2011).

O agricultor familiar, por utilizar-se do conhecimento cultural e das condições ambientais locais, é considerado peça chave para a prática da agroecologia (BRITO; MACIEL, 2016).

Quando a agricultura apoia-se no enfoque agroecológico, ela consegue manter a produtividade agrícola com o mínimo de impactos ambientais e com retornos econômicos adequados à meta de redução da pobreza, atendendo assim às necessidades sociais da população rural (ALTIERI, 2001). Neste sentido, a agroecologia pode ser compreendida como um conjunto de princípios gerais aplicáveis aos sistemas agropecuários sustentáveis. Pode ser descrita como uma ciência que tem por objeto o estudo holístico dos agrossistemas, que buscam copiar os processos naturais empregando um enfoque de manejo de recursos naturais para condições específicas de propriedades rurais respondendo pelas necessidades e aspirações de agricultores em determinadas regiões (ALTIERI, 2001).

Dentre as alternativas de atividades que podem ser desenvolvidas pela agricultura familiar que colaboram com a sustentabilidade da propriedade além de diversificar a produção e melhorar a renda da família, está o sistema silvipastoril, pelo qual é possível otimizar o uso de recursos naturais integrando na mesma área animal, pastagem e árvore (FEY et al., 2015).

As espécies arbóreas destinadas para o sistema silvipastoril são importantes para implementar a renda, com a produção de frutos, óleo, resina, casca e madeira, que podem ser comercializados de acordo com a demanda de mercado. Outro fator importante do sistema silvipastoril é em relação ao bem-estar-animal proporcionado aos envolvidos nessa atividade conforto, pois a uma redução do estresse térmico pela disponibilidade de sombra, água e melhora na qualidade da pastagem (FEY et al., 2015).

## 2.2 SISTEMA SILVIPASTORIL E A PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO

Os sistemas agroflorestais compreendem um conjunto de técnicas alternativas de utilização dos recursos naturais nos quais o componente arbóreo é associado ao cultivos agrícolas, podendo haver produção de animais. O sistema silvipastoril representa uma modalidade de uso da terra, onde atividades silviculturais e pecuárias são combinadas no intuito de aumentar a eficiência produtiva e sustentável dos seus componentes (ZANIN et al., 2016).

A produção de leite a pasto apresenta-se como uma das saídas para a redução do custo de produção; uma série de investimentos em pesquisas estão sendo implementadas no intuito de potencializar a produção de leite a base de pasto com qualidade e quantidade suficientes para atender as demandas de produção das vacas leiteiras, possibilitando às que são manejadas exclusivamente a pasto de qualidade, atingir até 15 kg/dia por animal (SILVA, et al. 2015), diminuindo os custos com a suplementação proteica de animais de alta produção.

A produção animal em pastagens tem seu desempenho produtivo intrinsecamente relacionado ao consumo diário de forragem e da qualidade da forrageira, de forma que esta deve atender as exigências nutricionais dos animais do ponto de vista quantitativo e qualitativo. Em termos de produção de matéria seca, as pastagens tropicais apresentam potenciais de produção superiores quando comparadas às gramíneas de clima temperado, porém quando avalia a qualidade nutritiva dessas duas pastagens as hibernais são superiores (SBRISSIA, et al., 2017). Ainda sobre o sistema silvipastoril, Zanin et al., (2016) afirmam que o mesmo deve ser minuciosamente planejado; a escolha das espécies arbóreas a serem implantadas e os animais a serem pastoreado no sistema fazem muita diferença, visto que alguns animais como caprinos e ovinos alimentam-se das galhadas das arvores, isso pode ser um sério obstáculo a implantação dos renques arbóreos.

Com o intuito de possibilitar o acesso dos animais à pastagem, o sistema silvipastoril é uma prática agro-florestal sustentável, apresentando-se como uma opção de manejo para a produção de leite a base de pasto, promovendo a interação solo-animal-forrageiras-árvores, fornecendo sombra e abrigo aos animais, atenuando o estresse térmico e declínios produtivos associados no desempenho animal e a relação com seu ambiente, além de promover o ganho energético de todo sistema de produção (KARKI; GOODMAN, 2010).

O sistema silvipastoril possibilita grande replicação da atividade biológica dos organismos presentes no microclima dos sub-bosques, alimentados pelo aporte de biomassa aérea e de raízes das árvores e pela manutenção da umidade no solo, protegendo os animais, solo e plantas dos ventos (AGUDELO, 2012). É um sistema de produção animal com inúmeras vantagens, dotado de estratos de produção diversificada: produção de pastagem, plantas comestíveis, auxilia na retenção de água pelo solo, serve de abrigo para uma crescente fauna e atua na redução do estresse animal (BROOM, et al., 2013).



Há evidentes ganhos ambientais, sociais e econômicos em todos os componentes de produção integrados no sistema silvipastoril. O sistema de produção mimetiza padrões ecológicos, apresentando várias vantagens ao produtor, ao clima, e aos animais pela redução da incidência de pragas e doenças, tanto na pastagem quanto nos animais, promovendo melhorias à produção forrageira e favorecendo o bem-estar animal (GONÇALVES et al., 2009).

Os bons resultados da implantação do sistema dependem da seleção adequada de espécies, especialmente o arbusto forrageiro que é usado para sustentar e revigorar o sistema. Calle et al. (2013) avaliou duas espécies-chaves: leucaena (*Leucaena leucocephala* Lam.) e girassol mexicano (*Tithonia diversifolia* Hemsl). Leucaena tem qualidades que o tornam particularmente adequado para estes sistemas, resgatando o nitrogênio do solo eficientemente tornando-o disponível para outras plantas (MURGUEITIO et al., 2013).

Para a escolha das árvores a serem implantadas no sistema silvipastoril segundo Paciullo et al. (2011), alguns aspectos devem ser considerados: seleção de espécies que estejam adaptadas ao clima e solo da região, exploração pretendida e conhecimento dos produtos obtidos, madeiras, frutos. É interessante que as árvores apresentem crescimento rápido e com raízes profundas, detentoras de copa frondosa que promova sombreamento moderado. Com relação aos componentes arbóreos que compunham o silvipastoril, Paciullo et al. (2011) avaliaram que várias plantas podem compor o sistema, como as leguminosas, *Acacia mangium* (Willd), *Acacia angustissima* (Miller) e *Mimosa artemisiana* (Heringer & Paula), além de *Eucalyptus grandis*, mas o que apresentou melhor desempenho produtivo foi *A. mangium* e *E. grandis*.

O eucalipto (*Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden) é uma das espécies que apresentam arquitetura de copas estreitas, raízes profundas e tronco alto, fornecendo sombra aos animais quando manejado corretamente, porém existem diferenças dentro do gênero, que são marcantes e devem ser consideradas na escolha da espécie para implantação (MACEDO et al., 2010). Mendonça (2014) avaliou o desempenho de várias espécies arbóreas em sistemas silvipastoril, constatando que o eucalipto e a *Acacia mangium* apresentam melhores resultados produtivos.

O sombreamento interfere no crescimento da pastagem pela incidência de luminosidade, este fator pode diferir entre as espécies e pela idade/tamanho da árvore e espaçamento (PEREIRA, et al., 2015). As árvores ideais para o silvipastoril devem apresentar copas não muito densas que permitam a passagem da luz e que seu tronco seja

alto, auxiliando na otimização e complexidade do sistema com interações positivas e facilitadoras entre as espécies e também minimize as interações competitivas negativas (BROOM, et al., 2013).

A densidade de sombreamento interfere consideravelmente no desenvolvimento forrageiro. Paciullo, et al. (2010) relata que a *Brachiaria decumbens* é tolerante ao sombreamento e responde com ajustes morfofisiológicos às taxas de sombreamento, tais como aumento da área foliar e maior taxa de alongamento foliar, o que também permite a manutenção da produtividade, mesmo sob condições limitadas da luz solar. Avaliando os resultados encontrados por Paciullo, et al. (2010), as pastagens em condições sombreadas tendem a apresentar menores quantidades de enraizamento do que em pastagens mantidas em pleno sol, pois estas precisam otimizar a formação de laminais foliares para aproveitar de forma mais eficiente a luminosidade.

O desempenho da pastagem depende da escolha da espécie e sua adaptação quanto a intensidade e quantidade de oferta de sombra, o que implica uma redução na quantidade e qualidade da luz. Cabral, et al. (2017) defende que em taxas de sombreamento de 30% tem-se uma produção forrageira semelhante a forrageiras manejadas em pleno sol, Paciullo, et al. (2010) encontrou resultados semelhantes a Cabral, et al. (2017) em avaliação de pastagem compostas por *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Calle et al. (2013) defendem que a intensificação natural nestes sistemas visa maximizar a eficiência dos processos biológicos, como a fotossíntese, a fixação de nitrogênio ou a solubilização do fósforo, a fim de aumentar a produção de biomassa e matéria orgânica;esses processos oferecem benefícios produtivos e serviços ambientais a atividade.

### 2.3 PRODUÇÃO ANIMAL E PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

O fornecimento de energia é o primeiro aspecto limitante em uma dieta a base de pasto. Muitos experimentos têm sido conduzidos com o objetivo de avaliar até que ponto os animais em pastejo conseguem aumentar a ingestão de forragem, e se esse aumento ingestivo é suficiente pra atender as demandas de um animal de alta produção. O consumo de concentrado para bovinos manejados a pasto depende do tempo de pastejo ( $\text{min. dia}^{-1}$ ) número de bocado ( $\text{bocado min}^{-1}$ ) e tamanho do bocado ( $\text{g ingestão bocado}^{-1}$ ). A ingestão de forragem por vacas com alto potencial de produção de leite é em grande medida

induzida pela fome, levando a um tempo de pastejo prolongado (500 a 700 min.dia<sup>-1</sup>) e um aumento da taxa de bocado (até 65 bocados min.<sup>-1</sup>) (KNAUS, 2015).

Os bovinos apresentam características de rebanho, vivendo em agrupamentos sociais e de rebanho, encontram no pastejo comportamento inerente a sua natureza ancestral. O pasto é o ambiente ideal para exibir o seu comportamento natural de pastoreio, locomoção, descanso, socialização e exploração. A busca pela maximização do potencial produtivo encabeçado pela seleção genética de vacas leiteiras nos últimos 65 anos, fizeram com que os animais de alta produção apresentem necessidades proteicas e energéticas elevadas (KOLVER et al., 2012). Animais que tenham a pastagem deteriorada e não suficiente como principal alimento a ser consumido, possivelmente careçam de nutrientes em sua dieta total. A baixa produção de leite devido a alimentação de pastagem, como observado no estudo de Kolver et al. (2002), não indica automaticamente uma redução no bem-estar animal nem tampouco pode-se concluir que um alto nível de desempenho leiteiro garanta um alto status de bem-estar animal. No entanto, pode não ser possível garantir a ausência de fome quando as vacas leiteiras de alto rendimento são manejadas em pastagem insuficiente (CHARLTON et al., 2011).

Amenizar os efeitos prejudiciais do sistema produtivo é uma preocupação constante de produtores, principalmente as variáveis climáticas consideradas responsáveis pelo estresse térmico. As vacas leiteiras mesmo quando não estão em período de lactação, podem apresentar redução no aproveitamento de nutrientes. Vacas em condições de estresse térmico reduzem a digestibilidade de matéria seca e proteína bruta (ZANIN et al., 2016).

Nas condições de alta temperatura externa, a emissão de calor por condução, convecção e radiação diminui, enquanto que uma emissão evaporativa de calor por sudorese e por evaporação aumenta em proporções consideráveis (JOKSIMOVIĆ-TODOROVIĆ, et al. 2011).

Os animais procuram diminuir o estresse térmico por meio adaptações físicas e biológicas. Primeiramente o organismo promove a vasodilatação periférica, posteriormente faz-se uso da sudorese, em seguida o aumento de taxa respiratória, sendo o aumento na frequência respiratória (FR) o primeiro sinal visível. Manter alto ou baixo os níveis da FR, depende da intensidade e duração do estresse a que os animais estão submetidos (CRUZ, et al, 2011). CATTELAM e VALE (2013) afirmam que as perdas evaporativas são os principais meios de dissipação de calor em bovinos sob condições de alta temperatura.

A biodiversidade tem diminuindo gradativamente no planeta. Bromm et al. (2013) afirmam que a agricultura/pecuária ocupam 33% da superfície terrestre, tendo “metas” para expandir a área explorada no futuro. Bromm et al. (2013) levantam a questão de como gerenciar a produção pecuária sem contribuir ainda mais para o agravante ambiental, sendo que os métodos de produção pecuária generalizada são cada vez mais considerados como insustentáveis.

Uma solução plausível é usar métodos de criação de gado sustentável com uma biodiversidade local muito maior do que na produção convencional, sem aumento do uso da terra e melhor atendimento para os animais, como o silvipastoril (BROOM et al., 2013). Este sistema de produção permite a otimização da produção animal com base em processos naturais que são reconhecidos como uma abordagem integrada para o uso sustentável da terra (MURGUEITIO et al., 2013).

A presença de árvores em pastagens tem sido conhecida por fornecer sombra e abrigo, proteção para os animais contra o estresse térmico e declínios associados no desempenho animal. O tamponamento de condições microclimáticas de pastagem pela presença de árvores tem sido relatado no aumento do ganho produção de leite e taxas de concepção, tanto para bovinos como para ovinos em ambientes quentes. Além de oferecer proteção contra a radiação solar direta, as árvores criam resfriamento evaporativo que facilita a transferência de calor dos animais (KARKI; GOODMAN, 2010).

Estudos têm demonstrado que a temperatura ambiente adequada para vacas leiteiras adultas é de 5°C a 25°C. Uma vez que a temperatura ambiente é superior a 25°C ou o Índice de umidade de temperatura (ITU) é superior a 72, oferecendo condições estressantes aos animais, culminando em uma queda na produção de leite. Por uma questão de adaptação ao meio ambiente, o metabolismo de animais que sofrem de estresse calórico varia até certo ponto. Estudos relativos à meta-albomina mostram que o estresse térmico aumenta as concentrações de acetoacetato, acetona e ácido hidroxibutírico no sangue, o que pode envolver o não fornecimento de energia e queda na síntese de gordura do leite (HAO, et al. 2016).

O sistema silvipastoril transmite uma abordagem do ganha-ganha, os benefícios produtivos que atraem agricultores para este sistema são originários dos serviços ambientais resultado do mesmo, o que também os torna compatíveis com a biodiversidade ambiental. Muitas das vantagens desses sistemas estão relacionadas ao controle biológico natural de pragas, como carrapatos e moscas de chifre, cuja presença no silvipastoril é significativamente menor do que nas pastagens melhoradas sem árvores (DEMINICIS e

MARTINS, 2014). Algo semelhante ocorre com os besouros de esterco presentes em sistemas com árvores, que fornecem uma gama de serviços ecológicos, incluindo reciclagem rápida de nutrientes no estrume, aeração do solo e regulação de parasitas de gado. Os benefícios do sistema silvipastoril se estendem ao uso eficiente da terra e de outros parâmetros produtivos. Por exemplo, produzir uma tonelada de carne por ano requer 15 hectares no sistema extensivo convencional, três hectares em um sistema intensivo com pastagens melhoradas e sem árvores, e apenas um hectare em um sistema silvipastoril intensivo (CALLE et al., 2013).

## 2.4 A PRODUÇÃO DE LEITE E O BEM-ESTAR ANIMAL

Há um movimento mercantil intencional de modificação da nutrição dos animais leiteiros, priorizando a alimentação com concentrados; esses alimentos geralmente provem de outros ambientes, que não da mesma unidade de produção, esta ideia vem em detrimento da alimentação a base de pastagem. As razões para esse movimento são muitas, mas certamente, estão ligadas à relação entre o preço dos concentrados (principalmente grãos), e o preço pago pelo leite. Outro fator que faz com que o produtor busque alimentos fora da sua propriedade é o aumento do número de vacas em lactação, sem a devida adequação estrutural da propriedade, juntamente com a pressão econômica por resultados imediatos, conduzindo à necessidade do aumento da quantidade de leite produzido (BARCELLOS et al., 2008).

O bem-estar animal é definido como o estado do animal frente às suas tentativas de se adaptar ao ambiente em que se encontra (BROOM, 1986). Portanto, quanto maior o desafio imposto pelo ambiente, mais dificuldade o animal terá em se adaptar e, conseqüentemente, menor será seu grau de bem-estar (BOND et al., 2012). Os níveis de bem-estar podem ser mensurados por meio da observação das cinco liberdades do bem estar animal, livre de sede, fome, o animal recebe uma nutrição adequada à exigência produtiva, água potável disponível e potável; livre de desconforto, mantido em um ambiente confortável, tendo abrigo do sol e da chuva possibilitando descanso nos diferentes períodos do dia; livre de dor, lesão e doença, havendo prevenção ou diagnóstico rápido e tratamento curativo das enfermidades; livre de medo e angústia, sem sofrimento mental e por último o animal deve ter condição socioambiental para expressar seu comportamento natural (MELLOR, 2016).

A maximização do desempenho produtivo de leite por vaca não é compatível com um sistema de alimentação baseado em pastagem, porque quanto maior a porcentagem de pastagem na ração diária, maiores as limitações das vacas em sua produtividade leiteira. A produção maximizada de leite também é particularmente desafiadora quando a pastagem é incluída na dieta dos animais, uma vez que o teor de energia e proteína das forragens naturais pode variar amplamente. Por esta razão, muitos agricultores preferem alimentar seus animais com uma ração que apresente conteúdo constante de energia e proteínas (KNAUS, 2015).

A disponibilidade de sombra natural ou não, possibilita um ambiente mais confortável aos animais em pastejo, elevando o bem-estar desses animais. O conforto animal pode ser visualizado e aferido pela observação das condições fisiológicas, como: frequência respiratória, temperatura retal e batimentos cardíacos, bem como comportamentais, ócio, pastejo, descanso e ruminação (ZANIN et al., 2016).

A diminuição na produção de leite das vacas sob o estresse térmico advindo de elevadas temperaturas deve-se primordialmente à redução no consumo de alimentos. Nesse momento ocorre a hipofunção da tireoide e necessita que o animal dispenda energia para eliminar o excesso de calor corporal. A redução no consumo de alimentos se agrava quando o estresse térmico aumenta, isto ocorre devido à inibição do centro do apetite localizado no hipotálamo (RICCI et al., 2013).

A produção animal sustentável deve ter como base o bem-estar animal, reduzindo a entrada de energia exógena (energia fóssil), aumentando a aceitação dos consumidores e a biodiversidade ambiental. A criação de animais leiteiros não deve estar direcionada apenas para maximização da produção de leite por vaca em um ambiente com quantidades ilimitadas de concentrados à base de grãos, e sim, em direção à um sistema visando maior produção por hectare, usando animais mais leves, adaptados e capazes de converter eficientemente pasto em leite e carne (KNAUS, 2015). Devido à complexa relação entre a produção de leite e o bem-estar dos animais, poucos especialistas em bem-estar animal consideram a produção de leite como uma medida útil na avaliação do bem-estar em propriedades de bovinos leiteiros (VON KEYSERLINGK et al., 2009).

Segundo a revisão feita por Knaus (2015), os animais mantidos em pastagens tem um maior grau de bem-estar, daqueles mantido em ambientes confinados. As vacas submetidas a sistemas com base na pastagem podem chegar a cinco lactações facilmente, já animais confinados chegam no máximo a três lactações.

### **2.4.1 Exigências de mercado e sustentabilidade**

Desde a década de 60, na União Europeia, por meio de iniciativas como o livro “Animal Machines” da autora Ruth Harrison, iniciou-se a discussão na sociedade europeia, tendo como foco a preocupação em conhecer os sistemas de produção animal, afim de exigir que ocorra a criação de animais de maneira mais humanitária (FERREIRA; ZIECH; GUIRRO 2013).

Atualmente, produtos oriundos de sistemas que atendam o bem-estar animal apresentam valores agregados, de ordem econômica e ética, atendendo à demanda de um nicho específico de mercado. Adicionalmente, a demanda social levou à elaboração de legislação específica a respeito do bem-estar animal, a qual provavelmente originará em um curto espaço de tempo barreiras comerciais entre países (BOND et al., 2012).

Os ecossistemas podem ser tomados como eco-eficientes em comparação com os sistemas de produção intensificados e, portanto, representam um método sustentável de produzir proteínas de alta qualidade com um impacto ambiental mínimo. A conservação da paisagem é um fator adicional a ser considerado (KNAUS, 2015).

As vacas são comumente exauridas em seu potencial produtivo, recebendo crescentes dietas proteicas. Avaliando dois diferentes sistemas de produção, vacas mantidas a base de pasto e outro de vacas estabuladas e alimentadas com rações a base de concentrado Hofstetter e Gazzarin (2014) constataram que houve produção de leite maior no segundo grupo, porém essa alta produção não compensou os custos fixos mais elevados, sendo exemplificado pelos altos custos variáveis gastos com o concentrado comprado e também os custos com a produção de alimentos para animais, o que dificilmente pode ser reduzido por economias de escala (FAÇANHA et al. 2013) .

Os animais de alta produção são os detentores dos maiores problemas de saúde, pois a produção de calor, com a alta produção de leite, ficando mais susceptíveis às doenças, em decorrência da alta taxa de funcionamento do metabolismo animal, ainda mais que este recebe uma dieta altamente energética/proteica (FAÇANHA, et al., 2013).

## 2.5 COMPORTAMENTO ANIMAL

Charlton et al. (2011), expos em sua pesquisa que em determinadas condições de calor, se não houver sombra disponível em meio pastagem e tiver um galpão com sombra as vacas preferem o galpão. Em contrapartida, se elas tiverem a sua disposição pastagem com sombreamento, elas preferem a pastagem, indicando que o pastoreio é uma necessidade intrínseca dos bovinos independente do horário do dia. Animais mantidos em pastagens sombreadas têm maior grau de bem-estar do que animais mantidos em ambiente fechado, desde que, estes animais tenham a sua disposição pastagem suficiente garantindo-lhes ausência de fome (KNAUS, 2015).

Alterações na produção podem ser úteis para determinar quando um animal é incapaz de se adaptar a uma situação. Se o ambiente o permitir, o animal mudará seu comportamento para lidar com a situação bem antes que a produção seja comprometida. Portanto, o comportamento pode fornecer uma visão sobre como os animais respondem imediatamente às condições ambientais, tornando-se uma ferramenta útil para examinar o efeito de características de design específicas de sombra (CRUZ, et al., 2011).

Embora poucos trabalhos tenham examinado diretamente o efeito da quantidade de sombra sobre o comportamento, grupos de gado leiteiro usarão/disputarão simultaneamente esse recurso, especialmente quando os níveis de radiação solar forem mais altos (TUCKER et al., 2008). Isto indica que a sombra pode precisar ser grande o suficiente para todas as vacas poderem usá-la ao mesmo tempo, independente da hierarquia social do rebanho.

O comportamento animal também é afetado pelas condições climáticas. Rodrigues et al. (2010) afirmam que animais que tem oferta de sombra durante as horas mais quentes do dia, tendem a manter seu comportamento de pastejo e ruminação, já os animais que são expostos a radiação solar direta, seguramente reduzem o comportamento de pastejo e ruminação, em contraponto ao aumento da atividade de ócio.

Pastal et al. (2015), realizaram uma revisão bibliográfica sobre o bem-estar animal mantidos em sistema silvipastoril; observaram que nas regiões tropicais, onde ocorre carga excessiva de calor, o uso da sombra é essencial para minimizar as perdas da produção e reprodução, mantendo níveis produtivos e até mesmo em alguns momentos a própria sobrevivência do rebanho. Embora não seja totalmente claro, o mecanismo parece ser de natureza multifatorial. Inclui alterações no desenvolvimento folicular, depressão



da dominância folicular e comprometimento da esteroidogênese e da secreção de gonadotrofina. As perturbações induzidas pelo calor na fisiologia do oócito com folículo fechado também foram documentadas, expressas pela diminuição da taxa de clivagem e pela redução da competência de desenvolvimento (ROTH, 2015).

A alta temperatura do corpo resulta em aumento da temperatura uterina, devido a vasodilatação periférica para promover a perda de calor do corpo, de modo que o fluxo sanguíneo no útero fica reduzido. Consequentemente há uma diminuição na taxa de gestação, perda embrionária e disponibilidade reduzida de nutrientes e hormônios devido à diminuição do suprimento sanguíneo para o útero. Isso torna o ambiente reprodutivo inadequado para o espermatozóide fertilizar o óvulo, e posteriormente possibilitar o desenvolvimento embrionário. O principal fator responsável pela diminuição do nível de gestação em vacas sob estresse por calor é a mortalidade embrionária interrompendo gestação (ALVES, et al. 2017).

O eixo hipotalâmico-hipofisário (HPA) é ativado quando um animal percebe o estresse através de vários órgãos sensoriais, principalmente por calor. A ativação de HPA resulta na secreção de hormônios esteroidais da glândula adrenal. A ativação de glicocorticoide desempenha um papel vital na indução de gliconeogênese hepática para apoiar o processo de adaptação (BINSIYA, et al. 2017).

O comportamento de animais em sistema silvipastoril diferencia-se dos mantidos em sistema convencional, pelo fato da sombra possibilitar aos animais taxas de pastejo elevadas. Animais protegidos do calor pastam por períodos mais longos. Segundo Castro et al. (2008) ocorre redução de até 20 % do consumo de água pelos animais proporcionando melhor conversão alimentar, já que pastam mais que animais em pastagem de monocultura em pleno sol (PASTAL et al., 2015).

Os mecanismos de perda de calor pelos animais são: radiação, condução, convecção, evaporação. A condução é o processo no qual o animal troca calor com o ambiente por contato direto; a convecção é um processo de transporte de massa caracterizado pelo movimento de um fluido geralmente dá-se através da saída do calor do corpo para o ar mais frio, sendo este processo influenciado pelos ventos (Ferreira, 2010). A radiação é a ação direta dos raios solares sobre o animal e também se manifesta pela reflexão dos raios solares do solo e das instalações para o animal (CATTELAM; VALE, 2013).

Apesar da termorregulação ser o meio natural de controle da temperatura interna do organismo, esta ação representa gasto extra e desvio da energia de potencial produtivo.

Os animais em estresse térmico têm a manutenção da homeotermia como prioridade, sendo essencial na manutenção vital das vacas leiteiras imperando sobre as funções produtivas. A frequência respiratória é extremamente sensível ao agravamento do estresse térmico, qualquer alteração térmica dos animais, a frequência respiratória aumenta, podendo agravar o estresse do animal, em que ocorre maior ventilação pulmonar para dissipar o calor corporal por esse mecanismo (RODRIGUES et al., 2010). Cattalam e Vale (2013), trazem como base os parâmetros fisiológicos normais para bovinos lactantes, TR: entre 38,0°C a 39,3°C; FR: entre 24 a 36 movimentos/minuto e a FC: em torno de 10 a 30 movimentos por minuto normalmente (FEITOSA, 2014).

A partir do momento em que o animal já esgotou todas as possibilidades de dissipação de calor para o ambiente, os mecanismos de termólise dos animais homeotérmicos já não tem a eficiência necessária, fazendo com que o calor metabólico somado ao calor do ambiente seja maior que a quantidade de calor dissipada para o meio externo, em consequência a isso os animais elevam sua temperatura retal (CRUZ, et al. 2011).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Unidade de Ensino e Pesquisa de bovinocultura leiteira da UTFPR – *Campus Dois Vizinhos-PR*, entre os meses de novembro de 2016 a março de 2017 (Figura 1), situada na cidade de Dois Vizinhos – Paraná (Figura 2). O solo da região é classificado como nitossolo Vermelho Argiloso de relevo ondulado. A ordem dos nitossolos, de ocorrência significativa no Sudoeste e Oeste do Paraná, compreende solos minerais derivados de rochas básicas e ultrabásicas, ricas em minerais ferromagnesianos, possuindo coloração vermelho escuro tendendo à arroxeada (SILVA et al., 2009).

O clima da região é Cfa – subtropical com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes, havendo concentração de chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida, latitude: 26.05, longitude: 53.04, altitude: 650 m (IAPAR, 2014).

A área do experimento foi de 0,5 ha, organizada em 12 piquetes de 200 m<sup>2</sup> aproximadamente, dependendo da disponibilidade de pastagem, os quais constituiram as parcelas experimentais, com carga/animal instantânea nesses piquetes, nos demais dias fora do período de avaliação esses animais eram manejados em uma área a parte. A pastagem foi composta por grama estrela africana (*Cynodon nlemfuensis*) e capim Aruana (*Panicum maximum* Jacq.), estabelecida em setembro de 2014, por meio de semeadura em fileiras com espaçamento de 45 cm, com utilização de 10 kg/ha de sementes puras e viáveis.

O experimento foi composto por quatro (4) tratamentos e (3) três repetições cada. Os tratamentos foram distribuídos em arranjo fatorial, da seguinte forma:

1. Animais em sistema convencional de produção (sem sombra) e água disponível nos piquetes;
2. Animais em sistema convencional de produção (sem sombra) e água disponível no corredor;
3. Animais em sistema silvipastoril (com sombra) e água disponível no piquete;
4. Animais em sistema silvipastoril (com sombra) e água disponível no corredor.

O sistema silvipastoril foi composto por árvores de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) implantadas no ano de 2011 em duas linhas paralelas de 2,5 metros de espaçamento entre si e 2,5 metros entre plantas, dispostas no sentido norte-sul, com altura de ±10 metros

(figura 3). Os renques de eucalipto possuem 20 metros de distância entre si, permitindo o estabelecimento do sistema. O sistema convencional de produção também consistiu de grama estrela africana (*Cynodon nlemfuensis*) e capim Aruana (*Panicum maximum* Jacq.) estabelecidos, da mesma forma descrita anteriormente (figura 4). Nesse sistema não haviam fileiras de eucalipto, e nenhum outro tipo de árvore ou estrutura para promoção do sombreamento aos animais em pastejo. Ambos os sistemas foram implantados na área que tinha cultivo de milho MG25 a 4 anos, a adubação de base NPK (08-20-20), ocorre a aplicação mensal de uréia em cobertura, em uma quantidade de 25 kg/há.

O método de pastejo foi de lotação intermitente (rotativo), com um dia de ocupação, utilizando 12 vacas em lactação da raça Jersey de 350 kg peso vivo médio pertencentes à UTFPR *Campus* Dois Vizinhos, com oferta de forragem entre cinco e seis kg de matéria seca (MS) por 100 kg de peso vivo (PV). As vacas foram submetidas à rotina da ordenha às 7h e às 16h, e nesse período receberam complementação alimentar energético-proteica, ração comercial 20% de proteína, totalizando um (1) kg MS/100 kg PV por dia. Os animais permaneceram nas pastagens das 9h às 16 horas e das 18h às 07 horas, tendo a disposição sal mineralizado e água, totalizando 20 horas de avaliação comportamental. Foram empregadas três (3) vacas por tratamento, distribuídas em piquetes, os quais compuseram a unidade experimental. A avaliação se deu por três dias, em três períodos distintos, totalizando a necessidade do uso de 12 vacas no total, distribuídas de maneira aleatória em função da produção leiteira, idade e estágio de lactação, com produção média de aproximadamente 16 litros/vaca/dia, sendo estas informações disponibilizadas pela UTFPR - Dois Vizinhos.

A oferta de água foi por meio de bebedouro com capacidade de 100 litros de água, com um (1) metro de diâmetro por piquete. A ingestão de água foi dimensionada pela diferença da quantidade de água adicionada ao bebedouro e a reposição de água feita através de balde graduado, sem comprometer a plena oferta de água. Os cochos para sal mineralizado foram compostos por galões de 20 litros cortados ao meio, permanecendo constantemente nos piquetes. Os cochos (saleiro e água) foram distribuídos em posição semelhante nos tratamentos.

O critério para a entrada dos animais nos piquetes foi pela interceptação luminosa de 95 % da radiação pela forrageira, por meio da análise de cobertura vegetal SUNSCAN (Delta-T Cambridge, Inglaterra), sendo tomadas da radiação fotossinteticamente ativa acima e abaixo do dossel. As medições foram efetuadas pela manhã (entre 11:00-12:00 h), com céu claro, em pleno sol, medindo-se a intensidade luminosa em nível do solo.

Para caracterização da área de pastejo e determinação da oferta real de forragem, foi estimada a massa de forragem disponível antes da entrada dos animais e a massa de forragem do resíduo após a saída dos animais dos piquetes, através da técnica da dupla amostragem, com realização de cinco cortes e 15 estimativas visuais por piquete (Figura 5). O consumo agrônômico de MS por dia foi determinado pela diferença da massa de forragem disponível menos a massa de forragem do resíduo (GARCIA et al., 2010).

Para a avaliação e separação morfológica foram coletados 0,25 m<sup>2</sup> de pastagem em 10 pontos diferentes do piquete em uma altura aproximada de 30 cm do nível do solo, separando a lâmina foliar, colmo+bainha, inflorescência e material senescente/morto. Essas amostras contendo os componentes morfológicos foram pesadas, acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação forçada de ar e temperatura entre 55 e 65 °C até peso constante em aproximadamente 72 horas (Figura 6). Posteriormente foram pesadas para determinação da proporção e produção por hectare em base seca de cada componente (SILVA, 2002).

A observação dos animais nos piquetes foi realizada por um grupo de observadores treinados, subdivididos em duplas, os quais fizeram turnos de 6 horas de observação, durante três (3) dias consecutivos, totalizando 60 horas de avaliação comportamental. As avaliações foram realizadas em três períodos distintos (05/11/2016, 17/12/2016, 30/03/2017). Os avaliadores estavam munidos com planilhas de anotação fazendo observação a cada 10 minutos com registros instantâneos, atentando-se para o local em que o animal encontrava-se, sombra ou sol e período do dia, (diurno/noturno) no momento do comportamento anotado.

O comportamento ingestivo foi determinado por meio do método direto de observação, pastejando no sol ou na sombra, ruminação em pé, ruminação deitado, ócio em pé e ócio deitado. Ainda foi efetuado o registro da frequência de busca por água e sal mineralizado por animal durante todo o período de observação. Além disso, foi registrado se o animal está na sombra ou não quando do comportamento e suas reações agonistas, considerando se o animal era instigador ou vítima (FERREIRA, 2010; OLIVEIRA et al., 2011).

A aferição da temperatura retal por meio de termômetro veterinário com coluna de mercúrio foi realizada às 09:00hrs, 13:00hrs e as 16:00hrs, sempre concedendo um tempo de 10 minutos, tempo necessário para que os animais se acomodasse nas cangas, amenizando interferência decorrentes do manejo, no horário das 13:00hrs, os animais eram recolhidos dos piquetes, os quais encontravam-se em uma distancia de 150 metros

do local de aferição dos parâmetros. Nesses momentos também era determinada a frequência cardíaca por meio da auscultação com o estetoscópio durante 15 segundos, multiplicados por quatro (4). A frequência respiratória foi obtida no mesmo momento através da observação visual e contagem dos movimentos torácicos em um período de 15 segundos, multiplicados por quatro (4) (Figura 7). O cálculo das medidas foi por meio de média aritmética (SALLA et al., 2009). As condições de predisposição de estresse térmico foram avaliadas por meio do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), usando a fórmula descrita por Britto (2014):  $ITU = T_{bs} + 0,36T_{po} + 41,5$ . Onde:  $T_{bs}$  é a temperatura do bulbo seco em °C e  $T_{po}$  é a temperatura do ponto de orvalho em °C.

Os dados meteorológicos dos períodos referentes às avaliações foram obtidos a partir do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) - Estação Meteorológica de Dois Vizinhos, PR, localizada na Unidade Experimental de Culturas Anuais da UTFPR *Campus Dois Vizinhos-PR*.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade utilizando-se o programa estatístico SAS versão 9.3 (2011). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey com a significância de 5% de probabilidade de erro.

Figura 1: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos - UTFPR



Fonte: (GOOGLEMAPS, 2017)

Figura 2: Área experimental da Unidade de Bovinocultura de Leite da UTFPR.



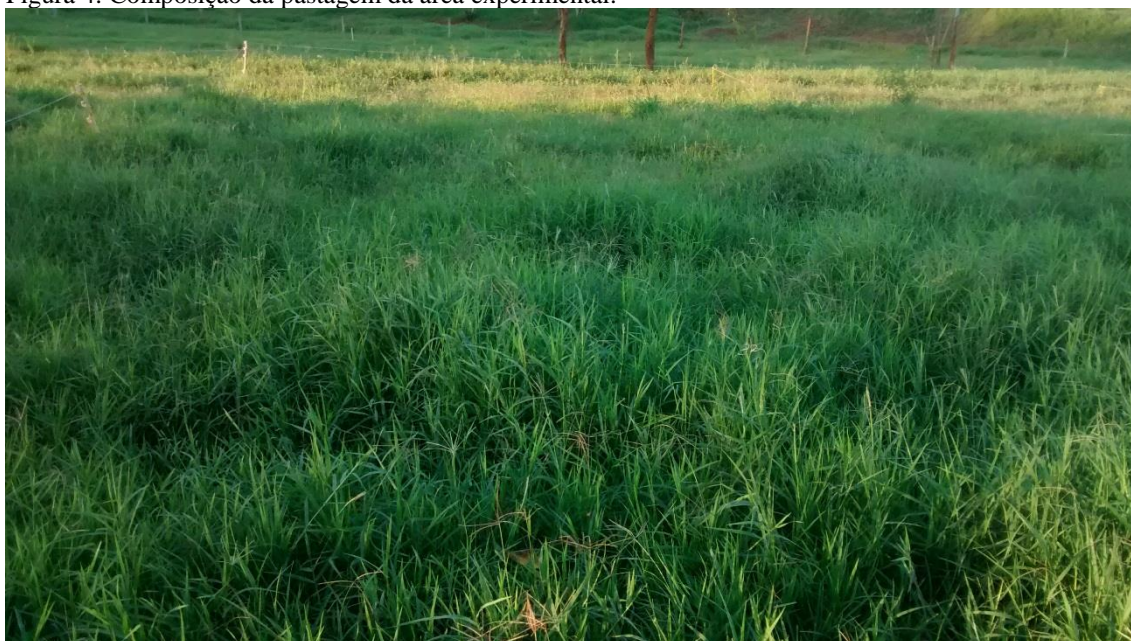
Fonte: (GOOGLEMAPS, 2017)

Figura 3. Animais em pastejo no Sistema Silvipastoril



Fonte: arquivo pessoal.

Figura 4. Composição da pastagem da área experimental.



Fonte: Arquivo Pessoal.



Figura 5. Corte e dimensionamento da produção de forragem.



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 6. Separação morfológica da pastagem



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 7. Animais avaliados sendo alimentados.



Fonte: arquivo pessoal.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 PRODUÇÃO DE PASTAGEM

A oferta de massa disponível (kg/ha) e de oferta de forragem (% PV) aos animais foi semelhante nos dois sistemas avaliados bem como nos diferentes períodos de avaliação, permanecendo a oferta próxima de 6% do peso vivo dos animais monitorados (Tabela 1). Não houve variação estatística significativa para os dados da pastagem residual, visto que não ocorreu variação na oferta, relação folha colmo e nem na composição morfológica das plantas caracterizando a padronização da pastagem ofertada.

Tabela 1: Produção de pastagem entre diferentes sistemas de produção no período de novembro a março de 2017 no Sudoeste do Paraná.

Variáveis	Silvipastoril	Convencional	Média	CV(%)
Massa disponível (kg/ha)	3987,70	4003,90	3995,80	14,28
Massa de lâmina foliar (kg/ha)	1354,90	1540,70	1447,80	26,06
Massa de colmos (kg/ha)	1701,60	1765,80	1733,70	36,75
Massa senescente (kg/ha)	561,62	601,23	581,42	31,84
Massa inflorescência (kg/ha)	294,26	338,33	316,29	64,57
Relação folha/colmo	0,88	0,91	0,89	28,51
Desaparecimento (%)	61,77	54,23	58,00	19,51
Oferta de forragem (% PV)	6,09	5,59	5,84	24,32
Oferta de lâminas foliares (% PV)	1,92	2,51	2,21	44,75
Interceptação Luminosa (%)	95	96	95,5	33,43

Médias não diferiram entre si nas colunas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A presença de árvores na pastagem é um importante fator de conforto aos animais e ao sistema como um todo, reduz a velocidade do vento, concedendo múltiplos benefícios para as culturas: aumento da taxa de crescimento e qualidade, possibilitando proteção contra perdas de solo por erosão.

Os períodos de avaliação foram distribuídos a partir da observação do ponto ideal de pastejo, observando as condições meteorológicas para os dias de avaliação. Não houve diferença estatística significativa na oferta de pastagem, tanto no sistema silvipastoril (3987,70kg/ha), quanto no convencional (4003,90 kg/ha) e nem na composição morfofisiológica da pastagem nos períodos avaliados, não influenciando nas variáveis

fisiológicas e comportamentais dos animais nos diferentes sistemas observados (Figura 8).

Figura 8. Corte e medição da pastagem.



Fonte: arquivo pessoal.

A oferta de forragem no terceiro período foi maior que nos demais períodos, diferindo estatisticamente nesse aspecto. A massa de lamina foliar foi estatisticamente maior no terceiro período comparado aos demais períodos o que interferiu no comportamento de pastejo dos animais no presente experimento pelo fato de termos tido um maior desaparecimento forrageiro, esses dados podem ser observados na Tabela 2.

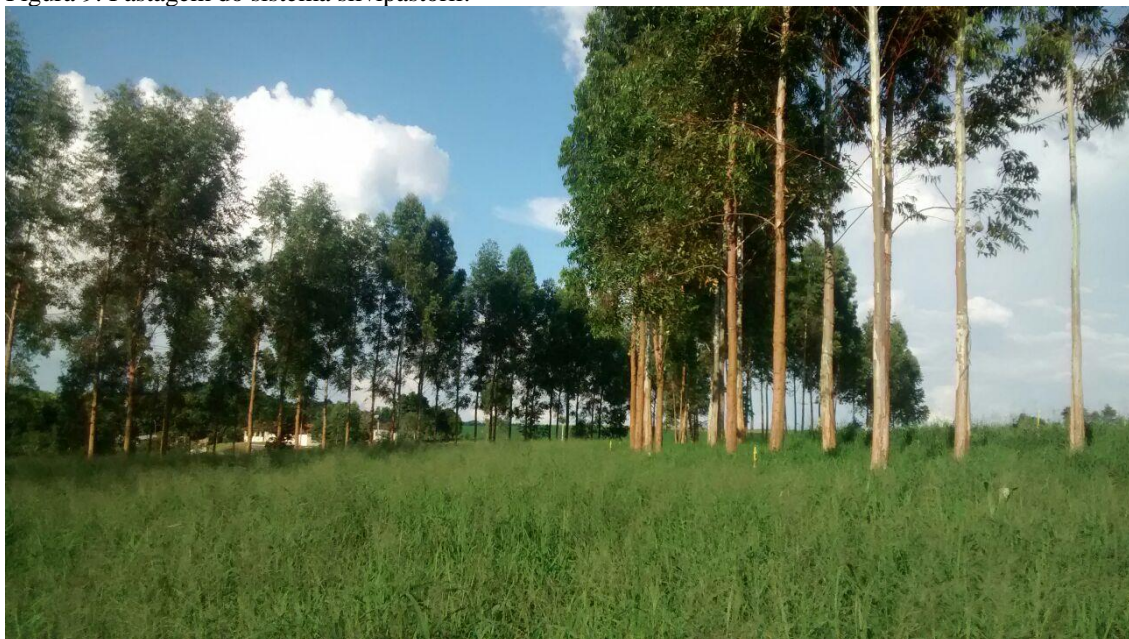
Tabela 2 Produção de Farragem nos diferentes períodos de avaliação de novembro de 2016 a março de 2017.

Variáveis	05/11/2016	17/12/2016	30/03/2017	CV%
Massa disponível (kg/ha)	3150,1 <sup>b</sup>	4418,6 <sup>a</sup>	4418,6 <sup>a</sup>	14,28
Massa de lâmina foliar (kg/ha)	1210,6 <sup>b</sup>	1300,8 <sup>b</sup>	1832,0 <sup>a</sup>	26,06
Massa de colmos (kg/ha)	1271,6 <sup>b</sup>	2006,2 <sup>a</sup>	1923,3 <sup>a</sup>	36,75
Massa senescente (kg/ha)	621,63 <sup>b</sup>	411,45 <sup>a</sup>	711,20 <sup>a</sup>	31,84
Massa inflorescência (kg/ha)	256,42 <sup>b</sup>	513,75 <sup>a</sup>	178,72 <sup>b</sup>	64,57
Relação folha/colmo	1,04	0,99	0,66	28,51
Desaparecimento (%)	61,33 <sup>a</sup>	44,51 <sup>b</sup>	68,16 <sup>a</sup>	19,51
Oferta de forragem (% PV)	4,35 <sup>b</sup>	4,45 <sup>b</sup>	8,72 <sup>a</sup>	24,32
Oferta de lâminas foliares (% PV)	1,70	1,31	3,64	44,75
Interceptação Luminosa (%)	96	95	94	33,43

Médias com letras distintas nas linhas diferiram entre si nas colunas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A pastagem do sistema silvipastoril era basicamente formada por estrela africana, compondo 96% da pastagem, sendo os outros 4% povoado de capim aruana, já no sistema convencional a pastagem é composta de 80% estrela africana e 20% de aruana (Figura 9).

Figura 9. Pastagem do sistema silvipastoril.



Fonte: arquivo pessoal.

A padronização e plena oferta de pastagem é essencial para que os animais em pastejo possam atingir seu potencial produtivo, e não terem seu comportamento animal afetado pela escassez de alimento. Considerando que o tamanho dos piquetes foi de

aproximadamente 200 m<sup>2</sup>, essa oferta de pastagem facilitou o pastejo dos animais, pois estes não precisaram se deslocar a procura de alimento. As características forrageiras das pastagens influenciam no comportamento ingestivo dos animais (FARINATTI et al., 2009), como também diferentes taxas de ofertas, se houver pouca disponibilidade de pastagem os animais vão ser menos seletivos e assim o contrário (PACIULLO et al., 2011).

A escolha da melhor forrageira a ser implantada no sistema apoia-se na observação das condições locais, nível tecnológico, potencial produtivo, tolerância ao sombreamento e valor nutritivo (RICCI et al., 2013). O crescimento da forrageira é dependente das espécies arbóreas e amplitude de sua copa, podendo ser beneficiado ou prejudicado conforme as taxas de sombreamento, almeja-se haver sinergismo entre as espécies na obtenção de nutrientes e água.

Paciullo et al. (2011), avaliaram a influência da proximidade dos renques de árvores de *Acacia mangium* e *Eucalyptus grandis*, em sistemas silvipastoril, concluindo que o melhor desempenho forrageiro ocorre quando se tem renques de 7 a 10 metros de distanciamento, apresentando taxas de sombreamento favoráveis para o desenvolvimento e qualidade das pastagens.

A pastagem ofertada aos animais dos diferentes sistemas foi previamente adubada e manejada de maneira semelhante, justamente para que não interferisse nos resultados da pesquisa. A produtividade das forrageiras no sub bosque tendem a ser menor que em ambientes ensolarados, devido as condições fotossintéticas desenvolvidas pelas plantas nas diferentes intensidade de luminosidade, porém algumas forrageiras tem apresentado melhores resultados quando comparados a pastagens descampadas (BERNARDINHO; GARCI, 2009). Segundo estes mesmos autores a resposta das forrageiras no sub bosque podem ser variáveis, dependendo do tamanho das árvores, amplitude das copas, fertilidade do solo e fatores climáticos.

Na maioria dos casos, o sombreamento apresenta efeito positivo na produtividade das forrageiras em sistema silvipastoril, em quantidade e qualidade de pastagem produzida, isto está relacionado ao aumento de nitrogênio (N) disponível no solo, sendo resultado do conjunto sombra e ciclagem de nutrientes promovidos pelas raízes das árvores além do aumento da população microbiana do solo (BERNARDINO; GARCIA, 2009).

A temperatura ambiental variou entre 17 a 27°C nos diferentes períodos e horários de observação havendo variação da temperatura e umidade no decorrer do dia, bem como

oscilações nos diferentes períodos de avaliação. O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) ficou entre 63 a 72, com a Umidade Relativa (UR) variando entre 42 a 80 (Tabela 3). A temperatura ambiente ( $T^{\circ}$ ) não é o único fator ambiental que afeta a intensidade do estresse térmico nos animais. O ITU mede os efeitos combinados de  $T^{\circ}$  e UR para determinar a intensidade da carga térmica sobre o rebanho. Collier et al. (2009) categorizaram este índice como indicador térmico a partir de  $23,9^{\circ}\text{C}$  a  $32,2^{\circ}\text{C}$  com 65% a 90% de UR, assim no presente trabalho foram observados alguns momentos em que os animais encontravam expostos a condições climatológicas estressantes.

Tabela 3. Dados Meteorológico médio nos diferentes horários por período de três dias de avaliação.

Período	Horário	Temperatura Ambiente	Umidade Relativa	Índice de Temperatura e Umidade (ITU)
05/11/2016	09:00	19,75	79,50	67,19
	13:00	24,23	63,83	71,63
	16:00	25,73	57	72,59
Média		23,23	66,77	70,47
17/12/2016	09:00	17,86	80,66	64,58
	13:00	21,26	77,66	68,88
	16:00	23,40	72	71,22
Média		20,84	76,77	68,23
30/03/2017	09:00	18,80	69,33	63,00
	13:00	24,83	49,66	70,02
	16:00	27	42	65,31
Média		23,54	53,66	66,11

Médias com letras distintas nos diferentes horários não diferiram entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

As perdas médias no rendimento de leite por dia encontradas por Collier et al. (2009) foram de até 2,2 kg por dia, quando a ITU atinge níveis de 65 a 73. Collier et al. (2009) sugerem ainda que medidas de resfriamento ou de prevenção de estresse térmico em vacas leiteiras devam ser iniciadas de imediato quando o ITU se aproxime de 68. Já Catellam e Vale (2013) afirmam que ITU acima de 71 é considerado crítico, necessitando de intervenções com intuito de possibilitar o resfriamento animal. No presente estudo o ITU médio foi de 68, caracterizando que os animais mantidos a pasto sem os devidos cuidados com o manejo de sombra e provisão de oferta de água nesses períodos sofreram

estresse calórico, tendo suas funções fisiológicas básicas afetadas, mesmo em temperaturas consideradas amenas para a época do ano na região do experimento. Quando analisado o estresse térmico dos animais nas horas mais quentes do dia, no horário das 13:00 e das 16:00, percebemos que o ITU está próximo a 68, justificando a necessidade de arborização dos piquetes no intuito de reduzir a sensação térmica nesses ambientes, assim os animais podem continuar seu pastejo nas horas mais quentes do dia, não comprometendo a ingestão de alimento. Mesmo em temperaturas ambientais amenas faz-se necessário a presença e instalação de sombreamento nas pastagens, pois estas têm a capacidade de reduzir no mínimo em 30% a radiação solar incidente sobre o rebanho em pastagem (CATTELAM; VALE, 2013).



## 4.2 FISILOGIA ANIMAL

Os animais apresentaram variações fisiológicas no transcorrer do dia, ocorrendo variação estatisticamente significativa, na temperatura retal (TR) nos diferentes horários de avaliação ( $37,70^{\circ}$  -  $38,46^{\circ}$  -  $38,59^{\circ}$ ), frequência respiratória (FR) (34 - 52 - 56) e frequência cardíaca (FC) (72 - 79 - 80), essas variações fisiológicas ocorreram para os dois sistemas de produção, não diferindo estatisticamente entre sistemas para essas variáveis testadas. Esses resultados foram coletados as 09h00 min, 13h00 min e as 16h00 min horas (Tabela 4).

Tais resultados demonstram que os animais foram submetidos a um estresse térmico na medida em que o pastejo se estendeu para as horas mais quentes do dia. Resultados semelhantes foram encontrados por Souza et al. (2010), quando estes avaliaram a fisiologia de novilhas em pastejo na sombra e no sol. Para vacas de origem europeia, a zona termoneutra situa-se entre 5 e  $25^{\circ}\text{C}$  (ROENFELDT, 2011), acima de  $25^{\circ}\text{C}$  os animais tendem a modificar sua fisiologia e comportamento para manter sua temperatura central básica acima da temperatura ambiente. Para manter a homeostase corpórea os animais modificam sua postura durante condições de estresse com o intuito de dissipar o calor pela pele em contato com o vento, modificam padrões de consumo de forragem, incluindo diminuição do tempo de pastejo e ruminação, o que afeta diretamente a produtividade leiteira (FERREIRA, 2010).

Tabela 4. Temperatura Retal (TR), Frequência Respiratória (FR), Frequência Cardíaca (FC) nos diferentes horários de avaliação.

Variáveis	09:00	13:00	16:00	CV (%)
Temperatura Retal	37,70 <sup>b</sup>	38,46 <sup>a</sup>	38,59 <sup>a</sup>	0,92
Frequência Respiratória	34,42 <sup>b</sup>	52,26 <sup>a</sup>	56,04 <sup>a</sup>	16,83
Frequência Cardíaca	72,74 <sup>b</sup>	79,68 <sup>a</sup>	80,13 <sup>a</sup>	7,80

Médias com letras distintas na linha diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os animais tiveram seus padrões fisiológicos aumentados com o aumento da radiação solar. Observou-se modificações nos padrões comportamentais, conforme as alterações fisiológicas apresentadas pelos animais, vários animais fizeram uso de transpiração ofegante (taquipneia) na tentativa de dissipar o calor pela evaporação. Segundo Dalcin (2013) este comportamento tem por objetivo manter a homeostase fisiológica. A homeostase dos animais domésticos ocorre dentro dos limites de uma

temperatura corporal central (TCC), dentro da qual o metabolismo animal consegue executar suas funções produtivas sem modificação, denominada zona termoneutral (ALLEN et al., 2009).

Animais submetidos ao estresse calórico reduzem a ingestão de forragem, promovendo uma redução do fluxo sanguíneo na veia porta (fígado) e conseqüentemente na glândula mamária, promovendo uma redução do aporte de nutrientes e de energia para a produção de leite (BEEDE e SHEARER 1991). O aumento da frequência respiratória (FR) é associado à exposição ao calor/sol, alterando os padrões respiratórios dos bovinos, devido ao menor volume de ar inspirado. Na ofegação o bovino promove a troca de calor pela evaporação e umidificação do trato respiratório (DALCIN, 2013).

Os bovinos são animais homeotérmicos, dispostos no ambiente, sendo aquecido ou resfriado dependendo das condições climáticas do local em que se encontram, podendo apresentar modificações em sua temperatura interna em decorrência de aumento ou queda da temperatura ambiente (CRUZ et al., 2011). Em condições normais a TCC é superior à temperatura ambiente para assegurar que o calor gerado pelo metabolismo flua para o ambiente (COLLIER et al., 2006), justificando o aumento dos parâmetros fisiológicos conforme o aumento da temperatura ambiente presente nesse trabalho.

O intervalo entre o estresse calórico e a zona termoneutra é estreito, o aumento da temperatura ambiente tendem a fazer com que os animais modifiquem seu comportamento, permanecendo por mais tempo em repouso, modifiquem sua bioquímica e sua fisiologia celular (SHEARER; BEEDE, 1990).

A TR observada chegou a 38,56° para os animais em sistema convencional, ficando abaixo de 39,16°, índice crítico segundo Ricci et al. (2013), ainda mais quando a FR é de 60 movimentos por minutos, o animal está em estresse térmico significativo, havendo um aquecimento exponencial condicionado pelo aumento da temperatura e umidade relativa. Em ambiente com estas características suscitam mudanças no manejo como estratégias para amenizar o aquecimento dos animais.

Quando as vacas são submetidas a estresse térmico, a ingestão de alimentos diminui e simultaneamente os requisitos de manutenção térmica são aumentados devido à ativação do sistema termorregulador (RICCI et al., 2013). Necessitando o dispêndio de uma quantidade de energia maior para manter a homeotermia, a qual em condições não estressante estaria disponível para produção de leite. Estima-se que o estresse térmico moderado e severo no gado leiteiro provoque um aumento nas necessidades de manutenção de 7 a 25% (NRC, 2001). Por definição, as vacas com estresse térmico, se

encontram em um estado de balanço de energético negativo, uma vez que a ingestão de alimentos não atende as demandas energéticas de manutenção e produção (CRUZ et al., 2011).

As variações fisiológicas são decorrentes de processos adaptativos dos animais frente às adversidades ambientais oferecidas pela produção. Quanto maior for o distanciamento dos sistemas de produção do ambiente natural, maior será o esforço e gasto de energia do animal para manter a sua homeostase fisiológica, podendo apresentar déficits fisiológicos. Cada vez mais surge a necessidade de avaliar e selecionar animais portadores de características adaptativas, considerando a homeostase fisiológica, frisando condições de equilíbrio biológico entre o animal e o meio no qual será inserido (FAÇANHA et al., 2016).

No decorrer do experimento houve variação climatológica entre os períodos de avaliação interferindo nos padrões fisiológicos dos animais. No primeiro e terceiro período ocorreu uma diferença estatística na fisiologia nos diferentes sistemas de produção (Tabela 5). No primeiro período os animais apresentaram TR de 38,11°C (convencional) e 37,87°C (silvipastoril), já no terceiro período de avaliação a TR das vacas ficaram entorno de 38,35°C (silvipastoril) e 38,56°C (convencional), indicando que o sistema silvipastoril permitiu menor TR em relação ao convencional. Houve diferença estatística significativa da FR no segundo e terceiro período de avaliação entre o sistema silvipastoril (36 e 45, respectivamente) e sistema convencional (43 e 58, respectivamente). A FC variou significativamente apenas no terceiro período, quando o sistema silvipastoril promoveu menor FC em relação ao sistema convencional.

Tabela 5. Temperatura Retal (TR), Frequência Respiratória (FR), Frequência Cardíaca (FC) em diferentes sistemas caracterizados em diferentes períodos de avaliação.

Variáveis	05/11/2016	17/12/2016	30/03/2017	Média
Temperatura Retal (TR)				
Silvipastoril	37,87 <sup>b</sup>	38,31 <sup>Ns</sup>	38,36 <sup>b</sup>	38,18 <sup>b</sup>
Convencional	38,11 <sup>a</sup>	38,35 <sup>Ns</sup>	38,56 <sup>a</sup>	38,34 <sup>a</sup>
CV(%)	0,83	0,69	0,70	0,92
Frequência Respiratória (FR)				
Silvipastoril	52,35 <sup>Ns</sup>	36,84 <sup>b</sup>	45,24 <sup>b</sup>	47,09 <sup>Ns</sup>
Convencional	50,55 <sup>Ns</sup>	43,68 <sup>a</sup>	58,46 <sup>a</sup>	48,62 <sup>Ns</sup>
CV	15,83	10,51	15,34	16,83
Frequência Cardíaca (FC)				
Silvipastoril	83,38 <sup>Ns</sup>	75,37 <sup>Ns</sup>	73,14 <sup>b</sup>	77,30 <sup>Ns</sup>
Convencional	79,74 <sup>Ns</sup>	76,38 <sup>Ns</sup>	77,27 <sup>a</sup>	77,80 <sup>Ns</sup>
CV	9,49	5,22	3,54	7,80

Médias com letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

<sup>Ns</sup> Não significativo a 5% de probabilidade.

Os animais aumentaram a dissipação de calor para o ambiente por meio do aumento da FR, esta modificação fisiológica foi evidenciada em vários momentos, por meio da observação da respiração ofegante dos animais, visto que a taquipneia é um dos principais mecanismos de termorregulação (OLIVEIRA et al., 2012; RICCI et al., 2013).

No terceiro período observou-se uma maior temperatura ambiental dentre os períodos avaliados. Este fato possibilitou uma maior alteração nos padrões fisiológicos dos animais. A FC, FR e TR dos animais em sistema convencional diferiu estatisticamente do sistema silvipastoril, possibilitando afirmar que o sistema silvipastoril auxilia no controle da homeotermia dos animais em pastejo, quando expostos a altas temperaturas ambientais.

As variações fisiológicas no decorrer dos períodos de avaliação, ocorreram em decorrência das diferentes condições climáticas apresentadas nos três períodos, visto que os animais promovem modificações anatomofisiológicas e comportamentais para manter sua termoneutralidade (PINHEIRO et al., 2015).

A dissipação de calor por meio do aumento da FR eleva o gasto de energia dos animais, apresentada pelo aumento da FC (PINHEIRO et al., 2015). Os animais mantidos no sistema silvipastoril apresentaram menor TR, diferindo estatisticamente dos animais mantidos no sistema convencional, isto foi mais nítido no primeiro período.

Resultados fisiológicos registrados nesse experimento demonstram que ambientes sombreados podem ser considerados de conforto animal e o sem sombra, de estresse perigoso (SOUZA et al., 2010). O sistema silvipastoril é um bom método para criação de animais leiteiros, propiciando um ambiente de conforto térmico por meio do sombreamento diminuindo a irradiação térmica incidente no rebanho (ZANIN et al., 2016).

Os animais em estresse calórico podem dissipar até 15% do calor corporal por meio da respiração normal, o aumento da taxa de respiração potencializa a perda de calor pelos animais, porém promove um desequilíbrio fisiológicos (MAIA et al., 2005), expondo os animais a uma possível acidose ruminal, quando ocorre um desequilíbrio acidose básico no organismo do animal, geralmente se dá em decorrência da hiperventilação pulmonar. O pH sanguíneo cai violentamente, a pressão sanguínea cai, causando uma diminuição na pressão de perfusão e no fornecimento de oxigênio aos tecidos periféricos, resultando num progressivo aumento de ácido láctico para a respiração celular (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

As vacas em estresse térmico podem apresentar acidose ruminal à medida em que diminuem o pH (potencial Hidrogeniônico), devido a menor atividade de ruminação e conseqüentemente menor capacidade de tamponamento através da produção de saliva (RICCI et al., 2013). Outro mecanismo fisiológico descrito por Ricci et al. (2013) em animais submetidos em estresse térmico que contribui para a acidose ruminal é o aumento da FR. Quando o organismo eleva a produção de Dióxido de Carbono  $CO^2$ , sendo este eliminado dos pulmões mais rapidamente do que é produzido, ocorrendo assim a queda do  $CO^2$  sanguíneo podendo o animal entrar em alcalose respiratória, isto não foi presenciado no presente trabalho, possivelmente por dois principais motivos, temperaturas amenas e os animais serem de média produção.

A temperatura retal não ultrapassou os padrões fisiológicos em nenhum período de avaliação, não possibilitando afirmar que esses animais tiveram suas funções homeostáticas prejudicadas, pois segundo Collier et al. (2006) a elevação dos padrões fisiológicos promove a perda de fluidos corporais aumentando os requisitos de manutenção da homeostase sanguínea (Figura 10).

Figura 10. Avaliação fisiológica dos animais.



Fonte: arquivo pessoal.

As condições climáticas influenciaram as respostas fisiológicas de todos os animais avaliados. As modificações foram mais acentuadas no tratamento convencional, visto que estes estavam expostos ao sol, dados evidenciados também por Schütz et al. (2010). O estresse por calor tem recebido especial atenção dos pesquisadores e produtores, porém o aumento da seleção genética tem priorizado os altos índices de produção, não levando em conta as linhagens mais adaptadas a climas temperados, assim o estresse térmico ainda continua a influenciar negativamente no dia a dia da produção leiteira (ALLEN et al., 2009), como pode ser observado na Figura 11..

Figura 11. Animal ofegante.



Fonte: arquivo pessoal.

Avaliando diferentes níveis de sombreamento Schütz et al. (2010) constataram que a quantidade de sombra ofertada aos animais influencia o seu tempo de permanência na sombra. No presente trabalho a sombra era suficiente para todos os animais em sistema silvipastoril. Quando a sombra é suficiente para os animais, eles tendem a compartilhar o mesmo ambiente harmonicamente, já em ambientes que a sombra é pouca os animais permanecem menor tempo na sombra, além de seguidamente se envolverem em disputa pelo recurso, prevalecendo a hierarquia social (PELLIZZONI, 2011). A competição por sombra entre vacas leiteiras ocorre mesmo em temperatura consideradas mais amenas, em níveis de 19 e 23°C. Quanto mais restrita for a oferta, mais acentuada será a disputa. Isso indica a necessidade de fornecimento de sombras como benefício para vacas em clima mais frio também (SCHÜTZ et al., 2010).

A temperatura corporal das vacas de alta produtividade são mais pronunciadas que animais de baixa produção, em decorrência da maior taxa metabólica utilizada para a produção desses animais (CRUZ et al., 2011). Em climas quentes a temperatura ambiente não deve ser o único fator a ser considerado, pois a umidade ambiental apresenta influência decisiva no estresse térmico dos animais (ATRIAN; SHAHRYAR, 2012).

As vacas lactantes tendem a sofrer com as altas temperaturas especialmente durante o pico da produção, já as vacas secas sofrem com altas temperaturas durante o período de transição (ATRIAN; SHAHRYAR, 2012). Os animais mantidos no sistema silvipastoril possuem menor risco de sofrerem estresse térmico, pois possuem oferta de sombra durante todo o período de pastejo, possibilitando a estes condições para expressarem seu potencial produtivo e reprodutivo (ZANIN et al., 2016).

O estresse animal apresenta relação direta com as condições ambientais no qual está exposto, conforme as condições do sistema de produção serão as respostas comportamentais dos animais. Quanto menor for o esforço dos animais para adaptar-se ao sistema de produção mais fácil será manter sua eficiência produtiva, baixa morbidade, reduzida mortalidade e alta longevidade (FAÇANHA et al., 2016).

O sistema silvipastoril permite maior diversificação do uso da terra, por meio da exploração de cultivos arbóreos integrados com o cultivo da pastagem, apresentando várias vantagens ao sistema de produção. Permite maior conservação do solo, de recursos hídricos, sequestro de carbono e o aumento da biodiversidade estão entre os benefícios da utilização desse sistema (DIAS-FILHO, 2006; FERREIRA, 2010). Esses aspectos assumem grande importância na busca por sistemas mais sustentáveis de base ecológica.

A arborização diminui a carga térmica radiante que incide sobre o solo e sobre os animais, proporcionando a redução no aquecimento corporal e facilitando a termorregulação, favorecendo o bem-estar animal e a conservação do solo (ZANIN et al., 2016). O provimento de sombra para bovinos leiteiros, independente do estágio fisiológico ou fase de produção, é imprescindível garantir conforto térmico, bem-estar animal para obtenção sustentável da produtividade (NASCIMENTO et al., 2013).



### 4.3 COMPORTAMENTO ANIMAL

Os animais mantidos no sistema silvipastoril pastejaram 577 minutos durante as 20 horas de observação, tempo superior aos animais em sistema convencional (541 minutos). Houve diferença estatística significativa entre os dois sistemas de produção para este comportamento, demonstrando que a oferta de sombra aos animais possibilita que estes pastejem por um tempo maior, tendo condições fisiológicas de aumentar o índice produtivo (Tabela 5).

As mudanças comportamentais dos bovinos em decorrência do calor iniciam por meio da busca pela sombra, podendo haver aumento da ingestão de água e da taxa de respiração, diminuindo a ingestão de alimentos, conseqüentemente há um menor incremento calórico. O estresse calórico age no hipotálamo estimulando a saciedade e inibindo a fome, o que induz o animal a reduzir o consumo de alimento (DALCIN, 2013).

Resultado semelhante foi encontrado por Karki e Goodman (2010) em experimento realizado na Florida EUA. Vizzotto (2014) também encontrou resultados semelhantes, em que animais com oferta de sombra apresentam um maior tempo de pastejo. Mello et al. (2017) avaliaram o comportamento de pastejo de novilhas sob diferentes intensidades de sombreamento, constatando que independente dos sistemas, há picos de alimentação ao amanhecer e ao anoitecer, observando-se que esse padrão é mais intenso durante o verão, nas horas mais quentes do dia os animais sob sombra continuam a pastejar, já os animais em pleno sol reduzem esse comportamento, sendo retomado somente após o refrescar do ambiente, no fim da tarde, resultado também encontrado por Broom et al. (2013) em um experimento semelhante realizado no México. Além de que segundo Collier et al. (2006), animais que pastejam em locais sombreados geralmente não necessitam gastar energia para controlar a homeostase corporal.

Tabela 6. Tempo (minutos/dia) de pastejo, ócio e ruminando nos diferentes sistemas de produção avaliados.

Comportamento	Silvipastoril	Convencional	CV %
Pastejo (minutos)			
Pastejo Diurno <sup>ns</sup>	471,66	455,64	9,63
Pastejo Noturno	105,74 <sup>a</sup>	86,01 <sup>b</sup>	34,36
Pastejo Total	577,68 <sup>a</sup>	541,48 <sup>b</sup>	7,88
Ócio (minutos)			
Ócio Deitado <sup>ns</sup>	236,66	225,55	22,34
Ócio em Pé	40,27 <sup>b</sup>	69,63 <sup>a</sup>	57,98
Ócio Diurno <sup>ns</sup>	67,77	78,05	42,19
Ócio Noturno <sup>ns</sup>	209,16	217,13	24,05
Ócio Total	276,94 <sup>a</sup>	295,19 <sup>a</sup>	20,80
Ruminando (minutos)			
Ruminando Deitado	303,24 <sup>a</sup>	276,11 <sup>b</sup>	21,49
Ruminando em Pé	39,722 <sup>b</sup>	83,426 <sup>a</sup>	71,31
Rumiando Diurno <sup>ns</sup>	62,87	70,00	50,48
Ruminando Noturno <sup>ns</sup>	280,64	289,53	15,37
Ruminando Total <sup>ns</sup>	342,96	359,54	15,08

Médias com letras distintas na linha diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

<sup>ns</sup> Não significativo para o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os animais em ambos os sistemas tiveram maiores taxas de pastejo durante o dia, do que a noite, não diferindo estatisticamente entre os sistemas avaliados nesse aspecto. Já quando avaliamos a taxa de pastejo durante a noite, percebe-se que os animais mantidos no sistema silvipastoril pastejaram por um maior tempo que os animais no sistema convencional, diferindo estatisticamente nesse aspecto. Segundo Karki; Goodman (2010) os animais preferem pastear durante o dia em áreas sombreadas perto de bosques. Em um modo geral os animais acentuaram sua ruminação durante a noite. Isto ocorre pela temperatura durante a noite ser mais amena do que durante o dia, sendo ambiente confortável para os animais ruminarem em ambos sistemas de produção.

Quando as vacas são submetidas a estresse térmico, a ingestão de alimentos diminui, simultaneamente e os requisitos de manutenção são aumentados devido à ativação do sistema termorregulador. Quando os animais são submetidos ao estresse térmico há um empenho energético para manter sua homeotermia, já em ambientes adequados termicamente, esta energia fica disponível para produção e reprodução (BUFFINGTON et al., 1983). Além de haver esse balanço energético negativo, em vista da manutenção homeotérmica, ocorre uma diminuição do comportamento de pastejo,

diminuindo ainda mais a energia ingerida (ALLEN et al., 2009), fato que também foi observado nesse experimento.

As vacas mantidas em pleno sol permaneceram 69 minutos em ócio em pé, já no sistema silvipastoril os animais permaneceram 40 minutos em ócio em pé, diferindo estatisticamente entre os sistemas avaliados nesse aspecto (Tabela 5). Os animais permaneceram mais tempo sem atividade aparente no intuito de elevar a superfície de contato com o vento para promover o resfriamento corporal, diminuindo o seu aquecimento, visto que os animais em estresse térmico realizam a vasodilatação periférica para aumentar a perda de calor, e diminuir a produção de calor internamente (CRUZ et al., 2011).

Os animais expostos a incidência das radiações solares, permanecem na maioria do tempo em ócio em pé, maximizando assim a perda de calor por meio da maior área de contato com o vento, o gado leiteiro em regiões de temperatura elevada tentam aumentar a superfície disponível para a dissipação de calor (ANDERSON et al., 2012), permanecendo várias vezes em posição de cavalete, sem apresentar atividade aparente, diminuindo assim o seu metabolismo.

Os animais nos diferentes sistemas de produção não diferiram estatisticamente no comportamento de ruminção total. Os animais mantidos em sistema silvipastoril ruminaram mais quando deitados, comparados aos do sistema convencional diferindo estatisticamente nesse aspecto (Tabela 5). Britto et al. (2014) afirmaram que os animais preferem ruminar na sombra e deitados, por ser um sinônimo de relaxamento, este resultado foi confirmado no presente experimento. Já quando comparamos o ato de ruminar em pé os animais no sistema em pleno sol destinaram mais tempo a esta atividade, diferindo estatisticamente neste aspecto entre os diferentes sistemas avaliados, corroborando a afirmação de Cruz et al. (2011), em que os animais tendem a manter uma maior área de superfície para dissipar o calor pelo contato com o vento mesmo no ato de ruminar.

Segundo a revisão de literatura realizada por Atrian; Sharryar (2012), o estresse térmico afeta o gado leiteiro de várias maneiras contribuindo na diminuição da produção e do desempenho produtivo e reprodutivos, podendo variar conforme as condições climáticas (Tabela 6).

Quanto ao comportamento animal nos diferentes períodos de avaliação foram observadas diferenças entre os períodos em aspectos do pastejo, ócio e ruminando (Tabela

6), o que demonstra que as variações nas condições dos diferentes períodos também afetaram essas características comportamentais.

Tabela 7. Diferentes comportamentos e suas variações: pastejo, ócio e ruminando nos diferentes períodos de avaliação.

Comportamento	05/11/2016	17/12/2016	30/04/2017	CV %
Pastejo (minutos)				
Pastejo Diurno	471,11 <sup>ab</sup>	446,25 <sup>b</sup>	473,61 <sup>a</sup>	9,63
Pastejo Noturno	96,38 <sup>b</sup>	74,58 <sup>c</sup>	116,66 <sup>a</sup>	34,36
Pastejo Total	567,22 <sup>a</sup>	521,25 <sup>b</sup>	590,28 <sup>a</sup>	7,88
Ócio (minutos)				
Ócio Deitado	72,77 <sup>a</sup>	62,08 <sup>a</sup>	30,00 <sup>b</sup>	57,98
Ócio em Pé <sup>ns</sup>	225,28	233,33	234,72	22,34
Ócio Diurno	81,11 <sup>a</sup>	81,25 <sup>a</sup>	56,38 <sup>b</sup>	42,19
Ócio Noturno <sup>ns</sup>	216,94	214,17	208,33	24,05
Ócio Total	298,06 <sup>a</sup>	295,42 <sup>a</sup>	264,72 <sup>a</sup>	20,80
Ruminando (minutos)				
Ruminando Deitado	248,89 <sup>b</sup>	317,08 <sup>a</sup>	303,06 <sup>a</sup>	21,49
Ruminando em Pé	84,72 <sup>a</sup>	61,67 <sup>ab</sup>	38,33 <sup>b</sup>	71,31
Rumiando Diurno	56,11 <sup>b</sup>	78,75 <sup>a</sup>	64,44 <sup>ab</sup>	50,48
Ruminando Noturno <sup>ns</sup>	277,50	300,83	276,94	15,37
Ruminando Total	333,61 <sup>b</sup>	378,75 <sup>a</sup>	341,39 <sup>b</sup>	15,08

Médias com letras distintas na linha diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

<sup>ns</sup> Não significativo para o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os animais que apresentam o comportamento de abrir a boca, com respiração aprofundada dão indícios de que estão sofrendo estresse térmico severo. Segundo Atrian; Sharryar (2012), este mecanismo pode aumentar em 20% o volume produzido de CO<sup>2</sup> produzido por vacas leiteiras, podendo levar a uma perturbação no equilíbrio ácido-basal. Este evento, especialmente em torno do parto, é um fator muito importante para a incidência de hipocalcemia e febre do leite.

A diminuição do fluxo sanguíneo dos órgãos internos leva à diminuição da atividade dos órgãos digestivos, e conseqüentemente a produção de ácidos graxos voláteis no rúmen é diminuída. A baixa atividade dos órgãos digestivos leva a um menor movimento das partículas de alimento e isso leva ao enchimento do rúmen e, finalmente, o apetite das vacas é diminuído (ATRIAN; SHARRYAR, 2012).

A produção do rebanho leiteiro pode ser variada, podendo sofrer inúmeras interferências, cabendo muitas vezes ao manejo do sistema adequar-se no intuito de evitar e proteger o rebanho do estresse térmico mantendo o nível produtivo dos animais em

diferentes sistemas de produção (Figura 12 e 13). Estima-se que para cada 2 kg de leite produzido o animal precise ingerir 1 kg de matéria seca. Em sistemas convencionais em que os animais estejam expostos a incidência de radiação solar direta, submetidos a estresse térmico as perdas produtivas podem chegar a 15%, podendo haver uma queda de até 40 % em condições de estresse severo (WEST, 2003).

Figura 12. Animais no sistema convencional.



Fonte: arquivo pessoal.

Figura 13. Animais no sistema silvipastoril.



Fonte: arquivo pessoal.

Além da perda de volume produzido, o estresse térmico afeta a qualidade do leite de animais submetidos a desafios térmicos, podendo haver modificação na sua composição química, podendo apresentar baixa de 10 e 30% no índice de gordura. Em temperaturas acima de 30°C, a queda na produção pode ser de até 30% enquanto o teor de gordura é reduzido de 3,6% para 3,2% e o teor de proteínas de 3,34% para 3%, demonstrando que o estresse por calor, além de reduzir significativamente a produção de leite, reduz teores de gordura e de proteína (JOKSIMOVIC-TODOROVIC et al. 2011).

#### 4.4 CONSUMO DE ÁGUA

As vacas mantidas no sistema silvipastoril ingeriram maior quantidade de água (73,13 litros/animal) do que as vacas que estavam no sistema convencional (60,72 litros/animal), diferindo estatisticamente entre os sistemas (Tabela 5). Este resultado demonstra que animais em ambientes sombreados, ingerem maiores quantidade de água, do que animais expostos ao sol. Rodrigues et al. (2010) afirmam em sua revisão que animais submetidos a estresse térmico tendem a ingerir uma grande quantidade de água, porém no presente estudo os animais com oferta de sombra ingeriram quantidade de água superior aos animais em pastejo em pleno sol. Resultados semelhantes foram encontrados por Britto et al. (2014), onde os animais mantidos em ambientes sombreados ingeriram 76 litros/animal e os animais em pleno sol ingeriram 59 litros/animal em um trabalho desenvolvido no cerrado brasileiro.

Tabela 8. Quantidade de água ingerida por vacas em lactação no sistema silvipastoril e sistema convencional, comparando a percentagem de ingestão de água por kg de peso vivo e a ingestão de água por animal.

Variáveis	Silvipastoril	Convencional	CV %
% de água ingerida (litros)	19,76 <sup>a</sup>	17,02 <sup>b</sup>	16,50
Água/animal (litros)	73,13 <sup>a</sup>	60,72 <sup>b</sup>	12,86
Numero de visitas ao bebedouro	4,68 <sup>b</sup>	5,25 <sup>a</sup>	8,78

Médias distintas na linha diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Na presente pesquisa a sombra influenciou negativamente no número de vezes que as vacas foram em busca da água durante o dia, os animais com presença de sombra foram em média por animal 4,68 vezes ao bebedouro, já os animais no sistema convencional foram 5,25 vezes, diferindo entre os sistemas de produção a ponto de os animais em ambientes ensolarados irem uma vez a mais por animal até o bebedouro. Schutz et al. (2010) constataram que as vacas em estresse térmico busca mais e se demoram mais no bebedouro de água, isto pode ser atribuído ao fato de que os animais visitam o ponto de água para se refrescar em vez de realmente beber água (MELLO et al., 2017; VIZZOTO, 2014).

Os animais que tinham o ponto de água mais próximo (dentro do piquete) ingeriram uma quantidade maior de água (72 litros/animal) comparado com aqueles que tinham o ponto de água instalado no corredor (61 litros/animal) (Tabela 8). Isso evidencia

a importância do livre acesso e a proximidade da oferta de água aos animais, demonstrando que a hierarquia social do rebanho e a distância, mesmo sendo de aproximadamente 80 metros, pode prejudicar a quantidade ingerida de água por parte dos animais não dominantes. A oferta de água deve ser abundante, além de estar presente na pastagem, deve haver um ponto próximo a saída dos animais da sala de ordenha, momento em que os animais mais sentem necessidade de reposição hídrica devendo estar fresca, limpa e potável (ATRIAN; SHARRYAR, 2012).

Tabela 9. Quantidade de água ingerida por vacas em lactação conforme o posicionamento dos cochos de água, comparando a percentagem de ingestão de água por kg de peso vivo e a ingestão de água por animal.

Variáveis	Piquete	Corredor	CV %
% de água ingerida (litros)	20,31 <sup>a</sup>	16,46 <sup>b</sup>	16,50
Água/animal (litros)	72,13 <sup>a</sup>	61,72 <sup>b</sup>	12,86

Médias com letras distintas na linha diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O livre acesso à fonte de água é essencial independente do horário do dia, isto garante aos animais a ingestão de água suficiente para a manutenção e produção de leite, sem comprometimento do estado fisiológico (GONÇALVES, et al., 2009), afirmando a necessidade de termos água o mais próximo possível dos animais (Figura 14). Os animais ingeriram mais água na terceira avaliação, justamente na avaliação que a temperatura ambiente e umidade relativa estavam mais altas, e esses animais ingeriram maior quantidade de água para amenizar o estresse térmico em decorrência da alta temperatura ambiental (27°C) desse período de avaliação. (Tabela 9).



Figura 14. Bebedouro dentro do piquete.



Fonte: arquivo pessoal.

Tabela 10. Variáveis de ingestão de água em diferentes períodos de avaliação, comparando a percentagem de ingestão de água por kg de peso vivo e a ingestão de água por animal.

Variáveis	05/11/2016	17/12/2016	30/03/2017	CV (%)
% de água ingerida (litros)	15,68 <sup>b</sup>	17,70 <sup>b</sup>	21,79 <sup>a</sup>	16,50
Água/animal	57,02 <sup>b</sup>	64,50 <sup>b</sup>	79,25 <sup>a</sup>	12,86

Médias distintas na linha diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro

A disposição de água durante o período de estresse térmico é fundamental e um excelente método para promover o resfriamento dos animais em todos os climas, independentemente dos níveis de umidade relativa do ambiente (PASTAL et al., 2015). As exigências de água de vacas lactantes são maiores do que vacas secas. Atrian; Sharrayar (2012) afirmam que em condições normais, as vacas leiteiras precisam de 4 a 5 litros de água para cada litro de leite produzido.

As vacas de alta produção necessitam de maior atenção nesse aspecto do que as vacas de baixa produção. A necessidade de água de vacas leiteiras aumenta de 1,2 a 2 vezes quando as vacas estão sob estresse térmico. A Temperatura da água é um fator importante, pois dependendo da temperatura da água os animais precisam de mais ou menos líquido para resfriar o calor do corpo, água fria é mais adequadas para a prevenção do estresse por calor (ATRIAN; SHARRYAR, 2012).

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O sistema silvipastoril promoveu ganhos em características relacionadas ao bem-estar dos animais, amenizando o estresse animal em condições de maiores temperaturas ambientais, refletindo em aspectos relacionados ao desempenho comportamental dos animais.

A ingestão de água foi maior no sistema silvipastoril em relação ao sistema convencional. A presença de água nos piquetes interferiu positivamente na ingestão de água pelos animais.

## REFERÊNCIAS

AGUDELO, J. A. B. **Comportamento diurno de bovinos leiteiros em sistema silvipastoril sob pastoreio racional voisin**. 2012. 170 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de pós-graduação em Agroecossistemas, Florianópolis, 2012.

ALLEN, J. D. et al. Managing heat stress and its impact on cow behavior. **Western Dairy Management Conference**, Reno, v. 8, n. 8, p. 150–162, mar. 2009.

ALVES, J. R. A. et al. Productive and reproductive performance, behavior and physiology of cattle under heat stress conditions. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 5, n. 3, p. 91 - 96, mai. 2017.

ALTIERI, M. **Agroecologia: A dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 3. ed., Porto Alegre: UFRGS, 2001.

ANDERSON, S. D. et al. Effects of adjustable and stationary fans with misters on core body temperature and resting behavior of lactating dairy cows in a semi-arid climate. **Journal of Dairy Science**, [S. l.], v. 96, n. 7, p. 4738-4750, jul. 2012.

ATRIAN, P.; SHAHRYAR, H. A. Heat Stress in Dairy Cows (A Review). **Research in Zoology**, [S. l.], v.2, n. 4, p. 31-37, out. 2012.

BARCELLOS, A. O. et al. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 51 – 67, 2008.

BEEDE, D. K.; SHEARER, J. R. Nutritional management of dairy cattle during hot weather. **Agricultura Practice and Science Journal**, cluj-Napoca, v. 12, n. 5-13, 1991.

BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R. Sistemas Silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 60, p.77-87, 2009.

BEZERRA, G. J.; SCHLINDWEIN, M. M. Agricultura familiar como geração de renda e desenvolvimento local: uma análise para Dourados, MS, Brasil. **Interações**, Campo Grande, v. 18, n. 1, p. 139 – 151, jan./mar. 2017.

BINSIYA, T. K. et al. Significance of Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis to adapt to Climate Change in Livestock. **International Research Journal of Agricultural and Food Sciences**. v. 2, n. 1, p. 1 - 20, Jan. 2017.

BOND, G. B. et al.: Métodos de diagnóstico e pontos críticos de bem-estar de bovinos leiteiros. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.7, p.1286-1293, jul., 2012.

BRITTO, L. C. F. et al. Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos a diferentes ofertas de sombra. In: II ENCONTRO PAN-AMERICANO SOBRE MANEJO AGROECOLÓGICO DE PASTAGENS, 2., 2014, Pelotas. **Resumo**, Florianópolis: UFSC, 2014.

BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**, London, v. 142, p. 524-526, 1986.

BUFFINGTON, D. E.; COLLIER, R. L.; CANTON, G. H. Shade management system heat stress for dairy cows in hot, humid climates. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, [S. l.], v. 26, n. 6, p.1798-1802, 1983.

CABRAL, C. E. A. et al. Marandu palisade grass intercropped with densely spaced teak in silvopastoral system. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 4, p. 2075-2082, jul./ago., 2017.

CAETANO, M. R. Agroecologia: novos caminhos para a agricultura familiar na era da sustentabilidade. **Sociedade e Desenvolvimento Rural**, [S. l.], v. 4, n. 1, jun. 2010.

CASTRO, A. C. et al. Sistema silvipastoril na Amazônia: ferramenta para elevar o desempenho produtivo de búfalos. **Ciência Rural**, [S. l.], v. 38, n. 8, p. 2395-2402, 2008.

CATTELAM, J.; VALE, M. M. Estresse Térmico em Bovinos. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**. Santa Maria, n.108. p. 96–102, 2013.

CHARLTON, G. L. et al. Effects of providing total mixed rations indoors and on pasture on the behavior of lactating dairy cattle and their preference to be indoors or on pasture. **Journal of Dairy Science**, [S.l.], v. 94, n. 8, p. 3875–3884, ago. 2011.

CALLE, A. et al. Intensive Silvopastoral Systems: Integration of Sustainable Cattle Ranching, Silviculture and Restoration at the Landscape Scale. In: **Ecological Restoration and Sustainable Agricultural Landscapes**. Bogotá, n July, 2013.

COLLIER, R. J.; DAHL, G. E.; VANBAALE, M. J. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. [S. l.], v. 89, n. 4, p.1244–1253, abr. 2006.

COLLIER, R. J. et al. A re-evaluation of the impact of temperature humidity indx (THI) and black globe temperature humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. In: PROCEEDINGS OF THE 24 SOUTHWEST NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE, 2009, Tempe. **Conferência**. Tempe, 2009.

CRUZ, L.V. et al. Efeitos do estresse térmico na produção leiteira: revisão de literatura. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária**. Garça, n.16, Jan. 2011.

DALCIN, V. C. **Parâmetros fisiológicos em bovinos leiteiros submetidos ao estresse térmico**. 2013. 34 f.Dissertação (Mestrado em Zootecnia) –Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Produção Animal, Porto Alegre, 2013.

DEMINICIS, B. B.; MARTINS, C. B. **Tópicos especiais em Ciência Animal III** (Org.). 1 Ed., CAUFES Alegre - ES :, p. 366, 2014.

DIAS-FILHO, M. B.. **Sistemas silvipastoril na recuperação de pastagens degradadas**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006.

EMBRAPA: **Participação da agricultura familiar no Brasil**. Brasília DF, 2013. Disponível em: <[http://www.globalbioenergy.org/fileadmin/user\\_upload/gbep/docs/2013\\_events/GBEP\\_Bioenergy\\_Week\\_Brasilia\\_18-23\\_March\\_2013/3.8\\_MACHADO.pdf](http://www.globalbioenergy.org/fileadmin/user_upload/gbep/docs/2013_events/GBEP_Bioenergy_Week_Brasilia_18-23_March_2013/3.8_MACHADO.pdf)>. Acesso em: 22 jan. 2016.

FAÇANHA, D. A. E. et al. Produção de leite e respostas fisiológicas de vacas da raça Holandesa em ambiente quente. **Acta Veterinária Brasilica**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. 208-215, mai. 2016.

FARINATTI, L. H. E. et al. Avaliação das atividades do comportamento ingestivo de vacas em lactação em pastagem nativa e tifton 85 na região da Campanha do rio grande do sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 15, n. 1, p.95-100, jan. 2009.

FERREIRA, L. C. B. **Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de sombra**. 2010. 89 f. Dissertação (Mestrado em agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós- Graduação em Agroecossistemas, Florianópolis, 2010.

FERREIRA, G. A.; ZIECH, R. E.; GUIRRO, E. C. B. P. Bem-Estar de Bovinos Leiteiros: revisão de literatura. **Veterinária em Foco**, Canoas, v. 10, n. 2, p.195-209, jan./jun. 2013.

FEY, R.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Silvopastoral system: a review regarding the family agriculture. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 2, n. 2, p. 26 - 41, abr/jun. 2015.

FOLEY J. A. et al. Solutions for a cultivated planet. **Nature**, [S. l.], v. 478, p. 337 – 342, out. 2011.

GARCIA, R.; TONUCCI, R. G.; GOBBI, K. F. Sistema Silvopastoril, uma integração pasto, árvore e animal. In: NETO, S. N. O. et al (Org.). **Sistema agrossilvipastoril: integração lavoura, pecuária e floresta**. 1. ed. Viçosa: Sociedade de investigações florestais, 2010. p. 190.

GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; FERREIRA, P. D. S.: **Alimentação de gado de leite**. FEPMVZ: Belo Horizonte, 2009.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Bioquímica clínica de glicídes**. In: Introdução a bioquímica clínica veterinária. 2ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.153- 207. 2006,

GOOGLE-EARTH-MAPS. Disponível em: <<https://earth.google.com/web>>. Acesso em: 01/09/2017.

HAO LY, et al. The Effect of Heat Stress on the Metabolism of Dairy Cows: Updates e Review. **Austin J Nutrition Metabolism**, vol. 3, n. 1, 2016.

HOFSTETTER, P.; GAZZARIN, C. Dairy farming: indoor V. pasture-based feeding. **The Journal of Agricultural Science**, [S. l.], v. 152, n. 6, p. 994-1011, abr. 2014.

JOKSIMOVIĆ-TODOROVIĆ, M. et al. Effect of heat stress on milk production in dairy cows. **Institute for Animal Husbandry**, Belgrade-Zemun. v. 27, n. 3, p. 1017-1023, jan. 2011.

KARKI, U.; GOODMAN, M. S. Cattle distribution and behavior in southern-pine silvopasture versus open-pasture. **Agroforestry Systems**, [S. l.], v.78, n. 2, p.159-168, fev. 2010.

KNAUS, Wilhelm. Perspectives on pasture versus indoor feeding of dairy cows: **Wiley Online Library**, [S. l.], v. 96, n. 1, p. 9-17, jun. 2015.

KOLVER E. S., et al. Total mixed rations versus pasture diets: Evidence for a genotype diet interaction in dairy cow performance. **New Zealand Society of Animal Production**, Hamilton, v. 62, p. 246 – 251, jan. 2002.

MACEDO, R. **Eucalipto em sistemas agroflorestais**. Lavras: UFLA, 2010.

MACHADO FILHO, L. C. P. Bem-Estar de Bovinos em Pastagens. In: III SIMPOASTO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO, 2015, Dois Vizinhos. **Anais Maringá**: Nova Sthampa, 2015.

\_\_\_\_\_; MACHADO, L. C. P. **A Dialética da Agroecologia**: Contribuição para um mundo com alimentos sem veneno. 1ª ed. São Paulo: Expressão Popular, 2014, p. 360.

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; LOUREIRO, C. M. B. Respiratory heat loss of Holstein cows in a tropical environment. **International Journal of Biometeorology**, New York, v. 49, n. 5, p. 332-336, mai. 2005.

MDA – **Ministério do desenvolvimento agrário**. Agricultura familiar e desenvolvimento agrário. Disponível em: < <http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/o-que-%C3%A9-agricultura-familiar>>. Acesso em: 03 out. 2017.

MEDINA, G. et al. Development Conditions for Family Farming: Lessons From Brazil. **Elsevier**, [S. l.], v. 74, p. 386 – 396, mai. 2015.

MELLO, A. C. T. et al. Improved grazing activity of dairy heifers in shaded tropical grasslands. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 2, jan. 2017.

MELLOR, David. Updating Animal Welfare Thinking: Moving beyond the “Five Freedoms” towards “A Life Worth Living”. **Animal Welfare Science and Bioethics Centre**, Nova Zelândia, v. 6, n. 21, p. 1-20, mar. 2016.

MENDONÇA, B. R. **Potencial de estabelecimento de espécies arbóreas em sistemas silvipastoril na região de lavras, sul do estado de Minas Gerais**. Lavras, 2014. 65 f. Dissertação de Mestrado Acadêmico na Universidade Federal do Lavras, Lavras, 2014.

MURGUEITIO, E. et al. Intensive Silvopastoral Systems: improving sustainability and efficiency in cattle ranching landscapes. **Journal of Sustainable Forestry**, Colombia, v. 32, n. 7, p. 677-693, set. 2013.

NASCIMENTO, G.V. et al.: Indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais em vacas de leite. **ACSA Agropecuária científica no semiárido**, Patos, v. 9, n. 4, p. 28-36, out. 2013.

NEVES, F. M. et al. Modernização da agricultura e os eixos temáticos. In: Almeida, J. (org.). **A modernização da agricultura**. Porto Alegre: UFRGS, 2011.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Dairy Cattle – NRC. **National Academy Press**, Washington, D.C.: p. 157, 2001.

IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná. **Médias Históricas do IAPAR. 2014**. Disponível em: <www.iapar.br>. Acesso em: 27 out. 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: **Censo Agropecuário 2006: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação – Segunda Apuração**. Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

OLIVEIRA, P. A. et al. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de vacas lactantes em pastejo de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Saúde e Produção animal**, Salvador, v. 12, n. 1, p. 166-175, 2011.

OLIVEIRA, F. S. et al. Efeito do estresse térmico sobre os parâmetros fisiológicos e bioquímicos de ovinos criados em clima tropical. **PUBVET**, Londrina, v. 6, n. 16, p. 1357-1362, 2012.

PACIULLO, D. S. C. et al. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 4. n.10, p. 1179-1183, out. 2011.

\_\_\_\_\_, D. S. C. et al. Soil bulk density and biomass partitioning of *Brachiaria decumbens* in a silvopastoral system. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, n. 5, p. 598-603, Sept/Oct. 2010.

PASTAL, D. et al. Papel do sombreamento no conforto térmico de vacas leiteiras criadas a pasto – revisão de literatura. **Veterinária em Foco**, Canoas, v. 12, n. 2, p. 92-100, jan. 2015.

PELLIZZONI, C. **Hierarquia social e uso de sombra por vacas leiteiras: impacto nos parâmetros fisiológicos e comportamentais**. 2011. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Pós-Graduação em agroecossistemas, Florianópolis, 2011.

PEREIRA, et al. Avaliação do componente arbóreo e forrageiro de sistemas silvipastoris na mesorregião dos "campos das vertentes" de minas gerais. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**. Rio de Janeiro, v. 5, n.1, p. 66-77, Julho, 2015.



PINHEIRO, A. C. et al. Características anatomofisiológicas de adaptação de bovinos leiteiros ao ambiente tropical. **AGROTEC**, Areia, v. 36, n. 1, p. 280-293, 2015.

RICCI, G. D.; ORSI, A. M.; DOMINGUES, P. F. Estresse calórico e suas interferências no ciclo de produção de vacas de leite– Revisão. **Veterinária e Zootecnia**, [S. l.], v. 20, n. 3, p. 381- 390, set. 2013.

RODRIGUES, A. L.; SOUZA, B. B.; PEREIRA FILHO, J. M.: Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras – Revisão de Literatura. **Agropecuária científica no semi-árido – ACSA**. Patos, v. 6, n. 2, p.14 – 22, abr.-jun. 2010.

ROENFELDT, S. You can't afford to ignore heat stress. **Dairy Manage**. [S. l.], v. 35, n.5, p. 6-12. 2011.

ROTH, Z. Physiology and endocrinology symposium: cellular and molecular mechanisms of heat stress related to bovine ovarian function1. **Journal of Animal Science**. V. 93, n. 5, p. 2034-2044, 2015.

SALLA, L. et al. Efeito da Disponibilidade de Sombra Sobre o Conforto Térmico de Novilhas Leiteiras. **Revista Brasileira de Agroecologia**. [S. l.], v. 4, n. 2, p. 3343-3346, dez. 2009.

SAS. **SAS/STAT 9.3 User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2011, 8621p.

SBRISSIA, et al. Produção animal em pastagens cultivadas em regiões de clima temperado da América Latina. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**. V. 25, n. 1, 2017

SCHÜTZ, K. E. et al. The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. **American Dairy Science Association**, [S. l.], v. 93, n. 1, p.125-133, jan. 2010.

SHEARER, J. K., BEEDE, D. K. Thermoregulation and physiological responses to dairy cattle in hot weather. **Agri-Practice**, [S. l.], v. 11, n. 4, p.5-17, 1990.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ª ed. Viçosa: UFV, 2002.

SILVA, L. et al. Estudo de um nitossolo vermelho com evidencia de caráter coeso da região sudoeste do Paraná. **Synergismus Scyentifica UTFPR**, Pato Branco, v. 4, n. 1, 2009.

SILVA, J. A. et al. Estratégias de suplementação de vacas de leite mantidas em pastagem de gramínea tropical durante o período das águas. **Pubvet**, Maringá, v. 9, n. 3, p. 150-157, Mar. 2015.

SISTEMA METEOROLÓGICO DO PARANÁ - SIMEPAR. **Boletim Climático do Paraná - outono 2015**. Disponível em:

<[http://www.simepar.br/site/internas/conteudo/meteorologia/clima\\_estacoes/arquivos/otono2015.pdf](http://www.simepar.br/site/internas/conteudo/meteorologia/clima_estacoes/arquivos/otono2015.pdf)>. Acesso em: 22 jan. 2017.

SMITH, J.; BRUCE, D.; MARTIN S. WolfeReconciling productivity with protection of the environment: Is temperate agroforestry the answer? **Renewable Agriculture and Food Systems**. Hamstead Marshall. [S. l.], v. 28, n. 1, p. 80 – 92, 2012.

SOUZA, B. B. et al. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos, v. 6, n. 02, p. 59 – 65, abr./jun. 2010.

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

WEST, J. W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, [S. l.], v. 86, n. 6, p. 2131-2144, jun.2003.

VON KEYSERLINGK M. A. G. et al. Invited review: The welfare of dairy cattle - Key concepts and the role of Science. **Journal of Dairy Science**, [S. l.], v. 92, n. 9, p. 4101–4111, set. 2009.

VIZZOTTO, E. F. **Comportamento animal e atributos fisiológicos de vacas leiteiras submetidas a ambientes com e sem sombreamento durante a estação quente**. 2014, 66 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, 2014.

ZAMBERLAM, J.; FRONCHETI, A. **Agroecologia: caminho da preservação e do meio ambiente**. Rio de Janeiro: vozes, 2012.

ZANIN, E.; BICHEL, A.; MANGILLI, L. G. Bem-estar de vacas leiteiras em sistema silvipastoril. **Publicação em Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S. l.], v. 10, n. 5, p. 381-387, mai. 2016.