

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DOIS VIZINHOS
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

RAFAELA WALTEMAN

**CONFORTO TÉRMICO DE BOVINOS LEITEIROS EM SISTEMA
FREE STALL E SILVIPASTORIL DURANTE O OUTONO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS
2019

RAFAELA WALTEMAN

**CONFORTO TÉRMICO DE BOVINOS LEITEIROS EM SISTEMA
FREE STALL E SILVIPASTORIL DURANTE O OUTONO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado ao curso de Bacharelado em Zootecnia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Dois Vizinhos, como requisito parcial para a obtenção do título de ZOOTECNISTA.

Orientador: Prof. Dr. Frederico Márcio Corrêa Vieira

DOIS VIZINHOS
2019



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos
Curso de Zootecnia



FOLHA DE APROVAÇÃO
TCC

**CONFORTO TÉRMICO DE BOVINOS LEITEIROS EM SISTEMA
FREE STALL E SILVIPASTORIL DURANTE O OUTONO**

Autor: Rafaela Walteman

Orientador: Prof. Dr. Frederico Márcio Corrêa Vieira

TITULAÇÃO: Zootecnista

APROVADA em 06 de dezembro de 2019.

Profa. Dra. Katia Atoji Henrique

Jucemara Aparecida Rösler

Prof. Dr. Frederico Márcio Corrêa Vieira
(Orientador)

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

Dedico este trabalho aos meus pais Alice e Divonsir.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo privilégio da vida e pelas oportunidades concedidas.

Agradeço a Universidade Tecnológica Federal do Paraná por todo suporte de ensino, em especial aos professores e servidores do campus Dois Vizinhos por terem me conduzido até este momento.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Frederico Márcio Corrêa Vieira pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória, e ao Prof. Dr. Edgar Vismara por todo o auxílio e conhecimentos repassados.

Aos meus colegas de sala, que contribuíram na minha atual formação com a troca de conhecimentos, em especial minhas amigas Larissa Strelow e Carolyne Madel de Medeiros.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento aos meus pais Alice e Divonsir, que sempre acreditaram em mim, me apoiaram e auxiliaram no que foi preciso sem medir esforços. Ao Anderson pelo companheirismo durante todos esses anos, e estendo o agradecimento aos meus familiares e amigos que de alguma forma me apoiaram até aqui.

“Animals make us human.”

“Animais nos fazem humanos.”

(GRANDIN, 2009)

RESUMO

WALTEMAN, Rafaela. **Conforto térmico de bovinos leiteiros em sistema free stall e silvipastoril durante o outono**, 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Zootecnia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2019.

A cadeia de produção de leite busca aumentar cada vez mais a sua produção através de tecnologias que visem aumentar o conforto e bem-estar dos animais, principalmente relacionado ao ambiente térmico que, no caso de estresse, podem desencadear alterações comportamentais para dissipar ou absorver calor que podem prejudicar a produção. Com base nisso, objetivou-se por meio desta pesquisa avaliar os efeitos climáticos sobre os sistemas *free stall* e silvipastoril durante as horas mais quentes nos dias de outono, e como interferem no comportamento e na termorregulação de vacas leiteiras. O experimento foi realizado durante nove dias no final do outono de 2019, no município de Quedas do Iguaçu, estado do Paraná. Foram utilizadas 20 vacas no total, com 10 vacas em cada um dos sistemas de produção: sistema silvipastoril e *free stall*. O ambiente térmico foi avaliado por meio da medição de temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento e temperatura do globo negro. Após o registro de dados do ambiente térmico foram calculados os índices de conforto térmico através do índice de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica radiante (CTR). Os dados foram analisados utilizando modelos mistos, por meio do software estatístico R. Não foram encontradas diferenças ($P>0,05$) entre os sistemas no que tange o ITU e ITGU. Todavia, para a CTR, os sistemas mostraram-se diferentes ($P<0,05$), cujo valor foi maior no sistema silvipastoril. Para a temperatura superficial do animal e a frequência respiratória, os sistemas apresentaram diferença, sendo evidenciados valores maiores para ambas as variáveis no silvipastoril. No que diz respeito aos comportamentos, para o ócio (em pé e deitado), ruminando (em pé e deitado), comendo, bebendo e andando os sistemas apresentaram diferença, sendo observada maior ocorrência de comportamentos de bem-estar animal no sistema *free stall*. Portanto, conclui-se que o sistema *free stall* possui indícios de proporcionar maior conforto térmico aos bovinos leiteiros durante o outono quando comparado ao sistema silvipastoril, e que o comportamento animal e a termorregulação indicam proporcionar maior bem-estar no sistema *free stall*.

Palavras-chave: Sistemas Integrados de Produção Agropecuária. Produção leiteira. Biometeorologia.

ABSTRACT

WALTEMAN, Rafaela. **Thermal comfort of dairy cattle in free stall and silvipastoral system during the fall, 2019.** Course Conclusion Paper (Undergraduate) – Animal Science. Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos, 2019.

Milk production chain look for increase production through technologies that aim to increase the comfort and welfare of animals, especially related to the thermal environment that, in case of stress, can trigger behavioral changes to dissipate or absorb heat. that can hinder production. Based on this, the objective of this research was to evaluate the climatic effects on free stall and silvipastoral systems during the hottest hours on autumn days, and how they affect the behavior and thermoregulation of dairy cows. The experiment was carried out during nine days in late fall of 2019, in the city of Quedas do Iguaçu, state of Paraná. A total of 20 cows were used, with 10 cows in each of the production systems: silvipastoral and free stall systems. The thermal environment was evaluated by measuring temperature and relative humidity, wind speed and black globe temperature. After recording the thermal environment data, the thermal comfort indexes were calculated through the temperature and humidity index (ITU) and black globe temperature and humidity index (ITGU) and radiant thermal load (CTR). Data were analyzed using mixed models using the R statistical software. No differences ($P > 0.05$) were found between the ITU and ITGU systems. However, for CTR, the systems were different ($P < 0.05$), whose value was higher in the silvipastoral system. For the surface temperature of the animal and the respiratory rate, the systems showed differences, showing higher values for both variables in silvipastoral. Concerning behaviors, for idleness (standing and lying down), ruminating (standing and lying down), eating, drinking and walking the systems showed differences, with a higher occurrence of animal welfare behaviors in the free stall system. . Therefore, it is concluded that the free stall system has indications of providing greater thermal comfort to dairy cattle during autumn compared to the silvipastoral system, and that animal behavior and thermoregulation indicate to provide greater welfare in the free stall system.

Keywords: Integrated Agricultural Production Systems. Dairy production. Biometeorology.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	10
2.1	GERAL.....	10
2.2	ESPECÍFICOS.....	10
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1	ESTRESSE TÉRMICO.....	11
3.2	COMPORTAMENTO E BEM- ESTAR.....	11
3.3	SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	12
3.3.1	Sistema silvipastoril.....	12
3.3.2	<i>Free Stall</i>	14
3.4	CONFORTO TÉRMICO EM RELAÇÃO AO TIPO DE INSTALAÇÃO.....	14
3.4.1	Ambiência no sistema <i>free stall</i>	15
3.4.2	Ambiência no sistema silvipastoril.....	16
4	MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	18
4.2	CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL E ANIMAIS.....	18
4.3	AVALIAÇÃO DO AMBIENTE TÉRMICO.....	21
4.4	VERIFICAÇÃO DA TERMORREGULAÇÃO.....	23
4.5	AVALIAÇÃO COMPORTAMENTAL.....	25
4.6	ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO ANIMAL.....	26
4.6.1	Índice de temperatura e umidade.....	26
4.6.2	Índice de temperatura de globo e umidade.....	26
4.6.3	Carga térmica de radiação.....	26
4.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	27
4.7.1	Ambiente.....	27
4.7.2	Termorregulação.....	27
4.7.3	Comportamento.....	27
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1	AMBIENTE.....	29
5.1.1	Variáveis climáticas.....	29
5.1.2	Índices de conforto térmico.....	31
5.2	TERMORREGULAÇÃO.....	33
5.3	COMPORTAMENTO.....	33
	..	

6	CONCLUSÃO.....	37
	REFERÊNCIAS.....	38

1 INTRODUÇÃO

Os produtos lácteos estão cada vez mais presentes nas refeições do dia-a-dia e o consumo tem aumentado tanto por preferência dos consumidores quanto como uma opção de complementar a nutrição humana (BRITO, 2016), pois, mesmo para casos de intolerâncias há desenvolvimento de genética (NEIVA, 2017) e produtos para atender todos os tipos de públicos, exigindo que os produtores busquem produzir cada vez mais e melhor. Somente no ano de 2018 o Brasil somou mais de 33 bilhões de litros de leite produzidos, e a região Sul do país representa 34,2% desta produção (IBGE, 2019).

Pensando no aumento da produtividade, e no bem-estar dos animais e sabendo que um dos maiores agentes que causam o desconforto é o estresse térmico, os produtores têm se preocupado cada vez mais com os efeitos climáticos sobre a produção e por isso buscam formas de amenizar a ação do clima sobre os bovinos leiteiros (LEME et al., 2005). Isso decorre principalmente do fato de que as vacas especializadas em produção de leite provêm de genética europeia, apresentando maior susceptibilidade a regiões de clima tropical como o Brasil.

Buscando a melhoria dos sistemas de criação, várias tecnologias foram desenvolvidas para amenizar os efeitos negativos do ambiente sobre o animal e sua produção, como os galpões de criação intensiva *free stall* e *compost barn*. Esses sistemas apresentam bons resultados quanto á ambiência, atendendo as exigências de produção do mercado, pois proporcionam conforto aos animais (DALCHIAVON et al., 2017).

Visando promover um ambiente confortável e com custo de implantação mais baixo, desenvolveu-se o sistema de produção integrada conhecido como sistema silvipastoril, que propõe produzir forragem, espécies arbóreas e animais no mesmo local. Através do componente arbóreo há provisionamento de sombra aos bovinos, auxiliando na eliminação da radiação solar direta sobre estes, proporcionando conforto térmico e ainda com retorno econômico ao produtor através do comércio da madeira ou frutos derivados deste.

Dessa forma, é de grande importância conhecer os efeitos do ambiente sobre os bovinos leiteiros, assim como a potencialidade de cada sistema em reduzir o estresse térmico, pois, ao produzir com baixo custo estrutural e proporcionando conforto térmico, é possível aumentar a produtividade e principalmente proporcionar condições para melhorar o bem-estar dos animais.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar se o ambiente térmico dos sistemas *free stall* e silvipastoril durante o outono interferem no comportamento e termorregulação de vacas leiteiras.

2.2 ESPECÍFICOS

Avaliar se o comportamento de vacas leiteiras é influenciado pelos sistemas avaliados durante o outono durante os horários mais quentes do dia;

Avaliar o ambiente térmico dos sistemas silvipastoril e *free stall* durante o outono;

Investigar se a termorregulação é influenciada pelos sistemas de produção durante o outono.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ESTRESSE TÉRMICO

A zona de termo neutralidade pode ser definida como a faixa de temperatura em que se encontra o ambiente, onde o animal consegue manter a homeotermia com a mínima taxa metabólica e menor gasto energético (NASCIMENTO et al., 2014). Como característica dos homeotérmicos, os animais procuram manter a temperatura corporal adequada mesmo com variação na temperatura ambiental, e em casos de temperaturas acima ou abaixo do limite de conforto, 4 °C á 26 °C para bovinos leiteiros segundo Perissinitto et al. (2006), ocorre o estresse térmico (PILATTI, 2017).

O ambiente contribui diretamente no estresse térmico, pois este é responsável pela troca de calor. O conforto ambiental tem influência direta de elementos climáticos como vento, umidade relativa do ar, radiação solar, temperatura e precipitação, além da intensidade destes sobre o animal, visto que a sua produção está diretamente relacionada com o tempo em que se encontra em zona de termo neutralidade (BERTONCELLI et al., 2013).

Pensando em manter o animal na zona de termo neutralidade, foram desenvolvidas medidas que visam reduzir o estresse calórico através do resfriamento dos animais com aspersão, sombra e ventilação (naturais ou artificiais) promovem uma redução no desconforto (LEME et al., 2005) e podem contribuir para o aumento da produtividade e bem-estar dos mesmos. Por esses motivos buscam-se alternativas de retirar os animais de ambientes com exposição extrema ao calor, pois nos sistemas extensivos o conforto térmico se torna um desafio, levando-se em consideração as diversas condições climáticas do nosso país.

Além disso, o estresse térmico altera o bem-estar dos animais e conseqüentemente seu comportamento. Segundo Bertoncelli et al. (2013), situações com estresse térmico diminuem de forma brusca o comportamento ingestivo, prejudicando diretamente a produtividade. Segundo Ferreira (2005) as altas temperaturas, aliadas ao excesso de radiação solar e a alta umidade relativa do ar, afeta o comportamento e o consumo de alimentos, fazendo com que os animais tornem-se mais susceptíveis à parasitas e enfermidades.

3.2 COMPORTAMENTO E BEM-ESTAR

A produtividade tem aumentado principalmente através do uso da tecnologia nos sistemas de criação (MAPA, 2017). No entanto, algumas tecnologias aplicadas à produção interferem no comportamento e no bem-estar dos animais de produção, como os sistemas de criação intensiva que acabam delimitando o espaço para cada animal.

O bem-estar animal foi definido como a forma que o animal lida com o ambiente em que se encontra através do seu funcionamento biológico (BROOM, 2011) e também como a resposta do seu estado mental (DUNCAN; PETHERICK, 1991). Além disso, o bem-estar vem sendo cada vez mais exigido por parte dos consumidores e a cadeia do leite deve se adaptar a essas exigências.

Como maneira de diagnosticar o bem-estar dos animais, o Farm Animal Welfare Committee lançou um instrumento adaptado do Relatório Brambell de 1965 para averiguar o atendimento de todas as necessidades dos animais, exigindo que os animais sejam livres de fome e sede; desconforto; dor, lesão, doença; de expressar o seu comportamento natural; de medo e de angústia (FAWC, 2009).

Mesmo atendendo inúmeras necessidades dos animais, as cinco liberdades são interpretadas como direitos dos animais que devem ser seguidos para que a criação seja aceitável, pensando nisto Mellor e Stafford (2001) reformularam essas liberdades para os cinco domínios, que podem auxiliar a minimizar consequências indesejáveis para os animais. Estes são representados pela nutrição, ambiente, saúde, comportamento, e o estado mental, sendo que qualquer alteração nos quatro primeiros impactam diretamente no último.

A maneira que as necessidades são atendidas influenciam no comportamento dos animais, que pode ser definido como a presença ou ausência de atividades motoras definidas, vocalização e produção de odores que caracterizam as ações e interações diárias (DAMASCENO et al., 1999). Em síntese, o comportamento é a soma dos mecanismos de defesa, onde suas respostas podem ser comportamentais, fisiológicas e imunológicas (AZEVEDO; ALVES, 2009), podendo ser observadas através da manifestação de doenças ou comportamentos estereotipados, ou positivamente através do aumento da produção.

Ainda, segundo Azevêdo e Alves (2009) o comportamento é, em alguns casos, a única forma de se identificar o estresse por calor, mas é pouco considerado pelos técnicos e produtores. A falta de observação desses comportamentos pode levar a grandes perdas na produtividade do animal.

Um dos comportamentos que evidenciam o estresse térmico dos animais é o ofego, pois a frequência respiratória é um importante indicador, a média para bovinos de leite em conforto térmico é de 26 movimentos por minutos, acima disso, segundo Silanikove (2000), começam a apresentar estresse. Souza et al. (2010) comprovaram em sua pesquisa que a frequência respiratória aumentou de 65 para 94 movimentos por minuto quando os animais foram expostos à radiação solar direta, situação classificada como de estresse alto por esses autores.

O processo respiratório, apesar de ser composto de movimentos involuntários, demanda energia do organismo para sua execução, e quanto menos energia for destinada para os processos termorregulatórios, mais energia será disponibilizada para produção, alcançando a maior produtividade quando o animal se encontra em homeostasia (BERTONCELLI et al., 2013).

3.3 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

O sistema de produção extensivo, também conhecido como sistema a pasto, apesar de permitir aos animais que expressem seu comportamento natural, como a interação social e o pastejo por exemplo, tem problemas com a gestão. A falta de disponibilidade de alimentos em determinadas épocas do ano pode trazer custos com suplementação. Adicionalmente, a falta de locais sombreados durante as horas mais quentes do dia afeta as cinco liberdades, que pode reduzir o conforto térmico. Segundo Pilatti (2017), para melhorar a qualidade de vida dos animais de produção, o conforto e a ambiência são pontos chaves.

No sistema de criação extensiva, desenvolveu-se uma alternativa para proporcionar melhor conforto térmico aos animais sem afetar seu comportamento natural e com baixo custo de implantação. Conhecidos como silvipastoril, o sistema tem como objetivo utilizar em uma mesma área os componentes forrageiros, arbóreos e animais, de forma que ocorram ganhos produtivos nos três componentes.

Já nos sistemas de produção intensiva o problema relacionado a falta de alimento em determinadas épocas do ano é menos expressivo, visto que com a retirada dos animais do pasto há possibilidade de fazer uma melhor utilização da área para o cultivo de alimentos, como a silagem, feno e grãos. Além disso, quando bem planejado, os animais possuem acesso a sombra com sistema de ventilação para melhorar seu conforto térmico.

Segundo Brito (2016), esse sistema de criação ainda é predominante em países desenvolvidos por conta do clima e da restrita área para produção de alimentos. Em países em desenvolvimento como o Brasil predomina a criação extensiva, por esse motivo não é tão comum encontrar galpões de produção intensiva no nosso país, eles têm surgido aos poucos durante os últimos anos.

3.3.1 Sistema silvipastoril

Para consolidar o Brasil como destaque no agronegócio mundial tornou-se vital a implantação de sistemas que agreguem valor na criação de animais e reduzam o impacto

ambiental, deste modo. O sistema silvipastoril tornou-se uma alternativa interessante, buscando associar conceitos de sustentabilidade a atividade pecuária (ARAÚJO et al., 2017).

Esse sistema é uma alternativa agroecológica de criação de espécies herbívoras, sendo as espécies as mais utilizadas os bovinos e ovinos. Seus conceitos são baseados na sustentabilidade, tendo como seus componentes os princípios econômicos, sociais e ambientais (SOUSA, 2007). Caracteriza-se pelo cultivo de espécies arbóreas associadas com pastagens, provisionando sombra aos animais. Além disso, as principais melhorias observadas no sistema são a disponibilidade de nutrientes no solo e melhoria do conforto térmico dos animais promovido pelo sombreamento, que sinalizam uma possibilidade do aumento no consumo de alimento forrageiro e conseqüentemente no ganho de produção (PACIULLO et al., 2009).

No sistema silvipastoril também são obtidos bons resultados termorregulatórios, pois ao não permitir a mudança brusca de temperatura ambiente não reduz a ingestão de alimentos por excesso de calor e nem gastando energia para aquecimento em excesso de frio (BERTONCELLI et al., 2013).

3.3.2 *Free Stall*

Dentre as possibilidades de se intensificar a produção encontra-se o *free stall*, que surgiu na década de 50 nos Estados Unidos e no Brasil na década de 80 e logo se difundiu devido aos bons resultados econômicos e em relação a redução de injúrias nos cascos e tetos. O *free stall* tem como vantagens a facilidade da mecanização e a flexibilidade no manejo (ARAÚJO, 2001) e consiste em um galpão coberto, com baias individuais livres que possibilitam que os animais entrem e saiam espontaneamente das mesmas. Nas baias encontram-se camas, preferencialmente macias, onde as mais comumente utilizadas são areia, serragem ou colchão de borracha (CECCHIN, 2012).

Para realizar a aclimação do galpão são utilizados ventiladores e aspersores com programação automática ou manual, permitindo ao produtor manter os índices de temperatura e umidade do ar e temperatura superficial dos animais dentro da zona de conforto térmico.

3.4 CONFORTO TÉRMICO EM RELAÇÃO AO TIPO DE INSTALAÇÃO

Os efeitos causados pela incidência de radiação-solar nos animais afetam o bem-estar dos mesmos, para mensurar-se o impacto dos efeitos climáticos sobre os animais foram desenvolvidos índices de conforto térmico, como o índice de temperatura e umidade

Desenvolvido por Thom (1958), que associa a temperatura do bulbo seco e temperatura do bulbo úmido. Segundo Armstrong (1994 apud. AZEVEDO et al., 2005) o estresse térmico pode ser definido através do ITU como brando de 72 a 78, moderado de 79 a 88 e severo de 89 a 98.

Outra forma de mensurar o conforto térmico dos animais é através do índice de temperatura de globo e umidade desenvolvido por Buffington et al. (1981) que considera em um único valor os efeitos da temperatura de bulbo seco, umidade do ar, nível de radiação e movimentação do ar. Baêta (1985 apud AVILA et al., 2013) destaca que ITGU entre 74 a 78 representam alerta, acima disso até 84 caracterizam perigo de grandes perdas produtivas ou até morte.

Através desses índices Souza et al. (2010) constataram que a carga térmica radiante (CTR) foi reduzida em 51% nos animais quando houve provisão de sombreamento e os resultados de índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) demonstraram que o ambiente sombreado foi considerado de conforto, já o ambiente com exposição a radiação solar direta foi considerado como estresse perigoso. Isso demonstra a importância das instalações no conforto térmico dos animais.

3.4.1 Ambiência no sistema *free stall*

Dentre as instalações encontram-se os sistemas de produção intensiva que possuem resultados positivo, como demonstrado por Araujo (2001) quando o sistema *free stall* proporcionou maior conforto térmico aos animais quando em comparação a animais criados a campo, porém, Faria et al. (2008) constataram a ineficiência do galpão em manter a umidade relativa, temperatura, velocidade do vento e luminosidade dentro dos limites recomendados estando acima dos limites da zona de conforto para vacas holandesas, que é de 4 °C a 26 °C segundo Perissinotto et al. (2006), e de até 80% de umidade relativa para atender sua capacidade de trocas térmicas (MAIA; SILVA; LOUREIRO, 2008).

Gonçalves, Turco e Ramos (2016) observaram em um sistema *free stall* durante o inverno que as temperaturas se encontram dentro da neutralidade térmica para os animais, com exceção das 15 horas, que excederam a temperatura da zona de conforto térmico. No verão, essas temperaturas foram excedidas principalmente as 9 e as 15 horas, causando estresse aos animais. Já Matarazzo et al. (2007) observaram que a climatização não melhorou os índices de temperatura e umidade do ar, a frequência respiratória e a temperatura do pelame dos animais.

3.4.2 Ambiência no sistema silvipastoril

Segundo Baêta e Souza (1997), os animais, quando abrigados, ainda sofrem menor estresse por calor quando comparados a animais criados a pasto, pois a radiação incidente direta diminui. Mas esse problema pode ser resolvido com alternativas mais viáveis economicamente, como a implantação de componentes arbóreos que promovam sombra de qualidade sem afetar o componente forrageiro, como o sistema silvipastoril.

A existência de sombra no sistema silvipastoril favorece o conforto térmico, e, além disso, aumenta o período de ruminação e descanso, tendo efeitos nítidos sobre o desempenho do animal (SAKURAI; DOHI, 1989). Leme et al. (2005) observaram que os animais permanecem 68,6% do tempo se alimentando à sombra no verão, constatando que o sistema silvipastoril forneceu um local de conforto térmico, facilitando as atividades que propiciam um máximo desempenho.

Há uma preocupação por parte dos bovinocultores em relação à quantidade de pasto no sistema silvipastoril, visto que as plantas necessitam de interceptação luminosa para realizar fotossíntese. Mas trabalhos como os de Paciullo et al. (2009) evidenciam que o sombreamento moderado não interfere na capacidade de suporte da pastagem. Isso foi observado por Dias-filho (2002), em que as espécies forrageiras *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola* em 0 e 70% de sombreamento apresentaram adaptação do processo fotossintético quando expostas a sombreamento. Bosi et al. (2014) também concluíram em seu trabalho que o capim-brachiaria não foi afetado pelo sombreamento das árvores nas épocas secas e frias.

Deniz, Pilatti e Vieira (2016) constataram que o sistema silvipastoril criou um microclima específico, diminuindo a temperatura do ar em 1,2 °C e a temperatura superficial do animal de 29,0 °C para 27,5 °C, proporcionando melhor conforto térmico para novilhas de leite durante o inverno no Sudoeste do Paraná quando comparado ao sistema sem sombreamento. Baliscei et al. (2013) encontraram diferenças nas temperaturas máximas em sistemas sem sombreamento em relação ao sistema silvipastoril, onde as temperaturas máximas foram respectivamente de 32,40 °C e 30,63 °C, e concluíram que o sistema silvipastoril reduziu a temperatura do globo negro e a velocidade do vento quando comparado ao sistema sem sombra, tornando-se mais eficiente no conforto térmico dos animais.

Ainda comparando, Czekoski et al. (2017) encontraram uma diminuição na temperatura de globo negro de 35,03 °C (pleno sol) para 29,84 °C (silvipastoril) e na frequência respiratória de ovinos de 128,68 mov/min para 93,30 mov/min, respectivamente.

Além disso, trabalhos como os de Bolaños et al. (2014) constataram em sistema silvipastoril na Colômbia bons resultados para saúde do úbere no quesito contagem bacteriana total e contagem de células somáticas individual, evidenciando que além de um sistema eficiente para o conforto térmico das vacas ainda há ganhos na sanidade dos animais.

Tanto os sistemas intensivos como os sistemas extensivos de criação têm capacidade de produção se bem manejados, para isso é necessário que se busque a melhor alternativa para determinada localidade, levando em conta a sua eficiência na questão ambiência, produtividade e viabilidade econômica.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado entre os meses de maio e junho de 2019 (outono), com o total de nove dias de avaliação distribuídos entre os dois meses, resultando no total de nove amostras por local. As avaliações foram realizadas no período entre 13 às 15 horas em duas propriedades leiteiras, realizando a avaliação da propriedade 1 das 13 às 14 horas, e da propriedade 2 das 14 às 15 horas. Os locais encontram-se distantes 2,5 km entre si, no município de Quedas do Iguaçu, Paraná, Brasil. Segundo Köppen e Geiger, descrito por Alvares et al. (2014), a região é classificada como clima Cfa, ou seja, clima subtropical com temperaturas no inverno mais baixas que 18 °C e no verão as mais altas acima de 22 °C, com volume pluviométrico entre 2200 e 2500 mm anuais, sem estação seca definida.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL E ANIMAIS

Foram utilizados 20 animais da raça holandesa (HPB) com média de 550 kg de peso vivo. Os animais foram escolhidos de forma aleatória nos dois rebanhos, sem ordem de lactação pré-definida, que permaneceram na linha de ordenha durante o período da coleta dos dados, sendo 10 no sistema silvipastoril e 10 no sistema *free stall*.

A propriedade 1 (Figuras 1 e 2) possui em média de 20 vacas em lactação, sendo estes animais cruzados, em sua maioria 7/8 holandês. O sistema de criação é o sistema silvipastoril, que foi projetado em parceria com o Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR em 2009, onde atualmente encontram-se três linhas de árvores, das quatro inicialmente utilizadas, reduzidas em função da diminuição do número de animais e reutilização da área de pastagem para atividade agrícola, onde o componente arbóreo presente é o eucalipto (*Eucalyptus spp.*), com espaçamento aproximado entre os renques de 20 metros e entre os indivíduos de 2 metros.



Figura 1: Imagem de satélite da propriedade Ricaczeski (Fonte: Google Earth)



Figura 2: Sistema silvipastoril da propriedade Ricaczeski.

Na propriedade 2 (Figuras 3 e 4) os animais eram da raça holandesa, em sua maioria geneticamente puros de origem, em galpão de produção intensiva *free stall*, com média de 145 vacas em lactação. O galpão possui pé direito de 5 metros, 60 metros de largura e 70 metros de comprimento, sendo este coberto com 24 ventiladores DeLaval, modelo DF1250,

com motor IP55 de 1 CV e 34.000 m³/hora, dispostos no galpão com uma distância média de 10 metros entre si.

O sistema ainda conta com um sistema de aspersão na linha de alimentação, utilizando aspersores com vazão de 30 litros de água por hora, programados manualmente para acionamento automático a cada 10 minutos, durante 1 minuto. Estes encontravam-se distantes entre si 1 metro, obtendo-se o total de 65 aspersores na linha de alimentação.



Figura 3: Imagem de satélite da propriedade Giraldi (Fonte: Google Earth)

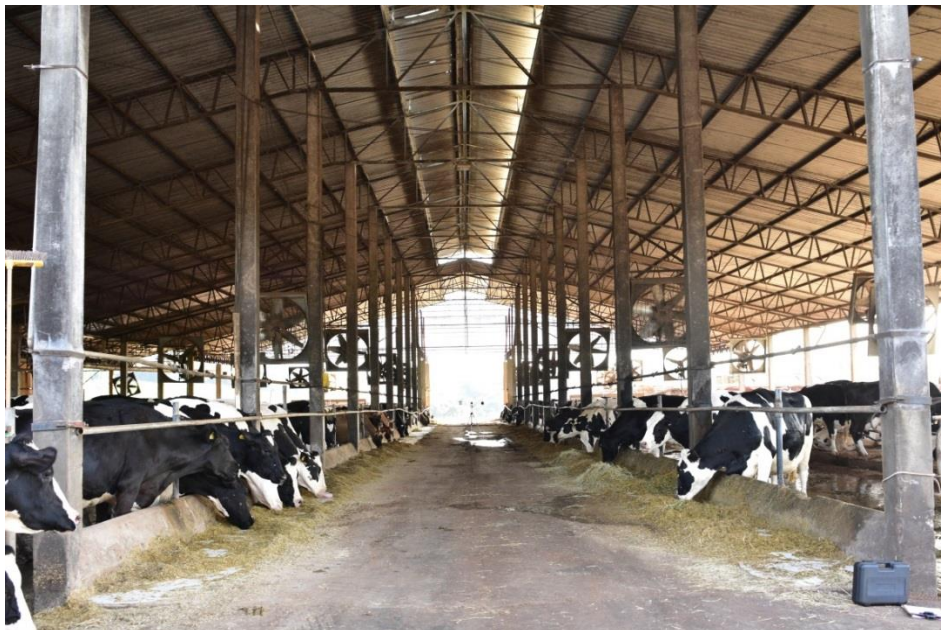


Figura 4: Galpão *free stall* da propriedade Giraldi.

4.3 AVALIAÇÃO DO AMBIENTE TÉRMICO

O ambiente térmico dos dois sistemas foram avaliados através da temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) buscando averiguar se os sistemas atendem a zona de conforto térmico para animais holandeses. Essa avaliação foi realizada com o auxílio de um data logger Onset Hobo U12 – U13, com dois canais externos, acoplado a uma esfera de 15 cm de diâmetro, oca, de polietileno, pintado de preto fosco, instalada na altura de massa dos animais a fim de se obter a temperatura de globo negro (Figuras 5 e 6). Também foi obtida a velocidade do vento através de um anemômetro digital portátil (Mastech) (Figuras 7 e 8).



Figura 5: Alocação do tripé com *data logger* e globo negro no sistema silvipastoril.

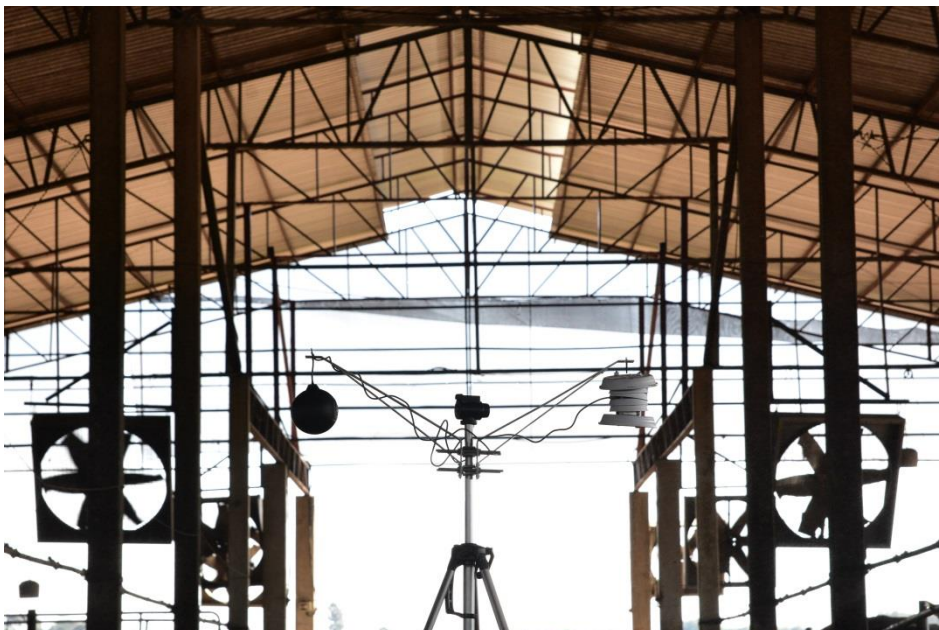


Figura 6: Alocação do tripé com *data logger* e globo negro no sistema *free stall*.

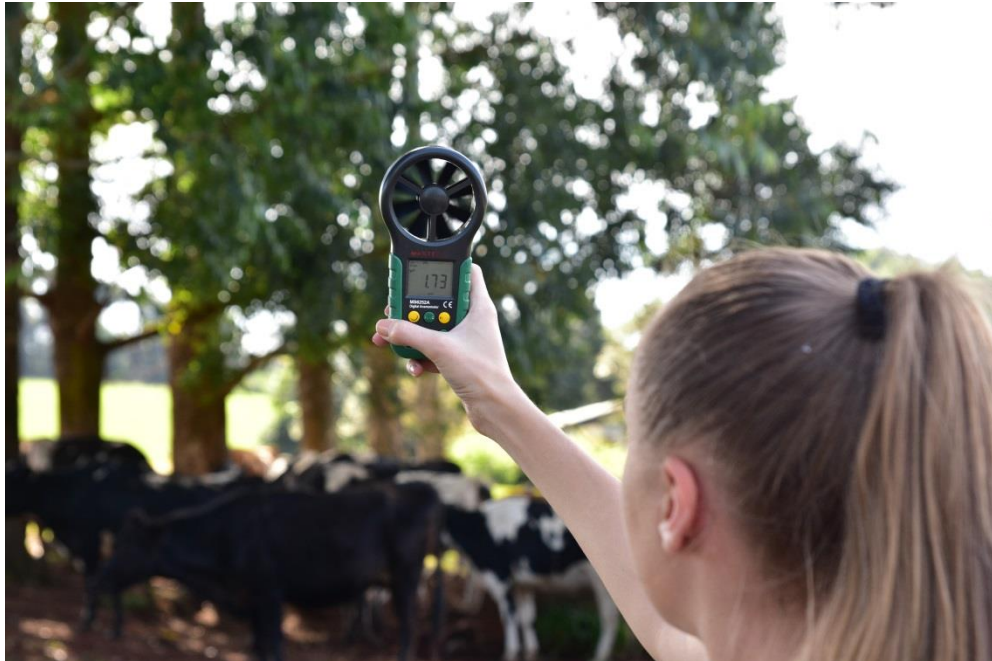


Figura 7: Mensuração da velocidade do vento no sistema silvipastoril.



Figura 8: Mensuração da velocidade do vento no sistema *free stall*.

Todos os equipamentos foram instalados na altura de massa dos animais, cerca de 1,5 metros do chão, para verificar a influência das variáveis sobre os mesmos. O posicionamento foi realizado com o auxílio de um tripé. No sistema *free stall* os equipamentos eram posicionados próximos às baias e no sistema silvipastoril nos locais de sombreamento.

4.4 VERIFICAÇÃO DA TERMORREGULAÇÃO

A termorregulação dos animais foi verificada através da frequência respiratória e da temperatura superficial dos animais. A frequência respiratória foi aferida através dos movimentos respiratórios observados no flanco durante 15 segundos, que foram multiplicados por 4 obtendo-se o total por minuto, metodologia descrita por Martello et al. (2010) (Figura 9).



Figura 9: Avaliação da frequência respiratória dos animais no sistema silvipastoril.

A temperatura superficial dos animais foi realizada através imagens termográficas de uma câmera infravermelha, que mensura a quantidade de energia térmica emitida por um corpo e converte em temperatura superficial produzindo imagens (NASCIMENTO et al., 2014), do modelo FLIR SYSTEM T300, a 1 metro de distância dos animais em cinco pontos específicos (cabeça, pescoço, flanco, barriga e úbere) para posteriormente fazer a média da temperatura corporal, visando averiguar se a temperatura de conforto térmico em bovinos é atendida nos dois sistemas (Figuras 10 e 11).

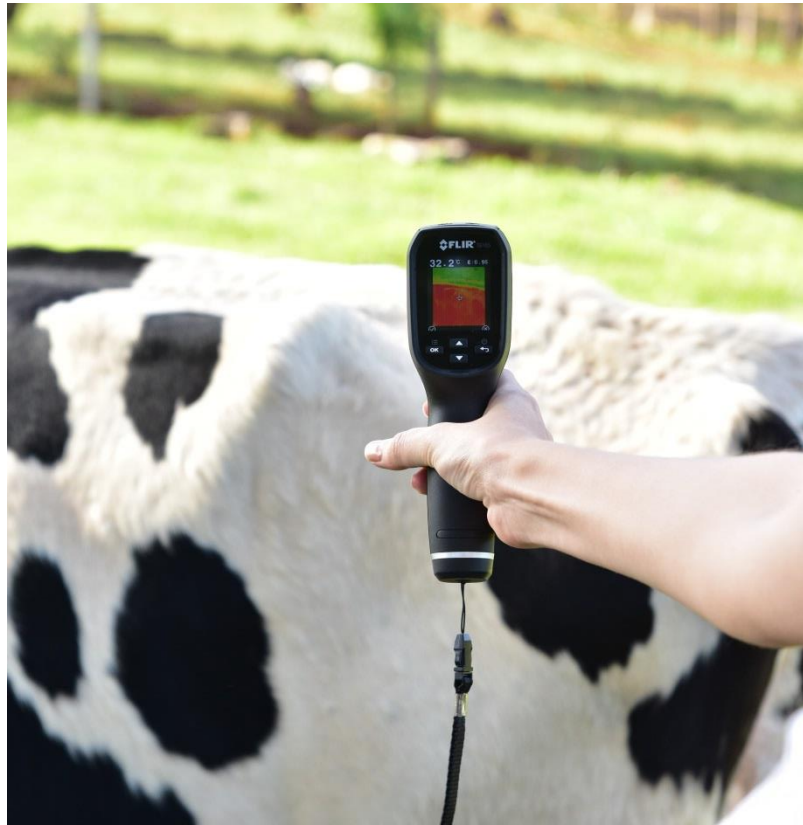


Figura 10: Avaliação da temperatura superficial dos animais no sistema silvipastoril.



Figura 11: Avaliação da temperatura superficial dos animais no sistema *free stall*.

4.5 AVALIAÇÃO COMPORTAMENTAL

A avaliação do comportamento foi realizada através do método de observação focal descrito por Del-Claro (2004), com base em um etograma ajustado por Endres e Barberg (2007) para bovinos de leite, sendo: ócio em pé, ócio deitado, ruminando em pé, ruminando deitado, comendo, andando, ofegando, afugentando, empurrando, cabeceando, lambendo, montando e brincando, como descritas na Tabela 1. As observações comportamentais foram realizadas durante 30 minutos nos 10 animais de cada uma das propriedades.

Tabela 1: Descrição dos comportamentos observados.

Comportamento	Descrição
Ócio em pé	O animal encontra-se em pé e não apresenta qualquer atividade
Ócio deitado	O animal encontra-se em decúbito e não apresenta qualquer atividade
Ruminando em pé	O animal encontra-se em pé e apresenta atividade de ruminação, observada através da movimentação mandibular e abdominal
Ruminando deitado	O animal encontra-se em decúbito e apresenta atividade de ruminação, observada através da movimentação mandibular e abdominal
Comendo	O animal encontra-se em atividade de alimentação no pasto ou no cocho
Bebendo	O animal encontra-se ingerindo água no bebedouro
Andando	O animal encontra-se deslocando-se dentro da instalação
Ofegando	O animal encontra-se com a boca parcialmente aberta e pode apresentar língua para fora
Afugentando	O animal encontra-se fugindo de outro animal ou de alguma situação de perigo
Empurrando	O animal encontra-se empurrando outro animal com o corpo
Cabeceando	O animal encontra-se empurrando outro animal com a cabeça
Lambendo	O animal encontra-se lambendo outro animal ou a si mesmo
Montando	O animal encontra-se demonstrando monta em outro animal
Brincando	O animal encontra-se brincando com o chão, pastagem, ou com a cama da instalação

4.6 ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO ANIMAL

4.6.1 Índice de temperatura e umidade (ITU)

O ITU foi calculado de acordo com a fórmula proposta por Thom (1958) e descrita a seguir:

$$ITU = Ta + (0,36 * Tpo) + 41,5$$

Em que:

Ta: Temperatura do ar (°C)

Tpo: Temperatura do ponto de orvalho (°C)

4.6.2 Índice de temperatura de globo e umidade (ITGU)

O ITGU foi calculado de acordo com Buffington et al. (1981):

$$ITGU = Tgn + (0,36 * Tpo) - 330,08$$

Em que:

Tgn: Temperatura de globo negro (K)

Tpo: Temperatura de ponto de orvalho (K)

4.6.3 Carga térmica de radiação (CTR)

Expressa toda a radiação recebida pelo globo negro.

$$CTR = \sigma * (TRM)^4$$

Em que:

σ : Constante de Stefan-Boltzmann ($5,6 \times 10^{-8}$) ($K^{-4} \cdot W/m^2$)

TRM: Temperatura radiante média, que pode ser obtida através de:

$$TRM = 100 \sqrt[4]{2,51 * \sqrt{V} * (Tgn - Tbs) + \left(\frac{Tgn}{100}\right)^4}$$

Em que:

V: Velocidade do ar (m/s)

Tgn: Temperatura de globo negro (K)

Tbs: Temperatura de bulbo seco (K)

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise estatística foram utilizados modelos mistos, sendo que o delineamento experimental foi em parcelas subdividas, com os tratamentos sendo representados pelos sistemas silvipastoril e *free stall*, utilizando 9 repetições por tratamento.

4.7.1 Ambiente

Os dados de ambiente foram analisados e seguem distribuição normal e variância constante entre os tratamentos. Estes foram coletados nos dois locais e as medidas foram repetidas por 9 dias. Desta forma, os dias foram tomados como sendo blocos, configurando uma análise em blocos casualizados representada pelo modelo:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \alpha_j + \epsilon_{ij}$$

Onde y_{ij} é a observação no j -ésimo dia no i -ésimo local, μ é a constante comum a todos os tratamentos, τ_i é o efeito fixo do local i , α_j é o efeito fixo do dia j de medição e ϵ_{ij} é o erro aleatório normal. Após o ajuste do modelo pelo método dos mínimos quadrados, procedeu-se com a análise de variância.

4.7.2 Termorregulação

Os dados de termorregulação foram analisados e seguem distribuição normal e variância constante entre os tratamentos. Estes foram coletados em 20 animais, sendo dez animais em cada um dos dois locais. Além disso, as medidas foram tomadas repetidamente por 9 dias. Desta forma, procedeu-se com a análise usando um modelo de parcela subdividida em delineamento inteiramente casualizado, onde o animal é parcela e a dia de medição a subparcela:

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \alpha_j + \epsilon_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

Onde y_{ijk} é a observação do k -ésimo animal, no j -ésimo dia, no i -ésimo local, μ é a constante comum a todos os tratamentos, τ_i é o efeito fixo do local i , α_j é o efeito fixo do dia j de medição, ϵ_{ik} é o erro da parcela (erro a) ϵ_{ijk} é o erro aleatório da subparcela (erro b). Após o ajuste do modelo pelo método dos mínimos quadrados, procedeu-se com a análise de variância.

4.7.3 Comportamento

Para avaliação do comportamento utilizou-se a distribuição binomial. Considerou-se a variável y como sendo uma resposta binária indicando sucesso/fracasso com 1/0 e p como sendo a probabilidade de y assumir valor 1, $p = \text{prob}(y=1)$. Assumiu-se também uma série de

variáveis explicativas ou tratamentos. Tem-se então o seguinte modelo com os valores dos parâmetros estimados via método da máxima verossimilhança:

$$y_{ijk} = \text{logit}(p) = \mu + \tau_i + \alpha_j + \epsilon_{ijk}$$

Onde $g(p)$ é a função de ligação, y_{ijk} é a observação do k -ésimo animal no i -ésimo local no j -ésimo dia de observação, μ é a constante comum a todos os tratamentos, τ_i é o efeito fixo do local i , α_j é o efeito aleatório do dia j de medição e ϵ_{ijk} é o erro aleatório.

Neste trabalho foram ajustados dois modelos: o modelo completo descrito acima e um modelo reduzido onde o efeito do local foi removido, como segue:

$$y_{jk} = \text{logit}(p) = \mu + \alpha_j + \epsilon_{jk}$$

Os dois modelos foram comparados através de um teste de razão de verossimilhança com estatística de qui-quadrado.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 AMBIENTE

5.1.1 Variáveis climáticas

Na Figura 12 pode-se observar pouca variação nas temperaturas do ar entre os dois sistemas, sendo que nos três últimos dias de coleta de dados as temperaturas praticamente se igualaram. De acordo com a classificação de conforto térmico para bovinos leiteiros, a temperatura crítica inferior (TCI) é de 10 °C, a de conforto térmico inferior e superior (TCTI e TCTS) varia de 18 a 21 °C. A temperatura crítica superior (TCS) é de 26 °C (HAFEZ (1973); CURTIS (1981) apud AZEVEDO; ALVES (2009)).

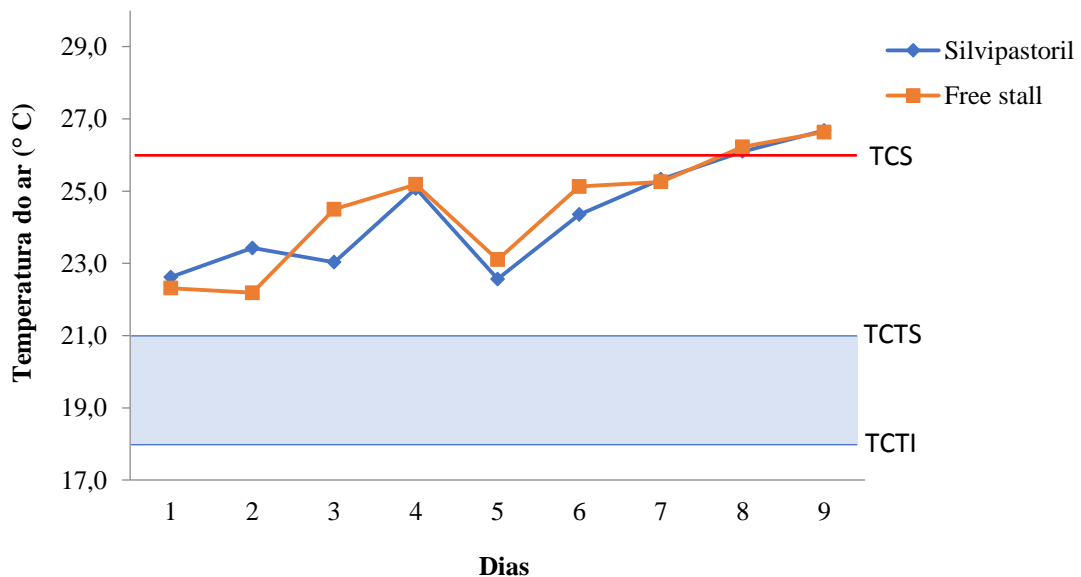


Figura 12: Temperatura do ar em graus Celsius (° C) nos sistemas silvipastoril e *free stall*, com indicadores para a temperatura de conforto térmico inferior (TCTI), temperatura de conforto térmico superior (TCTS) e temperatura crítica superior (TCS) para bovinos leiteiros.

É possível observar que os animais permaneceram durante todo o período de coleta de dados em uma temperatura acima da temperatura de conforto térmico das 13 as 15 horas, e em dois deles acima da temperatura crítica superior, onde há uma elevação considerável no grau de desconforto térmico. Isso chama a atenção para a importância de um sistema que proporcione aos bovinos leiteiros uma redução da temperatura local, visto que mesmo em uma estação de temperaturas mais amenas para um país tropical não foram constatadas temperaturas dentro da zona de conforto para os animais.

Simões (2014) também observou em um *free stall* a média de temperatura de 29,99 °C, na cidade de Palotina – PR, na mesma estação, utilizando os mesmos métodos de resfriamento como ventilação e aspersão que os utilizados no galpão deste trabalho. Isso demonstra que é comum encontrar sistemas de criação intensiva com ineficiência na promoção de conforto aos animais.

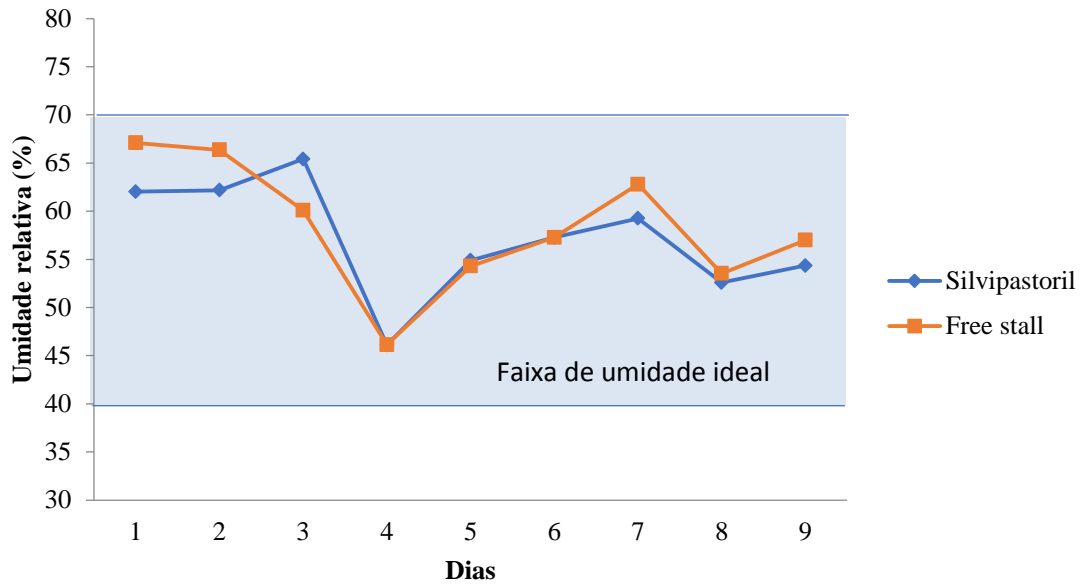


Figura 13: Umidade relativa do ar em porcentagem (%) nos sistemas silvipastoril e *free stall*.

As faixas de umidade relativa do ar (UR) que os sistemas apresentaram durante este período encontram-se dentro da faixa de conforto dos animais, esta que é de 40 a 70% (Figura 13). Pires (1997) constatou em um *free stall* na Embrapa Gado de Leite em Minas Gerais durante os meses de junho, julho e agosto que a umidade relativa do ar foi de 67,4% no mesmo horário observado neste trabalho, porém, nos horários de 9 e 21 horas apresentaram níveis acima dos ideais, 87,6 e 89,8%, respectivamente. Isso demonstra que a preocupação com o conforto térmico dos animais não deve ser observada apenas nos horários mais quentes do dia.

Na Figura 14 é possível observar a velocidade do vento em quilômetros por hora (km h^{-1}) dos dois sistemas de criação, onde apresentam variações conforme os dias observados, igualando-se apenas no dia 5.

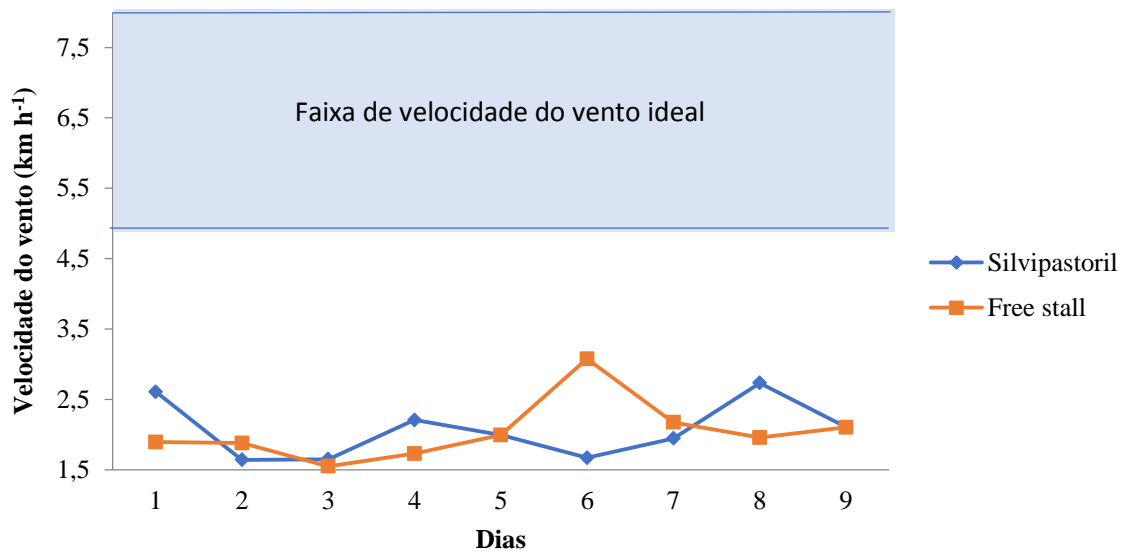


Figura 14: Velocidade do vento em quilômetros por hora (km h⁻¹) nos sistemas silvipastoril e *free stall*.

Mesmo no sistema *free stall* onde a climatização é automatizada, foi possível observar variação nesta velocidade. As observações neste período indicam que os animais encontram-se abaixo da zona de conforto em relação à ventilação no outono, esta que se encontra entre 5 a 8 km h⁻¹ (BAÊTA; SOUZA, 1997).

Sendo assim, o ambiente térmico do sistema silvipastoril apresentou temperaturas elevadas durante o horário mais quente do dia no outono, com umidade relativa do ar adequada para bovinos leiteiros, mas com ventilação ineficiente. O sistema *free stall* mesmo sendo um sistema de criação de ambiente climatizado também apresentou temperaturas do ar elevadas, com umidade relativa muito próximas as observadas no sistema silvipastoril, e ineficiência na velocidade do vento, que pode comprometer a funcionalidade do sistema.

5.1.2 Índices de conforto térmico

Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) entre os sistemas silvipastoril e *free stall* nos índices de temperatura e umidade (ITU) e de temperatura de globo e umidade (ITGU), como demonstrado na Tabela 2. Já para carga térmica radiante (CTR) os dois sistemas apresentaram diferença ($P < 0,05$) quando comparados, o sistema silvipastoril apresentou maior carga radiação sobre os animais maior quando comparado ao sistema *free stall*.

Tabela 2: Análise dos índices de conforto térmico animal através do índice de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica radiante (CTR) comparadas nos sistemas silvipastoril e *free stall*.

Tratamentos	ITU	ITGU	CTR
Silvipastoril	81 a	72 a	473,8 a
<i>Free stall</i>	81 a	71 a	446,1 b
CV %	2,1	1,5	14,4

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Isso chama atenção porque ambos sistemas pertencem a mesma região e sofrem efeitos climáticos muito parecidos, e mesmo sabendo que o sistema silvipastoril não conta com a utilização de ferramentas mecânicas de resfriamento, os sistemas não diferiram nesses dois importantes indicadores de conforto térmico.

Entretanto, de acordo com o índice de temperatura e umidade (ITU), o nível de estresse térmico para os animais nos dois sistemas pode ser classificado como moderado, de acordo com Armstrong (1994 apud. AZEVEDO et al., 2005), faixa que varia de 79 a 88 pontos. Isso é um indício de que os animais estão iniciando um quadro de estresse que pode acarretar perdas produtivas e reprodutivas. Se há tendência a desenvolver este problema durante uma estação de temperaturas mais amenas como o outono, se faz necessário observar esses locais durante as estações quentes para comprovar qual é o comportamento térmico de cada um deles.

O desconforto térmico dos animais também pode ser mensurado através do ITGU, este que apresentou índices baixos que não representam alerta de acordo com Baêta (1985 apud AVILA et al., 2013), estando abaixo dos 74 pontos considerados como limites para o desconforto.

A maior carga térmica radiante observada no sistema silvipastoril se deve, em partes, pela incidência de radiação solar na área do sistema silvipastoril, tanto no espaço entre os renques que naturalmente ocorre durante o dia pela movimentação do sol, na passagem da luz solar entre as folhas das árvores, que contribui para o aumento da incidência luminosa sobre o local e sobre os animais, aumentando desta forma este índice.

Isso também indica que o sistema *free stall* possui um controle microclimático mais eficiente do que o sistema silvipastoril em relação a carga térmica radiante, evidenciando que os ambientes climatizados adequadamente e bem manejados possuem menor radiação

incidente, proporcionando maior conforto térmico para os animais do que um sistema de criação extensiva.

5.2 TERMORREGULAÇÃO

A avaliação da temperatura superficial e da frequência respiratória na comparação dos sistemas apresentou diferença na temperatura superficial média dos animais alojados nos dois sistemas como apresentado na Tabela 3. Isso ocorre devido ao fato de que os animais têm livre acesso a área de incidência solar direta na pastagem, o que de fato acontecia durante as observações, acarretando a elevação da temperatura superficial de alguns animais presentes nos sistemas, que tiveram uma faixa de temperatura corporal variando de 26,14 a 42,64° C durante os dias de observação, variação que pode ser explicada pela presença de aspersão no *free stall* e incidência solar direta no silvipastoril.

Tabela 3: Análise estatística da temperatura superficial média e da frequência respiratória total em bovinos leiteiros comparadas nos sistemas silvipastoril e *free stall*.

Tratamentos	Temperatura superficial média	Frequência respiratória total
Silvipastoril	33,2 a	47 a
<i>Free stall</i>	31,8 b	45 a
CV %	5,4	42,3

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Já a frequência respiratória observada nos dois sistemas não apresentou diferença, porém, é uma medida de baixa confiabilidade como demonstra o coeficiente de variação da mesma, visto que se utilizou um método visual para a sua obtenção. Segundo Pires e Campos (2004, apud NETO, 2014), a faixa de frequência respiratória encontrada entre 45 a 65 movimentos por minuto representa estresse sob controle, em que os animais apresentam características normais de apetite, reprodução e produção.

5.3 COMPORTAMENTO

A avaliação do comportamento animal apresentou diferença estatística para sete dos 14 comportamentos avaliados (como apresentado nas Tabelas 4 e 5), e três comportamentos sem diferença estatística (como apresentado na Tabela 6). Os demais comportamentos como

ofegando, empurrando, cabeceando e montando não foram observados durante os horários e dias de coleta de dados e por isso não realizou-se a análise estatística dos mesmos.

Tabela 4: Probabilidade de ocorrência dos comportamentos observados em bovinos leiteiros comparadas nos sistemas silvipastoril e *free stall*.

Tratamentos	Ócio em pé	Ócio deitado	Ruminando em pé	Ruminando deitado
Silvipastoril	0.7556 a	0.1333 b	0.7889 a	0.1000 b
<i>Free stall</i>	0.4778 b	0.5556 a	0.4667 b	0.3444 a

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

O comportamento ócio em pé apresentou maior ocorrência no sistema silvipastoril quando comparado ao sistema *free stall*, isso também pode ser observado para o comportamento de ruminar em pé, ambos na Tabela 4. Ainda, os comportamentos em decúbito como ócio e ruminando deitados apresentam maior incidência no sistema *free stall*.

Esse maior tempo deitado também foi observado por Cecchin et. al (2015), onde os animais alojados no sistema *free stall* permaneceram 55,80% do tempo deitados. Os autores também citaram que os animais permaneceram mais tempo ocupando as camas durante a manhã, quando em comparação com o período noturno.

A tendência é que os animais permaneçam por mais tempo deitados enquanto estão exercendo o comportamento de ruminação, mas fatores como a temperatura do ar influenciam neste comportamento, como observado por Pilatti (2017), em que se aumentou a probabilidade dos animais em lactação ruminarem em pé conforme a temperatura do ar aumentava. Isso decorre da utilização das formas de trocas de calor pelos animais com o ambiente.

Animais em situação de desconforto térmico buscam a melhor maneira de dissipar o calor, estes ficam em pé para maximizar a área corporal em contato com a ventilação, seja ela natural ou forçada, visando troca de calor por convecção. Quando o animal permanece deitado, ocorre a troca de calor por condução com a cama ou pastagem, esta que provavelmente apresenta temperatura menor que seu corpo.

Além disso, o decúbito representa bem-estar animal, realiza economia de energia corporal, visto que os músculos permanecem em relaxamento, e esta energia pode ser redirecionada para a produção de leite. Sendo o *free stall* um ambiente bem controlado, as

respostas comportamentais de ócio e ruminação indicam que este sistema se sobressai ao sistema silvipastoril durante o outono.

Os dois sistemas também apresentaram diferenças nos comportamentos comendo, bebendo e andando como demonstrado na Tabela 5, porém, em ambos são de baixa incidência, excetuando-se pelo comportamento de comer no sistema *free stall*, que pode ser explicado pelo horário de alimentação dos animais coincidir com o da coleta dos dados. O tratador realizava a alimentação dos animais com silagem e ração, enquanto que no sistema silvipastoril os animais estavam no pasto, e só recebiam esta complementação na alimentação após a ordenha, às 18 horas. Esse tipo de manejo não deve acontecer durante uma avaliação de comportamental focal, porém este era o único horário disponibilizado pela propriedade em função da rotina de manejos.

A baixa ocorrência do comportamento de comer no sistema silvipastoril durante o horário observado pode estar relacionada á temperatura, pois os animais em pastejo preferem as horas mais frescas do dia para alimentar-se, como observado por Ferreira (2010) que constatou uma correlação negativa entre o tempo de pastejo e a temperatura ambiente, o que afirma a tendência de que os efeitos climáticos atuam no comportamento ingestivo dos bovinos.

Tabela 5: Análise estatística dos comportamentos observados em bovinos leiteiros comparadas nos sistemas silvipastoril e *free stall*.

Tratamentos	Comendo	Bebendo	Andando
Silvipastoril	0.1556 b	0.0667 b	0.0222 b
<i>Free stall</i>	0.4222 a	0.1667 a	0.1111 a

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os comportamentos sociais apresentados na Tabela 6 não apresentaram diferença quando comparados nos dois sistemas, além disso apresentaram uma baixa incidência, isso pode ser um indicativo de bem-estar para comportamentos como afugentando, pois segundo Pilatti (2017) quando os animais encontram-se em situação de desconforto térmico tendem a apresentar mais comportamentos agressivos entre si a fim de disputar água, sombra/espaço e vento.

A baixa incidência destes comportamentos também pode dever-se ao fato de que o tempo de observação de apenas 30 minutos não foi suficiente para avaliar os comportamentos

de interação entre os animais. Isso indica a necessidade de observar os animais de produção por uma maior quantidade de tempo nos dois sistemas, com o objetivo de avaliar seu comportamento de forma integral.

Tabela 6: Análise estatística dos comportamentos observados em bovinos leiteiros comparadas nos sistemas silvipastoril e *free stall*.

Tratamentos	Afugentando	Lambendo	Brincando
Silvipastoril	0.0111 a	0.0889 a	0.0333 a
<i>Free stall</i>	0.0000 a	0.0556 a	0.0111 a

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Levando-se em consideração os cinco domínios propostos por Mellor e Stafford (2001), seria interessante ter realizado a avaliação do escore de claudicação dos animais para definição de qual sistema indicaria maior bem-estar, mas levando em consideração o ambiente e o comportamento, parte que compete a este trabalho, observou-se que ambos sistemas apresentaram condições de proporcionar bem-estar aos animais de produção.

No entanto, o comportamento e a termorregulação sofreram efeitos da genética dos animais e do manejo empregado em cada uma das propriedades, visto que possuem sistemas de criação distintos, e isto deve ser considerado na conclusão do melhor sistema para criação de bovinos de leite no sudoeste do Paraná durante o outono. Sabe-se que o sistema *free stall* tem como preceito o controle da climatização dentro do galpão e que o custo de implantação deste sistema é alto em relação ao do silvipastoril, dessa forma, o sistema intensivo deveria apresentar indicadores de conforto térmico (ITU e ITGU) diferentes do sistema integrado, o que não foi observado, e principalmente deveria apresentar uma ventilação mais eficiente pela presença dos ventiladores no sistema.

É de grande importância conduzir um experimento durante as estações quentes, para verificar como as variáveis observadas se comportam em temperaturas mais elevadas. Além disso, um estudo de viabilidade econômica a respeito da viabilidade de cada um dos sistemas de acordo com os seus resultados climáticos, comportamentais e termorregulatórios seria uma ferramenta para auxiliar os produtores de leite da região sudoeste do Paraná a escolher o sistema que mais se adapta à sua produção.

6 CONCLUSÃO

Há indícios de que o ambiente térmico dos sistemas silvipastoril e *free stall* durante os horários mais quentes dos dias de outono proporcionem interferência no comportamento e na termorregulação dos animais de produção leiteira, apresentando comportamentos relacionados ao bem-estar animal com maior ocorrência no sistema *free stall*, assim como índices termorregulatórios mais eficientes neste mesmo sistema.

REFERÊNCIAS

- AGENCIA IBGE notícias. **PPM 2018: rebanho bovino diminui e produtividade nacional de leite ultrapassa 2 mil litros por animal ao ano**, 2019. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/25482-ppm-2018-rebanho-bovino-diminui-e-produtividade-nacional-de-leite-ultrapassa-2-mil-litros-por-animal-ao-ano>> Acesso em: 13 out. 2019
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Metereologische Zeitschrift**. Vol. 22, no. 6, p. 711-728, 2014.
- ARAÚJO, A. P. **Estudo comparativo de diferentes sistemas de instalações para produção de leite tipo B, com ênfase nos índices de conforto térmico e na caracterização econômica**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Universidade de São Paulo, 2001.
- ARAÚJO, S. A.; SILVA, T. O. da; ROCHA, N. S.; ORTÊNCIO, M. O. Cultivo de leguminosas forrageiras tropicais em sistema silvipastoril e a pleno sol. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Vol. 39, no. 1. Maringá, 2017.
- ARMSTRONG, D.V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.2044-2050, 1994. *Apud* AZEVEDO, M. de; PIRES, M. de F. Á.; SATURNINO, H. M.; LANA, Â. M. Q.; SAMPAIO, I. B. M.; MONTEIRO, J. B. N.; MORATO, L. E. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês- Zebu em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*. Vol. 34, no. 6, p. 2000-2008, 2005.
- AZEVEDO, D. M. M. R.; ALVES, A. A. **Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos**. Embrapa Meio-Norte. Teresina, 2009.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1997.
- BAÊTA, F.C. **Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season**. Thesis (PhD.). F. 218. University of Missouri, Columbia, 1985. *Apud* AVILA, A. S. de; JÁCOME, I. M. T. D.; FACCENDA, A.; PANAZZOLO, D. M.; MÜLLER, É. R. Avaliação e correlação de parâmetros fisiológicos e índices bioclimáticos de vacas holandês em diferentes estações. **Revista Eletronica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. Vol. 14, no. 14, p. 2878-2884, 2013.

BALISCEI, M. A.; BARBOSA, O. R.; SOUZA, W. de; COSTA, M. A. T.; KRUTZMANN, A.; QUEIROZ, E. de O. Microclimate without shade and silvopastoral system during summer and winter. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Vol. 35, no. 1. Maringá, 2013.

BERTONCELLI, P.; MARTIN, T. N.; ZIECH, M. F.; PARIS, W.; CELLA, P. C. Conforto térmico alterando a produção leiteira. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer. Vol. 9, no. 17, p. 762. Goiânia, 2013.

BOLAÑOS, C. A. D.; PANTOJA, J. C. F.; ALVES, A. C.; RISSETI, R. M.; LISTONI, F. J. P.; RIBEIRO, M. G. Qualidade do leite de vacas criadas no sistema silvipastoril no Vale do Cauca, Colombia. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. Vol. 34, no. 2. Rio de Janeiro, 2014.

BOSI, C.; PEZZOPANE, J. R. M.; SENTELHAS, P. C.; NICODEMO, M. L. F. Productivity and biometric characteristics of signal grass in a silvopastoral system. **Revista Agropecuária Brasileira**. Vol. 49, no. 6. Brasília, 2014.

BRITO E. C. **Compost barn**: Uma avaliação técnica e econômica sobre a sua viabilidade. Pós-graduação em ciência e tecnologia do leite e derivados. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2016.

BROOM, D.M. A history of animal welfare science. **Acta Biotheor**. Vol. 59, p. 121–137, 2011.

CECCHIN, D. **Comportamento de vacas leiteiras confinadas em *free-stall* com camas de areia e borracha**. UFLA. Lavras, 2012.

CECCHIN, D. et. al. **Frequency of free-stall occupancy by dairy cows**. J Anim Behav Biometeorol, v.3, n.4, p.107-115, ISSN 2318-1265, 2015. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1061589/1/Cnpogl2016JAnBehavBiometeorolFrequency.pdf>> Acesso em: 21 nov. 2019.

CZEKOSKI, Z. M. W.; PRIESTER, A. L.; VIEIRA, F. M. C.; HASSE, G.; PESCHINELLI, L. M.; DALL'AGNOL, R. Influência do sistema silvipastoril na termorregulação de ovinos Dorper x Santa Inês em clima subtropical. VIICongresso Brasileiro de Biometeorologia, Ambiente, Comportamento e Bem-Estar Animal: “Responsabilidade Ambiental e Inovação”. **Anais**, 2017.

DALCHIAVON, A.; FANK, D. R. B.; HEBERLE, E. L.; ZANIN, A. Análise comparativa de custos e produtividade de leite em diferentes sistemas de produção. XXIV Congresso Brasileiro de Custos. **Anais**, 2017.

DAMASCENO, J. C.; BACCARI JÚNIOR, F.; TARGA, L. A. Respostas comportamentais de vacas holandesas, com acesso à sombra constante ou limitada. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Vol. 34, no. 4, p. 709-715, Brasília, 1999.

DEL-CLARO, K. **Comportamento Animal – Uma introdução à ecologia comportamental**. São Paulo: Conceição, 2004.

DENIS, M.; PILATTI, J. A.; VIEIRA, F. M. C. Sistema Silvipastoril e Termorregulação de novilhas leiteiras durante o inverno em clima subtropical. **Conferência e Mostra Científica Internacional em Bem-Estar Animal**. Vol. 1, 2016.

DIAS-FILHO, M. B. Photosynthetic light response of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Scientia Agricola**. Vol. 59, no. 1, p. 65-68. Piracicaba, 2002.

DUNCAN, I.J.H.; PETHERICK, J.C. The implication of cognitive processes for animal welfare. **Journal of Animal Science**. Vol. 69, p. 5017-5022, 1991.

ENDRES, M. I.; BARBERG, A. E. Behavior of Dairy Cows in an Alternative Bedded-Pack Housing System. **Journal of Dairy Science**. Vol. 90, no. 9, p. 4192–4200, 2007.

FARIA, F. F.; MOURA, D. J. de; SOUZA, Z. M.; MATARAZZO, S. V. Variabilidade espacial do microclima de um galpão utilizado para confinamento de bovinos de leite. **Ciência Rural**. Vol. 38, no. 9, 2008.

FAWC, Farm Animal Welfare in Great Britain: **Past, Present and Future**. London, 2009.
FERREIRA, R. A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. **Aprenda fácil**, P. 371. Viçosa, 2005.

FERREIRA, L. C. B. **Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de sombra**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Florianópolis, 2010.

GONÇALVES, I. C. M.; TURCO, S. H. N.; RAMOS, C. M. C. Variabilidade especial da temperatura do ar de um *free-stall* na região semiárida nordestina do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Vol. 20, no. 1. Campina Grande, 2016.

GRANDIN, T. **Animals Make Us Human: Creating the Best Life for Animals**. Houghton-Mifflin Harcourt, New York, 2009.

LEME, T. M. S. P.; PIRES, M. de F. A.; VERNEQUE, R. da S.; ALVIM, M. J.; AROEIRA, L. J. M. Comportamento de vacas mestiças holandês x zebu, em pastagem de Brachiaria decumbens em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**. Vol. 29, no. 3, p. 668–675, 2005.

MAIA, A., S., C.; SILVA, R., G.; LOUREIRO, C., M., B. Latent heat loss of Holstein cows in a tropical environment: a prediction model. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Vol. 37, no. 10, p. 1837-1843, 2008.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do agronegócio : Brasil 2016/17 a 2026/27**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. P. 103. Brasília, 2017.

MARTELLO, L.S.; SAVASTANO, J.H.; SILVA, S.L.; BALIEIRO, J.C.C. Alternative body sites for heat stress measurement in milking cows under tropical conditions and their relationship to the thermal discomfort of the animals. **International Journal Biometeorology**. Vol. 54, p. 647–652, 2010.

MATARAZZO, S. V.; SILVA, I. J. O. da; PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J. de; FERNANDES, S. A. de A.; ARCARO JÚNIOR, I.; ARCARO, J. R. P. Eficiência de Sistemas de climatização na área de descanso em instalações do tipo freestall e sua influência nas respostas produtivas e fisiológicas de vacas em lactação. **B. Industr. Anim.**, N Odessa. Vol. 64, no. 3, p. 221-232, 2007.

MCCULLAGH, P., J. A. **Nelder: Generalized linear models**. Chapman and Hall London – New York 1983, 261 S.

MELLOR, D. J.; STAFFORD, K. J. Integrating practical, regulatory and ethical strategies for enhancing farm animal welfare. **Aust Vet J**. Vol. 79, no. 11, 2001.

NASCIMENTO, G.R.; NÄÄS, I.A.; PEREIRA, D.F.; BARACHO, M.S.; NEVES, D. P. Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Vol. 18, no. 6, p. 658–663, 2014.

NEIVA, R. **Melhoramento genético de bovinos permite a produção de leite menos alergênico**. Produção Agropecuária. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária – EMBRAPA, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/29569359/melhoramento-genetico-de-bovinos-permite-a-producao-de-leite-menos-alergenico> Acesso em: 02 ago 2018

NETO, H. N. C. **Conforto térmico aplicado ao bem-estar animal**. Universidade Federal De Goiás, Escola De Veterinária E Zootecnia: Trabalho de conclusão de curso, 2014. Disponível

em:

<https://www.evz.ufg.br/up/66/o/CONFORTO_T%C3%89RMICO_APLICADO_AO_BEM-ESTAR_ANIMAL.pdf> Acesso em: 20 nov. 2019.

PACIULLO, D. S. C.; LOPES, F. C. F.; MALAQUIAS JUNIOR, J. D.; VIANA FILHO, A.; PERISSINITTO, M.; MOURA, D., J.; MATARAZZO, S., V.; SILVA, I., J., O.; LIMA, K., A., O. Efeito da utilização de sistemas de climatização nos parâmetros fisiológicos do gado leiteiro. **Engenharia Agrícola**, Vol. 26, p. 663–671, 2006.

PILATTI, J. A.; VIEIRA, F. M. C. Environment, behavior and welfare aspects of dairy cows reared in compost bedded pack barns system. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**. Vol. 5, n. 3, p. 97–105, 2017.

PIRES, M. F. Á. **Comportamento, parâmetros fisiológicos e reprodutivos de fêmeas da raça holandesa confinadas em *free stall*, durante o verão e o inverno**. Belo Horizonte: UFMG/Escola de Veterinária, 1997.

RODRIGUEZ, N. M.; MORENZ, M. J. F.; AROEIRA, L. J. M. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Vol. 44, n. 11, p. 1528-1535. Brasília, 2009.

SAKURAI, M.; DOHI, H. Thermoregulatory behavior and the skin temperature of grazing cattle. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16, 1989, Nice, France, Proceedings... Versailles: **The French Grassland Society**. P. 1084-1085, 1989.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livest Prod Sci domestic ruminants. Livestock production Science**. Vol. 67, no. October, p. 1–18, 2000.

SIMÕES, G. H. **Avaliação de estresse térmico em vacas de leite em *free stall* sob diferentes condições de climatização**. Universidade Federal do Paraná, Dissertação do Programa de PósGraduação em Ciência Animal, 2014. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/36879/R%20-%20D%20-%20GILBERTO%20HENRIQUE%20SIMOES.pdf?sequence=3&isAllowed=y>> Acesso em: 20 nov. 2019.

SOUSA, L. F.; MAURÍCIO, R. M.; GONÇALVES, L. C.; SALIBA, E. O. S.; MOREIRA, G. R. nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu* em um sistema silvipastoril. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**. Vol. 59, no. 4, p. 1029-1037, 2007.

SOUZA, B. B. de.; SILVA, I. J. O.; MELLACE, E. M.; SANTOS, R. F. S.; ZOTTI, C. A.; GARCIA, P. R. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o

processo termorregulatório em novilhas leiteiros. **Agropecuária científica no semi-árido**. Vol. 06, no. 02, p. 59-65. Patos, 2010.

THOM, E.C. Cooling degrees - days air conditioning, heating, and ventilating. **Transactions of the ASAE**. Vol. 55, no. 7, p. 65-72, 1958.