

Artigo

Inovações arquitetônicas para o conforto térmico de bovinos: tendências e desafios no semiárido

Architectural innovations for thermal comfort of cattle: trends and challenges in the semi-arid region

Mônica Valéria Barros Pereira¹, Aline Carla de Medeiros², Patrício Borges Maracajá², Maria Clidineide da Silva Carlos¹, Raimundo Jackson Nogueira da Silva³, José Anderson Moura de Souza⁴, José Edinando Cezário dos Santos⁴, José Cezario de Almeida² Camila Vieira de Sousa Gurjão⁶ & Thalita Sévia Soares de Almeida Magalhães⁵

¹ Alunas do Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, campus Pombal. E-mails: monica.barros@live.com e clidineide@gmail.com.

² Professores do Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, campus Pombal. E-mails: alinecarla.edu@gmail.com, patriciomaracaja@gmail.com e cezariojus@hotmail.com.

³ Licenciado em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará. E-mail: jacksonefi13@gmail.com.

⁴ Professores das Faculdades Integradas do Ceará, Iguatu, CE. E-mail: andersonczmoura@gmail.com e joseedinando@gmail.com.

⁵ Doutora em Ciências Farmacêuticas (UFRN). Docente do Ensino Superior. Pesquisadora. Farmacêutica junto ao Cons. Federal de Farmácia. E-mail: thalitasevia22@gmail.com.

⁶ Bolcista PCI INSA – Instituto Nacional do Semiárido. E-mail: camilavgurjao@gmail.com



Resumo: No contexto do semiárido, onde as condições climáticas são desfavoráveis, surgem desafios para o conforto térmico dos bovinos. É necessário buscar inovações arquitetônicas que minimizem os efeitos adversos do clima sobre o gado. O bem-estar dos bovinos é essencial para sua produtividade e qualidade de vida, uma vez que condições climáticas inadequadas podem afetar negativamente sua saúde e desempenho. Nesse sentido, esse artigo buscou analisar as inovações arquitetônicas, tendências e desafios para o conforto térmico de bovinos no semiárido brasileiro. Para tanto, realizou-se uma revisão da literatura com abordagem qualitativa. Para levantamento dos trabalhos acadêmicos foram utilizadas a base da Web of Science (CAPES) e o Google Acadêmico, e os descritores “Conforto térmico”, “Arquitetura” e “Semiárido”. A princípio, a busca pelos descritores foi dada individualmente, utilizando-se posteriormente os cruzamentos utilizando o operador booleano “and”. Ainda assim, para a seleção da amostra, foram válidos os seguintes critérios de inclusão: apenas artigos publicados no idioma português, no período de 2018 a 2023, que retratam a temática em estudo. Os resultados mostraram diferentes estratégias de construção, incluindo o uso de materiais inovadores como a bioconstrução, que oferece benefícios em termos de eficiência energética e sustentabilidade ambiental. Além disso, esses materiais possuem propriedades isolantes que contribuem para o controle da temperatura interna das instalações pecuárias. Outro aspecto discutido foi a implementação de sistemas de ventilação, como o sistema cruzado, que promove a circulação do ar e auxilia no resfriamento dos animais. O paisagismo também foi destacado como uma estratégia relevante, pois proporciona áreas sombreadas e locais de descanso mais agradáveis. No entanto, apesar das vantagens evidentes das inovações arquitetônicas, existem desafios técnicos, econômicos, ambientais e de infraestrutura que podem limitar sua adoção. A falta de conhecimento especializado, os altos custos iniciais e a ausência de políticas e incentivos adequados foram mencionados como obstáculos a serem superados.

Palavras-chave: Arquitetura. Bovinos. Conforto térmico. Semiárido.

Abstract: In the semi-arid context, where climatic conditions are unfavorable, challenges arise for the thermal comfort of cattle. It is necessary to seek architectural innovations that minimize the adverse effects of climate on livestock. The well-being of cattle is essential for their productivity and quality of life, as inadequate climatic conditions can negatively affect their health and performance. This article analyzes architectural innovations, trends, and challenges for the thermal comfort of cattle in the Brazilian semi-arid region. A literature review was conducted using qualitative approach, utilizing the Web of Science (CAPES) and Google Scholar databases with the descriptors "Thermal comfort", "Architecture," and "Semi-arid." Different construction strategies were identified, including the use of innovative materials such as bioconstruction, which offers benefits in terms of energy efficiency and environmental sustainability. These materials also possess insulating properties that contribute to controlling the internal temperature of livestock facilities. The implementation of ventilation systems, such as the crossed system, promotes air circulation and aids in cooling the animals. Landscaping was highlighted as a relevant strategy, providing shaded areas and pleasant resting places. However, despite the advantages of architectural innovations, there are technical, economic, environmental, and infrastructure challenges that can limit their adoption. Overcoming obstacles such as lack of specialist knowledge, high initial costs, and inadequate policies and incentives is crucial for the successful implementation of these innovations.

Keywords: Architecture. Cattle. Thermal comfort. Semi-arid.

1 INTRODUÇÃO

A pecuária desempenha um papel crucial na economia e na segurança alimentar de diversas regiões, e a busca por melhores condições de criação e bem-estar dos animais tem se tornado uma preocupação constante. No contexto do semiárido, onde as condições climáticas são desfavoráveis, surge a necessidade de inovações arquitetônicas para o conforto térmico de bovinos. De acordo com Lima et al., (2017) essa região apresenta características climáticas marcadas por altas temperaturas e baixa disponibilidade de água, o que pode impactar negativamente o conforto térmico dos bovinos. Diante desse desafio, torna-se imprescindível buscar inovações arquitetônicas que possam minimizar os efeitos adversos do clima sobre o gado.

A importância desse tema reside na necessidade de garantir o bem-estar dos bovinos, que influencia diretamente em sua produtividade e qualidade de vida. Segundo Ferreira (2011) os bovinos submetidos a condições climáticas inadequadas podem apresentar redução no consumo de alimentos, estresse térmico, queda na produção leiteira e até mesmo problemas de saúde. Portanto, buscar soluções arquitetônicas para proporcionar conforto térmico aos animais é fundamental para garantir seu bem-estar e, conseqüentemente, o sucesso da atividade pecuária no semiárido.

Além da importância direta para a pecuária, as inovações arquitetônicas para o conforto térmico de bovinos também se destacam pela relevância ambiental e sustentável. Pereira et al., (2017) destacam que práticas inadequadas de criação de animais podem gerar impactos negativos no meio ambiente, como a poluição do solo e dos recursos hídricos. Ao proporcionar um ambiente mais adequado e confortável para os bovinos, é possível reduzir o estresse térmico e, conseqüentemente, diminuir a demanda por recursos naturais, como água e energia, além de minimizar os impactos ambientais associados à pecuária.

Colaborando, Perissinotto et al., (2009) relatam que devido à crescente demanda por produção de alimentos em larga escala, o confinamento de animais surgiu como uma alternativa para aumentar a produtividade por meio do controle das condições ambientais no local de alojamento. No entanto, essa abordagem apresentou novos desafios, bem como oportunidades para gerenciar rebanhos com maior conforto, permitindo níveis de produção superiores sem comprometer a saúde e a reprodução dos animais. Nesse contexto, fatores externos relacionados ao ambiente podem interferir no microclima dentro das instalações, resultando em impactos negativos na produção e conseqüentes prejuízos econômicos para a exploração. Uma maneira de avaliar as respostas dos animais ao ambiente térmico é observando parâmetros fisiológicos, como a Temperatura Retal (TR) e a Frequência Respiratória (FR).

Diante desses aspectos, a justificativa para a pesquisa sobre inovações arquitetônicas para o conforto térmico de bovinos no semiárido é clara. É fundamental desenvolver soluções que atendam às necessidades dos animais, dos produtores e do meio ambiente, promovendo uma pecuária mais sustentável e resiliente. Através do estudo e análise das tendências e desafios nesse campo, será possível identificar e implementar soluções eficazes para garantir o conforto térmico dos bovinos no semiárido.

O objetivo é analisar as inovações arquitetônicas, tendências e desafios para o conforto térmico de bovinos no semiárido brasileiro

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O ESTUDO DA AMBIÊNCIA EM BOVINOS

Em muitas regiões de clima tropical, bovinos de corte e de leite são mantidos em pastagens durante todo o ano. A exposição a intensa incidência de radiação solar direta submete estes animais a situações termicamente estressantes, com impactos negativos na saúde, bem-estar e produtividade (VAN LAER et al., 2015; VIZZOTTO et al., 2015).

O desenvolvimento do conceito de ambiência dialoga com questões microclimáticas, estas por sua vez são intrínsecas ao interior ou entorno imediato de uma edificação, naturalmente influenciado pelas condições climáticas externas. Baêta e Souza (2010) discutem que o ambiente de produção é conotado por um conjunto de elementos, tais como os físicos, climáticos, químicos e sociais, os quais de forma simultânea ou espontânea podem desempenhar e influenciar as condições de forma favorável ou não comportamento produtivo dos animais.

Desta forma, Ferreira (2011) discorre que ambiência é o resultado do espaço arquitetônico preparado e desenvolvido para cumprir a função de abrigo, uma análise qualificada de sobre diferentes vetores, tais como os térmicos, aéreo, biológico, físico, acústico e social. Nela devem ser observadas as formas de promover conforto ao animal através da qualificação do ambiente.

Broom et al., (2010) refere-se ao ambiente como elemento responsável pelo bem-estar do indivíduo ou comunidade em que ele/eles vive. Portanto a caracterização de modelo ou sistema de produção, o tipo de instalação e de técnicas de manejo devem promover de forma eficiente os efeitos do estresse térmico sobre as aves, o estudo do ambiente e suas interferências homeotérmicas da fisiologia animal tornam-se imprescindíveis.

Kodaira et al., (2015) considera que no interior das instalações destinadas a vivência desempenhem um papel como zona de termoneutralidade, cujo os extremos devam ser limitados pelas temperaturas críticas inferior e superior.

A temperatura em que os animais se sentem confortáveis é chamada de zona de termoneutralidade, que possui limites determinados pela temperatura crítica inferior e superior. Quando a temperatura fica abaixo do limite inferior, os

animais experimentam estresse pelo frio, enquanto acima do limite superior sofrem estresse pelo calor. A Tabela 1 apresenta os valores de temperatura crítica inferior, superior e os intervalos de conforto térmico para diferentes espécies. **Tabela 1:** Valores comuns de temperatura efetiva crítica inferior (TCI), temperatura crítica superior (TCS) e conforto térmico (TC), em OC, para algumas espécies de animais

Animal	TCI	TC	TCS
Recém-nascido			
Bovino	10	18 a 21	26
Ovelha	6	25 a 30	34
Galinha	34	35	39
Humano	23	32 a 34	37
Adulto			
Ovelha	-20	15 a 30	35
Galinha	15	18 a 28	32
Bovino europeu	-10	-1 a 16	27
Bovino indiano	0	10 a 27	35
Coelho	10	15 a 25	30
Caprino	-20	20 a 30	34

Fonte: AZEVÊDO, 2009.

Quando os animais estão enfrentando estresse pelo frio ou estresse pelo calor, eles adotam mecanismos para manter a temperatura corporal dentro dos níveis normais. No caso do estresse pelo frio, os animais produzem calor (termogênese), que pode ocorrer através de um aumento no consumo de alimentos para gerar uma maior quantidade de calor interno (calor endógeno). Já no estresse pelo calor, os animais reduzem a ingestão de alimentos para diminuir a produção interna de calor (reduzir a taxa metabólica) e dissipá-lo para o ambiente por meio de processos como condução, convecção, radiação ou evaporação (termólise).

Segundo Van Laer et al., (2015) e Vizzotto et al. (2015) os impactos desse estresse térmico causado pela radiação solar intensa. Essas pesquisas revelam que bovinos mantidos em pastagens tropicais estão sujeitos a uma série de desafios relacionados à temperatura ambiente elevada, incluindo aumento da temperatura corporal, redução da ingestão de alimentos, alterações no comportamento, diminuição da taxa de crescimento e comprometimento da eficiência reprodutiva (VAN LAER et al., 2015; VIZZOTTO et al., 2015).

A exposição prolongada ao calor intenso afeta negativamente a homeostase térmica dos bovinos, levando a um aumento da frequência respiratória e da sudorese como mecanismos de dissipação de calor. No entanto, esses mecanismos muitas vezes não são suficientes para compensar a carga térmica imposta pelos altos níveis de radiação solar. Como resultado, os bovinos podem experimentar hipertermia, estresse térmico e desequilíbrios eletrolíticos, o que compromete sua saúde e desempenho (VAN LAER et al., 2015; VIZZOTTO et al., 2015).

A climatização pode ser utilizada proporcionando aos animais um ambiente com temperaturas mais amenas evitando situações de estresse térmico e possibilitando que os animais expressem seu potencial produtivo.

2.2 CONFORTO TÉRMICO

Lamberts et al., (2014) definem conforto térmico como sendo um estado de satisfação térmica corpórea, sentida por um indivíduo quando as trocas de calor submetidas ao corpo forem nulas em relação a um ambiente. O autor também destaca em seu estudo que o indivíduo em bem estar térmico realiza de forma mais eficiente exercícios de suas atividades sejam elas físicas ou psicológicas.

De acordo com os sistemas de produção de leite e de corte no semiárido e em todo o Brasil exigem a adoção de boas práticas de produção animal para que sejam mais rentáveis e eficientes para os produtores rurais. Esses sistemas têm como base os cuidados essenciais com a nutrição, sanidade, reprodução e manejo animal, que são os pilares fundamentais para garantir o sucesso e a sustentabilidade da atividade. O manejo animal adequado é essencial para o sucesso do sistema de produção. Isso envolve cuidados como fornecer sombra e água em quantidade e qualidade adequadas, além de estruturas de manejo que facilitem a movimentação e o manejo dos animais (FERREIRA et al., 2017).

As altas temperaturas têm um impacto direto no desempenho dos animais, levando os bovinos a adotarem uma estratégia fisiológica durante o estresse térmico, que consiste em reduzir a produção de calor metabólico ao diminuir a ingestão de alimentos (MITLÖHNER et al., 2002). Esse comportamento resulta em uma redução no ganho de peso, aumento da idade de abate e aumento nos custos de produção. Além disso, o estresse térmico pode afetar a osmolaridade e o volume sanguíneo de diversos ruminantes (BRASIL et al., 2000; ARANHA et al., 2019).

Considerando que o conforto térmico está diretamente relacionado ao bem-estar animal, o qual, por sua vez, influencia o desempenho dos animais, o principal fator a ser abordado em países tropicais é o impacto do clima. É essencial evitar que os animais sofram com o acúmulo excessivo de calor proveniente do ambiente (PIRES et al., 2010). Para garantir o conforto térmico adequado, medidas devem ser adotadas, como o fornecimento de sombra, a

disponibilidade de água fresca e limpa, a ventilação adequada nos alojamentos e a implementação de estratégias de resfriamento, como a aspersão de água ou a utilização de ventiladores.

A busca por minimizar o estresse térmico e promover o conforto dos bovinos em regiões tropicais é essencial para garantir um desempenho animal satisfatório, além de contribuir para a redução dos custos de produção e a melhoria da eficiência produtiva. Os sistemas de produção devem ser projetados levando em consideração as condições climáticas locais e adotar práticas de manejo que proporcionem um ambiente mais adequado e confortável para os animais, visando maximizar seu bem-estar e potencial produtivo (ARANHA et al., 2019).

A associação entre a umidade do ar, temperatura e velocidade do vento é o que colabora a sensação térmica dentro de um ambiente. Entretanto, a relação entre esses aspectos modifica ao decorrer no período de vida, por sua exigência vinculada a necessidade de ganho/perda de calor. Esses fatores são descritos como variáveis térmicas, denotados pela ISSO 7730 como parâmetros ambientais que interferem diretamente no conforto térmico.

2.3 CONCEITOS DA ARQUITETURA

No decorrer da história a arquitetura desempenhou um papel fundamental em função as necessidades do homem. Com o sedentarismo, o homem abre uma um novo capítulo da evolução assim como a escrita. Este por sua vez ladeou-se de desenvolvimento e aperfeiçoamentos de técnicas, materiais e soluções espaciais com distintos usos, desde edificações como residência e templos religiosos, a espaços de abrigo e confinamento de animais, entre outros mais específicos. Cada tipologia de edificação ganhou conceitos próprios de acordo com as necessidades de uso e ocupação, aprimorações técnico construtivas, ou espaciais. As residências passaram a ter um programa de atividades em constante adequação de acordo com as necessidades familiares e, com o tempo, as inovações tecnológicas, os depósitos também passaram por atualização de programas de necessidades, ganharam pés direitos mais altos e dependências mais espaçosas, bem como subdivisões internas com destinações específicas. Os espaços de confinamento dos animais ganharam pensamentos mais específicos as necessidades de cada espécie, bem como as residências passaram por adaptações as novas necessidades e inovações tecnológicas em acordo com os modelos de criação.

A arquitetura brasileira, em especial a da região nordestes, foi fortemente influenciada pela pensar de seus colonizadores, a cultura luso-brasileira, e essas raízes trouxeram acedente de soluções espaciais muito relativas aos seus extremos climáticos, adaptações que pós ruptura com essa corrente, no início do século XX, passaram por variantes técnicas construtivas que remontaram um conjunto de soluções técnicas sob a óticas de caraterísticas específicas ao clima e locação/localização (BRITO et al., 2020).

Filho (2005) analisa as condicionantes de produção do ambiente construído, sob as características adversas geradas pelas condicionantes ambientais de uma determinada região. A arquitetura e suas considerações a cultura, o clima, a paisagem, o relevo, a vegetação e as dimensões topográficas de cada localidade.

Holanda (1976) conota que, com a ruptura com a tradição luso-brasileira de construir, ocorrida no século passado ocorreram prejuízos ao edifício enquanto instrumento de amenização dos trópicos, um prejuízo ao conforto térmico. Ele reduz a área e caracteriza o Nordeste pela sua forte presença de luz e de seu clima, elementos de forte influência sob a égide projetual e que reflete de forma sensível sob as edificações.

Para Fernandes (2017) ao falar em arquitetura o abrigo se tornou o espaço onde o ser humano se apropriou, aplicando sobre seus conhecimentos, a fim de estabelecer um maior conforto. Para Santana et al., (2018) sabendo que o homem ou animal não é um elemento passivo, isso quer dizer realiza trocas térmicas com o meio para construir com ele um equilíbrio, a edificação é construída pesando nas manifestações climáticas que organismo não controla.

Castello (2007) classifica o lugar como um espaço na qual o utente reconhece qualificações que o diferencie dos demais. Embora existam diversos climas na superfície do planeta, Souto (2010) relata que os seres vivos se adaptam a cenários diversos, a preço de que a mudança pode influenciar em seus sistemas fisiológicos, favorecendo ao desconforto.

A hipótese acima é reforçada por Ferreira et al., (2014) que enfatizam que a existência da arquitetura vernacular¹ se vale do aproveitamento das caraterísticas desejáveis do clima em que está inserido o meio. Fernandes (2017) relata que toda energia radiante absorvida por um corpo se transforma em calor e que são atuantes no processo da concepção das edificações, de maneira a otimizar ou amenizar a radiação por ela recebida, sugestionada pela região em questão. Para Rivero (1985) o homem é um elemento passivo em relação ao meio, realiza trocas térmicas afim de estabelecer com ele um equilíbrio, a edificação existe, dentro outros motivos, como resposta as condicionantes climáticas que seu organismo não controla. Neste sentido que Silva (2019) afirma que:

“O entendimento da vida se manifesta através de adaptações, da capacidade fisiológica desenvolvida pelos seres vivos de se inserirem em um determinado local. Com condicionantes atreladas a uma gama de variáveis, das quais, como submetidos ou nos submetemos, situações que ora podem facilitar, ora podem dificultar esse processo. Essas condicionantes respondem diretamente aos meios de desenvolvimento e produção, de características individuais ou coletivas a grupos de indivíduos que compartilham o mesmo

¹ São formas de construção que usa materiais locais, algumas técnicas tradicionais, tipologias regionais e adequada ao ambiente. Estamos falando das construções de taipa (pau-a-pique), de adobe, madeira, pedras, bambu, telhado de palha, entre outros (TAKAMATSU, 2014).

habitat. Esse entendimento de bem-estar animal pelo homem, ao longo dos séculos, possibilitou o surgimento de meios de produção, bem como o desenvolvimento de ferramentas que os auxiliassem nesse processo. A arquitetura em seu amago tem a finalidade de ser uma escultura habitável, seja para o homem, ou para fins de produção e armazenamento, adaptada e desenvolvida a dada finalidade em que lhes é confiado atuar. “SILVA, 2019

O emprego de soluções espaciais características inerentes as solicitantes ao tipo de uso e clima são os fatores dominantes a criação de uma proposta arquitetônica. Nas edificações destinadas a avicultura, elas devem ser pensadas a promover ações impacto térmica a nível de microclima no interior dos aviários, se tornando necessária para diagnosticar os tipos diferentes condicionantes, tais como locação, orientação solar, paisagismos e materiais construtivos usados nessas instalações, tais informações são imprescindíveis para que os estudiosos consigam estudar maneiras de aprimorar essas condicionantes e buscar soluções alternativas que minimizem os efeitos de clima (CRAVO et al., 2012).

A forma e a função não são mais os únicos objetivos de uma edificação. A eficiência energética e os requisitos ambientais também devem ser considerados nas edificações que pretendem atingir elevados níveis de satisfação dos seus clientes. Segundo Lamberts, et al., (2014), o projeto eficiente sob o ponto de vista ambiental deve garantir uma perfeita interação entre o homem (animal) e o meio em todas as escalas. Para Silva (2019) as condições climáticas de cada região fornecem os subsídios para as decisões sobre a forma e soluções da arquitetura a ser projetada, os materiais utilizados e a distribuição funcional dos espaços em relação à orientação solar mais favorável para cada ambiente.

Para Lamberts et al., (2014), o ato de projetar uma edificação mais eficiente, isto é, que possibilitem o uso racional de energia e garanta o conforto térmico para o maior número de usuários, é concretizado tanto por meio de técnicas construtivas quanto pela aplicação de instalações técnico renováveis. O consumo de energia também é um fator problemático ocasionado pelas construções não adequadas aos climas locais.

3 METODOLOGIA

O presente artigo trata-se de uma revisão da literatura com abordagem qualitativa, que tem como objetivo explorar e analisar criticamente as informações disponíveis sobre um determinado tema.

Nessa abordagem qualitativa, o foco é mais voltado para a interpretação e compreensão dos dados, buscando obter uma visão mais aprofundada e contextualizada do tema em questão. A revisão qualitativa da literatura envolve a busca e seleção de estudos relevantes, a análise e síntese dos dados encontrados, a identificação de padrões, temas ou perspectivas emergentes, e a elaboração de uma análise crítica e reflexiva.

Durante a revisão da literatura, são utilizadas fontes diversas, como artigos científicos, livros, teses, relatórios e outros documentos relevantes para o tema em estudo. A seleção dos estudos é feita com base em critérios pré-definidos, levando em consideração a qualidade, a relevância e a contribuição dos trabalhos para a compreensão do tema abordado.

A análise dos dados encontrados na revisão da literatura qualitativa envolve uma abordagem indutiva, na qual os pesquisadores buscam identificar padrões, tendências, relações ou temas emergentes a partir dos estudos selecionados. Essa análise é geralmente realizada por meio de técnicas como a codificação, a categorização e a elaboração de sínteses ou quadros comparativos.

Além disso, a revisão da literatura com abordagem qualitativa permite uma reflexão crítica sobre as informações encontradas, levando em consideração as limitações e as possíveis vieses dos estudos revisados. Os pesquisadores podem discutir as lacunas identificadas, apontar direções para futuras pesquisas e oferecer insights para a compreensão mais aprofundada do tema.

Para levantamento dos trabalhos acadêmicos foram utilizadas a base da Web of Science (CAPES) e o Google Acadêmico, e os descritores “Conforto térmico”, “Arquitetura” e “Semiárido”. A princípio, a busca pelos descritores foi dada individualmente, utilizando-se posteriormente os cruzamentos utilizando o operador booleano “and”. Ainda assim, para a seleção da amostra, foram válidos os seguintes critérios de inclusão: trabalhos acadêmicos (artigos, monografias, dissertações e Teses) publicados no idioma português, no período de 2013 a 2023, que retratam a temática em estudo.

A realização do levantamento bibliográfico aconteceu no mês de junho de 2023. Diante dos requisitos supramencionados e excluindo-se os artigos repetitivos nas bases de pesquisa utilizadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados deste estudo estão divididos em três partes principais, que abordam estratégias de construção, praticas eficazes e oportunidades e desafios nas instalações pecuárias no Semiárido. Essas áreas têm um impacto significativo no bem-estar térmico dos animais e são cruciais para garantir um ambiente confortável e saudável para o gado.

4.1 ESTRATÉGIAS DE CONSTRUÇÃO, MATERIAIS E SISTEMAS DE VENTILAÇÃO UTILIZADOS NAS INSTALAÇÕES PECUÁRIAS NO SEMIÁRIDO

No Semiárido, região caracterizada por longos períodos de seca e escassez de recursos hídricos, a construção de instalações pecuárias requer estratégias específicas para garantir o conforto e a saúde dos animais. Além disso, é fundamental adotar materiais e sistemas de ventilação adequados para promover condições ambientais favoráveis e minimizar os efeitos do clima árido.

As instalações para bovinocultura leiteira e de corte são estruturas projetadas para acomodação e fornecer para o gado um ambiente adequado. Essas instalações desempenham um papel crucial no bem-estar e na produtividade dos animais. Ao selecionar os materiais a serem utilizados nessas construções, é necessário considerar fatores como durabilidade, segurança, conforto térmico e facilidade de limpeza (CARNEIRO et al., 2020).

Uma abordagem importante na construção de instalações pecuárias no Semiárido é a utilização de técnicas de bioconstrução, que valorizam a utilização de materiais locais e sustentáveis. Segundo Sento (2017), a bioconstrução busca minimizar o uso de recursos não renováveis e reduzir os impactos ambientais, além de proporcionar um ambiente mais saudável para os animais.

Dentre os materiais utilizados nas instalações pecuárias no Semiárido, destaca-se o uso de elementos naturais, como o barro, a palha e a madeira. Esses materiais possuem propriedades térmicas que ajudam a manter uma temperatura interna mais amena, reduzindo a incidência direta do calor solar. Conforme Zopollatto (2022), a utilização de materiais tradicionais e adaptados ao clima local contribui para o isolamento térmico das construções e para a redução do consumo energético.

Conforme mencionado por Carneiro et al., (2020), utilizar abrigos com materiais apropriados para cobertura pode resultar em uma diminuição de até 30% na carga térmica proveniente da radiação solar direta, melhorando assim a sensação de conforto térmico dos ocupantes. É essencial manter sistemas de climatização natural para garantir uma instalação energeticamente eficiente, adotando estratégias como a seleção adequada de materiais de construção que ajudem a reduzir o ganho de calor e a manter o conforto interno, além da utilização de métodos passivos de climatização e iluminação natural nos espaços internos, entre outras abordagens.

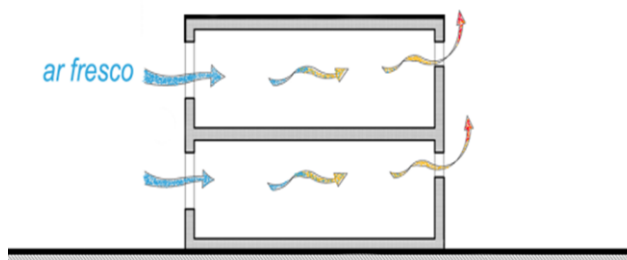
Os tipos de cobertura analisados por Carneiro et al., (2020), foram: telha de fibrocimento (Tfib), telha reciclada (Trec), telhado verde com grama *Zoysia japonica* (Tgra) e telhado verde com amendoim *Arachis repens* (Tame), com quatro repetições cada um. A análise térmica das coberturas foi realizada por meio de imagens termográficas e o conforto térmico das instalações foi obtido por meio dos índices de conforto. Os resultados mostraram que os telhados verdes (Tame; Tgra) reduziram a temperatura da superfície interna das coberturas (5,3 e 4,4 °C), promoveram maior atenuação da temperatura dos ambientes (1,37 e 1,35 °C) e, conseqüentemente, promoveram também maior conforto térmico, em comparação com a Tfib e Trec 1.

Além dos materiais, os sistemas de ventilação são fundamentais para garantir a circulação adequada do ar nas instalações pecuárias. Segundo Oliveira et al., (2019), a ventilação é essencial para reduzir o estresse térmico dos animais, proporcionando bem-estar e evitando problemas de saúde. No Semiárido, é comum o uso de sistemas de ventilação natural, como janelas, aberturas estrategicamente posicionadas e telhados inclinados. Esses elementos favorecem a entrada de ar fresco e a saída do ar quente, promovendo a renovação do ar nas instalações.

Segundo Possebom et al., (2016) a ventilação cruzada como o uso dos recursos naturais a fim de promover o conforto térmico no interior de uma edificação. Atuando através da circulação das massas de ar no interior da edificação por meio da disposição correta das aberturas e esquadrias. Os autores ainda colocam que ventilação cruzada “pode ser definida pela movimentação do no interior dos edifícios sem que haja a indução de sistemas mecânicos, trazendo diversas vantagens a edificação, e mantendo a qualidade do ar e assim criando ambientes salubres e confortáveis”.

A ventilação natural, apesar de ser umas das formas mais antigas de obtenção do conforto térmico, é também o método mais empregado em projeto de construção civil. Para o aproveitamento da ventilação cruzada o projeto da edificação deve primar, principalmente, pela permeabilidade à passagem das correntes de ar, os ventos. Nesse momento é fundamental o entendimento das aberturas, no intuito de otimizar o insuflamento e o direcionamento de fluxo de ar no interior do ambiente, em alguns momentos, dependendo da velocidade média dos ventos em dada região, minimizar ou potencializar o impacto/pressão do vento. (GONÇALVES; BODE, 2015). Desta forma o projeto de arquitetura precisa estudar o local da instalação das aberturas e esquadrias, bem como levar em consideração a tipologia das esquadrias.

Figura 1: Croqui da Ventilação cruzada
Ventilação Cruzada



Fonte: NUNES, 2020.

Nunes et al., (2014), colocam que é interessante que as aberturas de entrada de ar fresco estejam próximas ao piso de forma que o ar quente seja empurrado para aberturas localizadas em posições mais altas. Dessa forma que, tanto os condicionantes naturais, quanto o método a ser empregado devem ser pensados desde o início da composição do projeto. Entretanto, um projeto de arquitetura visa a aplicação eficiente da ventilação natural, mas para que isso ocorra depende das características locais e do seu entorno.

A ventilação cruzada além das ações de renovação do ar no interior das edificações, ela também permite que o conforto térmico atue positivamente, promovendo ações de bem estar e termoneutralidade na temperatura corpórea dos indivíduos. Outros benefícios são sentidos no consumo elétrico, visto que o uso de equipamento de movimentação de massa de ar mecânicos são desprezados. A eficiência da aplicação desse conceito como técnica construtiva advém das condições espaciais previamente planejadas, normalmente as aberturas e janelas de entrada são inseridas voltadas as zonas de alta pressão enquanto que as de saída são inseridas nas zonas inversas, de baixa pressão (NUNES, 2020).

Nesse sentido, as estratégias de construção, materiais e sistemas de ventilação utilizados nas instalações pecuárias no Semiárido visam proporcionar um ambiente adequado para os animais, minimizando os efeitos do clima árido. A utilização de materiais sustentáveis e adaptados ao clima local, aliada a sistemas de ventilação eficientes, contribui para o bem-estar animal e a sustentabilidade ambiental.

4.2 PRÁTICAS MAIS EFICAZES NO PROJETO E NA CONSTRUÇÃO DE INSTALAÇÕES NA BUSCA DO BEM-ESTAR TÉRMICO DOS ANIMAIS

De acordo com Santos (2021), as práticas mais eficazes no projeto e na construção de instalações para bovinos visando o bem-estar térmico incluem a adequação do posicionamento e dimensionamento dos telhados, proporcionando sombreamento adequado para os animais. A orientação correta dos galpões em relação à incidência solar é essencial para minimizar o estresse térmico.

No Brasil, o sistema de confinamento, foi observada melhorias nos indicadores de bem-estar, o que teve um impacto positivo nos índices de produtividade. Isso ocorre devido à implementação do "compost barn", que oferece diversas vantagens, tais como: proporcionar maior conforto aos animais, permitindo que se deitem em qualquer posição e se movimentem livremente; reduzir lesões nos cascos; manter baixos níveis de sujeira nas tetas; facilitar a observação do cio; aproveitar a cama como fertilizante; aprimorar o manejo nutricional e o controle do cocho, entre outros benefícios (PEIXOTO, 2017).

Existem duas categorias de alternativas de acordo com Santos (2021) para mitigar o estresse térmico em animais: as primárias e as secundárias. As medidas primárias são de fácil implementação e visam proteger os animais durante períodos de clima extremamente quente ou frio. Elas auxiliam no controle da perda de calor corporal, como, por exemplo, a utilização de sombreamento natural por meio de árvores, ventilação natural, uso de sombrites e a adoção de sistemas integrados, como o sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). No que diz respeito às construções, é importante evitar a construção em terrenos com topografia acentuada, a fim de evitar problemas relacionados à baixa umidade, circulação de ar deficiente e falta de exposição solar durante o inverno.

As alternativas secundárias dizem respeito ao manejo do microambiente interno das instalações e dos sistemas de confinamento parcial ou total. Essas medidas geralmente envolvem níveis avançados de tecnologia, como ventilação artificial, nebulizadores, exaustores e aspersores. A utilização de ventilação forçada é recomendada quando os meios naturais não fornecem taxas adequadas de renovação de ar. Além disso, o uso de sistemas de pressão negativa, como exaustores, pode ser empregado para promover a saída de ar do ambiente (SANTOS, 2021).

Seguindo as diretrizes propostas por França (2022), é recomendado o uso de materiais com alto poder de reflexão solar, como telhas metálicas ou pinturas claras, para reduzir a absorção de calor nas instalações. Isso contribui para manter uma temperatura interna mais amena.

Segundo Silva Filho (2013), o isolamento térmico das paredes e coberturas das instalações é fundamental para reduzir as variações de temperatura. A utilização de materiais isolantes, como espumas de poliuretano ou lâ de vidro, ajuda a manter uma temperatura interna

Conforme recomendação de Hahn et al., (2018), a disponibilidade de água fresca e sombra dentro das instalações é essencial para os bovinos se refrescarem durante períodos de calor intenso. Bebedouros bem dimensionados e áreas sombreadas devem ser considerados no projeto.

A adoção de estratégias de manejo, como a divisão do rebanho em grupos menores, pode ser benéfica para o bem-estar térmico dos animais. Essa prática, conforme apontado por Ferreira (2017), facilita a dissipação de calor e melhora o acesso a recursos, como água e sombra.

A influência positiva dos recursos naturais de conforto nas edificações e na proposição de ambientes salubres e que promovam o conforto térmico, tem sido demonstrada por meio de bibliografias entre outros os benefícios na amenização da temperatura, na manutenção da umidade do ar e em resposta a redução do consumo energético.

A bibliografia enaltece uma quantidade significativas de estudos que utilizam diversas metodologias afim de evidenciar os efeitos que a vegetação exerce sobre um microclima, contribuindo positivamente e significativamente a sensação de bem-estar em climas com temperatura mais elevada. As características topográficas e físicas do entorno interferem diretamente no conforto térmico, estes por sua vez influenciam nas relações homeotérmicas e comportamentais dos animais, podendo haver variações mais bruscas conforme o porte, tipo, período do ano e maneiras de disposição nos recintos (ABBUD, 2015).

Lima et al., (2019) verificaram que um ser isolado plantado em área gramada é capaz de proporcionar bem-estar a outro esse ser, em distâncias diferentes em relação ao tronco da árvore, mesmo não estando em uma área não sombreada pela copa também é possível se beneficiar pelo filtro térmico da árvore. Essa sensação de conforto pode variar de acordo com condicionantes como a densidade da copa, e altura de cada árvore, característica capaz de delimitar e também restringir o espaço, a qual, depende da espécie.

Backes (2013) destaca que dentre as formas de buscar por um paisagismo, ou uma vegetação que atue sobre um dado microclima existe o modelo de paisagismo produtivo. Esse pode ser caracterizado pelo uso de espécimes de plantas e arvores medicinais de fins produtivos, arranjados de forma a produzirem paisagens funcionais e esteticamente ornamentadas.

Na figura 2 abaixo destaca-se um exemplo do uso de paisagismo para o conforto térmico bovino.

Figura 2: Exemplo do uso de Paisagismo para o conforto térmico



Fonte: FARIA, 2020

As plantas são as responsáveis pela criação e manutenção da biosfera da superfície terrestre e, junto com inúmeros micro-organismos regulam as suas funções. É a fonte suprema de saúde e de prosperidade; nos vestem, alimentam e abrigam, fornecem fibras e provêm outras necessidades. Elas refrescam o planeta, influem sobre a estabilização das estações, reabastecem o lençol freático, devolvem a fertilidade ao solo e impedem a erosão, regeneram a camada de ozônio, liberam o dióxido de carbono na atmosfera purificando as toxinas que espalhamos por toda parte. As plantas têm a mesma importância vital tanto nos ambientes que nos rodeiam, quanto no interior de nossos corpos (BACKES, 2013).

Na escolha as espécies a serem utilizadas é preciso levar em conta todas as características negativas e positivas, e este conhecimento é adquirido por meio de consulta bibliográfica e de experiência pessoal. A concepção criativa de um projeto paisagístico produtivo diretamente depende da seleção correta das espécies. Na região da Caatinga, existem várias árvores que são adequadas para fornecer sombra aos bovinos. Uma das árvores mais comuns e valorizadas nesse contexto é o Umbuzeiro (*Spondias tuberosa*). Essa árvore nativa da região tem copa densa e proporciona uma boa sombra para os animais. Além disso, seus frutos são uma importante fonte de alimento para o gado durante os períodos de escassez de água.

Além das práticas de projeto e construção das instalações, é importante ressaltar que o manejo adequado dos bovinos também desempenha um papel crucial no bem-estar térmico. Segundo Lima et al., (2019), é necessário monitorar

constantemente as condições ambientais, como temperatura e umidade, e ajustar as práticas de manejo, como horários de alimentação e ordenha, para minimizar o estresse térmico nos animais.

Em suma, as práticas mais eficazes no projeto e na construção de instalações na busca do bem-estar térmico dos bovinos envolvem a consideração de aspectos como o sombreamento adequado, a ventilação correta, o isolamento térmico, a disponibilidade de água e sombra, a utilização de sistemas de resfriamento evaporativo, a escolha de revestimentos de piso adequados, a divisão do rebanho em grupos menores e a manutenção regular das instalações. Ao seguir essas diretrizes, os produtores podem criar ambientes mais confortáveis para os bovinos, minimizando o estresse térmico e promovendo o bem-estar animal.

4.3 OPORTUNIDADE E DESAFIOS DAS INOVAÇÕES ARQUITETÔNICAS NO CONFORTO TÉRMICO DOS BOVINOS.

A busca pelo conforto térmico dos bovinos é uma preocupação crescente na indústria pecuária, e as inovações arquitetônicas desempenham um papel fundamental nesse contexto. A adoção de práticas e tecnologias inovadoras pode oferecer oportunidades significativas para melhorar o bem-estar dos animais e otimizar a produção (ARANHA, 2019). No entanto, também existem desafios a serem enfrentados ao implementar essas inovações

Uma das principais oportunidades das inovações arquitetônicas é a melhoria do projeto das instalações. Isso inclui o uso de técnicas avançadas de modelagem e simulação para projetar ambientes mais adequados, levando em consideração fatores como a ventilação, isolamento térmico e distribuição de sombra (DINIZ et al., 2017). Esses avanços permitem a criação de espaços que atendem melhor às necessidades térmicas dos bovinos, proporcionando conforto e reduzindo o estresse térmico.

Costa Neto (2014) destaca a necessidade de o sombreamento natural, o autor utiliza o termo "agrofloresta" que descreve o sistema em que árvores são cultivadas em pastagens e cercados de animais. Essas árvores devem ter uma altura mínima de três metros e uma copa ampla, a fim de oferecer sombra em uma área de aproximadamente 20 metros quadrados, permitindo uma boa ventilação no espaço sombreado. Quando a área não possui árvores nativas, é necessário realizar o plantio de espécies adequadas ao local e à atividade. Além disso, é importante considerar o plantio de espécies nativas da região, conhecidas como espécies da Caatinga. Essas espécies são adaptadas às condições específicas desse bioma e oferecem benefícios adicionais, como resistência à seca e ao calor intenso. Ao selecionar espécies da Caatinga para o plantio nas áreas desprovidas de árvores nativas, é possível promover a restauração ecológica, além de fornecer recursos naturais para os animais presentes no local. Dessa forma, a agrofloresta não apenas fornece sombra e ventilação adequadas, mas também contribui para a preservação da biodiversidade e a sustentabilidade do ecossistema local (SANTOS NETO, 2023).

Além disso, as inovações arquitetônicas podem envolver o uso de materiais mais eficientes do ponto de vista energético, como sistemas de isolamento térmico de alta qualidade e materiais refletivos para telhados. Isso contribui para reduzir as trocas de calor entre o ambiente interno e externo, mantendo uma temperatura mais estável e confortável para os animais. Outra oportunidade é a implementação de sistemas de resfriamento evaporativo avançados, como a nebulização e a aspersão, que permitem resfriar o ambiente de forma mais eficiente. Esses sistemas podem ser combinados com o uso de ventilação natural ou forçada, garantindo que o ar fresco circule adequadamente nas instalações (OLIVEIRA, 2018).

No entanto, apesar das oportunidades, as inovações arquitetônicas também enfrentam desafios. Um dos principais desafios é o custo envolvido na implementação dessas tecnologias. Materiais e equipamentos mais avançados podem ter um preço mais elevado, o que pode dificultar a adoção em larga escala, especialmente em regiões com recursos limitados. Além disso, a complexidade das inovações arquitetônicas requer conhecimento técnico especializado e capacitação adequada para os profissionais envolvidos na concepção e construção das instalações. A falta de conhecimento e treinamento pode ser um obstáculo para a implementação eficaz dessas inovações (OLIVEIRA, 2018).

Outro desafio é a adaptação das inovações arquitetônicas a diferentes condições climáticas e contextos regionais (ZOPOLLATTO, 2022). O que funciona bem em uma região pode não ser adequado para outra, considerando as variações climáticas e as particularidades locais. É necessário adaptar e personalizar as soluções arquitetônicas para atender às demandas específicas de cada região.

Nesse sentido, as inovações arquitetônicas têm um potencial significativo para melhorar o conforto térmico dos bovinos, proporcionando um ambiente mais saudável e produtivo. No entanto, é importante enfrentar os desafios relacionados aos custos, capacitação técnica e adaptação regional. Superar esses desafios exige uma abordagem integrada, envolvendo a colaboração entre pesquisadores, engenheiros agrícolas, arquitetos e produtores. É fundamental realizar estudos e pesquisas contínuas para aprimorar as soluções existentes e desenvolver novas tecnologias que sejam eficazes e acessíveis.

Uma abordagem estratégica para superar os desafios é promover parcerias entre instituições de pesquisa, empresas do setor agropecuário e órgãos governamentais. Essas parcerias podem incentivar o desenvolvimento de soluções inovadoras, compartilhar conhecimentos e recursos, além de viabilizar programas de capacitação e treinamento para os profissionais envolvidos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo explorou as inovações arquitetônicas como uma abordagem promissora para garantir o conforto térmico dos bovinos no contexto do semiárido. Foi evidente que no contexto do clima semiárido, garantir o conforto térmico dos bovinos é uma preocupação fundamental para o bem-estar e desempenho produtivo dos animais. A importância do conforto térmico no clima semiárido não pode ser subestimada. As altas temperaturas e a escassez de água representam desafios significativos para a criação de bovinos nessa região. É essencial que os animais tenham acesso a abrigos bem projetados, que possam oferecer resfriamento e proteção contra o calor extremo.

Ao longo do estudo, identificamos várias inovações arquitetônicas que podem ser aplicadas no contexto do semiárido. A utilização de materiais de bioconstrução, por exemplo, oferece benefícios consideráveis, como a melhoria da eficiência energética e a redução do impacto ambiental. Além disso, esses materiais têm propriedades isolantes que auxiliam no controle da temperatura interna das instalações pecuárias.

Outra estratégia importante é a implementação de sistemas de ventilação adequados, como o sistema cruzado. Esse tipo de sistema promove a circulação do ar, auxiliando na dissipação do calor e na redução do estresse térmico dos animais. A combinação dessas estratégias arquitetônicas e sistemas de ventilação contribui para a criação de ambientes mais saudáveis e confortáveis para o gado.

Além das considerações arquitetônicas, o paisagismo também desempenha um papel crucial no conforto térmico dos bovinos. A criação de áreas sombreadas e a utilização de vegetação estrategicamente posicionada podem ajudar a reduzir a temperatura ambiente e oferecer locais de descanso mais agradáveis para os animais.

No entanto, também enfrentamos desafios significativos ao implementar essas inovações no contexto do semiárido. Os custos envolvidos na adoção de tecnologias avançadas, a necessidade de capacitação técnica especializada e a adaptação das soluções às condições climáticas e contextos regionais são alguns dos obstáculos a serem superados. Para superar esses desafios, é fundamental estabelecer parcerias entre diferentes setores, incluindo instituições de pesquisa, empresas do setor agropecuário, produtores e órgãos governamentais. A colaboração e a troca de conhecimentos são essenciais para o desenvolvimento e aprimoramento das soluções arquitetônicas.

Apesar das vantagens e benefícios claros proporcionados pelas inovações arquitetônicas, existem obstáculos técnicos, econômicos, ambientais e de infraestrutura que podem limitar a adoção dessas práticas inovadoras. A falta de conhecimento especializado, os altos custos iniciais de implementação e a falta de políticas e incentivos adequados são alguns dos desafios a serem superados.

Além disso, a conscientização sobre a importância do bem-estar térmico dos bovinos deve ser ampliada. Os produtores devem ser incentivados a investir em práticas e tecnologias inovadoras, e os consumidores devem ser informados sobre os benefícios de uma produção mais sustentável e responsável. Nesse sentido, políticas e regulamentações favoráveis são necessárias para incentivar a adoção de inovações arquitetônicas, como subsídios financeiros e programas de capacitação. Essas medidas podem impulsionar a indústria pecuária no caminho da sustentabilidade e do bem-estar animal.

Portanto, é fundamental o envolvimento de diversos setores, como governos, instituições de pesquisa e produtores, para promover a conscientização, o compartilhamento de conhecimentos e a adoção de práticas inovadoras no projeto e construção de instalações pecuárias no semiárido. Somente por meio de uma abordagem colaborativa e da superação desses desafios será possível alcançar avanços significativos no conforto térmico dos bovinos, melhorando sua qualidade de vida e aumentando a produtividade nas regiões semiáridas.

As inovações arquitetônicas oferecem oportunidades valiosas para melhorar o conforto térmico dos bovinos, mas também enfrentam desafios. Superar esses desafios requer cooperação entre diferentes setores, investimentos em pesquisa e desenvolvimento, capacitação profissional e o estabelecimento de políticas favoráveis. Ao adotar uma abordagem holística e colaborativa, podemos avançar na busca pelo bem-estar dos bovinos, promovendo uma indústria pecuária mais sustentável e responsável.

REFERÊNCIAS

- ABBUD, B. **Criando paisagens: guia de trabalho em arquitetura paisagística**. 5 ed. São Paulo: Senac, 2015.
- ARANHA, H. S.; et al. Produção e conforto térmico de bovinos da raça Nelore terminados em sistemas integrados de produção agropecuária. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 71, n. 5, 2019.
- AZEVÊDO, D. M. M. R. **Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009.
- BACKES, M. A. Paisagismo Produtivo. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 19, n.1, p. 47-54, 2013.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: Conforto animal**. 2. Ed. Viçosa: Editora UFV, 2010.

- BRASIL, L.H.A.; et al. Efeitos do estresse térmico sobre a produção, composição química do leite e respostas termorreguladoras de abomas da aça Alpina. **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, p.1632-1641, 2000.
- BROOM, D. M.; FRASER, A. F.; MOLENTO, C. F. M. (Trad.). **Comportamento e bem-estar de animais**. 4. ed. Barueri, SP: Manole, 2010.
- CARNEIRO, T. A. Tipos de cobertura para o acondicionamento térmico primário de instalações rurais. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Engenharia Agrícola, Recife, 2014.
- CARNEIRO, T. A.; et al. Condicionamento térmico primário de instalações rurais por meio de diferentes tipos de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande**, v. 19, n. 11, p. 1086–1092, 2015.
- COSTA NETO, H. N. Conforto Térmico aplicado ao bem-estar animal. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharel em Zootecnia), Universidade Federal de Goiás, 2014.
- DINIZ, T. A.; et al. Vacas F1 Holandês x Zebu no terço final de gestação apresentam adaptação fisiológica quando criadas no ambiente semiárido. **Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages**, v. 16, n. 1, p. 70-75, 2017.
- FARIA, G. R. **Bovinos fora da sua zona de conforto térmico**. EMBRAPA, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/5070001/conforto-termico-na-ilpf>. Acesso em junho de 2023.
- FERREIRA, I. C.; et al. **Conforto térmico em bovinos leiteiros a pasto**. Planaltina, DF: Embrapa, 2017.
- FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente: para aves, suínos e bovinos** 2ed. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2011.
- FRANÇA, E. B. O. de. Avaliação do conforto térmico promovido por sombra de placas fotovoltaicas durante o período do verão. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharel em Zootecnia), Universidade Federal Rural do Semiárido, 2022.
- GONÇALVES, J. C. S.; BODE, K. **Edifício Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
- HAHN, G. L. Housing and management to reduce climatic impacts on livestock. **Journal of Animal Science, Champaign**, v. 52, n. 1, p. 175-186, 1981.
- KODAIRA, V. PEREIRA, D. F.; SOARES L. N. M.; BUENO, G. de F. Concentração de Glicose Sanguínea e Relação Heterófilo: Linfócito podem ser utilizados como indicadores de estresse térmico para aves poedeiras? **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9, n. 2, p. 182-190, 2015.
- LAMBERTS, R.; et al. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW, 2014.
- LIMA, M. T. V.; et al. Influência da temperatura e umidade sobre o conforto térmico bovino em Barbalha, Ceará. **PUBVET**, v. 13, n. 12, p.1-8, 2019.
- MITLÖHNER, F.M.; GALYEAN, M.L.; MCGLONE, J.J. Shade effects on performance, carcass traits, physiology, and behaviour of heat-stressed feedlot heifers. **J. Anim. Sci.**, v.80, p.2043-2050, 2002.
- NUNES, C. **A importância da ventilação natural para arquitetura bioclimática**. SudentArq, 2020. Disponível em: <https://sustentarqui.com.br/importancia-da-ventilacao-natural-para-arquitetura-sustentavel/>. Acesso em junho de 2023.
- OLIVEIRA, G. S. de.; et al. Ganho de peso a desmama, bem-estar animal e principais doenças sobrevindas de bezerras criadas em diferentes sistemas de manejo. **Revista Cultivando o Saber**, v. 12, n. 1, p. 97-110, 2019.
- OLIVEIRA, V. C. de. Instalações Compost Barn no estado de Minas Gerais: Caracterização arquitetônica e tecnológica. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Zootecnia) - à Universidade Federal de Lavras, 2018.
- PEIXOTO, M. S. M. Termorregulação de bovinos leiteiros confinados em instalação compost barn em região semiárida. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de sistemas agrícolas) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- PIRES, M. F. A.; et al. Conforto animal no Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Inf. **Agropecu.**, v.31, p.81-89, 2010.

POSSEBOM, A.; et al. Ventilação cruzada. In: **Seminário Internacional de Construções Sustentáveis, Passo Fundo**. Anais, v. 5, 2016.

SANTOS NETO, D. dos. Caracterização da variabilidade espacial dos índices de conforto térmico para vacas leiteiras em sistema de confinamento compost barn no semiárido sergipano. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Sergipe, Nossa Senhora da Glória, 2023.

SANTOS, M. S. dos. Bovinos da raça Jersey: estágio e considerações sobre conforto térmico. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Sergipe, Nossa Senhora da Glória, 2021.

SENTO, C. S. **Semeando saberes, inspirando soluções: Boas Práticas na Convivência com o Semiárido**. Brasília: IICA, 2017

SILVA FILHO, F. P. da. Adaptabilidade ao calor e índices ambientais para vacas da raça Holandesa no semiárido. **Tese** (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.

VAN LAER, E.; et al. Effect of summer conditions and shade on behavioural indicators of thermal discomfort in Holstein dairy and Belgian Blue beef cattle on pasture. **Animal**, v. 9, n. 9, p. 1536-1546, 2015.

VIZZOTTO, E. F.; et al. M. Access to shade changes behavioral and physiological attributes of dairy cows during the hot season in the subtropics. **Animal**, v. 9, n. 9, p. 1559-1566, 2015.

ZOPOLLATTO, M. **Instalações para bovinocultura leiteira** 2. ed. - Curitiba: SENAR AR/PR, 2022.