

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE LINGUAGEM, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E SOCIAIS APLICADAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ZOOTECNIA

JANAINA DA SILVA TOLEDO

**IMPORTÂNCIA DO AMBIENTE TÉRMICO NO BEM-ESTAR E NA PRODUÇÃO
DE BOVINOS DE LEITE**

PONTES E LACERDA – MT
MAIO/2021

JANAINA DA SILVA TOLEDO

**IMPORTÂNCIA DO AMBIENTE TÉRMICO NO BEM-ESTAR E NA PRODUÇÃO
DE BOVINOS DE LEITE**

“Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a Coordenação do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA”.

Orientadora: Ma. Daniella Flavia Vilas Boas
Lara

JANAINA DA SILVA TOLEDO

**IMPORTÂNCIA DO AMBIENTE TÉRMICO NO BEM-ESTAR E NA PRODUÇÃO
DE BOVINOS DE LEITE**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a
Coordenação do Curso de Graduação em
Zootecnia da Universidade do Estado de Mato
Grosso, como parte das exigências para obtenção
do título de Bacharel em Zootecnia.

APROVADO EM:



Profa. Ma. Daniella Flavia Vilas Boas Lara
Orientadora/UNEMAT-Pontes e Lacerda



Profa. Ma. Giselde Marques Angreves Silva
Membra/UNEMAT-Pontes e Lacerda



Profa. Dra. Daiane Caroline de Moura
Membra/Técnica de Campo da Assistência Técnica e Gerencial – SENAR-MT

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus segundo aos meus pais Francisco de Araújo Toledo e minha mãe Mabel Regina da Silva que são pessoas de extrema importância em minha vida que sem eles eu não teria chegado até aqui para dar esse orgulho para eles.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a Deus por me sustentar até aqui, me dando força e sabedoria para lidar com meus conflitos diários e por ter me dado muita paciência.

À minha família, meus pais e minhas irmãs, pois sem o apoio deles nada disso teria acontecido. Eu amo vocês!

À Universidade, onde passei anos de minha vida aprendendo a conviver em harmonia com todos.

A todo o corpo docente do campus, meus professores que me ajudaram a concluir meu curso em especial meus queridos professores André, Gregory e Junio e minhas professoras Giselde, Tatiane, Daiane e Daniella o meu muito obrigado a vocês vou levar sempre vocês e seus ensinamentos comigo.

A todos os meus amigos que estiveram presentes em toda a minha jornada, mesmo que distantes, mas sempre me apoiando e me acalmando em dias difíceis, em especial às minhas amigas Eugenia, que desde a infância sempre ao meu lado em momentos bons e ruins da minha vida, e Juliana, que sempre foi minha calmaria em meio às tempestades que passei, sempre ao meu lado, me dando força e apoio para continuar.

A todos os amigos que a faculdade me proporcionou, pessoas que também foram essenciais em minha vida e que vou levar para sempre em meu coração. Em especial, agradeço aos meus amigos Cleyton, Fabio, Afonso e Fagner, meninos que estiveram sempre comigo fazendo meus dias na faculdade mais felizes, e a minhas amigas Thyfane Beatriz, Sayonara, Ana Katarina e Jéssica, que foi sempre minha dupla em tudo e sempre me apoiou e me incentivou em dias difíceis. Agradeço também aos demais colegas de turma, que mesmo em conflitos sempre ajudamos uns aos outros.

Um agradecimento mais que especial a minha querida orientadora Professora Daniella. Eu não poderia ter escolhido pessoa melhor para me orientar e me ajudar nesta caminhada, TCC. Obrigada pela paciência, compreensão e toda a ajuda dada até aqui, seus ensinamentos levarei para sempre em minha vida.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo.

Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis”.

José de Alencar

RESUMO

A pecuária de leite tem importante papel social e econômico dentro do setor agropecuário no país e, dada sua relevância, a avaliação das condições de produção, potencial produtivo e bem-estar animal devem ser considerados. Objetivou-se com este trabalho realizar uma revisão de literatura sobre o ambiente térmico e a importância das instalações e das estratégias de climatização na redução da temperatura ambiente e corporal, visando melhorar as condições de bem-estar e potencializar a produção de bovinos leiteiros. O bem-estar animal representa o estado de harmonia do animal em relação ao ambiente em que vive, suas condições de manutenção, instalações e expressões comportamentais da espécie e que, em conjunto, vão refletir economicamente na produção agropecuária, pois minimizam as perdas decorrentes do manejo inadequado dos animais. Um componente que exerce efeito importante sobre o bem-estar animal e a produtividade é o ambiente térmico e, dentre os elementos ambientais, a temperatura exerce forte influência sobre o desempenho animal, principalmente as temperaturas elevadas, que são uma característica inerente ao clima tropical da maior parte do país. Elevadas temperaturas, principalmente se associadas a elevada umidade do ar, afetam os mecanismos de transferência de calor e, conseqüentemente, a regulação do balanço térmico entre o animal e o ambiente. Os bovinos sob condições estresse térmico por calor apresentam alterações no consumo de alimento e água, no crescimento e desenvolvimento, na produção de leite e na reprodução. Desta forma, a utilização de estratégias que visem proporcionar maior conforto térmico e proporcionar condições adequadas de produção são de extrema importância. As estratégias que podem ser utilizadas vão desde as mais simples, como o uso de sombreamento natural e artificial em áreas de pasto e na pré-ordenha, até o uso de galpões dotados de sistemas de ventilação forçada e sistemas de resfriamento evaporativo, capazes de proporcionar redução da temperatura ambiente e, assim, proporcionar maior conforto térmico com efeitos positivos sobre a eficiência produtiva dos animais.

Palavras-chave: Climatização. Conforto térmico. Instalações. Sombreamento. Termorregulação.

ABSTRACT

Dairy farming has an important social and economic role within the agricultural sector in the country and the assessment of production conditions, productive potential and animal welfare must be considered. The objective of this work was to conduct a literature review on thermal environment and the importance of installations and air conditioning strategies in reducing ambient and body temperature, aiming to improve the conditions of animal welfare and enhance the production of dairy cattle. Animal welfare represent the state of harmony of the animal in relation to the environment in which it lives, its conditions of maintenance, facilities and behavioral expressions of the species and that, together, will reflect economically on agricultural production, because they minimize the losses resulting from the inadequate management of animals. A component that exerts an important effect on animal welfare and productivity is the thermal environment. Among the environmental elements, the temperature exerts a strong influence on animal performance, especially high temperatures, which are an inherent characteristic of the tropical climate of most of the country. High temperatures, especially if associated with high air humidity, affect the heat transfer mechanisms and the regulation of the thermal balance between the animal and the environment. Cattle under heat thermal stress conditions present changes in food and water consumption, growth and development, milk production and reproduction. The use of strategies aimed at providing greater thermal comfort and providing adequate production conditions are extremely important. The strategies that can be used range from the simplest, such as the use of natural and artificial shading in pasture and pre-milking areas, to the use of sheds plus forced ventilation systems and evaporative cooling systems capable of reducing the ambient temperature and thus providing greater thermal comfort with positive effects on the productive efficiency of the animals.

Keywords: Cooling system. Installations. Shade. Thermal comfort. Thermoregulation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1 PANORAMA DA PECUÁRIA DE LEITEIRA NO PAÍS	7
2.2 BEM-ESTAR ANIMAL	11
2.3 TERMORREGULAÇÃO E CONFORTO TÉRMICO.....	13
2.4 AMBIENTE TÉRMICO PARA BOVINOS DE LEITE	16
2.4.1 Instalações e conforto térmico	18
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é, tradicionalmente, um grande produtor de leite. A atividade iniciou como uma prática extrativista de subsistência que cresceu e se tecnificou de tal modo que permitiu ao país uma posição de destaque frente ao cenário econômico nacional e internacional com perspectiva de crescimento para os próximos anos (ALVES; LÍCIO; CONTINI, 2016).

Contudo, o Brasil ainda tem muito a aprender para garantir um crescimento estável de sua produção leiteira. Neste sentido destacam-se demandas quanto a adequação das práticas de manejo em sua totalidade que devem ser também condicionadas às condições ambientais e de bem-estar animal (VILELA et al., 2016; USDA, 2020).

O bem-estar animal possui várias definições que, em seu conjunto, representam o estado de harmonia do animal em relação ao ambiente em que vive, suas condições de manutenção, instalações e expressões comportamentais da espécie e que vão refletir economicamente na produção agropecuária, pois minimizam as perdas decorrentes do manejo inadequado dos animais (BRASIL, 2016). Um componente que exerce efeito importante sobre o bem-estar e a produtividade dos animais é o ambiente (FERREIRA et al., 2017).

O ambiente é o conjunto de tudo o que interfere e afeta a constituição, o comportamento e a evolução de um organismo (SILVA, 2000). Dentre as condições ambientais a temperatura exerce forte influência sobre o desempenho animal, principalmente as temperaturas elevadas, que são uma característica inerente ao clima tropical da maior parte do país. Elevadas temperaturas, principalmente se associadas a elevada umidade do ar, afetam os mecanismos de transferência de calor e, conseqüentemente, a regulação do balanço térmico entre o animal e o ambiente (PERISSINOTO et al., 2009).

Os bovinos sob condições estresse térmico por calor apresentam alterações no consumo de alimento e água, no crescimento e desenvolvimento, na produção de leite e na reprodução. Além disso, ocorrem alterações comportamentais, como a postura corporal e a busca por sombra. As vacas de alta produção são mais susceptíveis ao estresse térmico por calor em razão da maior produção de calor corporal decorrente da maior ingestão de alimentos e do elevado nível metabólico para atender à alta demanda de produção (AZEVEDO; ALVES, 2009).

Visando proporcionar melhor ambiente térmico, conforto e bem-estar aos animais podem ser utilizadas desde estratégias mais simples, como o uso de sombras naturais ou artificiais (OLIVEIRA, 2006; SILVA, 2006; SCHUTZ et al., 2010), até instalações mais complexas, como o *Free Stall* e o *Compost Barn*, principalmente (MOTA et al., 2017). Ainda, as instalações

podem ser dotadas de estratégias mecânicas para a climatização do ambiente, tais como ventilação forçada e resfriamento evaporativo, com o objetivo de amenizar os efeitos negativos das elevadas temperaturas ambiente e do estresse térmico sobre o desempenho dos animais (SALMAN et al., 2020).

Diante do exposto, o objetivou-se com este trabalho fazer uma revisão de literatura sobre o ambiente térmico e a importância das instalações e das estratégias de climatização na redução da temperatura ambiente e da temperatura corporal, visando melhorar as condições de bem-estar e potencializar a produção de bovinos de leite.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A cadeia produtiva do leite é uma das principais atividades econômicas do Brasil, com forte efeito na geração de emprego e renda. Presente em quase todos os municípios brasileiros, a produção de leite envolve mais de um milhão de produtores no campo, além de gerar outros milhões de empregos nos demais segmentos da cadeia (MARTINS et al., 2016; ROCHA; CARVALHO; REZENDE, 2020).

Por muito tempo o bem-estar dos animais e a alta produtividade tem sido considerados como condições antagônicas, porém estudos têm demonstrado que o estresse excessivo e o sofrimento dos animais têm efeito negativo na produtividade e na qualidade dos alimentos. Quando o bem-estar é pobre, pode haver quedas na produção, na reprodução e no crescimento, além de aumento da incidência de doenças e produtos de origem animal de qualidade inferior (PINHEIRO; BRITO, 2009).

2.1 PANORAMA DA PECUÁRIA DE LEITEIRA NO PAÍS

A produção mundial de leite segue em crescimento, segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos - USDA (2020). No ano de 2016 a produção mundial foi de 497,730 (x1.000 toneladas) e atingiu 532,245 (x1.000 toneladas) em 2020, o que representa um crescimento de 6,48% no período. A estimativa é que a produção mundial atinja 539,533 (x1.000 toneladas) ao final de 2021. No ranking apresentado pelo USDA, os 3 países líderes na produção mundial são: União Europeia, Estados Unidos e Índia, seguidos de um bloco de países com produção entre 20 e 35 (x1.000 toneladas) (Figura 1).

Considerando ainda os dados apresentados pelo USDA (2020) a produção de leite segue em tendência de crescimento (Figura 1). No bloco em que se encontra o Brasil destaca-se o crescimento observado na China (Figura 2). A produção de leite na China vem passando por grandes transformações nos últimos 10 anos. Tradicionalmente, a produção era oriunda de pequenos produtores, a qual vem sendo substituída por fazendas de grande porte (com mais de 1.000 vacas) e maior escala de produção. Além das grandes fazendas, houve aumento no número de vacas e na produtividade por vaca, principalmente pelo maior uso de concentrado na alimentação dos animais. O aumento da produção de leite na China foi estimulado pelo

aumento do preço do litro do leite pago ao produtor e pelo crescimento da renda real do país, que elevou o consumo de lácteos (STOCK; LEITE; RESENDE, 2020).

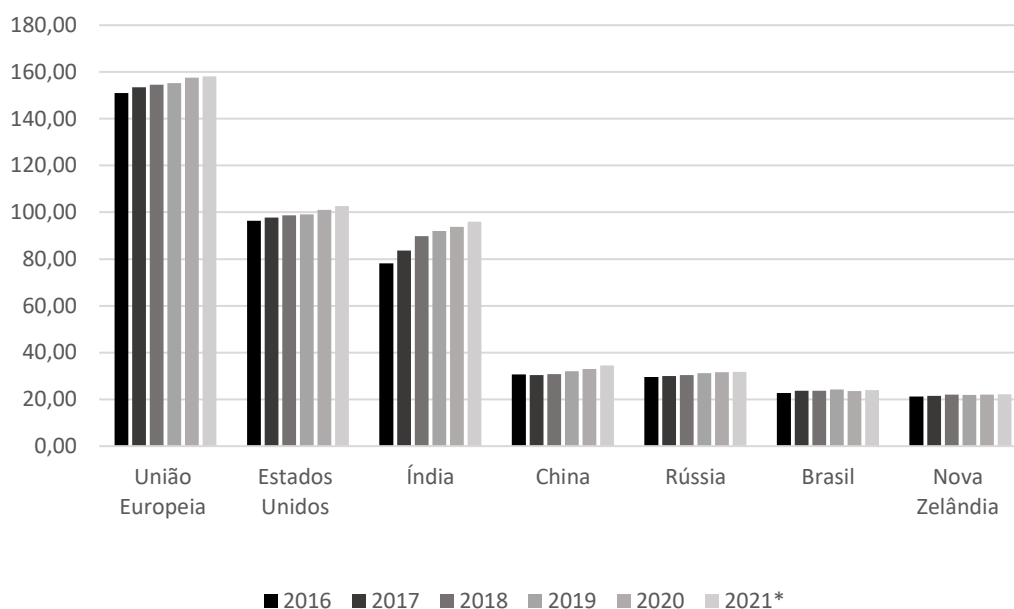


Figura 1 - Ranking mundial dos países produtores de leite (x1.000 toneladas) no período de 2016 a 2020 (colunas) com produção estimada para 2021.

Fonte: Elaborado pelo autor; USDA (2020).

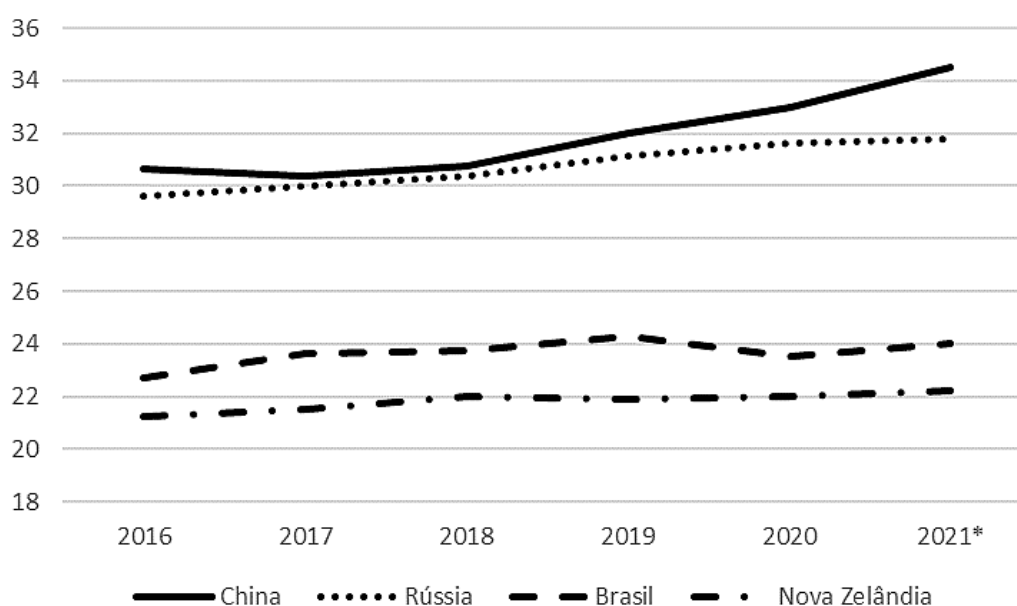


Figura 2 - Detalhamento da produção do bloco de países produtores de leite no qual se encontra o Brasil, no período de 2016 a 2020, com produção estimada para 2021.

Fonte: Elaborado pelo autor; USDA (2020).

Na Tabela 1 estão apresentados dados da produção de leite (em bilhões de litros de leite) por região do Brasil, nos anos de 1997 e 2018, a variação na produção, além da taxa de crescimento de cada região. A região Sudeste apresentava a maior produção em 1997, contudo, perdeu a posição para a região Sul, a qual apresentou uma elevada taxa de crescimento no período. Apesar na menor produção quando comparada às demais regiões, a região Norte foi a que apresentou a maior taxa de crescimento.

A alta taxa de crescimento na região Norte pode ser explicada pela entrada de produtores da atividade leiteira como resultado do fluxo migratório de outras regiões do país, principalmente para o estado de Rondônia. Estes imigrantes originaram-se, principalmente, das regiões Sul e Sudeste, em busca de oportunidades de trabalho devido à mecanização e modernização agrícola destas regiões, o que diminuiu o uso da mão-de-obra no campo. A imigração também teve origem da região Nordeste, em função das secas periódicas e da maior mecanização no campo, o que levou os trabalhadores do campo a buscarem novas oportunidades (OLIVEIRA; AMARAL, 2018).

Tabela 1 - Crescimento da produção brasileira de leite entre 1997 e 2018 - volume de produção, variação total e taxa de crescimento anual

Região	Produção (bilhões de litros de leite)		Variação (bilhões em litro)	Taxa de crescimento (% ao ano)
	1997	2018		
Norte	0,841	2,294	1,453	4,7
Centro-Oeste	2,695	4,108	1,413	1,9
Nordeste	2,389	4,384	1,995	2,8
Sudeste	8,396	11,466	3,070	1,4
Sul	4,345	11,588	7,243	4,6
Brasil	18,666	33,840	15,174	2,7

Fonte: adaptado de Rocha, Carvalho e Resende (2020).

Segundo o último Censo Agropecuário o Brasil conta com um rebanho de vacas ordenhadas de cerca de 11,5 milhões de cabeças, produzindo cerca de 30,2 bilhões de litros por ano, com produtividade média anual por vaca de 2.621 litros de leite (BRASIL, 2017).

No mundo, a raça mais utilizada na produção de leite é a raça Holandesa, por ser a de maior especialização leiteira e a que foi mais selecionada para essa finalidade. Contudo, no Brasil, cerca de 70% de toda a produção de leite no Brasil provém de vacas mestiças Holandês-Zebu. Na pecuária leiteira, considera-se gado mestiço os animais derivados do cruzamento de

uma raça pura, de origem europeia, e que seja especializada na produção de leite (Holandês, Jersey, Suíça-Parda), com uma raça pura de origem indiana, uma das várias que formam o grupo Zebu (Gir Leiteiro, Guzerá, Sindi e Indubrasil) (MIRANDA; FREITAS, 2009).

Segundo Miranda e Freitas (2009), o uso de animais cruzados no país é uma estratégia importante, uma vez que alia a adaptação às condições de clima tropical e à forragem de menor qualidade dos zebuínos com a maior produtividade da raça Holandesa. O conhecimento e entendimento da raça a ser implantada na propriedade é de suma importância pois pode ajudar o produtor na escolha do tipo de cruzamento mais adequado conforme o sistema de produção adotado em sua propriedade.

Com relação ao número de estabelecimentos, tem se observado uma redução expressiva no número de produtores na atividade leiteira. Em 1996, havia no país mais de 1,8 milhões de estabelecimentos e, em 2017, esse número caiu para menos de 1,2 milhões (BRASIL, 2017). Segundo Souza et al. (2016) a pecuária leiteira vem atravessando diversas mudanças no decorrer dos últimos anos, dentre as quais destacam-se as de cunho econômico, carência de regulamentação da parte governamental, concorrência do mercado externo e aumento dos custos da produção conciliada a queda no preço do litro de leite.

Dados censitários mostram que os estabelecimentos que deixaram a atividade leiteira produziam menos de 50 litros de leite por dia, sendo a maior parte deles com produção diária inferior a 10 litros. Os produtores não deram continuidade na atividade pois a atividade se tornou inviável para aqueles de mais baixa produção. Contudo, nos estratos de produção acima de 50 litros diários, o número de estabelecimentos cresceu entre 2006 e 2017 (ROCHA; CARVALHO; REZENDE, 2020).

Apesar na redução no número de estabelecimentos, Rocha, Carvalho e Rezende (2020) relatam que a produção média por produtor vem aumentando. Em 2006, a produção dos estabelecimentos que forneciam leite para os maiores laticínios não chegava a 200 litros/dia. Em 2019, a produção média dos fornecedores dos laticínios alcançou 446 litros/dia. O aumento na escala de produção pode ser explicado pela maior produtividade, por animal e por área, dos produtores que se mantiveram e dos que entraram na atividade.

No ano de 2019, o valor bruto da produção primária de leite atingiu quase R\$ 35 bilhões, o sétimo maior valor dentre os produtos agropecuários nacionais, já na indústria de alimentos, esse valor mais do que duplica, com o faturamento líquido dos laticínios atingindo R\$ 70,9 bilhões (ROCHA; CARVALHO; REZENDE, 2020).

Com relação ao preço médio pago ao produtor de leite, de acordo com Grigol (2021), citando dados do Centro de Estudos Avançados em economia Aplicada (CEPEA) o preço médio

do litro de leite aumentou no período de 2016 a 2020, aumentando de R\$1,18 para R\$1,67 (Figura 3). Contudo, apesar desse aumento vale ressaltar que houve também aumento nos custos de produção, o que reduz a margem de lucro do produtor. Esse aumento nos custos de produção é o que tem levado muitos produtores a deixarem a atividade (GRIGOL, 2021).

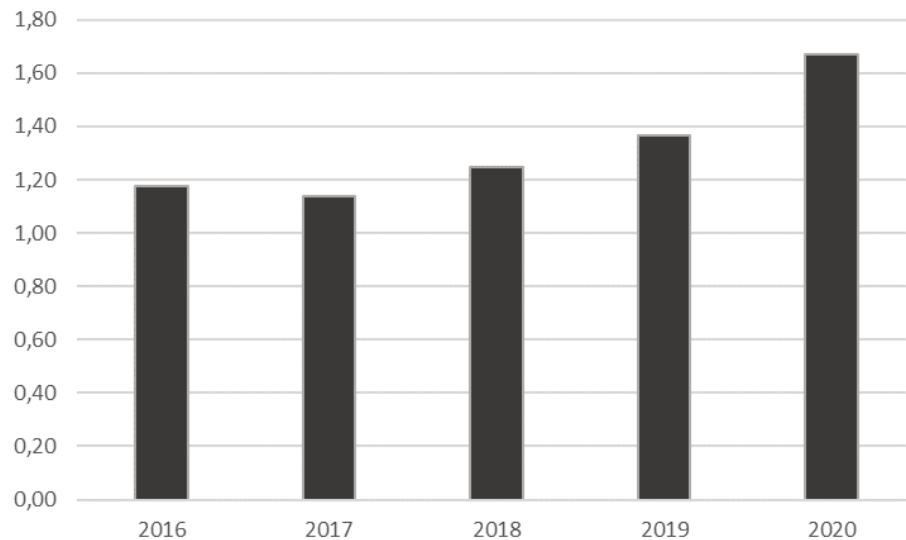


Figura 3 - Crescimento do preço médio do litro do leite no período de 2016 a 2020 no Brasil.
Fonte: Elaborado pelo autor; Grigol (2021).

2.2 BEM-ESTAR ANIMAL

Conforme descrito por Broom e Moleto (2004), o bem-estar de um indivíduo é seu estado em relação às suas tentativas de se adaptar ao seu ambiente. Um animal experimenta um bom grau de bem-estar se estiver saudável, confortável, bem nutrido, seguro, não estiver sofrendo de estados desagradáveis, como dor, medo e angústia, e é capaz de expressar comportamentos que são importantes para o seu estado físico e mental (OIE, 2010).

Segundo Molento (2005), alterações fisiológicas e comportamentais ao serem medidas podem indicar comprometimento do bem-estar animal. Por exemplo, a concentração dos hormônios do eixo hipófise-adrenal ou o peso das adrenais são frequentemente utilizados para inferir o estado fisiológico dos animais que enfrentam situações potencialmente estressoras (HÖTZEL; MACHADO FILHO, 2004).

Outra variável utilizada para avaliar o estresse e bem-estar animal é a incidência de expressões comportamentais anormais, as quais são considerados um reflexo das condições que

estão motivando o animal e cujo desempenho pode estar sendo impedido por fatores ambientais em que se encontra (HÖTZEL; MACHADO FILHO, 2004). De acordo com Broom e Molento (2004), é possível medir cientificamente o bem-estar animal e, portanto, deve ser avaliado de forma completamente separada de considerações éticas.

De acordo com Farm Animal Welfare Council - FAWC (2009) o bem-estar compreende o estado físico e mental dos animais, e deve atender o conceito das “cinco liberdades”, conforme apresentado a seguir:

1. Livre de fome e sede, com fácil acesso a água e uma dieta para manter a saúde e o vigor;
2. Livre de desconforto, proporcionando um ambiente adequado;
3. Livre de dor, lesão e doença, por prevenção ou diagnóstico e tratamento rápidos;
4. Liberdade para expressar o comportamento normal, fornecendo espaço suficiente, instalações adequadas e companhia apropriada da própria espécie do animal;
5. Livre de medo e angústia, garantindo condições e tratamento que evitem o sofrimento mental.

Os animais devem estar livre de desconforto, sendo que este desconforto pode ser uma consequência do ambiente térmico inadequado. Animais em estresse térmico têm o seu bem-estar comprometido, sendo o estresse calórico resultado de uma combinação de vários elementos climáticos e, ainda, pela associação destas combinações com os fatores genéticos, nutricionais e comportamentais dos animais. O estresse, visto de uma forma mais clara, é uma resposta fisiológica do organismo provocada pela alteração da homeostasia, em outras palavras, pela quebra do equilíbrio orgânico, e que busca fornecer ao corpo subsídios para responder e adaptar-se a estas alterações. O prolongamento do processo estressante, resulta em transtornos no organismo, refletindo em alterações produtivas, reprodutivas, comportamentais e psíquicas (SANTOS et al., 2013).

Diante disso, prover um ambiente térmico adequado aos animais é um ponto importante dentro dos sistemas de produção. A qualidade dos cuidados por parte dos seres humanos e a seleção genética para alta produção influenciam na qualidade de vida, saúde e longevidade dos animais o que, conseqüentemente, interfere na produção dos animais. Independente de qual for a finalidade da produção, um animal que se encontra em condição de bem-estar tem uma vida de maior qualidade e melhores condições para expressar seu potencial produtivo (SILVA et al., 2009). Existe um consenso de que os animais domésticos, em virtude de estarem sendo criados em cativeiro e servindo de alguma maneira à humanidade, merecem níveis mínimos de bem-estar animal (BROOM; MOLENTO, 2004).

O Brasil conta com uma Comissão Técnica permanente específica para tratar de bem-estar animal desde 2008, com o objetivo de coordenar e fomentar ações em bem-estar dos animais de produção e de interesse econômico nos diversos elos da cadeia pecuária (BRASIL, 2017).

Vale salientar que o mercado consumidor vem demandando, cada vez mais, produtos de origem animal provenientes de sistemas de produção que atendam as normas de bem-estar animal. Neste sentido, existem selos que certificam produtos provenientes de animais criados dentro destas normas, as quais consideram as cinco liberdades dos animais. Um exemplo deste tipo de selo é o Certified Humane®, fornecido pelo Instituto Certified Humane Brasil. O Instituto é o representante na América do Sul da Humane Farm Animal Care (HFAC), a principal organização internacional sem fins lucrativos de certificação voltada para a melhoria da vida das criações animais na produção de alimentos, do nascimento até o abate. Atualmente produtos com este selo podem ser encontrados no Brasil, Austrália, Canadá, Chile, Estados Unidos, Peru, Uruguai e Hong Kong (CERTIFIED HUMANE BRASIL, 2021).

2.3 TERMORREGULAÇÃO E CONFORTO TÉRMICO

Os bovinos são animais homeotérmicos, fisiologicamente controlados pelo centro termorregulador do hipotálamo e pelo sistema endócrino que, no intervalo de termoneutralidade, mantêm a temperatura corporal constante, ou seja, a produção e perda de calor estão em equilíbrio, caracterizando estado de conforto térmico (FERREIRA et al., 2017).

Quando a temperatura corporal ou do ambiente se eleva, há uma maior demanda energética para que o calor do corpo seja dissipado a fim de manter a funcionalidade dos órgãos vitais (NÓBREGA et al., 2011).

Segundo Rezende et al. (2015), o conhecimento das características termorreguladoras de bovinos leiteiros é importante, uma vez que a predominância de temperatura ambiente elevada pode alterar o equilíbrio térmico e resultar em maior gasto energético para manter a homeotermia, o que poderá prejudicar sua produção e reprodução.

Ambientes quentes e úmidos, frequentemente encontrados em regiões tropicais e subtropicais, como é o caso do Brasil, podem ser desconfortáveis para as vacas leiteiras, principalmente as que estão em lactação e são de alto potencial para produção de leite

(PIRES, 2006). Uma parcela significativa do rebanho bovino leiteiro no Brasil tem a participação de raças originárias de clima temperado, como por exemplo a Holandesa e que, devido sua maior produção de leite, são pouco tolerantes ao calor. Esses animais, ao serem submetidos a o calor intenso, apresentam sua fisiologia alterada, o que prejudica sua produtividade (FERREIRA et al., 2006).

O estresse calórico promove alterações na homeostase nos animais e tem sido quantificado mediante mensuração de variáveis fisiológicas tais como, temperatura retal, frequência respiratória e concentrações hormonais, onde a capacidade do animal de resistir aos rigores deste estresse, tem sido avaliada fisiologicamente por alterações na temperatura retal e na frequência respiratória (FERREIRA et al., 2006).

O ambiente térmico é um componente importante para o bem-estar dos animais. Assim, proporcionar ambiente adequado, dentro da zona de termoneutralidade para cada animal se faz importante a fim de contribuir para uma maior produção nestes animais. Entende-se por zona de termoneutralidade como sendo a faixa de temperatura ambiente dentro da qual um animal consegue manter sua temperatura corporal constante, sem a necessidade de ajustes físicos e/ou fisiológicos (SILVA, 2000).

Animais em ambientes fora da sua zona termoneutra, principalmente fora dos limites de temperaturas críticas superior e inferior encontram-se em situação de estresse térmico, seja por calor ou por frio. Quando a temperatura ambiente está abaixo da temperatura crítica inferior, o organismo ativa os mecanismos de termogênese (aumento do metabolismo para manter a homeotermia) e a termoconservação (vasoconstrição periférica e piloereção). Quando a temperatura ambiente está acima da temperatura crítica superior, o organismo aumenta o processo de termólise para dissipar o calor produzido pelo corpo e o recebido pelo ambiente (BERMAN, 2011).

Os animais e o ambiente se comportam como um sistema termodinâmico que, continuamente, trocam calor. Assim, um animal como um bovino de leite criado a pasto irá trocar calor com outros animais, com o solo, com a pastagem, com as árvores no pasto e outros. Em animais confinados, essa troca de calor ocorre com outros animais, com o piso, cama, paredes, entre outras estruturas. Os animais conseguem conservar o seu calor em um ambiente frio e dissipar o excesso de calor em ambientes de altas temperaturas (SILVA, 2000).

Conforme citado por Ferreira (2011), as trocas de calor entre o animal e o ambiente ocorrem de duas formas: sensível e latente. Ambas as formas de dissipação são realizadas através de mecanismos físicos de troca de calor.

A termólise sensível, também denominada de não evaporativa, é um mecanismo dependente de um gradiente de temperatura entre a temperatura do animal e a do meio onde ele se encontra, podendo ocorrer por radiação (irradiação de calor por meio da emissão de ondas eletromagnéticas), condução (envolve contato entre corpos) e convecção (pela presença de uma corrente de ar ou água). Contudo, a termólise latente, também denominada de insensível ou evaporativa, é um mecanismo que independente do gradiente de temperatura entre o animal e o ambiente, contudo, é facilitada ou dificultada pela quantidade de umidade presente no ar e pela ventilação. A termólise latente ocorre via evaporação de água, que pode ocorrer pelo trato respiratório ou pela superfície cutânea. A evaporação da água no trato respiratório ou na superfície cutânea exige um gasto de cerca de 585 calorias/grama de água evaporada, sendo os mecanismos latentes muito eficientes na dissipação de calor corporal (FERREIRA, 2011).

Ainda de acordo com o autor, a ocorrência de uma forma de troca de calor não anula a ocorrência da outra. As duas formas de troca de calor, sensível e latente, ocorrem concomitantemente, variando em sua intensidade de ocorrência em função da temperatura ambiente. Em ambientes com temperatura dentro da zona de conforto dos animais ou abaixo as formas sensíveis predominam, enquanto em ambientes acima da zona de conforto dos animais as formas latentes são predominantes.

Na Tabela 2, está apresentada a zona de termoneutralidade e temperaturas críticas superiores e inferiores para diferentes grupos genéticos de bovinos de leite. Essas variações dependem da idade, da espécie, da raça, do consumo alimentar, da aclimatização, do nível de produção, do pelame do animal, entre outros fatores (FERREIRA et al., 2017).

Tabela 2 - Valores de temperatura crítica inferior (TCI) e superior (TCS) e zona de conforto térmico (ZCT) para bovinos recém-nascidos, europeu adulto e zebuínio adulto

Bovinos	TCI (°C)	ZCT (°C)	TCS (°C)
Recém-nascido	10	18 a 21	26
Europeu adulto	-10	-1 a 26	27
Zebuínos adulto	0	10 a 27	35

Fonte: adaptada de Ferreira (2011).

Como apresentado na Tabela 2, animais zebuínos são mais tolerantes ao calor, com temperatura crítica superior (TCS) de 35°C, enquanto a máxima para animais europeus é de 27°C. Animais zebuínos iniciam uso de mecanismos evaporativos de termorregulação (que

apresentam um maior custo fisiológico) apenas em temperaturas mais elevadas (35°C), enquanto os europeus iniciam o uso destes mecanismos em temperaturas menores (27°C).

2.4 AMBIENTE TÉRMICO PARA BOVINOS DE LEITE

A ambiência se refere ao conforto do animal em relação ao ambiente no qual ele se encontra. Baseia-se na análise das características do ambiente em função da zona de conforto térmico da espécie, associado a características fisiológicas que atuam na regulação da sua temperatura interna (SALMAN et al., 2020).

Ambiente é o conjunto de tudo o que interfere e afeta a constituição, o comportamento e a evolução de um organismo e que não envolve diretamente fatores genéticos, portanto, um animal e seu ambiente formam um sistema em que ambos agem um sobre o outro. As regiões tropicais se caracterizam por elevados níveis de radiação solar e temperatura ambiente, fatores que afetam adversamente a produção animal, quando comparada à de animais mantidos em zonas temperadas (DANTAS et al., 2012).

O Brasil possui diferentes tipos de climas nas diferentes regiões, contudo, prevalece o clima tropical. Cerca de dois terços do território do país está situado na faixa de clima tropical do planeta, onde predominam temperaturas elevadas, com temperatura média do ar acima de 20°C, mas com temperatura máxima acima dos 30°C em grande parte do ano e podendo atingir valores ainda maiores em algumas regiões, sendo esta elevada temperatura consequência da grande intensidade da radiação solar incidente (AZEVEDO et al., 2005; AZEVÊDO; ALVES, 2009).

Ambientes quentes e úmidos, como é o caso das regiões tropicais e subtropicais do Brasil, podem ser muito desconfortáveis para as vacas leiteiras, principalmente para aquelas em lactação e de alto potencial para produção de leite, como é o caso de vacas da raça Holandesa. O desempenho produtivo e reprodutivo destes animais diminui consideravelmente, principalmente durante o verão, quando a temperatura ambiente e umidade relativa do ar atingem o pico (PIRES, 2006). Em concordância, Rodrigues, Souza e Pereira Filho (2010) relatam que o clima é um dos vilões para animais originários de regiões de clima mais frio e que são trazidos para o Brasil. O clima é um dos fatores de maior influência sobre a produção animal pois no processo de adaptação em relação ao ambiente térmico interfere no bem-estar dos animais.

O ambiente térmico exerce forte influência sobre o desempenho animal uma vez que afeta os mecanismos de transferência de calor e, conseqüentemente, a regulação do balanço térmico entre o animal e o ambiente (PERISSINOTO et al., 2009). Mesmo os animais com boa capacidade morfofisiológica para dissipar calor, necessitam de sombra natural ou artificial para se proteger da radiação solar direta, principalmente em regiões tropicais tendo em vista que a magnitude do estresse térmico é causada pelo efeito combinado da temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento (SOUZA et al., 2010).

O estresse causado pelas condições ambientais confere variações significativas correlacionadas ao bem-estar animal e à produtividade nos animais. Este fato é especialmente importante em vacas de origem europeia (*Bos taurus*), por possuírem menor capacidade de transpiração e maior taxa metabólica em relação às vacas de origem indiana *Bos indicus* (MELO et al., 2016).

Os efeitos do ambiente térmico podem ser verificados sobre as taxas produtivas e reprodutivas dos animais. Melo et al. (2016) realizaram um trabalho de revisão bibliográfica sobre os efeitos do estresse térmico na produção de vacas leiteiras relatando que o estresse calórico é um típico problema no manejo de vacas leiteiras e que causa redução na ingestão de alimentos e aumento na ingestão de água, queda na produção e mudanças na composição físico-química do leite decorrentes da redução da porcentagem de gordura no leite, proteína e cálcio, dentre outros componentes. Além disso, o estresse calórico pode interferir na segurança alimentar por favorecer o desenvolvimento de bactérias ou enzimas sobre os componentes lácteos.

O efeito do conforto térmico sobre a estimativa da taxa de concepção de bovinos leiteiros no estado da Bahia foi avaliado por Teles et al. (2018). Os autores observaram que as taxas de concepção se elevam em períodos de temperatura mais amenas e caem drasticamente nos meses mais quentes do ano. Essas alterações ocorrem devido ao efeito direto do estresse térmico na redução da competência dos oócitos, na taxa de fertilização e na sobrevivência e desenvolvimento embrionário. O estresse térmico ocasionado pelo aumento da temperatura e a falta ou excesso de umidade se destaca como o fator de maior impacto econômico na eficiência do rebanho leiteiro e, desta forma, a utilização de meios naturais e artificiais de acondicionamento térmico para minimizar o efeito estressante do ambiente sobre os animais se torna indispensável.

Pires et al. (1998), em estudos conduzido no Brasil, relatam que a taxa de prenhez de vacas holandesas estabuladas é maior no inverno (71,2%) quando compara ao verão (45,7%), evidenciando o efeito negativo da elevação da temperatura ambiente sobre a reprodução.

Diante do exposto, fica clara a importância do planejamento adequado das instalações para bovinos de leite, principalmente em se tratando de raças originárias de climas temperados.

2.4.1 Instalações e conforto térmico

No Brasil há uma grande diversidade de sistemas de produção a fim de atender a demanda de cada produtor de leite. Os sistemas variam em função, principalmente, do potencial produtivo dos animais utilizados e do manejo alimentar empregado (ROCHA; REZENDE; MARTINS, 2018).

Em se tratando do manejo alimentar, o sistema extensivo se caracteriza pela alimentação exclusivamente a pasto, suplementando apenas com sal comum. Os rebanhos são constituídos por animais mestiços com um alto grau de sangue de raças zebuínas, as vacas são ordenhadas apenas uma vez no dia, com o bezerro ao pé. O sistema semiextensivo se dá pela alimentação dos animais baseada em pastagem com uso de concentrado variando de acordo com os níveis de produção do rebanho. Contudo, o sistema intensivo se trata da alimentação concentrada, uso de gramíneas de alta capacidade de suporte e suplementação com volumosos diversos durante o período de menor crescimento das forrageiras tropicais. Ainda, pode ocorrer de toda a dieta ser fornecida no cocho (ASSIS et al., 2005). Vale ressaltar, que do ponto de vista do manejo alimentar, podemos ter sistemas de produção intensiva a pasto, onde é empregado manejo intensivo da pastagem com uso de espécies forrageiras de alta produção, adubação e irrigação para uso mais racional da terra e, conseqüentemente, maior produtividade (AGUIAR, 2015).

Do ponto de vista de instalações, no sistema extensivo há menor investimento em infraestrutura onde as instalações limitam-se a um curral onde os animais são ordenhados. No sistema semiextensivo as instalações são simples, porém com maior investimento na sala de ordenha. Contudo, o sistema intensivo confinado apresenta investimento em infraestrutura significativo com o uso de confinamento para as vacas em lactação, além de ter assistência técnica e mão de obra qualificada (ASSIS et al., 2005).

A fim de promover maior conforto aos animais de produção algumas modificações nas características do ambiente têm sido utilizadas como estratégia para atenuar os efeitos do estresse térmico sobre as vacas em lactação e melhorar seu bem-estar. Essas alterações incluem desde a oferta de sombra até a implantação de sistemas de ventilação artificial e de resfriamento evaporativo, como aspersão e nebulização (SALMAN et al., 2020). As práticas recomendadas

podem ser classificadas, em ordem crescente de complexidade, nos quatro seguintes grupos: sombras, ventilação forçada, resfriamento evaporativo e sistemas combinados (PIRES; CAMPOS, 2004). Estas estratégias são importantes para melhorar os índices produtivos dos animais.

2.4.1.1 Sombreamento

Uma das mais simples estruturas para auxiliar com conforto térmico é o sombreamento, que pode ser adotado em qualquer sistema de produção. Como a temperatura ambiente é uma função direta da radiação solar, a interceptação da radiação passa a ser prioridade nos programas de manejo ambiental para amenizar o estresse calórico (PIRES; CAMPOS, 2004).

Para as regiões de clima tropical, como é o caso da maior parte do Brasil, o uso de sombras naturais (Figura 4) ou artificiais (Figura 5) é muito importante para auxiliar no conforto térmico dos animais. A maioria das raças tendem a sofrer estresse térmico, reduzindo o seu desempenho econômico (SILVA, 2006).



Figura 4 - Vacas da raça holandesas à sombra natural.

Fonte: Sussai (2019).



Figura 5 - Vacas mantidas a pasto, com acesso a sombra artificial.

Fonte: Martins et al. (2018).

A função da sombra é, basicamente, proteger os animais da incidência da radiação solar direta e proporcionar um ambiente com temperatura menor do que a temperatura da superfície corporal do animal. Desta forma, os animais tendem a perder calor para o ambiente ao invés de ganhar energia térmica por radiação (SILVA, 2006).

A sombra para bovinos de leite aumenta a sua produção e melhora os índices reprodutivos porque alivia a intensidade da radiação solar e, conseqüentemente, os efeitos prejudiciais do estresse por calor. Com o uso de sombras são observadas a redução da frequência respiratória e da temperatura retal do animal (COLLIER, DAHL; VANBAALE, 2006). Em concordância, Schutz et al. (2010) relatam que a presença de sombra reduz o aquecimento corporal e facilita a termorregulação, aumentando a produtividade e a eficiência na utilização de alimentos.

No que se refere à área de sombra, Bond et al. (1958 apud SILVA, 2006) recomendam 5,6 m² por animal e Buffington et al. (1983 apud SILVA, 2006) 4,2 m² por animal. Em contrapartida, Oliveira (2006) recomenda uma área de sombra maior por animal em regiões tropicais, de 10 m² por vaca. A oferta correta de sombra diminui a competição pelo recurso entre os animais. Shutz et al. (2010) compararam duas áreas de sombra artificial para vacas, 2,4 m²/vaca e 9,6 m²/vaca. Os autores observaram uma menor incidência de interações agressivas na área de sombra maior, permitindo a utilização do recurso por mais animais ao mesmo tempo. Além disso, os autores relataram redução na frequência respiratória dos animais que tiveram acesso à maior área de sombra, que é um indicativo de maior conforto térmico.

A oferta adequada de área de sombra por animal evita a aglomeração excessiva já que, em condições de estresse por calor, o contato corporal entre os animais pode aumentar o desconforto térmico (SILVA, 2006). Além disso, segundo Oliveira (2006) a área de sombra por animal deve ser atendida para evitar acidentes, como animais pisando sobre outros e machucando principalmente tetos e cauda. Ainda, quanto maior for a área destinada à sombra, menor a formação de barro, o que contribui para a manutenção da saúde da glândula mamária.

Segundo Suleiman (2014) a sombra natural é mais eficiente porque a árvore, além de bloquear a radiação solar sobre os animais cria um microclima sob a copa, com uma sensação térmica mais agradável. Assim, é oferecida uma condição de melhor conforto térmico para os animais de forma mais barata e eficiente, além de trazer outros benefícios agregados como aumento de biodiversidade, diversificação da renda e alimento para os animais.

O sombreamento natural com árvores deve ser planejado na forma de renques (Figura 6), evitando-se bosques muito densos e muito amplos, que propiciem a formação de barro. É desejável que árvores para sombra sejam adaptadas às condições ambientais da região, tenham rápido crescimento, não ter desfolha acentuada, não possuir espinhos e frutos grandes e tóxicos, ser resistentes a pragas e doenças e ao acúmulo de esterco e umidade e ter madeira de cerne mais firme, para evitar a queda de galhos (OLIVEIRA, 2006).



Figura 6 – Sombra para bovinos com uso de árvores plantadas em renques em sistema de integração pecuária floresta.

Fonte: Faria (2016).

Silva et al. (2008) avaliaram a eficiência do sombreamento com a espécie arbórea *Acacia holosericea* e verificaram que o sombreamento das árvores foi capaz de proporcionar uma redução de 26% na carga térmica radiante em relação ao tratamento com exposição solar. O

resultado obtido indica que o sombreamento pelo uso da espécie é uma alternativa viável e econômica capaz de proporcionar maior desempenho produtivo e reprodutivo.

Rodrigues, Souza e Pereira Filho (2010) relatam que a sombra artificial, pode ser classificada como sólida quando ocorre através do uso de telhas, estruturas galvanizadas, madeira, ou outros materiais e flexível, quando se opta por telas, polipropileno, polietileno, entre outros materiais. Cada estrutura possui características peculiares, e, portanto, sua utilização adequada depende do sistema de criação empregado na propriedade rural, do grau sanguíneo do animal e também do seu nível de produção, além da disponibilidade e do preço do material utilizado em cada região do Brasil.

No uso de sombrites com tela recomenda-se que a tela tenha malha de sombreamento de 80% (Figura 7). Na adoção de sombreamento artificial é recomendado haver pelo menos duas estruturas de sombra para realizar rodízio, evitando-se assim a formação de barro. A altura do pé direito deve ser, no mínimo, de 3 metros e a cobertura deve ser posicionada no sentido norte-sul, para que o deslocamento da sombra durante o dia evite a formação de barro sob a cobertura (OLIVEIRA, 2006).



Figura 7 - Sombrite para oferta de sombra.

Fonte: Soares (2020).

Nos abrigos exclusivos para sombreamento dos animais, onde não há limitação de espaço nas laterais para movimentação deles, a melhor orientação é a norte-sul. Nesta orientação os animais se movimentam juntamente com o deslocamento da sombra, o que permite uma maior exposição solar do piso, reduzindo a formação de lama e mantendo-o mais seco, além de usufruir do poder germicida da radiação solar na desinfecção do piso (CARVALHO FILHO et al., 2002).

Conceição (2008), em um experimento científico, avaliou a oferta de diferentes tipos de sombreamento artificial com a finalidade de garantir conforto térmico para novilhas da raça holandesa e mestiças Holandês x Jersey. Foram avaliados três tipos de sombreamento para os animais: duas estruturas sólidas, telhas de fibrocimento sem amianto e telhas galvanizadas; e um flexível, com tela de polipropileno com 80 % de proteção solar. Verificou-se que todos os tipos foram eficientes em reduzir a carga térmica radiante (CTR) em relação ao tratamento sem sombra. O efeito da qualidade do sombreamento foi evidenciado nos horários em que a radiação solar é mais elevada, ou seja, nos horários mais quentes do dia, entre 10:00 e 15h:00 horas. Foram observadas reduções na CTR pelo uso dos diferentes tipos de sombra, sendo ordenados pela maior capacidade de redução da carga térmica: telhas de fibrocimento, telhas galvanizadas e tela de polipropileno, respectivamente.

Para as duas formas de sombreamento, seja natural ou artificial, é de suma importância que a área de sombra seja bem planejada, de forma que a sombra formada seja projetada dentro da área de acesso dos animais. Frequentemente, observam-se sombras que são projetadas fora da área de disponibilizada ao animal, ficando inacessíveis aos animais e em desuso (OLIVEIRA, 2006).

O ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras foi avaliado por Souza et al. (2010). Os autores observaram uma redução de 51% na carga térmica radiante promovida pelo sombreamento, o que resultou em efeito significativo ($P < 0,05$) na temperatura retal (TR) e na frequência respiratória (FR) dos animais. Quando expostas ao sol, os animais apresentaram valores de 39,54°C de TR e 94 movimentos/minuto para FR e, após permanecerem no ambiente sombreado, apresentaram valores de 39,25°C e 61 movimentos/minuto, respectivamente. Deste modo, os autores concluíram que o ambiente físico sombreado é capaz de reduzir a carga térmica radiante e promover redução dos parâmetros fisiológicos, resultando em melhor conforto térmico.

2.4.1.2 Instalações e estratégias de climatização visando conforto térmico no confinamento de vacas de leite

Como sistemas de confinamento para bovinos de leiteiros podemos citar: *Tie Stall*, *Loose Housing*, *Free Stall* e o modelo mais recente, o *Compost Barn*.

No sistema *Tie Stall* as vacas ficam em baias individuais lado a lado, presas por uma corrente no pescoço (Figura 8). Os animais recebem alimentação total no cocho e são soltas apenas na hora da ordenha (MOTA et al., 2017).



Figura 8 – Vacas em sistema *Tie Stall*.

Fonte: Fundação Roge (2021).

O sistema *loose housing* é composto por um galpão de sombreamento para repouso coletivo, dotado de cama para os animais (Figura 9). Próximo ao galpão de repouso, é construída uma estrutura somente para o fornecimento de alimento. Além das instalações mencionadas, é necessário prover uma área de solário (CAMPOS, KLOSOWSKI; CAMPOS, 2006).



Figura 9 – Vacas em sistema *Loose housing*.

Fonte: Bernardes (2020).

A instalação do tipo *free stall* é uma das mais comuns para alojamento de vacas de leite e, produção (GARCIA, 2017). É um sistema onde as vacas ficam soltas dentro de uma área cercada, sendo parte dividida em baias individuais e área de alimentação (Figura 10). As baias são destinadas ao descanso dos animais e possuem camas forradas com areia ou borracha triturada. A área de alimentação é destinada para a alimentação e exercícios dos animais (CAMPOS, KLOSOWSKI; CAMPOS, 2006). De acordo com os mesmos autores, o tamanho recomendado para baias do sistema *free stall* deve levar em consideração o tamanho da vaca, uma vez que o comprimento deve ser o mínimo para que o animal, ao deitar-se, permaneça com o úbere e as pernas alojadas internamente ao espaço da cama, enquanto os dejetos são lançados no corredor de limpeza ou serviço (Figura 11).



Figura 10 - Instalação do tipo *Free Stall*.
Fonte: ACGHMG (2021).



Figura 11 - Baias do sistema *free stall*.
Fonte: ACGHMG (2021).

De acordo com Martello (2006) as modificações do ambiente para melhorar o conforto de vacas de leite têm dado ênfase nos projetos construtivos do sistema *free stall*, tais como telhados com elevada inclinação e com abertura na cumeeira, que promovem uma boa ventilação aos animais e auxilia na saída de ar quente da parte interna da construção (Figura 10). Ainda, de acordo com Campos, Klosowski e Campos (2006), outras modificações que conferem conforto térmico nas instalações são: orientação preferencialmente no leste-oeste, no sentido do eixo longitudinal do telhado; Telhado refletivo, ou pintado de branco, para haver menor incidência de radiação solar direta; pé-direito alto.

A instalação *Compost Barn* é um modelo que surgiu como alternativa aos sistemas de produção de leite em confinamento como o *free stall*. A instalação consiste, basicamente, por uma extensa área de cama rica em material orgânico (área de descanso), normalmente formada por maravalha ou serragem, separada do corredor de alimentação por uma mureta de concreto de 1,2 metros (Figura 12). A vantagem do sistema é a formação de um composto que ocorre a partir do material da cama e os dejetos dos animais (BARBERG et al., 2007). A compostagem ocorre de forma rápida e produz uma grande quantidade de calor sendo a principal responsável pela produção de vapor e consequente secagem da cama (BRITO, 2016). Este composto pode ser vendido como adubo orgânico ou utilizado na propriedade para fertilizar o solo, o que dá ao processo uma grande vantagem ambiental pela redução de resíduos do confinamento (NEIVA, 2020).



Figura 12 - Instalação do tipo *Compost Barn*.

Fonte: Chiavassa (2016).

Embora no *compost barn* as vacas também fiquem confinadas, os animais podem circular livremente pelo galpão. Isso faz com que exercitem seus instintos sociais com o grupo e apresente cio com mais facilidade, o que impacta na melhoria dos indicadores reprodutivos (NEIVA, 2020). O sistema apresenta melhores condições de bem-estar aos animais com maior área de descanso diminuindo, assim, as lesões corporais, alavancando os índices produtivos e sanitários dos animais (GUESINE, 2020).

Para Silano e Santos (2012), a redução de problemas de casco também é uma vantagem deste sistema pois comparado aos sistemas tipo *free stall*, como no *compost barn* as vacas possuem mais espaço há uma maior liberdade de movimento tanto para se locomoverem quanto para se deitarem. Além disso, mesmo estando em pé, as vacas permanecem sobre uma superfície mais macia que no piso de concreto.

Todos os tipos de instalações podem ser dotados de sistema de ventilação e resfriamento evaporativo. Em condições extremas, contar somente com os recursos naturais pode não ser suficiente para que as condições térmicas nas instalações estejam adequadas, o que leva a necessidade de utilização de sistemas mecânicos. Estas modificações ambientais são capazes de promover maior conforto térmico aos animais (SALMAN et al., 2020).

No que diz respeito ao conforto térmico, a instalação precisa de circulação de ar adequada, com a finalidade de remover o excesso de umidade e o calor gerado no seu interior. Dessa forma, o movimento do ar é um fator importante para aliviar os efeitos do estresse por calor, pois auxilia na sua perda por convecção e evaporação, além de renovar o ar dentro dos galpões (FERREIRA et al., 2017).

A ventilação forçada, proporcionada por meio do uso de ventiladores, é capaz de proporcionar ventilação adequada em regiões ou locais em que a ventilação seja deficiente. Os ventiladores devem ser posicionados para baixo, formando um ângulo de 30° com o piso, e direcionados sobre os animais (PIRES; CAMPOS, 2004). Nos sistemas de confinamento, os ventiladores têm sido empregados na área de alimentação, na área de descanso e na pré-ordenha, assim como na ordenha propriamente dita (SALMAN et al., 2020).

Muitas vezes, somente a presença de ventiladores não é suficiente para alcançar as condições ideais mínimas de conforto. Nesse caso, há a necessidade de se recorrer ao uso de sistemas de resfriamento evaporativo (SALMAN et al., 2020). Nos sistemas de resfriamento evaporativo, o abaixamento da temperatura do ar é feito pela evaporação da d'água lançada no ambiente ou sobre a superfície corporal dos animais (CAMPOS; MIRANDA 2012).

Para bovinos de leite, mais comumente são empregados os sistemas de resfriamento evaporativo por aspersão ou nebulização. A diferença entre a nebulização e a aspersão consiste

no diâmetro da gota e na pressão na qual esses sistemas operam. A nebulização permite a formação de gotículas extremamente pequenas, que aumentam a superfície de contato da gota d'água exposta ao ar, assegurando uma evaporação mais rápida para resfriar o ambiente. Contudo, a aspersão emprega gotas com tamanho maior (Figura 13), de modo a umedecer os pelos das vacas e, assim, ocorrerá o resfriamento da superfície da pele do animal e não do ar (SALMAN et al., 2020).

A aspersão de água é indicada com base no comportamento natural de emergir em água e na capacidade de suar das vacas. Quando a água é lançada diretamente sobre o corpo do animal, simula-se a produção de suor pelo animal, umedecendo a pelagem e a pele e ocorrendo troca de calor por condução e, principalmente, pela evaporação da água a partir dos pelos e da pele. Neste processo ocorre a retirada de calor da superfície corporal ocorrendo, desta forma, o resfriamento do animal (AZEVEDO; ALVES, 2009).

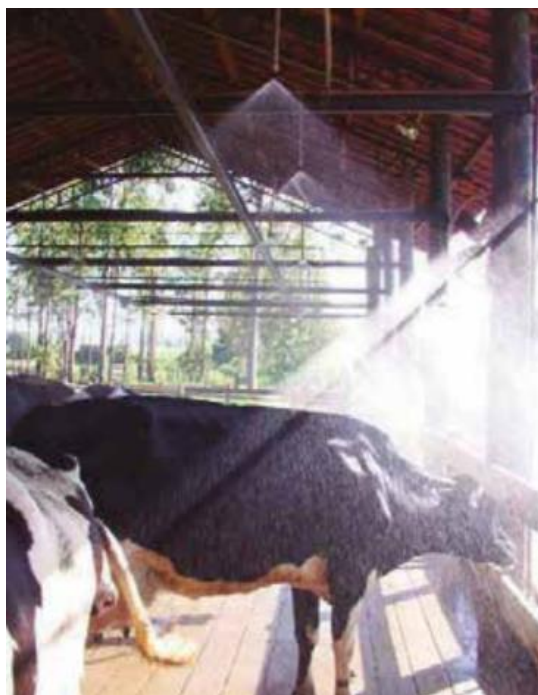


Figura 13 - Aspersão sobre as vacas.
Fonte: Salman et al. (2020).

O resfriamento evaporativo é mais eficiente em condições de alta temperatura e baixa umidade do ar, ou seja, em regiões de clima quente e seco. Esta maior eficiência em clima seco ocorre em função do clima úmido se apresentar com o ar mais saturado, o que reduz a capacidade de evaporação de água. Contudo, em regiões de clima quente e úmido, a estratégia também pode ser utilizada, porém, durante as horas mais quentes do dia (das 12h às 16h),

quando a umidade relativa do ar é suficientemente baixa para permitir que o método seja eficiente (CAMPOS; MIRANDA, 2012).

Ainda de acordo com Campos e Miranda (2012), o resfriamento evaporativo é uma estratégia de alto custo e sua utilização deve ser precedida de análise de viabilidade econômica. De forma geral, o sistema de resfriamento mais adequado e eficiente para locais de alto estresse térmico é o sistema de resfriamento evaporativo utilizando a nebulização para formação de névoa ou neblina, combinado com a ventilação forçada.

O estresse térmico em vacas de leite em sistemas de *free stall* sob diferentes condições de climatização foi avaliado por Simões (2014). Em sua pesquisa o autor avaliou as respostas ao desafio térmico de vacas Holandesas em instalações do tipo *free stall* sob diferentes sistemas de climatização e verificou que o uso de ventiladores e aspersores se apresentou eficiente em proporcionar melhores condições térmicas aos animais e aumento de 18,75% e 9,96% na produção de leite quando comparado a ausência de qualquer tipo de equipamento de climatização e ao uso de ventiladores apenas, respectivamente. Ou seja, este tipo de sistema de resfriamento evaporativo é uma excelente alternativa para reduzir o estresse térmico proporcionar melhora da produção e leite em condição de elevado desafio térmico.

2.4.1.3 Sala de espera da ordenha

Outra instalação importante é o curral de espera, anexo à sala de ordenha e, na maioria das fazendas, é a área mais estressante para as vacas em lactação. Os animais permanecem na sala de espera, que é uma área de espaço reduzido, durante 15 a 60 min, duas ou três vezes ao dia. Desta forma, o estresse pode ocorrer mesmo a uma temperatura ambiente moderada (ALMEIDA et al., 2010). Vale ressaltar que a área por animal deve ser respeitada, com disponibilidade de 1,7 a 2 m² por vaca na sala de espera (ZAFALON et al., 2008).

A melhoria da ambiência na produção de leite tem sido realizada principalmente pelo uso de sombra e ventilação forçada associada ou não à nebulização ou aspersão na sala de espera. A climatização na pré-ordenha tem impacto positivo na produção de leite (ZOTTI et al., 2017). Em concordância, Arcaro Júnior (2000) relata que o uso da ventilação associada à aspersão é eficiente para o condicionamento térmico da sala de espera, uma vez que mantém as variáveis ambientais e fisiológicas dentro da faixa de conforto térmico para as vacas em lactação.

Almeida et al. (2011) avaliaram o efeito da climatização no curral de espera sobre os índices de conforto térmico, parâmetros fisiológicos e produção de leite de vacas mestiças 7/8 Holandês-Zebu. A exposição ao sistema de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE) por um período de 30 minutos no curral de espera foi capaz de manter as variáveis ambientais (temperatura de bulbo seco e umidade relativa do ar) dentro dos limites recomendados. A exposição dos animais à climatização na sala de espera possibilitou melhor acondicionamento térmico ambiental, tendo como resposta menores valores para as variáveis fisiológicas como a temperatura retal, frequência respiratória e temperatura de pelame, promovendo maior produção de leite por vaca (4,4% a mais quando comparado aos animais que não tiveram acesso à climatização na pré-ordenha) e um maior bem-estar e conforto térmico aos animais.

Zotti et al. (2017) também avaliaram o efeito da climatização da sala de espera sobre o conforto térmico e produção de leite de vacas da raça Holandesa criadas a pasto sem sombreamento, no município de Nova Erechim-SC. O emprego da ventilação forçada associada à nebulização por um período de 30 minutos, foi capaz de proporcionar melhor ambiente térmico, maior conforto térmico e maior produção de leite. A produção de leite apresentou aumento de 0,47 kg/dia/vaca ($P<0,02$) quando comparada ao tratamento controle (sem climatização).

Os resultados obtidos nos estudos são importantes, uma vez que grande parte do leite produzido no Brasil é oriundo de sistemas a pasto e sem disponibilidade de sombra e, desta forma, a climatização na sala de espera contribui para redução do estresse térmico dos animais além de ter impacto positivo na produção de leite.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os bovinos de leite têm seu desempenho produtivo e reprodutivo fortemente afetados pelo ambiente térmico e, dada a importância da pecuária de leite dentro do setor agropecuário no país, a utilização de estratégias que visem proporcionar maior conforto térmico e condições adequadas de produção são de extrema importância. As estratégias que podem ser utilizadas vão desde as mais simples, como o uso de sombreamento natural e artificial em áreas de pasto e na pré-ordena, até o uso de grandes galpões dotados de sistemas de ventilação forçada e sistemas de resfriamento evaporativo capazes de proporcionar redução da temperatura ambiente e, assim, proporcionar maior conforto térmico com efeitos positivos sobre a eficiência produtiva dos animais.

REFERÊNCIAS

ACGHMG – Associação dos Criadores de Gado Holandês de Minas Gerais. Que casa escolher? **Jornal Holandês**, Minas Gerais. 2021. Disponível em: <<http://gadoholandes.com/jornal/2016/10/18/que-casa-escolher/>>. Acesso em: 03 abr. 2021.

AGUIAR, A. P. A. Sistemas intensivos de produção de leite em pasto: irrigação e altos níveis de adubação em pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO NACIONAL (5º) e INTERNACIONAL (3º) DE BOVINOCULTURA LEITEIRA. 2015, Viçosa, **Anais [...]**. Viçosa: UFV, 2015. P. 113-140. Disponível em: <<https://www.simleite.com/arquivosAnais/arquivo155>>. Acesso em: 14 jan. 2021.

ALMEIDA, P. L. G.; PAMDORFI, H.; GUISELINI, C.; ALMEIDA, P. A. G.; MORRIL, B. B. W. Investimento em climatização na pré-ordenha de vacas girolando e seus efeitos na produção de leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.12, p.1337–1344, Campina Grande, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662010001200013>. Acesso em 14 jan. 2021.

ALMEIDA, P. L. G.; PANDORFI, H.; GUISELINE, C.; HENRIQUE, M. H.; ALMEIDA, P. A. G. Uso do sistema de resfriamento adiabático evaporativo no conforto térmico de vacas da raça girolando. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.7, p.754–760, Campina Grande, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662011000700015>. Acesso em: 14 jan. 2021.

ALVES, R. A.; MARINHO, M. C.; ABREU, V.; BARROS, M. K. **Boletim Setorial do Agronegócio: Bovinocultura leiteira**. Boletim Setorial do Agronegócio 03, Recife: SEBRAE, 2010. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Boletim-Bovinocultura.pdf>>. Acesso em 20 jan.2021.

ALVES, E. R. A.; LÍCIO, A. M. A.; CONTINI, E. Perspectivas do Brasil no comércio internacional de lácteos. In: VILELA, D; FERREIRA, R. P; FERNANDES, E. N; JUNTOLLI, F. V. **Pecuária de leite no brasil cenários e avanços tecnológicos**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2016. p. 17-31. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/155965/1/Perspectivas-do-Brasil.pdf> >. Acesso em: 03 abr. 2021.

ANÁLISE DE CONJUNTURA E PERSPECTIVAS DO AGRO 2020 – **LEITE**, v. 15, n. 3, março, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6912>. Acesso em: 14 jan. 2021.

ARCARO JUNIOR. I. **Avaliação da influência de ventilação e aspersão em coberturas de sombrite para vacas em lactação**. 2000. Tese (Doutor Engenharia Agrícola) FEAGRI, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/257641>>. Acesso em :28 jan. 2021.

ASSIS, A. G.; STOCK, L. A.; CAMPOS, O. F.; GOMES, A. T.; ZOCCAL, R.; SILVA, M. R. **Sistema de produção de leite no Brasil**. Circular técnica, Juiz de Fora, p. 5, 2005. ISSN 1517-

4816. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/65268/1/CT-85-Sist-prod-leite-Brasil.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2021.

AZEVEDO, M.; PIRES, A. F. M.; SATURNINO, M. H.; LANA, Q. M. A.; SAMPAIO, M. B. I.; MONTEIRO, N. B. J.; MORATO, E. L. 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**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2000-2008, 2005. ISSN 1806-9290. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbz/v34n6/27254.pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2021.

AZEVÊDO, D. M. R.; ALVES, A. A. **Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos**. 1 ed, 83 p, Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/664507/bioclimatologia-aplicada-a-producao-de-bovinos-leiteiros-nos-tropicos>>. Acesso em: 27 jan. 2021.

BARBERG, E.A.; ENDRES, I. M.; SALFER, A. J.; RENEAU, K. J. Performance and welfare of dairy cows in an alternative housing system in Minnesota. **Journal of Dairy Science**. Minnesota, v. 90, 3. ed. p. 1575-1583, 2007. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030207716430>>. Acesso em 21 mar. 2021.

BERMAN, A. Invited review: are adaptations present to support dairy cattle productivity in warm climates? **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 5, p. 2147-2158, 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030217308494>>. Acesso em: 28 fev. 2021.

BERNAERDES, A. Tipos de instalações de confinamento de vacas leiteiras e suas vantagens e desafios. Prodap. 2020. Disponível em: <https://prodap.com.br/pt/blog/instalacoes-para-gado-de-leite-quais-sao-como-fazer-e-vantagens>. Acesso em: 10 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Bem-Estar Animal no Transporte Marítimo ou Fluvial de Animais Vivos**, Panorama da Atividade no Brasil e na Espanha. Guia, Brasília: IBICT, 2016. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/bem-estar-animal/arquivos/TrabalhofinalFITO009.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2021.

BRASIL. Secretaria de Agricultura e Abastecimento Coordenadoria de Defesa Agropecuária. São Paulo. **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal**. In: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Coordenadoria de Defesa Agropecuária, São Paulo, março de 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9013.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%209.013%2C%20DE%2029,de%20produtos%20de%20origem%20animal.>. Acesso em 21 mar. 2021.

BRITO, C. E. **Produção intensiva de leite em compost barn: Uma avaliação técnica e econômica sobre a sua viabilidade**. 2016, Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/3110>>. Acesso em: 13 jan. 2021.

BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 9, n. 2 p. 1-11, 2004. SSN: 1517-784X.

Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/veterinary/article/view/4057>>. Acesso em: 21 jan. 2021.

CAMPOS, A. T.; KLOSOWSKI, E. S.; CAMPOS, A. T. **Construções para gado de leite: Instalações para Novilhas.** 2006. Disponível em: <<http://www.infobibos.com/artigos/zootecnia/constleite/index.htm>>. Acesso em: 25 fev. 2021.

CAMPOS, O. F.; MIRANDA, J. E.C. **O produtor pergunta, a Embrapa responde, Coleção 500 perguntas, 500 respostas.** Juiz de Fora, MG: Embrapa, 2012. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/89669/1/24399.pdf>>. Acesso: 03 de abr. 2021.

CARVALHO FILHO, M. O.; ARAÚJO, L. G. G.; LANGUIDEV, H. P.; SÁ, L. J.; LIMA, B. M.V. **Embrapa gado de leite, Infra-Estrutura, Orientação das Instalações Sistema de Produção.** Embrapa gado de leite, 2002. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteSemiArido/infra/instalacoes.html>>. Acesso em: 02 mar. 2021.

CERTIFIED HUMANE BRASIL. 2021. Disponível em: <https://certifiedhumanebrasil.org/>. Acesso em 10 maio 2021.

CHIAVASSA, C. 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/18378170/confinamento-mais-confortavel-ao-gado-desperta-interesse-de-produtores-de-leite>>. Acesso em: 16 fev. 2021.

COLLIER, R. J.; DAHL, G. E.; VANBAALE, M. J. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Arizona, v. 89, n. 4, p. 1244-1253, 2006. Disponível em: <https://cals.arizona.edu/extension/dairy/facilities_cooling/1244.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2021.

CONCEIÇÃO, M. N. **Avaliação da influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas em pastagens.** 2008. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11131/tde-18112008-142644/pt-br.php>>. Acesso em 16 fev. 2021.

DAL MÁ, F. E.; DEBIAGE, R. R.; SCHUH, B. R. F.; GUIRRO, E. C. B.P: Estresse térmico em bovinos leiteiros – impactos, avaliação e medidas de controle. **Revista veterinária em foco**, Canoas, v. 17, n. 2, p. 42-55, 2020. Disponível em: <<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/veterinaria/article/view/5522/3852>> Acesso em: 08 mar. 2021.

DANTAS, M. R. T.; JUNIOR, J. B. F.S.; DOMINGOS, H. G. T.; TORQUATO, J. L.; SÁ FILHO, G. F.; COSTA, L. L.M. Termorregulação de bovinos em ambiente tropical: uma abordagem com ênfase nas respostas fisiológicas. **PUBVET**, Londrina, v. 6, n. 7, ed. 194, 2012. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/uploads/90e4345d459c5b07c437e93cd5fce03b.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2021.

FARIA, G. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/10230733/planilha-calcula-sombreamento-em-sistemas-de-integracao>. Acesso em 10 maio 2021.

FAWC. Farm Animal Welfare Council. **Farm Animal Welfare in Great Britain: Past, Present and Future.** Londres, 2009. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/319292/Farm_Animal_Welfare_in_Great_Britain_-_Past__Present_and_Future.pdf. Acesso em :20 jan. 2021.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos.** 2ª ed. p. 401, Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2011.

FERREIRA, I. C.; MARTINS, C. F.; FONSECA NETO, A. M.; CUMPA, H. C. B. **Conforto Térmico em Bovinos Leiteiros a Pasto.** p. 87, Planaltina: Embrapa Cerrados, 2017.

FERREIRA, C. I.; MARTINS, F. C.; NETO, F. M. A.; CUMPA, B. C. H. **Conforto Térmico em Bovinos Leiteiros a Pasto.** p. 28-32, Planaltina: Embrapa Cerrados, 2017. ISSN 1517-5111. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1092310/conforto-termico-em-bovinos-leiteiros-a-pasto>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

FUNDAÇÃO ROGE. 2021. Disponível em: <https://www.fundacaoroge.org.br/blog/vantagens-e-desafios-dos-diferentes-sistemas-de-confinamento>. Acesso em 10 maio 2021.

GARCIA, R. P. **Galpão freestall com sistema de resfriamento evaporativo e ventilação cruzada: desempenho térmico, zootécnico e o nível de bem-estar animal.** 2017, Tese (Doutorado em ciências área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas), USP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2017. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11152/tde-19032018-181528/publico/Paulo_Rogério_Garcia_versao_revisada.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2021.

GRIGOL, N. **Perspectiva de 2021:** baixa oferta deve manter acirrada disputa por matéria prima. Boletim do leite, Piracicaba, CEPEA - ESALQ/USP. Ano 27, n.307. 2021. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/revista/pdf/0799253001611003121.pdf>>. Acesso em: 09 mar. 2021.

GUESINE, D, G. **Sistema compost barn para bovinos leiteiros e seus reflexos nos parâmetros ambientais, desempenho e produção durante o verão em diferentes fases da lactação.** 2020. Tese (Mestre em Ciências), Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2020. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11152/tde-07052020-151244/publico/Giovane_Debs_Guesine_versao_revisada.pdf> Acesso em: 18 fev. 2021.

HÖTZEL, M. J.; MACHADO FILHO, L. C. P. Bem-estar Animal na Agricultura do Século XXI. **Revista de Etologia**, Santa Catarina, Vol. .6, n. 1, p .03-15, 2004. Disponível <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/reto/v6n1/v6n1a01.pdf>> Acesso em: 20 jan. 2021.

MARTELLO, S, L. **Interação animal-ambiente: efeito do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em free-stall.** Pirassunga. 2006, Tese

(Doutorado em Zootecnia), Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP, Pirassununga, 2006. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-05102006-091637/publico/DO3245260.pdf>> Acesso em: 18 fev. 2021.

MARTINS, T. M.; FONSECA, A. P.; DIAS, S. V.; DUTRA, P. A.; BORGES, A. M. **10 dicas de ouro para aumentar a taxa de prenhez**. janeiro, ed. 91, 2018. Disponível em: <<https://www.revistaleiteintegral.com.br/noticia/10-dicas-de-ouro-para-aumentar-a-taxa-de-prenhez>> Acesso em: 03 abr. 2021.

MELO, A. F.; MOREIRA, J. M.; ATAÍDES, D. S.; GUIMARÃES, R. A. M.; LOIOLA, J. L.; SARDINHA, H. C. Efeitos do estresse térmico na produção de vacas leiteiras: Revisão. **Pubvet**, v. 10, n. 10, p. 721-730, Rio Verde, 2016. Disponível em: <<https://www.pubvet.com.br/uploads/e456aa0ec23214cfa67dad70bb1dcc4b.pdf>> Acesso em: 19 jan. 2021.

MARTINS, M. C.; BEDUSCHI, G.; MOSQUIM, M. C. de A. A contribuição da indústria de laticínios no desenvolvimento da pecuária de leite. In: VILELA, D; FERREIRA, R. P; FERNANDES, E. N; JUNTOLLI, F. V. **Pecuária de leite no brasil cenários e avanços tecnológicos**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2016. p. 17-31. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164236/1/Pecuaria-de-leite-no-Brasil.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2021.

MIRANDA, C. E. J.; FREITAS, F. A. Raças e tipos de cruzamentos para produção de leite. **Circular técnica**, Juiz de Fora, 2009. ISSN 1678-07X. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/65294/1/CT-98-Racas-e-tipos-de-cruzamentos.pdf>> Acesso em: 27 jan. 2021.

MOLENTO, C. F. M. Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos - revisão. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2005. ISSN 2317-6822. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/veterinary/article/view/4078/3305>>. Acesso em: 27 jan. 2021.

MOTA, C. V.; CAMPOS, T. A.; DAMASCENO, A. F.; REZENDE, M. A. E.; REZENDE, A. P. C.; ABREU, R. L.; VAREIRO, T. Confinamento para bovinos leiteiros: Histórico e características. **Pubvet**, Maringá, v. 11, n. 5, p. 433-442, 2017. ISSN 1982-1263. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/uploads/4a3909e61dd75fd096dbdd72a4b74a43.pdf>>. Acesso em: 09 mar. 2021.

NEIVA, R. **Brasil tem a primeira instalação de compost barn destinada à pesquisa**: Embrapa Gado de Leite, Brasília, 2020 Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/53360675/brasil-tem-a-primeira-instalacao-de-compost-barn-destinada-a-pesquisa>>. Acesso em: 18 fev. 2021.

OIE. Organização Mundial da Saúde Animal (World Organisation for Animal Health). Chapter 7: Introduction to the recommendations for animal welfare. In: Terrestrial Animal Health Code, Volume 1. 2010. Disponível em: https://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahc/current/chapitre_aw_introduction.pdf. Acesso em: 03 abril. 2021.

OLIVEIRA, P. P. A. Dimensionamento de piquetes para bovinos leiteiros, em sistemas de pastejo rotacionado. **Comunicado técnico**, São Carlos, dezembro, 2006. ISSN 1981-206X. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPPSE/16797/1/Comunicado-Tecnico-65.pdf>> Acesso em: 03 abril. 2021.

OLIVEIRA, V.; AMARAL, J. J. O. Amazônia e o processo de colonização da fronteira agrícola: o caso de Rondônia. **Cadernos CERU**, v. 29, n. 2, 2018. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/ceru/article/view/155269>>. Acesso em: 09 mar. 2021.

PESSIONOTTO, M.; MOURA, J. A. D.; CRUZ, F. V.; SOUZA, L. R. S.; LIMA, O. A. K.; MENDES, S. A. Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy, **Ciência Rural**, Santa Maria, vol. 39, n. 5, 2009, ISSN 1678-4596. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782009000500029>. Acesso em 25 fev. 2021.

PINHEIRO, A. A.; BRITO, F. I. Bem-estar e Produção Animal. **Embrapa Caprinos e Ovinos**, Sobral, 1. ed. 2009. ISSN 1676-7959. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/748310/1/doc93.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2021.

PIRES, M. F. Á.; VILELA, D.; VERNEQUE, R.S.; TEODORO, R. L. **Reflexos do estresse térmico no comportamento de vacas em lactação**. p. 68-102. 1998. In: Silva I.J.O. (Ed.), *Ambiência na Produção de Leite*. Piracicaba: FEALQ.

PIRES, M. F. A.; CAMPOS, A. T. Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite. **Comunicado técnico EMBRAPA**, Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2004. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/594946/1/COT42Modificacaoesambientais.pdf>>. Acesso em 3 abril. 2021.

PIRES, A. F. M. Manejo nutricional para evitar o estresse calórico. **Comunicado técnico**, EMBRAPA, Juiz de Fora, novembro, 2006. ISSN 1678-3123. Disponível em: <<https://docs.ufpr.br/~freitasjaf/artigos/manestrescal.pdf>> Acesso em: 27 jan. 2021.

REZENDE, S. R.; MUNHOZ, S. K.; NASCIMENTO, M. R. B. M.; GUIMARÃES, J. L. N. Características de termorregulação em vacas leiteiras em ambiente tropical: revisão. **Veterinária Notícias**, v. 21, n. 1, 10 abr. 2015. Disponível em: <[https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/veterinaria-noticias/21-\(2015\)-1/caracteristicas-de-termorregulacao-em-vacas-leiteiras-em-ambiente-trop/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/veterinaria-noticias/21-(2015)-1/caracteristicas-de-termorregulacao-em-vacas-leiteiras-em-ambiente-trop/)>. Acesso em: 02 fev. 2021.

ROCHA, D.T.; RESENDE, J. C.; MARTINS, P.C. **Evolução tecnológica da atividade leiteira no Brasil: uma visão a partir do sistema de produção**, Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2018. ISSN 1516-7453. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/185208/1/DOC-212-Evolucao-Sistema-de-Producao.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2021.

ROCHA, R. D.; CARVALHO, R. G.; REZENDE, C.; J. **Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária**. Circular técnica 123, Juiz de Fora: EMBRAPA, 2020. ISSN 1678-037X.

Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/215880/1/CT-123.pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2021.

RODRIGUES, L. A.; SOUZA, B. B.; PEREIRA FILHO, M. J. Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 06, n 02, p. 14-22, 2010. ISSN 1808-6845. Disponível em: <http://www.cstrold.sti.ufcg.edu.br/bioclimateologia/artigos_tecnicos/Influencia_sombreamento_o_sistemas_resfriamento.pdf> Acesso em: 22 jan. 2021.

SALMAN, D. K. A.; MATARAZZO, V. S.; JUNIOR, A. I.; MELLO, S. D. Ambiência nas instalações para produção de leite. In: SALMAN, A. K. D.; PFEIFER, L. F. M. **Pecuária Leiteira na Amazônia**. 1. ed. Rondônia: Embrapa, 2020, p. 203-220. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1126176>> Acesso em: 22 jan. 2021.

SANTOS, A.P.P.; SANTOS, K. J. C. de; COSTA, M. A.; FERRO, D. A. C.; FERRO, R. A. C. Bem-estar na bovinocultura relacionado à produção. **PUBVET**, Londrina, V. 7, N. 15, Ed. 238, Art. 1574, Agosto, 2013. Disponível em: <<https://www.pubvet.com.br/uploads/4e80aa926179c4bc592336f319560dab.pdf>>. Acesso em 03 abr. 2021.

SANTOS, F. P.C.; JAYME, D. G.; OLIVEIRA, N. D.; JAYME, C. G.; PEREIRA, T. F. Doma racional de bovinos. **Cadernos técnicos de veterinária e zootecnia**. Cap.1, n 78, 2015. Disponível em: <https://vet.ufmg.br/ARQUIVOS/FCK/file/editora/caderno%20tecnico%2078%20doma%20racional%20bovinos.pdf>. Acesso em: 16 março. 2021.

SCHUTZ, K. E.; ROGERS, A. R.; POULOUIN, Y. A.; COX, N. R.; TUCKER, C. B. The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. v. 93, Issue 1. 2010. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030210702721>>. Acesso em: 03 fev. 2021.

SILANO, C.; SANTOS, V. M. **Compost Barn: Uma alternativa para o confinamento de vacas leiteiras**. MILKPOINT, São Paulo, 10 de novembro de 2012. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/marco-veiga-dos-santos/compost-barn-uma-alternativa-para-o-confinamento-de-vacas-leiteiras-204771n.aspx>. Acesso em: 03 fev. 2021.

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

SILVA, R. G. Predição da configuração de sombras de árvores em pastagens para bovinos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 268-281, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/eagri/v26n1/30118.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2021.

SILVA, L. L. G.G.; RESENDE, A. S.; DIAS, P.F.; SOUTO, S. M.; AZEVEDO, B. C.; VIEIRA, S. M.; COLOMBARI, A. A.; TORRES, A. Q. A.; MATTA, P. M.; PERIN, T. B.; MIRANDA, C. H. B.; FRANCO, A. A. **Conforto térmico para novilhas mestiças em sistema silvipastoril**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Seropédica: EMBRAPA Agrobiologia, n. 34, p. 1-25, 2008. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/629889/conforto-termico-para-novilhas-em-sistema-silvipastoril>>. Acesso em: 03 abril. 2021.

SILVA, D. M. O.; MELO, G. J.; OLIVEIRA, B. H.; BEZERRA, J. D. C.; VIGODERIS, R. B.; HOLANDA, M. C. R.; HOLANDA, M. A. C.; JÚNIOR, J. P. S. **Avaliação prática do bem-estar e sua interferência na produção animal baseado no princípio das cinco liberdades**. Garanhuns, 2009. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/r0815-2.pdf>> Acesso em: 22 jan. 2021.

SILVA, R. O. P. **Análise de Conjuntura e Perspectivas do Agro 2020 – leite**. Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Instituto de Economia Agrícola (IEA), São Paulo, 2020. Disponível em: <<http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=14770>> Acesso em: 09 mar. 2021.

SIMÕES, G. H. **Avaliação de estresse térmico em vacas de leite em free stall sob diferentes condições de climatização**. 2014. Dissertação (Pós-graduação em Ciência Animal), universidade federal do Paraná, Palotina 2014. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/36879>>. Acesso em: 06 abr. 2021.

SOARES, L.Q. **Sombrite: Alternativa que funciona**. Ribeirão Preto, 29 de março de 2020. Disponível em: <<https://cerradopec.com.br/2020/03/29/sombrite-alternativa-que-funciona/>>. Acesso em: 03 abr. 2021.

SOUZA, B. B.; SILVA, I. J. O.; SANTOS, R. F. S.; ZOTTI, C. A.; GARCIA, P. R. **Estudo do ambiente físico sobre as respostas fisiológicas de novilhas de raça leiteira**. Piracicaba, 2010. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2010_4/NovilhasLeiteiras/index.htm>. Acesso em: 27 mar. 2021.

SOUZA, B. B.; SILVA, I. J. O.; MELACE, E. M.; SANTOS, R. F. S.; ZOTTI, C. A.; GARCIA, P. R. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 06, n 02 p. 59–65, 2010. ISSN 1808-6845. Disponível em: <<http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/69>>. Acesso em: 04 abr. 2021.

SOUZA, K.A.; ABRANTES, R. S. X.; SANTOS, C. L. A.; SOARES, D. M.A.; SANTOS, V.C.; LOILA, M. V.C.; LIMA, P. M. F.; SANTOS, E. L.A. Panorama de sistema de produção de leite no Brasil, **INTESA – Informativo Técnico do Semiárido**, Pombal, v 10, n 2, p57 - 61, 2016. ISSN 2317-305X. Disponível em: <<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/INTESA/article/view/4564/3932>>. Acesso em: 09 mar. 2021.

STOCK, L. A.; LEITE, J. L. B.; RESENDE, J. C. de. Leite na China ganha maior escala. In: MARTINS, P. do. C.; ZOCCAL, R.; RENTERO, N.; ALBURQUERQUE, A. Anuário Leite 2020: leite de vacas felizes. Embrapa Gado de Leite, São Paulo. 2020. 102p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1124722/anuario-leite-2020-leite-de-vacas-felizes>>. Acesso em: 09 mar. 2021.

SULEIMAN, K. **Bem-estar animal: sombra é essencial em regiões de clima quente**. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS, setembro de 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2076492/bem-estar-animal-sombra-essencial-em-regioes-de-clima-quente>> Acesso em: 01 março. 2021.

SUSSAI, J. **Vacas em pasto sombreado, Vacas holandesas à sombra, em campo experimental da Embrapa Pecuária Sudeste**, São Carlos, 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-imagens/-/midia/4919001/vacas-em-pasto-sombreado>> Acesso em: 03 abr. 2021.

TELES, E. B. S.; SOUZA, S. A.; SANTANA, C. C.; SILVA, M. A. V.; QUADROS, D. G.; SANTOS, L. H. B.; FELIX, R. S.; SANTOS, H. C. Efeito do conforto térmico sobre a estimativa da taxa de concepção e a produção de bovinos leiteiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 28, 2018, Goiânia. **Anais [...]** Guanambi, 2018. Disponível em: <<http://www.adaltech.com.br/anais/zootecnia2018/resumos/trab-2118.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2021.

USDA. Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. **Dairy: world marketing and trade**. Dezembro, 2020. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/dairy.pdf>>. Acesso em: 09 mar. 2021.

VILELA, D; FERREIRA, R. P; FERNANDES, E. N; JUNTOLLI, F. V. **Pecuária de leite no brasil cenários e avanços tecnológicos**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2016. p. 17-31. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164236/1/Pecuarria-de-leite-no-Brasil.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2021.

ZAFALON, L. F.; POZZI, C. R.; CAMPOS, F. P. de; ARCARO, J. R. P.; SARMENTO, P.; MATARAZZO, S. V. Boas práticas de ordenha. São Carlos: Embrapa Pecuária, 2008. Disponível em: <<https://central3.to.gov.br/arquivo/228631/#:~:text=A%20sala%20de%20espera%20deve,animais%20e%20para%20o%20ordenhador>>. Acesso em: 10 maio 2021.

ZOTTI, C. A.; ZOTTI, M. L. N.; PETROLI, T. G.; BASSO, A. C. Climatização da sala de espera para vacas criadas a pasto sem sombreamento. **Archivos de Zootecnia**, Santa Catarina, 2017. Disponível em: <<https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/view/2318>>. Acesso em: 18 fev. 2021.