

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL**

DANIELA BERNADETE CALZA

Pastagens sombreadas: efeitos no comportamento, parâmetros fisiológicos e produtivos de vacas leiteiras mestiças, manejadas em Pastoreio Racional Voisin

Maringá
2019

DANIELA BERNADETE CALZA

Pastagens sombreadas: efeitos no comportamento, parâmetros fisiológicos e produtivos de vacas leiteiras mestiças, manejadas em Pastoreio Racional Voisin

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Mestrado Profissional, do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia, na área de concentração: Agroecologia.

Orientador: Dr. Júlio César Damasceno

Coorientador: Dr. José Alfredo BranAgudelo

Maringá
2019

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

C171p

Calza, Daniela Bernadete

Pastagens sombreadas: efeitos no comportamento, parâmetros fisiológicos e produtivos de vacas leiteiras mestiças, manejadas em Pastoreio Racional Voisin / Daniela Bernadete Calza. -- Maringá, PR, 2019.

45 f.: il. color., figs., tabs., maps.

Orientador: Prof. Dr. Júlio César Damasceno.

Coorientador: Prof. Dr. José Alfredo Bran Agudelo.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional, 2019.

1. Bovinocultura de leite - Estresse térmico. 2. Leite orgânico. 3. Bem-estar animal. 4. Silvipastoril. I. Damasceno, Júlio César, orient. II. Bran Agudelo, José Alfredo, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional. IV. Título.


CDD 23.ed. 636.2

DANIELA BERNADETE CALZA

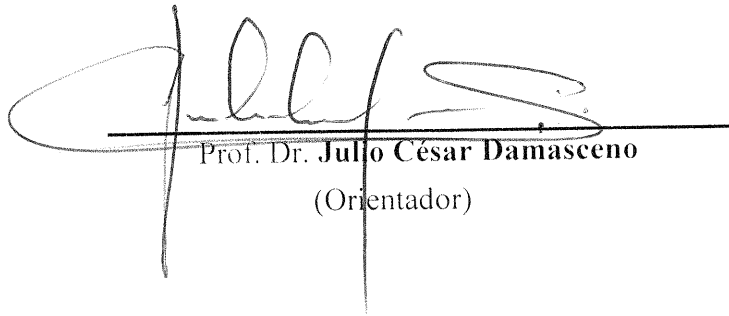
Pastagens sombreadas: efeitos no comportamento, parâmetros fisiológicos e produtivos de vacas leiteiras mestiças, manejadas em Pastoreio Racional Voisin

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de mestre.

APROVADA em 24 de maio de 2019.


Prof.^a. Dr.^a. Lucimar Pontara Perez


Prof.^a Dr.^a. Gisele Fernanda Mouro


Prof. Dr. Julio César Damasceno
(Orientador)

Dedico este trabalho a minha filha
Pietra e a todas as mulheres inspirações
da minha vida. Para as que lutaram,
para as que lutam e constroem um
mundo melhor.

BIOGRAFIA

DANIELA BERNADETE CALZA, filha de Dirlei Salete Ristof Calza e Ildo Roque Calza, nasceu em Francisco Beltrão, Paraná em 06 de setembro de 1985. Mãe da Pietra Ristof Calza Ferreira.

Em abril de 2010, concluiu o curso de Tecnologia em Agroecologia, pela Escola Latino Americana de Agroecologia e Instituto Federal do Paraná em Lapa, Paraná.

Após a conclusão do curso continuou seu trabalho na COPAVI cujo é sócia desde 2004. Em Paranacity, Paraná.

Em setembro de 2015 inicia como extensionista no ATER Agroecologia, programa do Governo Federal, no qual foram atendidas 100 famílias nos municípios de Paranacity, Cruzeiro do Sul, Inajá, São João do Caiuá, Santo Antônio do Caiuá e Colorado. O projeto foi finalizado em 2017.

Em outubro de 2015, concluiu o curso de especialização em Produção de Leite Agroecológico, pela Universidade federal da Fronteira Sul em Irapuã do Sul, Paraná.

Em março de 2017, iniciou no Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional (PROFAGROEC), área de concentração de produção animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de bem-estar animal e pastoreio racional Voisin.

Em maio de 2017 retorna aos trabalhos na COPAVI, no setor de sustento familiar e pecuária leiteira, além da continuidade dos trabalhos na Rede Ecovida de Agroecologia e Certificação Participativa, como coordenadora do Núcleo Libertação Camponesa e como representante estadual na coordenação geral da Rede Ecovida.

Daniela é integrante do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra, desde seu nascimento em um acampamento e luta em prol da Reforma Agrária e a Agroecologia no Brasil. Assentada no Projeto de Assentamento, antes acampamento Santa Maria, desde o início (1993). Hoje com o presente estudo tem a oportunidade de demonstrar de que a Reforma Agrária e a Agroecologia no mundo pode sim dar certo, tudo depende da justa distribuição e oportunidades em nosso país.

No dia 24 de maio de 2019, submeteu-se à banca de defesa da presente dissertação

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos e todas que de alguma forma contribuíram para o presente trabalho e a conclusão de cada etapa deste mestrado.

Ao Programa de Mestrado profissional em Agroecologia e a Universidade Estadual de Maringá, pela oportunidade.

A todos e todas que lutaram para existência e persistência deste programa na Universidade Estadual de Maringá, especialmente o professor Ozinaldo Alvez de Sena.

Aos professores que tive oportunidade de conhecer, trocar conhecimentos e pela compreensão em muitos momentos, grata, também, pela sororidade da professora Lucimar Pontara Perez.

Ao meu orientador Júlio César Damaceno, ao qual sou grata pelo convite para participar do mestrado e a disposição em orientar e construir juntos em todo momento.

Ao meu companheiro e co-orientador José Bran, pelo aprendizado, companheirismo, solidariedade e amor compartilhado, assim como pela evolução profissional e pessoal à que tanto tens contribuído.

Aos companheiros e companheiras da COPAVI, especialmente do setor da pecuária, que contribuíram para realização da pesquisa e pelos espaços coletivos de construção do conhecimento teórico e prático.

Aos estagiários que estiveram no ano de 2018 na COPAVI, especialmente Indiana Maia e aos cooperados da COPAVI, que foram fundamentais na coleta dos dados. Leticia, Rafael, Cícera, Donizete, Maria e Valmir.

A minha mãe Dirlei Salette Ristof Calza e ao meu pai Ildo Roque Calza, muito grata pelo apoio e esforços de sempre e seu amor incondicional.

As minhas irmãs Darika e Daiane, prima Denise e amigas Ghennyfer e Geiziana, meus pais e todos que não mediram esforços para com os cuidados da Pietra, cuidados com minha casa e apoio a minha persistência até o final do mestrado.

Aos amigos e amigas que o mestrado me apresentou: Luciane pela amizade, por me receber em sua casa e pelo aconchego de seus brigadeiros.

A Luciana, Lívia e Heitor pela acolhida no lar, pelos momentos de alegria compartilhados e brindados junto com Lilian, Sol, Mário e Fábio.

E especialmente minha pedra preciosa, minha filha Pietra, pela paciência, força, companheirismo, amor e esperança!

EPÍGRAFE

Se, na verdade, não estou no mundo para simplesmente a ele me adaptar, mas para transformá-lo; se não é possível mudá-lo sem um certo sonho ou projeto de mundo, devo usar toda possibilidade que tenha para não apenas falar de minha utopia, mas participar de práticas com ela coerentes.

(PAULO

FREIRE)

Pastagens sombreadas: efeitos no comportamento, parâmetros fisiológicos e produtivos de vacas leiteiras mestiças manejadas em Pastoreio Racional Voisin

RESUMO

O presente estudo foi realizado em uma unidade de Pastoreio Racional Voisin (PRV), no Assentamento Santa Maria, município de Paranacity, Paraná – Brasil. Tendo como objetivo avaliar parâmetros fisiológicos, produtivos e comportamentais em vacas leiteiras mestiças (n = 10), em piquetes com (5 vacas) e sem a presença de árvores (5 vacas). As observações foram feitas entre março a abril de 2018, durante seis dias, em duas fases, em que todos os animais participaram de todos os tratamentos. Foram registrados individualmente os seguintes comportamentos mediante observação direta através de instantâneos a cada 10 minutos (8 h/dia): pastoreio, ruminação, postura (em pé ou deitada) e frequência de agrupamento em torno do bebedouro. Foi registrada a temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e produção de leite (PL) das vacas durante a ordenha. Também se registrou temperatura e umidade do ar, velocidade do vento e temperatura de globo negro em cada dia de avaliação. Os dados de comportamento foram analisados mediante regressões logísticas multinível. Foi calculado um Índice de Calor (IC) com os dados climáticos. Para testar diferenças entre IC, TR, FR e PL das vacas, em cada tratamento, foi utilizado modelos lineares multinível. As frequências de pastoreio, ruminação e postura deitada foram maiores em piquetes arborizados do que em piquetes sem árvores. O agrupamento dos animais em torno do bebedouro se observou apenas em área sem árvores por aproximadamente 40% das observações. O IC foi em média de 90 em piquetes não arborizados e 80,5 em piquetes arborizados. Houve evidências de estresse por calor nos animais, ainda nos piquetes arborizados. Porém, as árvores reduziram o efeito do calor, o que foi evidenciado pelos resultados já descritos. Não houve diferença de PL, FR e TR. Recomenda-se estudar opções de adensamento da arborização e a busca por estratégias de manejo para garantir conforto térmico aos animais especialmente em sistemas de pastoreio localizados em áreas quentes.

Palavras-chave: Estresse térmico; Bem-estar animal; Silvipastoril; Leite Orgânico.

Effect of shadow in pasture on behavior, physiological and productive parameters of crossbred dairy cows, managed in Voisin Rational Grazing (VRG)

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate productive and behavioral physiological parameters in crossbred dairy cows ($n = 10$), in a VGR unit, in paddocks with (5 cows) and without presence of trees (5 cows). Observations were made between March and April 2018 for six days, three days in the first phase and repeated for three days in the second phase, reversing the group of animals that had been allocated to each treatment (cross-over: all animals participate of all treatments). The following behaviors were individually recorded by direct observation through scans every 10 minutes (8 h/day): grazing, rumination, posture (standing or lying) and frequency of grouping around the waterers. Rectal temperature (RT), respiratory rate (RR) and milk production (MP) of cows were recorded during milking. The temperature and humidity of the air, wind speed and black globe temperature were recorded on each day of evaluation. Multilevel logistic regressions, using the cow as a random effect, were fitted to assess differences in the frequency of behaviors in cows grazing in paddocks with or without trees (response variable). A Heat Load Index (HLI) was calculated with the climatic data. Multilevel linear models were fitted to assess differences between HLI, RT, RR, MP when cows were grazing on each type of paddocks. Frequencies of grazing, rumination and lying posture were higher in paddocks with trees. The grouping of the animals around the waterers was observed only in the area without trees for approximately 40% of all the observations. The HLI was on average 90 in paddocks without trees and 80.5 in paddocks with trees. There was no difference in MP, RR and RT in the afternoon, in cows grazing in paddocks with or without trees. There was evidence of heat stress in the animals, still in paddocks with trees, because the HLI was > 78 . However, the trees reduced the effect of heat, which was evidenced by the results already described. It is recommended to study options for intensification of tree planting and the search for management strategies to ensure thermal comfort to animals, especially in grazing systems located in hot areas.

Keywords: Thermal Stress; Animal Welfare; Silvopastoral; Organic Milk.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Área, produção de pasto e composição florística de quatro piquetes utilizados para realizar avaliação de comportamento diurno de vacas leiteiras mestiças (n = 10) em rebanho localizado no noroeste de Paraná em 2018.....	20
Tabela 2. Características das vacas leiteiras mestiças (n = 10) selecionadas para realizar avaliações comportamentais e de parâmetros fisiológicos em piquetes em sistema silvipastoril e sem sombreamento em rebanho localizado no noroeste de Paraná em 2018.....	21
Tabela 3. Descrição dos parâmetros ambientais avaliados durante os 6 dias de observação de comportamento diurno de vacas leiteiras mestiças pastoreando em piquetes em sistema silvipastoril com leuceuna (<i>Leucaena leucocephala</i>) e a livre exposição em unidade de produção de leite localizada no noroeste do Paraná em 2018	24
Tabela 4. Dados do índice de calor e temperatura do globo preto registrados em 2018, durante seis dias em piquetes sombreados com leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>) e a pleno sol em unidade de produção de leite localizada no noroeste do Paraná	25
Tabela 5. Comparação mediante regressão linear multinível do índice de calor e a temperatura de globo preto observados durante seis dias em 2018 em piquetes com e sem árvores em unidade de produção de leite localizada na região noroeste do Paraná.....	28
Tabela 6. Comparação mediante regressão logística multinível da frequência de comportamentos realizados por vacas leiteiras mestiças (n = 10) observadas durante seis dias em piquetes com e sem sombreamento de árvores de Leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>) em unidade de produção localizada na região noroeste do Paraná em 2018	32
Tabela 7. Dados dos parâmetros fisiológicos avaliados nos animais	33
Tabela 8. Comparação mediante regressão linear multinível da frequência respiratória, produção de leite e temperatura retal de vacas leiteiras mestiças (n = 10) observadas durante seis dias em piquetes com e sem sombreamento de árvores de Leucena em unidade de produção na região noroeste do Paraná em 2018.....	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa da localização do Município de Paracity	12
Figura 2. Índice de calor em piquetes a pleno sol e com árvores em sistema silvipastoril com leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>), registrados em 2018 durante seis dias de avaliação de variáveis ambientais em unidade de produção de leite localizada no noroeste de Paraná.....	26
Figura 3. Frequência de observação das vacas ao redor do bebedouro em piquetes com e sem sombra de árvores durante os seis dias de avaliação.	29
Figura 4. Gráfico relacionando queda de produção de leite com o aumento da temperatura retal	34

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1.1 Contextualização.....	12
1.2 Assentamento Santa Maria	13
1.3. Objetivo Geral	14
1.4. Objetivos Específicos	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Produção de Leite Agroecológico e o Pastoreio Racional Voisin (PRV)	15
2.2 Sistemas Silvipastoris.	16
2.3 Conforto Térmico e Bem-estar Animal.	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1. Caracterização do Local e Características dos Animais em Estudo.....	20
3.2 Medição dos Parâmetros Ambientais.....	21
3.3 Observações dos Comportamentos.	22
3.4 Avaliação dos Parâmetros Fisiológicos das Vacas.	22
3.5 Análise Estatística.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 Parâmetros Ambientais	24
4.2 Parâmetros de Comportamento dos Animais.....	29
4.3 Avaliação dos Parâmetros Fisiológicos	33
5. CONCLUSÕES	36
REFERÊNCIAS	37
APÊNDICES	41

INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A região Noroeste encontra-se no terceiro planalto paranaense, sua paisagem é formada por um relevo uniforme e suavemente ondulado. Sua altitude média é de 300 metros acima do nível do mar. Seus solos são oriundos de uma camada de origem eólica que se depositou sobre o derrame vulcânico, derivados do arenito Caiuá, fato que formou solos com baixos teores de argila e textura arenosa, com baixa retenção de umidade, baixa fertilidade natural, ácidos e sujeitos à erosão. O acréscimo de matéria orgânica pela perda das folhas no perfil da camada arável do solo aparentemente assegura uma boa fertilidade. No entanto, o desmatamento e o uso intensivo do solo nessa região o tornam depauperado e sujeito a sérias restrições agrícolas pela susceptibilidade à erosão hídrica, eólica e a rápida perda de fertilidade (IPARDES, 2004).

A cobertura vegetal nativa do Arenito Caiuá é constituída pela Mata Atlântica (Floresta Estacional Semidecidual). Este ecossistema é classificado a partir do seu regime hídrico e pelo fenômeno da perda parcial das folhas (entre 20 a 50% do conjunto florestal) e, também, pelas duas estações bem definidas, invernos secos e verões chuvosos com média anual pluviométrica entre 1200 a 1300 mm ao ano (IPARDES, 2004).



Figura 1. Mapa da Localização do Município de Paranacity – Paraná - Brasil.
Fonte: MFRural (2019)

O clima em Paranacity é classificado como CFA, caracterizado por ser clima subtropical, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão. Contudo, sem estação seca definida (PARANÁ, 2010).

A temperatura média em Paranacity é de 20.9° C. O mês mais quente do ano é janeiro com uma temperatura média de 23.9° C. Em junho, a temperatura média é 16.7° C, sendo esta a temperatura média mais baixa de todo o ano (CLIMATE, 2019).

1.2 Assentamento Santa Maria

O Projeto de Assentamento Santa Maria está localizado na região noroeste do estado do Paraná, Brasil. Desde sua formação em 1993, o assentamento está organizado de forma coletiva, através da Cooperativa de Produção Agropecuária Vitória (COPAVI). Esta organização tem por objetivo garantir a sustentabilidade econômica e social das famílias associadas à Cooperativa. Todas as atividades produtivas realizadas no assentamento seguem os princípios da agroecologia e contam com certificação de produção orgânica realizada pela rede de agroecologia e certificação participativa da Rede Ecovida desde 2000 para a produção vegetal e desde 2017 para a produção animal.

A Cooperativa está organizada nos seguintes setores: a) setor de apoio (administrativo, comércio, padaria e refeitório), b) setor de sustento familiar (horta e pomar agroflorestal) e pecuária leiteira, c) cana e derivados (responsável pela produção e beneficiamento da cana de açúcar, transformando em melado, cachaça e açúcar mascavo, além de cultivos anuais consorciados junto ao plantio da cana).

A produção leiteira da COPAVI é realizada à base de pasto sob manejo do Pastoreio Racional Voisin (PRV). Além do manejo alimentar à base pasto, há suplementação no inverno (Cana de açúcar, napier, leucena e ração com milho e soja) quando há escassez de pastagem. A produção média de leite do rebanho, pode variar de 7 L/vaca/dia no período de baixa produção de pasto (inverno) e até 10 L/vaca/dia no verão, quando há maior oferta de forragem.

Nos últimos dez anos têm sido implantados sistemas silvipastoris na unidade de produção leiteira da Cooperativa. Isto mediante introdução de diferentes espécies arbóreas, desde implantações de alporques de alto porte, cultivadas em consórcios com cana de açúcar ou plantadas diretamente nos piquetes, visando conforto térmico e diversificação da alimentação para os animais.

No processo de organização da produção agroecológica, também foi realizada a substituição gradual de animais da raça Holandês do rebanho por raças mais rústicas

(cruzamentos entre Holandês, Jersey, Gyr e Guzerá) e mais resistentes aos efeitos do estresse térmico, já que a região é caracterizada por altas temperaturas durante o ano e períodos de estiagem no inverno.

É notável o empenho do Assentamento em concretizar práticas de agricultura sustentável, desde a opção pela agroecologia em seus diversos setores produtivos. Na atividade leiteira a implantação de sistemas silvipastoris é realizada considerando a existência de efeitos negativos do estresse por calor na saúde, reprodução e bem-estar dos bovinos leiteiros. Embora seja reconhecido que os sistemas silvipastoris são uma opção para mitigar os efeitos negativos do estresse térmico em bovinos leiteiros, existe ainda pouca informação na região de estudo referente ao tipo de arranjo silvipastoril mais adequado e à magnitude da mitigação do estresse térmico pelas árvores em bovinos leiteiros.

Nesse sentido, é importante estudar os efeitos que o sombreamento natural pode ter no bem-estar dos animais e o potencial que esse tipo de sistemas pode ter para a melhora da produção leiteira na Cooperativa.

1.3 Objetivo Geral

O objetivo da pesquisa foi avaliar os efeitos do sistema silvipastoril com *Leucaenaleucocephala*, em parâmetros fisiológicos, produtivos e comportamentais em vacas leiteiras mestiças.

1.4 Objetivos Específicos

Verificar se há impacto potencial de redução de estresse térmico nos animais pelo uso do sistema silvipastoril avaliado.

Investigar se a oferta de sombra nos piquetes está associada a comportamentos indicadores de maior conforto térmico nas vacas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Produção de Leite Agroecológico e o Pastoreio Racional Voisin

O modelo de agricultura predominante no Brasil está baseado no agronegócio. Segundo Görgen (2004), este modelo de desenvolvimento capitalista na agricultura brasileira se intensificou a partir da década de 1960, com base no pacote tecnológico da Revolução Verde. Tal modelo é caracterizado pela intensificação da concentração fundiária, monocultura e dependência dos agricultores pelas empresas multinacionais. Além da contaminação dos recursos naturais e afetação da saúde humana pelos agrotóxicos.

“A hegemonia do agronegócio sustenta-se no modelo agroexportador de commodities, em grande escala e com uso intensivo de agrotóxicos e transgênicos, não permitindo outra forma de produção agrícola. São complexos agroindustriais com grandes investimentos em tecnologia e mecanização; formas de gestão e controle da força de trabalho assalariada; e ainda, um aparato midiático que dissemina as ideias necessárias para convencer que esse é o único modelo viável de produção de alimentos” (BARROS, 2018. p.183).

Em contrapartida à lógica desse modelo agrícola, a agroecologia cumpre um papel fundamental para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável. De acordo com Caporal e Costabeber (2007), a agroecologia é um enfoque científico destinado a apoiar a transição dos atuais modelos de desenvolvimento da agricultura para modelos sustentáveis. Trata-se de uma orientação que contempla, além dos aspectos tecnológicos ou agrônômicos de produção, as questões econômicas, sociais e ambientais e, também, variáveis culturais, políticas e éticas da sustentabilidade.

No mesmo sentido, Machado e Machado Filho (2014) entendem a agroecologia como um método, um processo de produção agrícola, animal e vegetal, que resgata saberes abafados pela revolução verde e incorpora conhecimentos científicos e tecnológicos. Assim, para esses autores, a agroecologia viabiliza a produção de alimentos limpos, sem agrotóxicos, sendo uma tecnologia com potencial de produção similar à do agronegócio.

Uma das práticas de produção agroecológica é o Pastoreio Racional Voisin (PRV). Machado e Machado Filho (2014) afirmam que o PRV é a melhor e mais eficaz tecnologia para a criação animal de herbívoros de forma agroecológica. O PRV é um método de manejo racional dos pastos baseado na integração do solo-pasto-animal. Tal manejo consiste na permanente mudança de lotes de animais nos piquetes em uso com a finalidade de aproveitar

a maior quantidade de pasto produzida, aumentar o depósito de material orgânico (esterco e urina), evitar o consumo do rebrote e garantir que os animais consumam a pastagem no estado fisiológico que coincida com a melhor qualidade bromatológica. O fundamento do PRV é a atenção às necessidades fisiológicas da planta, para que ela possa dar os máximos rendimentos no momento de sua maior produção e de sua melhor qualidade (MACHADO, 2010). Por isso se utilizam critérios fenológicos para ocupar as parcelas e se priorizam tempos de ocupação curtos para evitar a degradação da pastagem por excesso de pisoteio ou consumo de rebrote das gramíneas.

2.2 Sistemas Silvopastoris

Segundo IBGE (2006) as áreas de pastagens no Brasil ocupam aproximadamente 160 milhões de hectares, equivalente a cerca de 20% do território nacional. Dessa quantidade, a maioria (102.409 milhões de hectares) é ocupada por pastagens cultivadas, das quais aproximadamente 10% se encontram degradadas.

Mesmo com bons índices de produtividade em algumas regiões do país, observa-se que o aumento da produção de carne e leite oriundo da atividade pecuária no país depende da expansão de áreas de pastagens e não do aumento da sua produtividade. Além de todo esse processo de expansão da pecuária, existem também áreas de cultivos anuais e florestais com sinais de degradação e os sistemas agroflorestais apontam como importante ferramenta para recuperação destas áreas (GARCIA; TONUCCI; GOBBI, 2010).

Neste sentido, a introdução do componente arbóreo através do uso de sistemas silvipastoris e o manejo adequado de pastagens a partir da prática do PRV podem contribuir para a recuperação e manutenção da fertilidade, otimização do uso da paisagem e melhora da produtividade nos sistemas agropecuários.

Os sistemas agroflorestais (SAF's) são caracterizados, essencialmente, pelo cultivo sustentável e integrado de culturas agrícolas, espécies arbóreas e ou animais. O objetivo principal dos sistemas agroflorestais é otimizar os efeitos benéficos das interações dos componentes para ter uma produção diversificada, que ao mesmo tempo atenda à necessidade de conservação ecológica e o desenvolvimento social e econômico (ALTIERI, 2002).

Dentre os diversos sistemas agroflorestais, usados para diferentes objetivos, destacam-se para produção agropecuária os sistemas silvipastoris. Nestes sistemas, as árvores são intencionalmente utilizadas como componentes da pastagem, em associação com forrageiras

herbáceas/arbustivas e com os animais, numa mesma área de maneira simultânea ou sequencial (PORFÍRIO, 1998).

Segundo Ferreira (2013), as árvores em um sistema silvipastoril não são apenas um componente para prover sombra aos animais, estas devem cumprir três funções fundamentais:

- a) Função Produtiva: referente aos produtos arbóreos tais como madeira, frutos, sementes e folhas, além de proporcionar alimento forrageiro para os animais.
- b) Função Ecológica: a qual diz respeito ao aspecto ambiental, quando promovem ciclagem de nutrientes no solo, atividade microbiana no solo, manutenção de umidade, diminuição da variação térmica e favorecimento da presença de animais silvestres.
- c) Função de Promoção do Bem-estar Animal: a presença das árvores nos sistemas agropecuários interfere no metabolismo e comportamento animal, como por exemplo: manutenção térmica, cuidado corporal, expressão da dinâmica de hierarquia nos grupos e, consecutivo aumento da produção.

2.3 Conforto Térmico e Bem-estar Animal

O conforto animal interfere na vida produtiva e reprodutiva dos animais. Em condições ambientais de estresse por calor, os animais reduzem o consumo e a produção de leite (KLOSOWSKI et al., 2002). Além disso, em condições de calor, os animais ativam mecanismos fisiológicos compensatórios, como o aumento da frequência respiratória, da temperatura retal e da circulação periférica, com o intuito de manter a homeostasia térmica (BRIDI, 2004). O estresse gerado nos animais, tanto por fator ambiental, climático ou social pode ocasionar a diminuição da manifestação do comportamento estral e da ovulação (RODRIGUES et al., 2010).

O ambiente térmico é um dos principais fatores que pode afetar negativamente a produção das vacas leiteiras e em regiões com altas temperaturas representa um grande desafio para o adequado desenvolvimento da bovinocultura leiteira. O impacto negativo é maior em raças leiteiras especializadas, que devido à alta produtividade são mais susceptíveis a padecer alterações fisiológicas e de comportamento devido ao estresse por calor (SILVA, 2007).

Quanto mais leite uma vaca produz, maior é o seu consumo e sua produção de calor metabólico. Quando os animais se encontram em condição de conforto térmico os mecanismos termorreguladores não se ativam (SOUZA, 2009) e, por conseguinte, não se afeta a eficiência produtiva. Um ambiente estressante pode provocar várias respostas, dependendo

da capacidade do animal para adaptar-se. Assim, em determinadas situações ambientais, o animal pode manter todas as suas funções (manutenção, produção e reprodução) e, em outras, o metabolismo pode priorizar a manutenção sobre as outras funções (BARBOSA et al., 2004).

Em pastagens sem sombra, as vacas apresentam sinais de estresse térmico que se manifestam em comportamentos como aumento do tempo passado em pé, podendo ser essa uma estratégia para aumentar o contato da superfície do corpo com os ventos e, ainda, facilitar a respiração, otimizando o ajuste da temperatura corporal (PIRES et al., 2001). Bovinos em estresse calórico também tendem a se agrupar nos extremos do piquete, aumentar a ingestão de água e reduzir a ingestão de alimentos (PIRES *et al.*, 2001). Neste mesmo sentido (BRAN et al., 2009), relaciona o indicador de conforto com a maior frequência de postura de decúbito dos animais em áreas de silvipastoril.

Segundo Souza (2009) é essencial o fornecimento de sombra a vacas leiteiras, pois seus benefícios diretos estão ligados à minimização de quedas na produção de leite e melhora de sua eficiência reprodutiva. Os animais se beneficiam da sombra proporcionada pelas árvores e, conseqüentemente, há aumento na produção. Collier *et al.* (1981) observaram menor temperatura retal e frequência respiratória, além de aumento na produção de leite em vacas com acesso à sombra em comparação àquelas sem acesso.

A disponibilidade adequada de sombra produz mudanças favoráveis no comportamento de pastoreio e sobre a produtividade: os animais dedicam mais horas diárias ao pastejo e à ruminação; o consumo de alimento se maximiza sob conforto térmico, a conversão alimentar melhora, com a menor utilização de energia para dissipação de calor excessivo (MARTIN, 2002). A oferta da sombra é, portanto, importante por ser uma forma efetiva para a redução da temperatura corporal dos animais, devido à redução da incidência direta de radiação solar, o que facilita a perda de calor nos animais e ajuda a manter sua homeotermia (NÃAS, 1989; ORTÊNCIO FILHO *et al.*, 2001).

2.3.1 Índices para Avaliar Conforto Térmico em Bovinos

O conforto térmico dos animais depende, em parte, dos níveis de umidade atmosférica em associação com a temperatura do ar (SILVA, 2000). Devido a isso é adequado considerar o efeito conjunto de diferentes variáveis climáticas quando se avalia o conforto térmico dos animais.

Existem índices que permitem avaliar o efeito das condições climáticas sobre o conforto ambiental em bovinos. Alguns desses são o Índice de Temperatura e Umidade (ITU)

(ROCHA, 2008) e o Índice de Calor (IC)(GAUGHAN e CASTANEDA, 2003).O ITU foi originalmente desenvolvido por Thom (1958) como um índice de conforto térmico para humanos e tem sido utilizado para descrever o conforto de animais, principalmente bovinos, desde que Johnson *et al.*, (1962) relataram redução na produção de leite de vacas associada ao aumento no valor do ITU.Gaughan e Castaneda (2003) usaram um índice de calor (IC) para avaliar o estresse térmico nos animais. Este índice utiliza diversas variáveis climáticas tais como, Temperatura de Globo Preto (TGP), Umidade Relativa (UR) do ar e Velocidade do Vento (VV). Valores do IC superiores a 78 são considerados como evidência de condição ambiental “muito quente” e de que os animais sofrem estresse térmico (GAUGHAN e CASTANEDA, 2003).

Desta maneira o IC e o ITU são indicadores eficazes, gerados a partir da inclusão de diversas variáveis ambientais que são sintetizadas em um número de referência que permite fácil interpretação e análise.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização do Local e Características dos Animais em Estudo

O presente trabalho foi realizado nas áreas de pastagens da COPAVI, localizadas no Assentamento Santa Maria, em Paranacity, região noroeste do Paraná, Brasil. Foram realizadas observações a campo com dois grupos de animais (5 vacas em cada grupo), os quais fazem parte do rebanho leiteiro da COPAVI e coletadas as variáveis climáticas, ambientais e fisiológicas durante seis dias de avaliação, em duas fases de três dias cada. O estudo foi desenvolvido entre março e abril de 2018.

Para as coletas das variáveis ambientais e de comportamento foram escolhidos quatro piquetes, de um total de sessenta piquetes manejados com PRV. Foram escolhidos dois piquetes em sistema silvipastoril com a espécie arbórea *Leucaenaleucocephala* (Leucena), plantada com espaçamento de 10 x 10 metros e os outros dois piquetes sem sombra (Tabela 1). Os piquetes a pleno sol foram escolhidos baseados na produção de pastagem, com intuito de ter uma oferta de forragem similar à dos piquetes sombreados; para isso se fez coleta de matéria verde de pasto nos piquetes. Foram coletadas dez amostras em cada piquete com um quadro de 50 cm x 50 cm e em seguida as amostras foram pesadas (Tabela 1).

Tabela 1. Área, produção de pasto e composição florística dos piquetes utilizados para avaliação do comportamento diurno de vacas leiteiras mestiças (n = 10) em rebanho localizado no noroeste de Paraná em 2018

Fase	Tipo de piquetes ¹	Área (m ²)	Produção de matéria verde (Kg/ m ²) ²	Composição florística
1	Silvipastoril	3.400	12	<i>Brachiariadecumbens</i> , <i>Cynodonplectostachyus</i> , <i>Megathyrsusmaximus</i> , <i>Arachispintoi</i> .
2	Silvipastoril	3.000	13,2	<i>Brachiariadecumbens</i> , <i>Cynodonplectostachyus</i> , <i>Megathyrsusmaximus</i>
1	Pleno sol	3.000	10,8	<i>Brachiariadecumbens</i>
2	Pleno sol	3.700	10,4	<i>Brachiariadecumbens</i>

¹ Os piquetes em sistema silvipastoril tinham *Leucaenaleucocephala* plantada a um espaçamento de 10 x 10 m.

² Produção de biomassa calculada a partir de uma média de 10 medições. O pasto foi cortado à 5 cm do solo usando quadrados de 50 x 50 cm

Foram selecionadas dez vacas em lactação do rebanho da COPAVI, organizados em pares, as quais foram separadas em grupo A e grupo B, as que foram para área sombreada e as

que foram para pleno sol, para a realização das avaliações. Em seguida estes animais foram pareados por idade, dias em leite, produção e número de partos, como descrito na Tabela 2. Na sequência, os animais foram distribuídos em dois grupos, cada par em um grupo.

Tabela 2. Características das vacas leiteiras mestiças (n = 10) selecionadas para realizar avaliações comportamentais e de parâmetros fisiológicos em piquetes em sistema silvipastoril e sem sombreamento

Pares	Idade (anos)	Raça	Escore corporal (1-5) ¹	Nºde partos	Dias em leite	Produção de leite (L)
1	6	Girolando	3	3	70	9
1	9	Guzerando	2	6	67	9
2	7	Guzeraldo	3	3	14	8
2	7	Girolando	4	4	34	8
3	10	Holandês	2	6	123	6,7
3	7	Girolando	2	3	15	6
4	9	Holandês	3	4	280	12,1
4	11	Guzerando	4	6	142	13
5	7	Girolando	4	4	308	7
5	9	Girolando	2	6	226	6

¹ O escore da condição corporal foi realizado à campo, na segunda fase do experimento (06/04/18). O escore foi avaliado de 1 a 5, sendo 1 animal magro e 5 obesos

Na primeira fase da observação, o primeiro grupo foi conduzido para um piquete em sistema silvipastoril e o segundo a um piquete a pleno sol. Na segunda fase a ordem dos grupos foi invertida, com intuito de controlar o efeito dos indivíduos. Desta forma, todos os animais foram observados em piquetes arborizados e não arborizados. Houve um período para a adaptação dos animais ao experimento de dez dias, em cada fase.

3.2 Medição dos Parâmetros Ambientais

Foi medida a temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) em ambiente coberto no escritório da COPAVI, próximo à área de observação dos animais e a velocidade do vento (m/s) à pleno sol. A temperatura de globo preto (°C) foi medida à pleno sol e à sombra. Todos os parâmetros ambientais foram registrados a cada hora durante o período de observações.

3.3 Observação dos Comportamentos

Foram registrados individualmente os comportamentos dos animais mediante observação direta através de instantâneos a cada 10 minutos (8 h/dia) das 8:30 a.m. às 16:30 h durante os seis dias de observações. Os comportamentos avaliados foram os seguintes: a) pastejo: o animal consome de maneira contínua, se observa a boca próxima ao solo e apreensão de pasto; b) Ruminação: se observam movimentos mastigatórios dorsoventrais e látero-laterais da mandíbula; c) Ócio: outros comportamentos não listados acima; D) postura: vaca em pé ou deitada; e) Frequência de Comportamento de Bebida: registro da bebida de água pelo animal; f) Frequência com que o grupo de animais se concentrava em torno do bebedouro.

As observações de comportamento foram realizadas por duas pessoas, assim, foram avaliados de maneira simultânea os dois grupos de animais alocados a cada tipo de piquete (sombreado com sistema silvipastoril e a pleno sol).

3.4 Avaliação dos Parâmetros Fisiológicos das Vacas

Foi registrada a temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e a produção de leite (PL) das vacas durante a ordenha da manhã (6:30 a 7:30) e da tarde (16:30 a 17:30). A temperatura retal foi coletada com termômetro digital. A coleta da frequência respiratória foi realizada medindo a frequência de movimentos torácicos por minutos, utilizando cronômetro e contador de batidas estatístico numérico manual, 4 dígitos. A medição de leite foi realizada durante as duas ordenhas do dia, utilizando os medidores de leite individuais para coleta de dados. As avaliações seguiram parâmetros de Tucker *et al.*, (2008).

3.5 Análise Estatística

Os dados foram analisados de maneira descritiva e, posteriormente, foram ajustados modelos multinível usando o pacote lme4 (BATES *et al.*, 2015) no programa estatístico R (R CORE TEAM, 2017). Os dados de comportamento dos animais foram analisados mediante regressões logísticas multinível, usando o animal como fator aleatório para controlar o efeito

da repetição de observações no mesmo animal. A variável resposta foi o tipo de piquete (arborizado ou não) e as variáveis explicativas foram as frequências de cada comportamento avaliado. Foi construído um modelo para cada comportamento avaliado. Os resultados das regressões logísticas foram exponenciados e expressados como razão de chance.

Os dados de temperatura (T) e umidade relativa (UR) do ar foram utilizados para calcular um Índice de Temperatura e Umidade (ITU) (TUCKER *et al.*, 2008):

$$ITU = (1,8 \times T + 32) - ((0,55 - 0,0055 \times UR) \times (1,8 \times T - 26))$$

Valores de ITU maiores a 72 foram indicadores de estresse por calor; o valor de ITU 72 coincide com temperatura ambiental de 25,8 C e 50% de umidade relativa do ar (TUCKER *et al.*, 2008).

Os dados de temperatura de globo preto (TGP), umidade relativa (UR) do ar e velocidade do vento (VV) foram utilizados para calcular um Índice de Calor (IC) (CASTANEDA, GAUGHAN e SAKAGUCHI, 2004):

$$IC = 34.1 + (0.26 \times UR) + (1.33 \times TGP) - (0.82 \times VV) 0.1 - \text{Log} (0.4 \times (0.0001 + VV^2))$$

Se o Índice de Calor estiver entre 74 e 78, a condição ambiental foi considerada como “quente” e se foi maior a 78, a medição foi considerada como evidência de condição ambiental “muito quente”; valores menores a 74 foram considerados como evidência de condição ambiental “fria” (CASTANEDA, GAUGHAN e SAKAGUCHI, 2004).

Foram usadas regressões lineares multinível para testar diferenças entre IC, TR, FR e PL (variáveis resposta: usando um modelo para cada variável) das vacas que pastoreavam em piquetes com sistema silvipastoril e em piquetes sem árvores (variáveis explicativas). No modelo para IC, o horário de medição foi usado como fator aleatório para controlar o efeito de medições repetidas realizadas a cada dia. Nos outros modelos (TR, FR e PL) a vaca foi usada como fator aleatório para controlar o efeito da realização de medidas repetidas nos animais modelo. Os efeitos dos tratamentos e horários (variáveis explicativas) sobre a temperatura de globo preto (variável resposta) foram avaliados mediante um modelo multinível linear usando a data (dia de avaliação) como fator aleatório. Foi definido um valor $P < 0,05$ para aceitar diferenças entre cada uma das situações avaliadas. O ajuste dos modelos foi avaliado por meio de análises de gráficos dos resíduos e usando o teste de verossimilhança (Comparação do Modelo Variáveis e com Modelo Nulo) para as regressões logísticas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Parâmetros Ambientais

a) Descrição dos Dados:

A temperatura ambiente e a umidade relativa do ar apresentaram variações consideráveis. De maneira geral, a temperatura média foi alta (29°C) e a umidade relativa se manteve em valores intermediários (Tabela 3). A velocidade do vento foi baixa, ficando em média 0,9 metros por segundo (m/s), conforme descrito na Tabela 3.

Tabela 3. Descrição dos parâmetros ambientais avaliados durante os 6 dias de observações

Variável ¹	Quartil 1	Mediana	Media	Desvio Padrão	Quartil 3	Mín.	Máx.
Temperatura (°C)	27,93	29,55	29,45	2,85	31,65	23,10	34,7
Umidade relativa (%)	52,00	61,00	59,73	8,00	66,0	48,0	73,00
Velocidade do vento (m/s)	0,22	0,9	0,92	0,73	1,42	0	2,2
Temperatura de globo preto (°C)	32,0	37,0	36,4	6,48	41,0	20,0	51,0

¹ As variáveis de temperatura ambiente e umidade relativa foram coletadas em um ambiente (escritório) à velocidade do vento à pleno sol e temperatura de globo preto à pleno sol e em ambiente sombreado com silvipastoril.

b) Modelos Lineares Multinível:

Em relação à temperatura de globo preto e o índice de calor (IC) em piquetes com sistema silvipastoril e piquetes sem árvores foram obtidos os seguintes resultados: a temperatura de globo preto ficou na média de 40,02°C à pleno sol e 32,79°C em silvipastoril (Tabela 4). A temperatura de globo preto apresentou expressiva variação, mínima de 20°C e máxima de 51°C (Tabela 4).

O índice de calor foi em média 90,35 à pleno sol, enquanto na área de silvipastoril a média foi de 80,47(Tabela 4). Esse dado variou entre mínima de 69,01 e máxima de 105,58 durante os dias de avaliação (Tabela 4).O padrão de distribuição do índice de calor foi caracterizado por apresentar valores baixos durante os horários da manhã e da tarde e, altos valores próximos ao meio dia (Figura 2).

De maneira geral, os valores de IC sugerem os animais em pesquisa sofreram estresse térmico durante todos os dias, já que os valores superaram em muitos horários os limites de 78 (indicador de ambiente muito quente) para o IC (Figura 2). No entanto, pode-se observar

na figura 2, que à pleno sol o IC se manteve acima do limite desde o início até o final das observações. Já no sistema silvipastoril, o valor de IC foi menor, os valores foram altos entre dez e trinta da manhã até o momento da ordenha, às dezesseis horas. A observação de valores menores de IC sugere diminuição de estresse térmico nos animais que pastoreavam nos piquetes em sistema silvipastoril.

O estresse térmico sofrido pelos animais na área trabalhada já foi registrado por Scarparo, Calza e Chistoffoli (2015), em que foi avaliado a existência de estresse térmico no rebanho leiteiro da COPAVI, quase todo o tempo durante o ano, com exceção nos meses de maio a agosto. O trabalho ainda sugeria correlacionar o teste do ITU com outros testes, como a frequência respiratória, temperatura retal e a observação do comportamento animal, de maneira a obter mais subsídios sobre as condições climáticas do noroeste do Paraná e a influência no metabolismo animal e, conseqüentemente, na atividade.

Tabela 4. Dados do índice de calor e temperatura do globo preto registrados em 2018, durante seis dias em piquetes sombreados com silvipastoril e à pleno sol

Variável	Piquete	Média	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Índice de calor (IC)	Sem sombra	90,35	7,23	90,96	71,06	105,57
	Com sombra	80,47	6,29	80,06	69,00	96,26
Temperatura de globo preto (°C)	Sem sombra	40,02	6,10	41	22	51
	Com sombra	32,79	4,59	33	20	41

Os dados da presente pesquisa foram coletados de abril a maio, é possível imaginar que se eles fossem coletados em janeiro, o qual segundo CLIMATE (2019) é considerado o período de maior calor, poderíamos ter um resultado ainda mais expressivo de IC e os animais submetidos ao estresse pelo calor em uma proporção ainda maior.

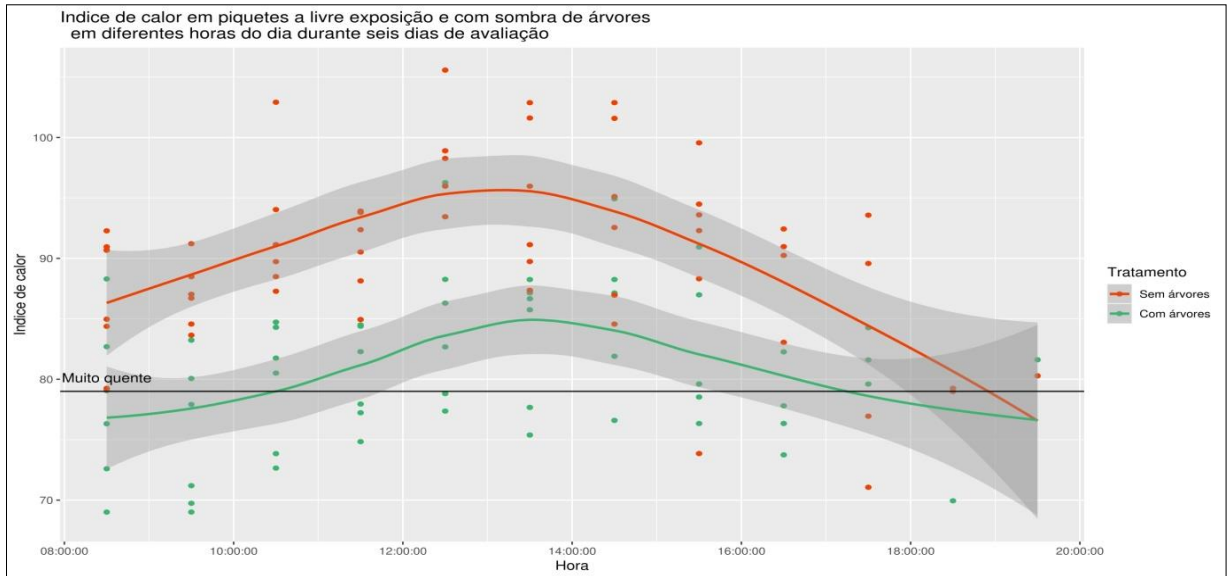


Figura 2 - Índice de calor em piquetes à pleno sol e com árvores em sistema silvipastoril registrados entre março e abril de 2018 durante seis dias de avaliação, com período de vinte dias de intervalo (três dias em abril e três em maio)

Segundo Leme *et al.*, (2005), o sistema silvipastoril constitui um eficiente método para criação de animais especializados para a produção de leite, fornecendo um ambiente de conforto térmico. A composição das espécies arbóreas pode ser usada especialmente com copas globosas e densas, para que os animais possam viver em um ambiente mais favorável. Neste sentido, se pode idealizar novos arranjos agrosilvipastoris para a unidade de produção pesquisada, os quais contemplem maior diversidade de espécies arbóreas, com tamanhos diversos de copas e espaçamentos entre plantas mais adequados. Também, é importante o sombreamento das áreas de circulação, como, por exemplo, nos corredores que levam até a área de ordenha.

Diante desses resultados é importante mencionar que os sistemas silvipastoris em toda área da unidade de produção de leite à pasto se constitui em uma estratégia fundamental. Isso, aliado ao melhor planejamento de instalações e ao manejo de mobilização dos animais nas horas mais frescas do dia, como, por exemplo, realizar as ordenhas mais cedo no período da manhã, em seguida, fazer a locomoção dos animais às áreas das pastagens para que consumam boa parte do alimento antes do horário de maior IC, tal processo se constituem uma importante estratégia para diminuição do estresse calórico.

A continuidade da seleção de raças tolerantes ao calor deve estar aliada às demais estratégias de minimização dos efeitos da radiação solar sobre os bovinos. Para Beatty *et al.*,

(2006) os zebuínos têm maior capacidade de resistir à altas temperaturas em comparação aos taurinos.

É sabido que todas as categorias de animais sofrem com o estresse calórico, isso reflete além da queda de produção de leite, a diminuição da libido e produção de esperma do touro, vacas prenhas podem abortar, as bezerras têm comprometimento de crescimento. No entanto, atualmente, os sistemas silvipastoris da COPAVI não abrangem toda a área de pastoreio. Sendo assim, se faz necessário considerar como prioridade a sombra aos animais de maior produção, para serem mais protegidos do estresse térmico até o momento em que toda área se converta em áreas sombreadas com silvipastoril.

Tabela 5. Comparação mediante regressão linear multinível do índice de calor e a temperatura de globo preto observados durante seis dias em 2018 em piquetes com e sem árvores

Variável resposta	Variável explicativa	Coefficiente	Erro padrão	IC 95% ^a	Valor P	ICC% ^c
Índice de calor	Intercepto	79,86	1,32	77,27 a 82,46	-	27,88
	Piquetes sem sombra	9,87	1,08	7,75 a 11,99	< 0,05	
Temperatura de globo preto (°C)	Intercepto	29,97	1,24	27,53 a 32,40	-	12,07
	Piquetes sem sombra	7,23	0,66	5,93 a 8,53	< 0,05	-
	9:30 am	1,67	1,50	-1,27 a 4,60	> 0,05	-
	10:30 am	4,33	1,50	1,39 a 7,27	< 0,05	-
	11:30 am	4,83	1,50	1,89 a 7,77	< 0,05	-
	12:30	7,17	1,50	4,23 a 10,10	< 0,05	-
	1:30 pm	6,83	1,50	3,89 a 9,77	< 0,05	-
	2:30 pm	4,58	1,50	1,64 a 7,52	< 0,05	-
	3:30 pm	3,92	1,50	0,98 a 6,85	< 0,05	-
	4:30 pm	3,84	1,69	0,52 a 7,15	< 0,05	-
	5:30 pm	-2,13	1,69	-5,44 a 1,18	> 0,05	-
	6:30 pm	-7,50	1,69	-10,81 a -4,19	< 0,05	-
	7:30 pm	-8,27	2,87	-13,90 a -2,64	< 0,05	-

^aIC 95% = Intervalo de confiança;

^bICC% = Coeficiente de correlação intraclasse referente à porcentagem de variação do variável resposta para cada fator aleatório. O horário de medição foi usado como fator aleatório no modelo do índice de calor e a data foi usada como fator aleatório no modelo da temperatura de globo preto. Isso para controlar para o efeito de medidas repetidas por horário e data em cada um dos modelos.

4.2 Parâmetros de Comportamento dos Animais

a) Agrupamento no Bebedouro:

As vacas passaram aproximadamente 40% das observações agrupadas ao redor do bebedouro nos piquetes sem sombra, enquanto isso, não houve registro de tal comportamento em piquetes com sombra das árvores (Figura 3).

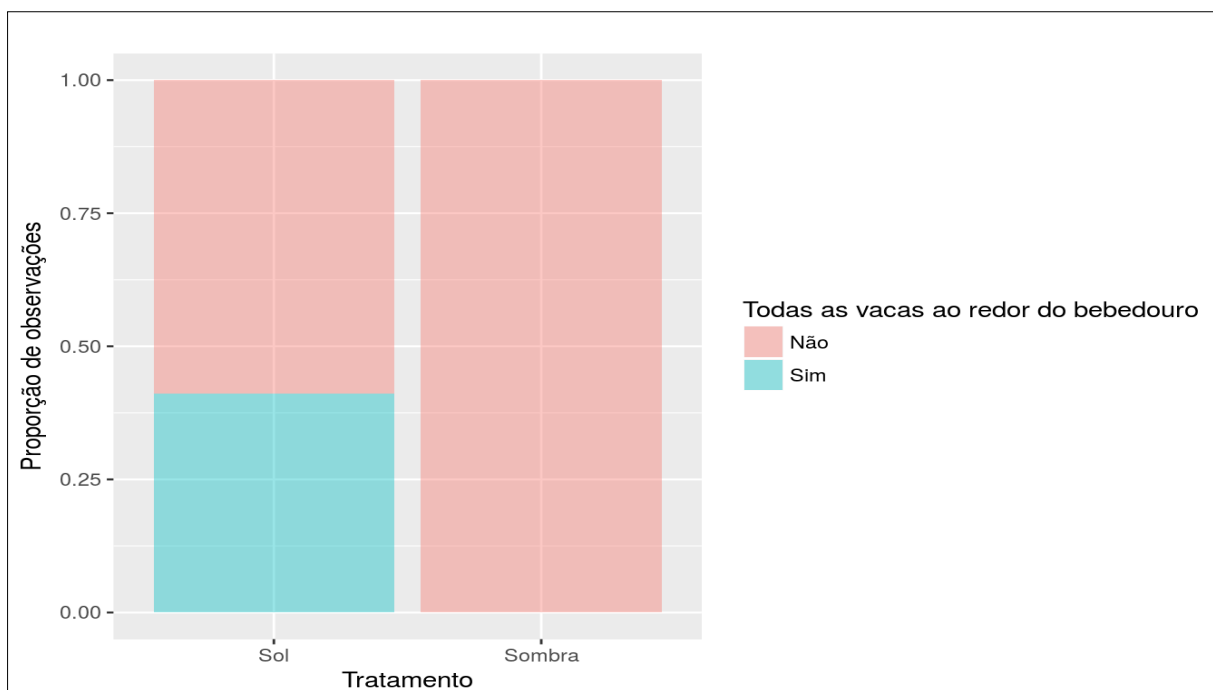


Figura 3. Frequência de observação das vacas ao redor do bebedouro em piquetes com e sem sombra de árvores durante os seis dias de avaliação

Este evento aconteceu especialmente entre dez horas da manhã até as dezesseis horas. O que comprova o mecanismo encontrado pelos animais em estresse calórico em diminuir a produção de calor, se agrupar nos extremos do piquete, neste caso, no bebedouro. Esse comportamento também implica na redução de ingestão de alimentos, bem como na má distribuição do esterco e urina das vacas pelo piquete, ficando concentrada nos bebedouros, os quais ficam degradados e a fertilização das áreas fica limitada, não atingindo o objetivo de manejo da fertilidade dos piquetes como prevê o PRV, o qual Machado (2010), afirma que tendo o manejo adequado do sistema o esterco, estará umidificado e se constitui na principal forma de incremento de matéria orgânica. Estimulando a biocenose no solo e, por ela, desenvolvida acontece um processo crescente de fertilidade do solo.

No ambiente de silvipastoril esse comportamento de concentração em torno do bebedouro não se manifesta, ou seja, os animais desenvolvem outras atividades e ocorre de forma mais homogênea a distribuição da adubação orgânica promovida pelo esterco dos bovinos. O efeito dessa distribuição foi observado na Tabela 1, tanto pela quantidade, quanto qualidade e diversidade de pastagem presente nas áreas de silvipastoril. Schützet *al.*, (2008) já observou tal comportamento de procura pelo bebedouro, relatando que vacas leiteiras com acesso à sombra passam mais tempo na sombra e menos tempo perto do bebedouro. Fatores como a presença de sombra e de fontes de água podem, eventualmente, modificar o padrão de dispersão de fezes e consecutiva melhora da fertilidade do pasto, pois é melhor distribuído, especialmente em climas quentes(KRUSCHEWSKY, 2009). Outra forma de melhora na fertilidade está relacionada à capacidade das árvores em transferir água e nutrientes das camadas mais profundas até a superfície e disponibilizá-las para plantas de raízes mais superficiais, como no caso das pastagens (VEIGA e SERRÃO, 1990).

Os sistemas silvipastoris também melhoram a estrutura física do solo, pois a decomposição das folhas das espécies arbóreas aduba e protegem o solo, suas raízes protegem da erosão, além da proteção das suas copas, que oferecem abrigo para os animais (MONTAGNINI, 1992).

- b) Frequência de Postura em pé ou deitada, pastando, ruminando, bebendo água e em ócio:

Na tabela 6 podemos observar que as vacas em área sombreada tiveram menor frequência de postura em pé, comparadas com vacas que estavam em piquetes à pleno sol. Vacas em área sombreada por árvores foram observadas deitadas com maior frequência, comparadas com as que estavam em piquetes sem árvores. Esse comportamento foi observado em diversos estudos. Ferreira (2010) descreve que, em tratamentos com sombra abundante, as vacas se deitaram em média 98% das vezes sob a sombra. As vacas podem adotar a postura em pé em áreas sem sombra como estratégia para aumentar o contato da superfície do corpo com os ventos e facilitar a respiração, otimizando o ajuste da temperatura corporal (PIRES *et al.*, 2001). Portanto, é necessário que exista sombra em abundância para permitir que os animais se deitem à sombra (SCHÜTZ *et al.*, 2010) e para diminuir efeitos negativos do estresse calórico nos animais.

Ainda na tabela 6, é possível observar que as vacas que pastoreavam em área sombreada tiveram entre duas a três vezes maior frequência de comportamentos de pastoreio, comparadas às vacas que se encontravam em piquetes com exposição direta ao sol. Durante os dias de observação, as vacas em área sombreada apresentaram maior frequência de ruminção que as vacas na área a livre exposição. Foi observado que as vacas em área sombreada tiveram entre 0,16 a 0,4 (IC 95%) vezes menor frequência de consumo de água que as vacas na área à livre exposição (Tabela 6). As vacas em área sombreada apresentaram entre 0,30 a 0,42 (IC 95%) vezes menor frequência de “Ócio” se comparadas com vacas em piquetes à livre exposição. Provavelmente as árvores diminuíram o efeito do calor, as vacas em área sombreada tiveram mais consumo de alimento. Por conseguinte, a frequência de ruminção foi maior e menor tempo ócio. O mesmo foi observado no consumo de água, pois em área sem a sombra esse número foi maior pela necessidade fisiológica dos animais em diminuir calor.

Tabela 6. Comparação mediante regressão logística multinível da frequência de comportamentos realizados por vacas leiteiras mestiças (n = 10) observadas durante seis dias em piquetes com e sem sombreamento de árvores

Comportamento	Piquetes	Observações ^a	Coefficiente	Erro padrão	Razão de chance	IC 95% ^b	Valor P	ICC% ^c
Postura em pé	Arborizados	214	Referente	-	-	-	-	-
	Sem sombra	558	1,33	0,09	3,79	3,15 – 4,56	< 0,001	3,76
Postura deitada	Sem sombra	47	Referente	-	-	-	-	-
	Arborizados	93	0,73	0,18	2,08	1,45 – 2,99	< 0,001	9,67
Pastoreio	Sem sombra	486	Referente	-	-	-	-	-
	Arborizados	794	0,96	0,08	2,61	2,23 – 3,05	< 0,001	2,24
Ruminação	Sem sombra	165	Referente	-	-	-	-	-
	Arborizados	201	0,24	0,11	1,27	1,02 – 1,59	0,03	1,49
Bebida	Arborizados	23	Referente	-	-	-	-	-
	Sem sombra	85	1,38	0,24	3,96	2,47 – 6,33	< 0,001	9,96

^a Número de instantâneos (a cada 10 minutos) em que os animais foram observados realizando cada comportamento;

^b IC 95% = Intervalo de confiança da razão de chance;

^c ICC% = Coeficiente de correlação intraclasse referente à porcentagem de variação do comportamento para cada vaca. Cada animal foi usado como fator aleatório para controlar o efeito de observações repetidas no mesmo indivíduo.

4.3 Avaliação dos Parâmetros Fisiológicos

A temperatura retal dos animais foi maior (entre 0,2 a 1,15° C) no horário da tarde. Não houve diferença de temperatura retal entre os tratamentos no horário da tarde (Tabela 7).

Tabela 7. Parâmetros fisiológicos e escore de condição corporal em vacas leiteiras mestiças (n = 10) observadas durante seis dias em piquetes com e sem presença de árvores

Variável	Mínimo	Quartil 1	Mediana	Media	Desvio Padrão	Quartil 3	Máximo
Escore corporal	2,0	2,0	3	2,9	0,83	4	4
Produção de leite	0,0	3,7	5	5,5	2,90	7,0	12,5
Temperatura retal	30,60	38,00	38,60	38,97	1,28	40,17	41,40
Frequência respiratória	24,00	30,75	46,50	52,37	21,94	70,00	104,00

A produção de leite não diferiu entre os tratamentos, mas cada vaca, nos dois grupos, produziu 1,5 litros de leite à menos na ordenha da tarde (Tabela 8). O fato de não haver diferenças na produção de leite nos tratamentos pode ter sido pelo baixo nível de produção das vacas que participaram do estudo (Tabela 7). A baixa produção pode ser explicada porque as vacas avaliadas eram animais mestiços, com menor potencial de produção e não receberam suplementação. Também ocorreu o fato de que na época da realização do estudo, em abril e maio, se inicia na região o período de declínio de produção de massa verde. Segundo Marcheto *et al.*, (2002), as diferenças na produção de leite são mais facilmente detectadas em vacas com característica de maior produção leiteira. Portanto, é possível que este não tenha sido o melhor estudo para comparar produção de leite.

A menor produção de leite observada em ambos os tratamentos no período da tarde, pode ser explicada pela distância de tempo maior entre ordenhas, de 10 horas de manhã para tarde e 14 horas da tarde para manhã. Outra explicação para a menor produção de leite no período da tarde pode ser o aumento da temperatura retal, que está associado à menor produção de leite no horário da tarde, tempo de maior estresse calórico sofrido pelos animais (Figura 4).

Provavelmente é necessário a realização de estudos mais direcionados para avaliar a produção de leite, com mais repetições no tempo e com maiores tempos de pastoreio, necessitando de condições de controles, o que não estavam disponíveis na presente pesquisa.

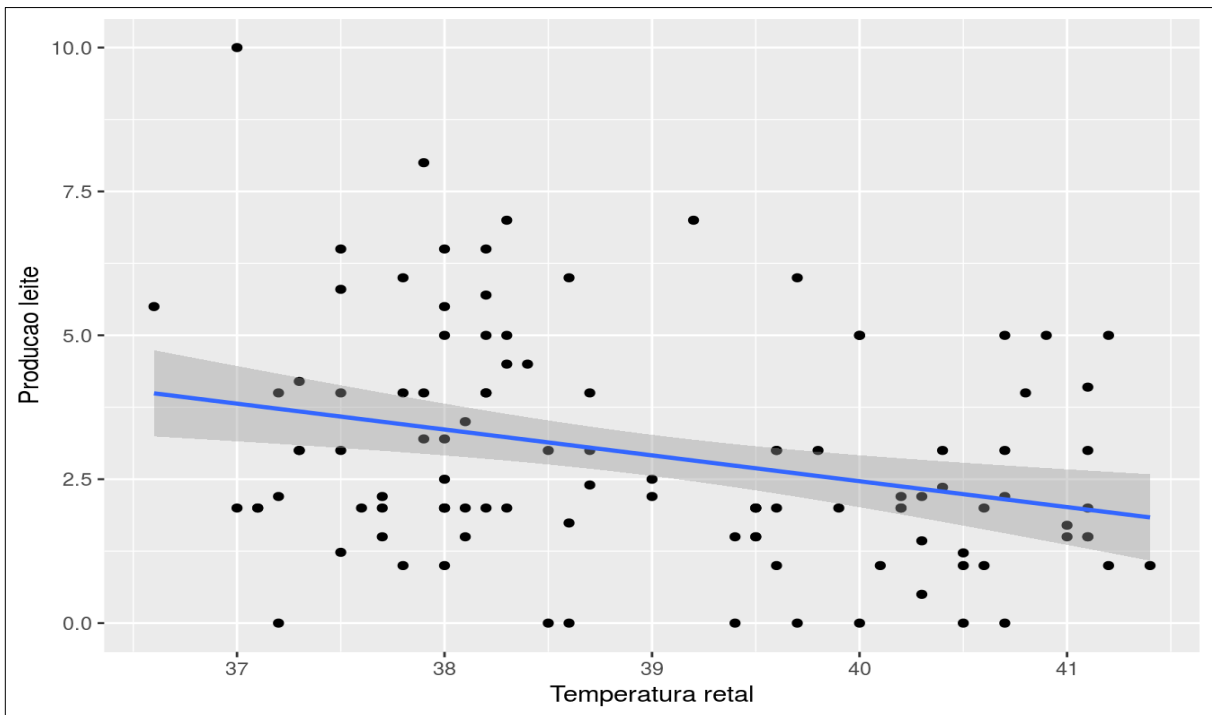


Figura 04. Relação entre a produção de leite e a temperatura retal em vacas leiteiras mestiças (n = 10) avaliadas durante seis dias em piquetes com e sem sombra de árvores em unidade localizada no noroeste de Paraná em 2018

A frequência respiratória foi superior (35 respirações por minuto a mais em média) no horário da tarde, comparado com horário de manhã (Tabela 8). Porém não foi diferente nos animais em relação aos tratamentos da área de sistema silvipastoril e pleno sol. No presente estudo as medições da frequência respiratória foram realizadas na sala da ordenha, depois dos animais terem percorrido uma distância entre os piquetes e a sala de ordenha à pleno sol, este fato pode ter aumentado a frequência respiratória nos dois grupos.

Tabela 8. Comparação mediante regressão linear multinível da frequência respiratória, produção de leite e temperatura retal de vacas leiteiras mestiças (n = 10) observadas durante seis dias em piquetes com e sem sombreamento de árvores

Variável resposta	Variável explicativa ^a	Coefficiente	Erro padrão	IC 95% ^b	Valor P	ICC% ^c
Temperatura retal (°C)	Intercepto	38,24	0,16	37,93 a 38,54	-	-
	Piquetes sem sombra	- 0,61	0,17	-0,95 a - 0,28	< 0,05	-
	Ordenha da tarde	1,75	0,17	1,42 a 2,09	< 0,05	-
	Piquetes sem sombra x ordenha da tarde	0,67	0,24	0,2 a 1,15	< 0,05	18,59
Frequência respiratória (rpm)	Intercepto	33,90	2,45	29,10 a 38,70	-	-
	Piquetes sem sombra	1,80	2,25	-2,61 a 6,21	> 0,05	-
	Ordenha da tarde	35,13	2,25	30,72 a 39,55	< 0,05	12,60
Produção de leite (L/ordenha/dia)	Intercepto	3,44	0,42	2,61 a 4,27	-	-
	Piquetes sem sombra	0,25	0,29	-0,31 a 0,82	> 0,05	-
	Ordenha da tarde	-1,47	0,28	-2,03 a - 0,92	< 0,05	33,30

^aA interação entre cada variável explicativa (piquete sem sombra x ordenha da tarde) foi testada para cada um dos três modelos, mas não foi significativa em nenhum dos casos;

^b IC 95% = Intervalo de confiança;

^c ICC% = Coeficiente de correlação intraclasse referente à porcentagem de variação do variável resposta para cada vaca. Cada animal foi usado como fator aleatório para controlar o efeito de observações repetidas no mesmo indivíduo.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho mostrou a existência de efeitos do sistema silvipastoril com *Leucaenaleucocephala* em relação aos parâmetros fisiológicos e comportamentais das vacas avaliadas. Houve estresse térmico, até mesmo em um ambiente sombreado durante um período do dia. Porém as árvores reduziram o efeito do calor, o que foi evidenciado pela maior frequência de pastoreio e ruminância, a adoção de postura deitada e ausência de agrupamento ao redor do bebedouro em piquetes arborizados.

Recomenda-se estudar opções de adensamento da arborização e a busca por estratégias de manejo para garantir conforto térmico aos animais, manter uma adequada produção leiteira e maior conforto animal. Há também a possibilidade de aproveitar os sistemas silvipastoris já implantados, pois, eventualmente, pode ser feito o manejo dos animais que demonstram uma melhor resposta em produção ao ambiente com sombra.

A ampliação das áreas de sistemas silvipastoris se constitui em uma possibilidade real para melhorar o microclima local, sendo que essa prática implica a implantação das árvores em toda a pastagem e áreas de circulação dos animais. Sendo necessário procurar formas de incentivo, projetos que contribuam para o fomento dos sistemas silvipastoris na região. Até mesmo continuidade do estudo procurando o espaçamento adequado das espécies arbóreas, que atentam conforto térmico dos animais e ao mesmo tempo produção de pastagem suficiente.

Finalmente, se pode concluir que os sistemas silvipastoris se mostram uma importante opção para melhorar o conforto térmico e bem-estar animal nas vacas leiteiras em sistemas e produção à pasto localizados no noroeste do Paraná.

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M. **Agroecologia, bases científicas para uma agricultura sustentável**. AS-PTA Guaíba: ed. Agropecuária. p.592 .2002.
- BARBOSA. Efeitos da sombra e da aspersão de água na produção de leite de vacas da raça Holandesa durante o verão. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 26, p. 115-122. 2004.
- BEATTY, D.T; BARNES, A.; TAYLOR, E.; MCCARTHY, M.; MALONEY, S.K. Physiological responses of and cattle to prolonged, continuous heat and humidity. **Journal of Animal Science**, 84(4),972-985, 2006.
- BARROS, I.F. O agronegócio e a atuação da burguesia agrária: considerações da luta de classes no campo. **Serv. Soc. Soc.**, São Paulo, n131, p. 175-195, jan/abr. 2018.
- BATES, D., MAECHLER, M., BOLKER, B., WALKER, S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. **Journal of Statistical Software**, 67(1), 1-48. DOI: 10.18637/jss.v067.i01.
- BRAN, et al, 2009. Comportamento diurno de bovinos leiteiros em sistema silvipastoril sob Pastoreio Racional Voisin. **VII Congresso Latino Americano de Sistemas Agroflorestais para a Produção Pecuária Sustentável**. 2009.
- BRIDI, A. M, 2004. **Efeitos do ambiente tropical sobre a produção animal**. Disponível em www.uel.br. Acesso em 20/2/2015.
- CASTANEDA, C.A.; GAUGHAN, J.B.; SAKAGUCHI, Y. Relationship between climatic conditions and the behaviour of feedlot cattle. **Animal Production in Australia** v. 25, p.33-36. 2004.
- CAPORAL, F. R. e COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: alguns conceitos e princípios**. 2ª edição. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2007.
- CLIMATE, 2019. **CLIMATE DATA ORG**. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/parana/paranacity-313020/>. Acesso em 10 de março de 2019.
- COLLIER, R.J.; ELEY, R.M.; SHARMA, A.K. et al. Shade management in subtropical environment for milk yield and composition in Holstein and Jersey cows. **Journal of Dairy Science**, v.64, p.844-849, 1981
- FERREIRA, L.C.B. **Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de sombra**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- FERREIRA, Thomás Lopes. **Sistemas Silvopastoril**. 2013. Notas de aula.

GARCIA, R.; TONUCCI R. G.; GOBBI, K. F. Sistemas silvipastoris: Uma integração Pasto, árvore e animal. Cap. IV. p.124-166. **Sistema Agrossilvipastoril: Integração Lavoura, Pecuária e Floresta**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais 2010.

GAUGHAN, J.B. and. CASTANEDA, C.A (2003). Refinement of a heat load index based on animal factors. **MeatandLivestockAustralia**. North Sydney, NSW.

GÖRGEN, S. A.: **Os Novos Desafios da Agricultura Camponesa**. [s.n]. Novembro de 2004.

IBGE, 2006. Censo Agropecuário. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em : <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/agropecuaria/utilizacao-das-terras-area.html>. Acesso em 10 de julho de 2019.

IPARDES – Instituto **Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social**. Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. Curitiba. 2004.

JOHNSON, H. D.; RAGSDALE, A. C; BERRY, I. L. et al. Effects of various temperature-humidity combinations on milk production of Holstein cattle. Columbia: Missouri **Agricultural Experimental Station**, 1962. (ResearchBulletin, 791).

LEME, T.M.S.P.; PIRES, M.F.Á; VERNEQUE, R.S.; ALVIM, M.J.; AROEIRA, L.J.M. Comportamento de vacas mestiças holandês x zebu, em pastagem de brachiariadecumbens em sistema silvipastoril. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 668-675, 2005.

KRUSCHEWSKY, G. **Distribuição espacial de fezes de bovinos em sistema silvipastoril e em convencional**: estudo de caso no noroeste do Paraná. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

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

MACHADO Luiz Carlos Pinheiro: **Pastoreio Racional Voisin: Tecnologia para o terceiro milênio**. 2º edição, p. 376. São Paulo, Expressão Popular, 2010.

MACHADO Luiz Carlos Pinheiro e MACHADO FILHO Luiz Carlos Pinheiro: **Dialética da Agroecologia**. 1º edição, p. 360. São Paulo, Expressão Popular, 2014.

MARCHETO, F.G.; NÄÄS, I.A.; SALGADO, D.D.; SOUZA, S.R.L. Efeito das temperaturas de bulbo seco e de globo negro e do índice de temperatura e umidade, em vacas em produção alojadas em sistema de free-stall. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 39, n. 6, p. 320-323, 2002.

MARTIN, G.O. Mantengala sombra en sus potreros y reduzcael estrés animal. **Revista Producción**, 2002. Disponível em: https://www.produccion.com.ar/2002/02ago_09.htm. Acesso em 20/02/2019.

MONTAGNINI, F. Sistemas agroflorestales: principios y aplicaciones en los tropicos. San Jose: **Organización para Estudios Tropicales**, 1992.

MF Rural, 2019. Disponível em: <https://www.mfrural.com.br/mobile/cidade/paranacity-pr.aspx>. Acesso em 04/05/2019.

NÃÃS. Princípios de conforto térmico na produção animal. São Paulo: **Ícone**, 1989. 183 p.

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

PARANÁ (Estado). Secretaria da Agricultura e do Abastecimento Departamento de Economia Rural. **Análise da conjuntura agropecuária Safra 2010/11**. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/agrometeorologia_2010_11.pdf. Acesso em 13 de março de 2019.

PIRES, M.F.A.; VERNEQUE, R.S.; VILELA, D. Ambiente e comportamento animal na produção do leite. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 211, p. 11-21, 2001.

PORFÍRIO. V. S. **Modificações microclimáticas em sistema Silvipastoril com Grevíleas robusta A. Cunn. Na região noroeste do Paraná**. Dissertação de mestrado. UFSC Prog. Pós-graduação em Agroecossistemas. p. 128. 1998.

R Core Team, 2017. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R

ROCHA, D. R. **Avaliação de estresse térmico em vacas leiteiras mestiças: Bostaurus x Bos indicus criadas em clima tropical quente úmido no Estado do Ceará**. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal do Ceará. 2008. 67 p.

RODRIGUES, et al. Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.06, n 02, pg.14-22, abril/junho, 2010.

SCARPARO, C.V., CALZA, D.B. e CHRISTOFFOLI, P. I.: Estresse Térmico e Declínio da produção leiteira: Estudo de caso em Paranacity - PR, **Produção de leite agroecológico: aspectos técnicos/Universidade Federal da Fronteira Sul**. 1. Ed. – Laranjeiras do Sul: CEAGRO, 2017.

SCHÜTZ, K.E., ROGERS, A. R., POULOUIN, Y. A., COX, N. R., TUCKER, C. B. 2010. The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. **J. Dairy Sci.** 93:125-133

SCHÜTZ, K.E.; COX, N.R.; MATTHEWS, L.R. How important is shade to dairy cattle? Choice between shade or lying following different levels of lying deprivation. **Applied Animal Behaviour Science**, v.114, n. 3-4, p. 307-318, 2008.

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

SILVA, et al. Efeitos da Climatização do Curral de Espera na Produção de Leite de Vacas Holandesas. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.5, p.2036-2042. 2007.

SOUZA, 2009. **Conforto Térmico de Vacas Leiteiras em monocultivo de capim marandu e em sistema Silvistoril com coqueiros em Parnaíba**. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal do Piauí. 26 p, 2009.

THOM, E.C. Coolingdegrees - daysairconditioning, heating, andventilating. **Transactions of the ASAE**, v.55, n.7, p.65-72, 1958.

TUCKER, C.B., ROGERS, A.R., SCHÜTZ, K.E., 2008. Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in a pasture-based system. **Applied Animal Behaviour Science** 109, 141–154. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.03.015>

VEIGA, J.B.; SERRÃO, E.A.S. Sistemas Silvistoris e produção animal nos trópicos úmidos: a experiência da Amazônia brasileira. In: PASTAGENS: Piracicaba. **Anais. FEALQ**, p 37-68, 1990.

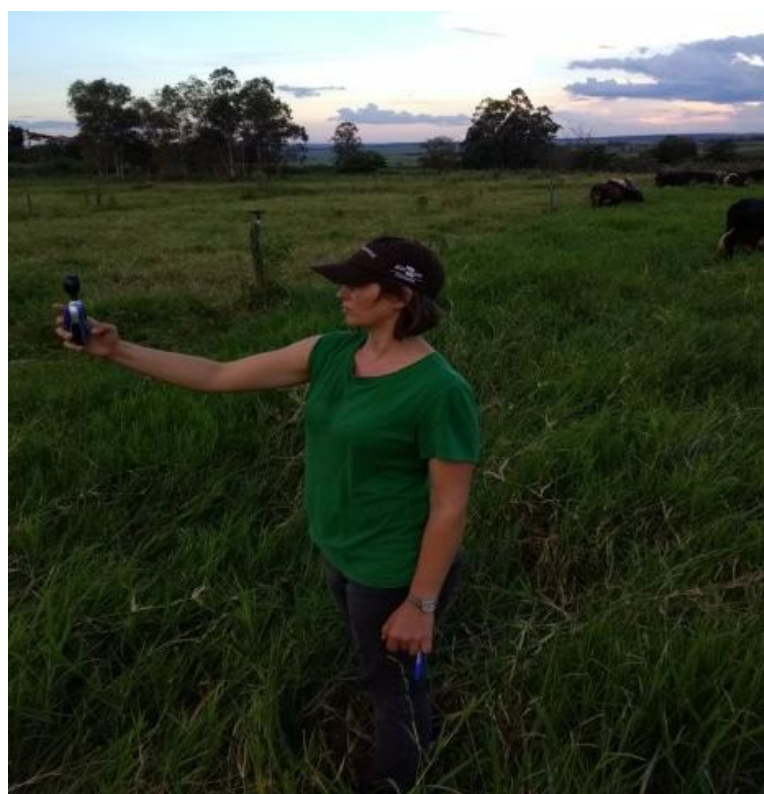
APÊNDICES



APÊNDICE A – Início das coletas de dados na primeira fase com estudantes, estagiários e sócios da COPAVI. Foto: Rafael Cardoso, 2018



APÊNDICE B – Coletas de dados da temperatura retal, frequência respiratória e produção de leite. Fotos: A autora, 2018



APÊNDICE C – Coletas de dados ambientais temperatura do globo preto na sombra e a pleno sol, e medição da velocidade do vento. Fotos: A autora e Rafael Cardoso, 2018



APÊNDICE D – Comportamento de agrupamento dos animais em torno do bebedouro, observado apenas nos animais expostos à pleno sol (nas duas fases do experimento) em 40% das observações. Fotos: A autora, 2018



APÊNDICE E – Esterco dos animais concentrado em torno do bebedouro e esterco melhor distribuídos em piquetes com sombra. Fotos: A autora, 2018



APÊNDICE F – Observações de maior frequência de decúbito e pastoreio em piquetes com sombra. Foto: A autora, 2018



APÊNDICE G – Piquetes usados para o trabalho, com sombra em sistema silvipastoril e sem sombra. Fotos: A autora, 2018