

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CURSO SUPERIOR DE ZOOTECNIA**

BRUNO CÉSAR CARLOS DE ALMEIDA

ESTRESSE TÉRMICO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

UBERLÂNDIA-MG

2020

BRUNO CÉSAR CARLOS DE ALMEIDA

ESTRESSE TÉRMICO

Monografia apresentada à coordenação do curso graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial a obtenção do título de Zootecnista

UBERLÂNDIA-MG

2020

Dedico este trabalho aos meus pais, Júlio César e Merilane pelo estímulo, carinho e compreensão. Minha irmã Carolina por ser uma grande amiga.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor João Batista Ferreira dos Santos, pelo ensinamento e por ter sido o meu orientador.

Agradeço também aos demais professores durante o período da faculdade por terem passado seus conhecimentos.

RESUMO

Este trabalho tem a intenção de mostrar sobre a importância da zona de conforto térmico no meio de produção, focando nos seguintes animais: bovinos leiteiros, suínos e equinos. Mostrando sobre a fisiologia do sistema desses animais e como ela funciona em casos de estresse térmico, temperatura fora da zona de conforto. Cada um desses animais que serão citados apresenta suas próprias características fisiológicas e cada um tem sua temperatura de zona de conforto diferente. Será falada a importância de deixar o animal em sua zona de conforto e como isso acaba afetando seu desempenho.

Palavras-chave: Zona de conforto. Bovinos leiteiros. Suínos. Equinos. Estresse térmico. Zona termoneutra.

ABSTRACT

This work intends to show about the importance of the thermal comfort zone in the production environment, focusing on the following animals: dairy cattle, pigs and horses. Showing about the physiology of the system of these animals and how it works in cases of thermal stress, temperature outside the comfort zone. Each of these animals to be cited has its own physiological characteristics and each has its own comfort zone temperature. The importance of leaving the animal in its comfort zone and how it ends up affecting its performance will be discussed.

Keywords: Comfort zone. Dairy cattle. Pigs. Horses. Heat stress. Thermoneutral zone.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	10
2.1 EQUÍDEOS.....	11
2.2 BOVÍDEOS	13
2.3 SUÍDEOS	17
3 CONCLUSÃO	20
REFERÊNCIAS	21

1- INTRODUÇÃO

O bem-estar de um indivíduo é seu estado no que diz respeito às suas tentativas de lidar (coping) com seu ambiente (Broom 1988, 1991 a, b, Broom e Johnson 1993, Broom e Moletto 2004). Segundo Broom e Johnson a palavra “coping” consiste no animal ter controle da estabilidade mental e corporal.

Outro fator importante é saber o que seria estresse calórico, segundo Silva (2000 apud Columbiano, 2007) define-se por estresse calórico a força exercida pelos componentes do ambiente térmico sobre o organismo, causando nele uma reação fisiológica proporcional à capacidade do organismo em compensar os desvios causados por essa força.

Os animais destinados à produção são endotérmicos em sua grande maioria, de acordo com Bridi (2010) os animais endotérmicos mantêm a temperatura corporal dentro de certos limites relativamente estreitos, mesmo que a temperatura ambiente flutue e que sua atividade varie intensamente; para os animais endotérmicos manterem a temperatura corporal relativamente constante, eles necessitam, através de variações fisiológicas, comportamentais e metabólicas, produzir calor ou perder calor para o meio.

O estresse refere-se ao que acontece quando um organismo deixa de responder adequadamente às ameaças, o que pode trazer como consequências comprometimento da função imune, do ganho de peso e do desenvolvimento, Randall (2010).

De acordo com Nóbrega (2011) em temperaturas mais amenas, os animais dissipam calor sensível para o ambiente através da pele, por radiação, por condução e por convecção. Se o animal não conseguir dissipar o calor excedente através dos mecanismos citados, a temperatura corporal aumenta acima dos valores fisiológicos normais e desenvolve-se o estresse calórico, responsável em parte pela baixa produtividade animal nos trópicos. A temperatura retal, a frequência respiratória e o nível de sudação cumprem um importante papel na termorregulação dos animais.

A zona de conforto térmico segundo Ferreira (et al., 2000) pode ser considerada como a faixa de temperatura ambiente na qual o esforço termoregulatório é mínimo. Nessa faixa de temperatura não há sensação de frio ou calor, e o desempenho do animal é otimizado.

Bridi (2010) afirma que a zona de termoneutralidade é limitada em ambos os extremos pela temperatura crítica inferior (TCI) e temperatura crítica superior (TCS), sendo a zona de conforto térmico dependente de diversos fatores, sendo alguns ligados ao animal como: peso, idade, estado fisiológico, tamanho do grupo, quantidade de alimentação e genética. Já outros ligados ao ambiente como: temperatura, velocidade do vento, umidade relativa do ar, tipo de piso.

Quando a temperatura ambiente encontra-se abaixo da temperatura de conforto, o animal precisa produzir calor corporal para manter-se em equilíbrio térmico, e quando a temperatura ambiente encontra-se acima da zona de conforto térmico, há necessidade de perder calor para o ambiente.

Em ambos os casos haverá maior demanda de energia para manutenção térmica, ou energia de manutenção, diminuindo o aporte energético para as funções produtivas. Abaixo da TCI, o animal não consegue aporte de energia térmica suficiente para compensar as perdas, e acima de TCS, o organismo é incapaz de impedir a elevação de sua temperatura interna, ocorrendo hipotermia ou hipertermia respectivamente.

2- REVISÃO DA LITERATURA

Este estudo foi feito com base em artigos da internet, especificamente no google acadêmico, dentro desses artigos estudados alguns foram lançados em revistas como Nutri Time, Journal of Dairy Science, Pubvet, Revista Acadêmica de Ciência Equina. Foi procurado tanto artigos em nossa língua como também na língua inglesa, com intuito de abranger o maior número de informações possíveis. Foi feita uma pesquisa tanto com referências bibliográficas antigas como atuais, para mostrar que o estresse calórico é um problema que com o passar dos anos ele continua sendo estudado e de grande importância na área de produção animal.

Para o seguinte estudo foi escolhido tratar do assunto de estresse calórico voltado para apenas três animais, cavalo, bovino leiteiro e suíno. A escolha destes animais como bovinos e suínos é por ser um dos principais animais voltados à agropecuária, em relação aos bovinos foi escolhido focar apenas na parte de bovinos leiteiros por escolha pessoal, o mesmo vale para a escolha dos cavalos.

2.1- EQUÍDEOS

O calor corporal é produzido pelo metabolismo e também pode ser obtido através do meio ambiente. Em organismos endotérmicos, a temperatura interna é normalmente mantida dentro de um intervalo estreito (37-40C°) por mecanismos neurofisiológicos integrados que mantêm a produção e a perda de calor em equilíbrio (McCutcheon & Geor, 2007).

A zona termoneutra de um animal pode ser definida como o intervalo de variação da temperatura no qual é possível manter a temperatura corporal com pouco ou nenhum gasto energético, além da taxa metabólica basal. Estudos realizados com equinos estimaram que a zona termoneutra da espécie esta entre as temperaturas de 5°C e 25°C (Morgan et all, 1997).

A termorregulação é o processo fisiológico no qual a temperatura interna é regulada para se manter dentro do intervalo biológico ideal para o funcionamento do organismo. Mudanças comportamentais e fisiológicas, tais como tremores, visam aumentar a temperatura corporal do animal, elevando a demanda energética e consequentemente, aumentando o consumo de alimentos. Quando há exposição do animal a temperaturas acima da sua zona termoneutra, ou quando submetido ao exercício, ocorre o aumento da temperatura corporal interna e o acionamento do sistema termorregulador (Morgan et al., 1997).

Para o equino, o mecanismo mais importante para a perda de calor é o resfriamento evaporativo, incluindo a evaporação do suor das superfícies da pele e da água do trato respiratório. No entanto, vários fatores ambientais influenciarão a eficácia da perda de calor por meio evaporativo. Esses incluem a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar, a extensão do gradiente de pressão do vapor entre a superfície da pele e a velocidade do vento (Geor et al., 1995; McCutcheon et al., 1995).

Com alta umidade ambiente, o gradiente de pressão do vapor entre a superfície do corpo e o ambiente se estreita, restringindo assim a evaporação, e aumentando a taxa de armazenamento de calor. A extensa área superficial do trato respiratório também constitui um mecanismo para a dissipação de calor. As narinas do cavalo contribuem para a troca de calor devido à extensa área superficial do trato respiratório superior, incluindo as narinas internas e os cornetos nasais, fornecendo

um ambiente no qual o ar entra em contato com o epitélio altamente vascularizado do trato respiratório superior (Geor et al., 1995).

Apesar dos fatores ambientais exercerem grande influência sobre a homeostase de um organismo, o maior desbalanço térmico ocorre durante o exercício. A conversão de energia química (ou seja, substratos armazenados) para energia mecânica (por exemplo, contração muscular) é ineficiente, e aproximadamente 75 a 80% da energia química total é liberada em forma de calor, ao invés de trabalho físico (BRODY, 1945).

Com o início do exercício físico, há aumento da taxa de produção de calor metabólico, acompanhada por elevação da temperatura muscular e temperatura corporal interna que, se não efetivamente dissipada, resulta em hipertermia. O calor gerado por uma sessão de exercício em um cavalo é suficiente para aumentar a sua temperatura corporal em 3 a 5°C. Se o exercício for prolongado e não acompanhado de dissipação efetiva de calor, a temperatura retal pode exceder os 42°C, que é uma temperatura associada ao aumento acentuado do risco de choque térmico e outros distúrbios fisiológicos.

Dessa maneira, o aumento da temperatura corporal interna provoca a ativação de mecanismos dissipadores de calor, de modo que o aumento da temperatura corporal seja atenuado. No entanto, o restabelecimento do equilíbrio entre o ganho e dissipação de calor irá depender da eficiência desse processo fisiológico e da duração e intensidade do exercício.

A eficiência dos mecanismos dissipação de calor vai ser principalmente influenciada por condições ambientais, mas também podem ser melhoradas por meio de adaptações fisiológicas decorrentes principalmente do condicionamento físico e aclimatação ao calor (McCutcheon & Geor, 2007).

De acordo com Wasserman, Whipp e Casaburi (1986), o principal objetivo da regulação da frequência respiratória nos equinos é manter uma troca de gases adequada aos processos vitais, tanto em repouso quanto em exercício, garantindo oxigenação necessária ao metabolismo dos diversos órgãos e tecidos, retirando do sangue o dióxido de carbono resultante da combustão de diversos substratos energéticos. Outros fatores, tais como reflexos mecânicos originados dos membros em movimento, variações no débito cardíaco, a termorregulação, fatores corticais e psicológicos foram relacionados com o controle da ventilação em equinos.

2.2- BOVÍDEOS

Parte do rebanho bovino leiteiro no Brasil tem origem das raças de clima temperado como a Holandesa, devido sua maior produção de leite, entretanto, não é adaptada ao calor. Devido a isso, esses animais sofrem algumas modificações fisiológicas em condições de estresse térmico, por exemplo, aumentam a frequência respiratória, elevam a taxa de sudação e aumentam a temperatura retal, dentre outros (FERREIRA et al., 2006).

A raça de gado holandês destaca-se por animais de grande porte, elevado peso, grande consumo de matéria seca (MS), e alta produção leiteira, possuem boa habilidade materna, úbere grande, e ligamentos fortes para sustentação do grande volume de leite, são dependentes de temperatura amena (Passetti et al., 2016).

A dissipação de calor por meios evaporativos pode ser facilitada com a aplicação de água na superfície corporal do animal. A água evapora e reduz o calor, favorecendo as trocas entre a pele e o ambiente (NÄÄS & ARCARO, 2001). Nääs (1989), em suas pesquisas demonstrou que a eficiência do desempenho animal é resultado do funcionamento do seu sistema endotérmico e disfunções desse sistema provocam alterações significativas na eficácia da produção.

O estresse calórico é um típico problema encontrado no manejo de vacas leiteiras nos trópicos e sub-trópicos, causando reduções na produção e mudanças na composição do leite, redução na ingestão de alimentos e aumento na ingestão de água. A perda de produção de leite devido ao aumento de temperatura depende de fatores como a umidade relativa do ar, velocidade do vento, nutrição e outros fatores relacionados ao manejo. No entanto, são frequentemente observadas perdas produtivas de 10% ou mais (Head, 1995).

Segundo Baeta e Souza (1997), o intervalo de temperatura da zona de conforto térmico para bovinos recém-nascidos está compreendido entre 18°C a 21°C (região ótima), sendo que a temperatura efetiva crítica inferior (TCI) é de 10°C e a temperatura efetiva crítica superior (TCS) de 26°C.

De acordo com Huber (1990), a zona de termoneutralidade para vacas da raça Holandesa varia de 4° a 26° C; relata que um ambiente estressante provoca várias respostas, dependendo da capacidade do animal para adaptar-se e em

determinadas situações ambientais, o animal pode manter todas as suas funções vitais (manutenção, reprodução e produção) e, em outras, estabelece prioridades.

Vários métodos têm sido empregados para amenizar o estresse por calor, tais como: sombreamento natural ou artificial, ventilação, resfriamento do ar a partir da aplicação de gotículas de água, pulverização de água sobre os animais acompanhada de ventilação e condicionamento do ar (FRAZZI et al., 1996). A água deve penetrar e umedecer completamente a pele e o pelo dos animais, de forma que as vacas sejam resfriadas e troquem calor por condução e por evaporação da água, a partir dos pelos e da pele (BACCARI JR, 2001).

Um método em específico chamado free stalls, cujo objetivo é suprir todas as necessidades da vaca leiteira como proporcionar uma área de descanso seco e confortável, melhorando o seu bem-estar e desempenho. As vacas normalmente descansam de 10 a 14 horas por dia em cinco ou mais períodos de descanso. Os free stalls de vacas leiteiras bem desenhadas e manejadas podem reduzir a posição excessiva, permitindo ruminação mais eficiente, melhorando limpeza e diminuindo lesões.

Existem oito dicas essenciais para fazer o manejo correto do free stall, são eles: dimensionar corretamente o colchão, substituir os colchões antigos quando necessário, projetar baias de tamanho adequado para as vacas, manter as baias cheias de areia quando optar por esse material, mantenha sempre as baias preparadas para o retorno das vacas, incline a areia em direção à parte traseira da baia, use a areia certa, ao reutilizar substitua com a areia mais limpa possível.

A susceptibilidade dos bovinos ao estresse calórico aumenta à medida que a binomia umidade relativa e temperatura ambiente ultrapassam a zona de conforto térmico, o que dificulta a dissipação do calor que, por sua vez, aumenta a temperatura corporal com efeito negativo sobre o desempenho (AZEVEDO, 2009). Estas alterações resultam em aumento da susceptibilidade às infecções, diminuição da produção e alterações da composição do leite (TAO et al., 2018).

Em temperaturas extremas, vacas de alta produção respondem fisiologicamente com redução da produção de calor metabólico em torno de 18% a 20% (PIRES et al., 1999). Para que isso aconteça, esses animais diminuem o consumo de matéria seca e, em consequência, a produção de leite diminui 25% a 30% (SIMAS, 1998).

Ferreira (2005) relata que o calor perdido ou ganhado ocorre pela forma sensível e latente. O calor sensível, ganho ou perdido, transmite-se por condução através da cobertura (pelos) e tecido epitelial (pele), por convecção entre o ar e superfície corporal e por radiação do céu ou evaporação d'água que ocorre na superfície da pele (sudorese) e nas vias respiratórias no processo de respiração.

Coelho (1997) cita que o aumento da produtividade está associado diretamente com o aumento da produção de calor metabólico, exigindo que o organismo se direcione para compensar o desequilíbrio provocado pelo ambiente. Quando o animal está sob estresse calórico, ocorre aumento no fluxo sanguíneo periférico preparando o organismo para perdas evaporativas e redução no fluxo sanguíneo interno (COELHO, 1997).

Existem alternativas para amenizar os efeitos do estresse calórico em vacas leiteiras, que são modificações no ambiente e no manejo nutricional. As modificações ambientais constituem no manejo do ambiente em função dos vários parâmetros ambientais que podem favorecer ou prejudicar o desempenho do animal, facilitando ou inibindo os processos produtivos e reprodutivos (LEVA, 1998).

Pires (2007) cita que as modificações ambientais podem ser classificadas como primárias, são modificações de simples execução e permitem proteger o animal durante períodos de climas extremamente quentes, exemplo sombreamento; secundárias são modificações que correspondem ao manejo do microambiente interno das instalações do sistema de confinamento parcial ou total.

De acordo com Coelho (1997), a formulação de dietas com baixo incremento calórico pode ser uma alternativa para reduzir o calor gerado no trato digestivo, isso pode ser conseguido com a utilização de menor quantidade de forragem ou com a utilização de gordura, o que não deve ultrapassar 7% da matéria seca.

O aumento no uso de concentrado e decréscimo na forragem fornecida na dieta pode aumentar o seu conteúdo energético, porém valores acima de 60% da matéria seca total da dieta podem resultar em problemas como depressão da gordura do leite, acidose, laminite e redução na eficiência de utilização dos nutrientes (DHIMAN, 2001).

O manejo nutricional para as épocas mais quentes do ano deve incluir o fornecimento de dieta fria, ou seja, dieta que gera uma alta proporção de nutrientes para a síntese e diminuição do incremento calórico oriundo da fermentação e

metabolismo dos alimentos (PINHEIRO et al., 2005). Barbosa et al. (1983), cita que a menor ingestão de água vai afetar mais rapidamente a produção de leite que qualquer outro nutriente.

Deve-se garantir um fornecimento de água limpa para todas as categorias do sistema de produção. Aumentar o número de fornecimentos de alimentos por dia, reduzindo a quantidade de alimento por refeição, também é uma alternativa de manejo para estimular o consumo de alimento nos dias mais quentes, além de evitar o aquecimento e a deterioração do alimento (PIRES, 2007).

2.3- SUÍDEOS

Os suínos apresentam dificuldade de se adaptarem ao calor devido principalmente ao seu elevado metabolismo, a “capa” de tecido adiposo subcutâneo, sistema termorregulador pouco desenvolvido e limitada capacidade de perda de calor através da sudorese por apresentarem glândulas sudoríparas queratinizadas, sendo, por essa razão, sensíveis ao calor quando adultos, o que dificulta sua adaptação aos trópicos (Bear et al., 2002).

A manutenção da temperatura corporal é um dos mecanismos de ajuste que controla a homeostasia do organismo. Com isso, o clima passa a ser um dos principais fatores limitantes para obtenção da máxima produtividade, situação que se agrava nas fases finais da criação onde ocorre aumento na sensibilidade dos suínos ao calor (HANNAS, 1999).

A redução na produtividade em sua maioria tem origem nos fatores ambientais externos e o microclima dentro das instalações, onde, ambos exercem efeitos diretos e indiretos sobre a produção animal em todas as fases de produção. O conhecimento das respostas ou adaptações fisiológicas, físicas e comportamentais dos animais relacionados ao ambiente térmico nos permite a tomada de medidas e/ou alteração de manejo, da nutrição, instalações e equipamentos, objetivando a maximização da atividade (BRIDI, 2006).

Os suínos são animais endotérmicos e sua temperatura corporal varia entre 38,6°C a 39,3°C, em condições normais, estritamente controladas dentro desta faixa pelo centro termorregulador localizado no hipotálamo (ANDERSSON & JONASSON, 2006). Os suínos trocam calor com o ambiente à medida que a temperatura do meio se eleva até a zona de termoneutralidade, que é a temperatura de máximo conforto térmico para o animal.

A partir daí, a condução, a radiação e a convecção têm eficiência reduzida, e o mecanismo de evaporação, principalmente pelas vias respiratórias (já que as glândulas sudoríparas são pouco desenvolvidas nos suínos) passa a assumir papel mais importante na dissipação de calor corporal. Como consequência, esses animais têm menor tolerância ao calor do que outros animais domésticos sendo, portanto, suscetíveis à hipertermia quando expostos ao estresse pelo calor (ANDERSSON & JONASSON, 2006).

A temperatura ambiente ideal é de 30 a 32 °C para leitões até duas semanas de vida; de 25 a 28 °C para leitões de três a quatro semanas; e 15 a 18 °C para leitões com mais de quatro semanas de vida (Mendes, 2005). No caso de suínos de 20 a 60 kg, a faixa de temperatura de 15 a 22 °C constitui a zona de termoneutralidade, proporcionando o máximo de desempenho do animal. Até mesmo em faixas maiores de temperaturas, correspondentes às temperaturas crítica inferior e superior, de 10 a 25 °C respectivamente são aceitáveis em relação ao desempenho do suíno (Ashrae, 2001).

A maior temperatura exigida para o conforto térmico dos leitões se deve ao fato dos animais jovens terem ainda seu sistema termorregulador pouco desenvolvido, possuírem superfície em contato com o ambiente relativamente grande, reserva energética baixa e porcentagem de gordura subcutânea, em torno de 1 a 2 %, o que confere pequeno isolamento térmico.

Devido a estes fatores, o leitão recém-nascido tem facilidade para perder calor corporal rapidamente. Entretanto, o grande desafio da maternidade é manter um conforto térmico ideal para a porca, devido às altas temperaturas na maior parte do ano, enquanto que os leitões contam com um espaço exclusivo para eles, o escamoteador (Campos et al., 2008).

Os suínos possuem um sistema de controle da homeostase, que é acionado quando o ambiente externo apresenta situações desfavoráveis (Ferreira, 2000). De acordo com Lee & Phillips (1948), os suínos não transpiram e morrem por hipertermia quando sua temperatura retal atinge 44,4 °C. Segundo Sousa (2004), em geral a temperatura normal média situa-se entre 38,5 e 39 °C em adultos, quando aferida no reto, apresentando variações dentro das diferentes categorias.

Em condições de calor os suínos necessitam minimizar a resistência à perda de temperatura, e se for necessário, podem reduzir sua produção de calor, diminuindo o consumo de alimentos o que não é tecnicamente desejável (Clark, 1981). Quando os suínos são mantidos em ambientes com temperaturas maiores ou menores que 21 °C há uma diminuição no ganho de peso, tanto em altas quanto em baixas temperaturas, porém as mais altas são mais prejudiciais. Porém, quando são submetidos a uma temperatura de 43,2 °C todos os suínos perdem peso e poucos são os que sobrevivem (Souza, 2002).

Segundo Ferreira (2000), é importante enfatizar que as temperaturas críticas, superior e inferior, são influenciadas por vários fatores, tais como: a) nível de alimentação: quanto maior for o consumo de alimento, menor será a temperatura crítica inferior em função do calor fornecido ao animal pelo alimento, possibilitando-o suportar temperaturas ambientais mais baixas; b) manejo dos animais: o tipo de alojamento, individual ou em grupo, poderá influenciar a dissipação de calor do animal para o ambiente; c) temperatura do alimento: a temperatura da ração e da água consumida pode ter efeito, principalmente quando grande quantidade de água fria é consumida no período de inverno; d) temperatura e tipo de piso: a temperatura e o tipo de cama utilizada poderão influenciar a troca de calor animal-ambiente, modificando conseqüentemente, as temperaturas críticas dos leitões.

Assim, o estresse por calor representa um dos principais limitantes da produtividade no Brasil, onde regiões tropicais predominam em sua maior parte. O conhecimento da capacidade fisiológica de adaptação dos animais a estas condições é importante, para assegurar a máxima produtividade do plantel que por sua vez está ligada ao bem-estar dos animais (NUNES et al., 2016).

3 - CONCLUSÃO

Saber sobre estresse calórico é muito importante, é a base para analisar também a zona de conforto térmico e termoneutra, pois fatores como temperatura ambiente tem alta influencia sob o desempenho e potencial do animal. O animal mesmo tendo uma genética boa, genética que garante ao animal um alto desempenho, o estresse calórico interfere diretamente em seu desempenho final, sendo assim o animal não conseguiu exercer todo o seu potencial. Além disso, conhecer os fatores do estresse térmico ajuda a buscar soluções que são viáveis para amenizar este fator ambiente que é externo ao animal, evitando que o estresse calórico tenha grande influencia em seu desempenho.

REFERÊNCIAS

- ANDERSSON, B.E.; JONASSON H. Regulação da Temperatura e Fisiologia Ambiental. DUKES. Fisiologia dos Animais Domésticos. 12ª edição. Editora Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, RJ. 2006, 946 p.
- ASHRAE. Thermal comfort. In: ASHRAE Fundamentals. Chapter 8. Atlanta, 2001.
- AZEVEDO, D. M. M. R.; ALVES, A. A. Bioclimatologia Aplicada à Produção de Bovinos Leiteiros nos Trópicos. Series Documentos n. °188. EMBRAPA Meio-norte, Teresina, PI, 2009.
- BACCARI JR. F. Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes. Londrina: UEL, 2001. 142p.
- BARBOSA, O., CARDOSO, R., & COELHO, D. (1983). Influência da temperatura da água de beber no desempenho de animais 7/8 Holandês-Zebu, na época do verão. I. Temperatura retal, ritmo respiratório e ingestão de água. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 12(1), 86-96.
- BEAR, M.F., CONNORS, B.W. & PARADISO, M.A. Neurociências- Desenhando o Sistema Nervoso. Porto Alegre 2ªed. Artmed, editora, 2002.
- BRIDI, A. M. Adaptação e aclimação animal. Apostila de Bioclimatologia. Disponível em: < <http://pt.slideshare.net/RmuloAlexandrinoSilva/apostila-conforto-termico2012> > v. 5, p. 05-15, 2006.
- BRIDI, A.M. Adaptação e aclimação animal. Disponível em: < <http://www.uel.br/pessoal/ambridi/arquivos/adaptacaoeacimatacaoanimal.pdf> >, 2010.
- BRODY S. Bioenergetics and growth. New York: Reinhold; 1945.
- Broom DM. 1988. The scientific assessment of animal welfare. Applied Animal Behaviour Science 20: 5-19.
- Broom DM. 1991. Animal welfare: concepts and measurement. Journal of Animal Science 69: 4167-4175.
- Broom DM, Johnson KG. 1993 (reprinted with corrections 2000). Stress and Animal Welfare. Dordrecht: Kluwer.
- Broom DM, Molento CFM. 2004. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas – revisão. Arch Vet Sci 9: 1-11.

CAMPOS, J. A.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C. et al. Ambiente térmico e desempenho de suínos em dois modelos de maternidade e creche. Ceres, n.55, v.3, p.187-193, 2008.

CLARK, J.A. Environmental aspects of housing for animal production. London: Butterworths, 1981. 511p.

COELHO, S. G.; MORAIS, M. D. Nutrição de vacas leiteiras sob condições de estresse calórico. Caderno Técnico de Medicina Veterinária. UFMG. N.21. p.61-70, 1997.

COLUMBIANO, V.S. Identificação de QLT nos cromossomos 10, 11 e 12 associados ao estresse calórico em bovinos. 2007. 60p. Dissertação (Mestrado em Genética e melhoramento Animal). Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 2007.

Curtis S.E. 1983. Environmental management in animal agriculture. AMES: The Iowa State University Press, 409 p.

DHIMAN T. R.; ZAMAN, M. S. Desafios dos sistemas de produção de leite em confinamento em condições de clima quente. Traduzido por Bolívar Nóbregas e Leonardo Andrade Leite. Anais da II Simpósio de Nutrição e Produção de Gado de Leite. Belo Horizonte. 103p. 2001.

Eight Tips to Manage Freestalls (<https://www.dairyherd.com/article/8-tips-manage-freestalls>)

FERREIRA, F., PIRES, M. F. A., MARTINEZ, M. L., COELHO, S. G., CARVALHO, A. U., FERREIRA, P. M, FACURE FILHO, E.J. & CAMPOS, W. E.. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.58, n.5, p.732- 738, 2006.

FERREIRA, R.A. Efeitos do clima sobre a nutrição de suínos. In: ENCONTROS TÉCNICOS ABRAVES. 11., 2000, Chapecó. Anais... Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2000. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/abrades-sc/pdf/Memorias2000/1_RonyFerreira.pdf

FERREIRA, R. A. Maior Produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. Editora Aprenda Fácil. 2005. Viçosa/MG. 371p.

FRAZZI, E., CALAMARI, L., & CALEGARI, F. Dairy cows heat stress index including air speed parameter. AgEng'96, Conference on Agricultural Engineering, Madrid, 23-26, September, 1996.

GEOR, R.J.; McCUTCHEON L.J.; ECKER, G.L.; LINDINGER, M.I. Thermal and cardiorespiratory responses of horses to submaximal exercise under hot and humid conditions. *Equine Veterinary Journal*. V 20. p.125–132, 1995.

HANNAS, M.I. Proteína bruta para suínos machos castrados mantidos em diferentes condições térmicas dos 15 aos 30 kg. Viçosa, MG: UFV, 1999. 64p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.

HEAD, H. H. Management of dairy cattle in tropical and subtropical environments: improving production and reproduction. In: *Anais do 1º Congresso Brasileiro de Biometeorologia*; 1995, Jaboticabal. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Biometeorologia; 1995. p.26-68.

HUBER, J. T. Alimentação de vacas de alta produção sob condições de estresse térmico. In: *Bovinocultura Leiteira*. Piracicaba, Fealq, 1990.

LEE, D.H.K.; PHILLIS, R.W. Assessment of the adaptability of livestock to climatic stress. *Journal of Animal Science*. v.7, n.4, p.391-425, 1948.

LEVA, P. Impacto ambiental em La producción lechera em La cuenca central argentina. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA*, 2., 1998, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Sociedade Brasileira de Biometereologia, 1998. p. 129-135.

McCUTCHEON, L.J.; GEOR, R.J.; HARE, M.J; ECKER,G.L.; LINDINGER, M.I. Sweating rate and sweat composition during exercise and recovery in ambient heat and humidity. *Equine Veterinary Journal*. V. 27, p. 153–157, 1995.

McCUTCHEON, L.J.; GEOR, R.J. Thermoregulation and exercise associated heat stress. Em: HINCHCLIFF, K.W; GEOR e R. J KANEPS A.J. *Equine exercise physiology: The science of exercise in the athletic horse*. Saunders Ltd, 2007. Cap. 6.3, p 382.

MENDES, A.S. Efeito do manejo da ventilação natural no ambiente de salas de maternidade para suínos.2005, 107f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

MORGAN, K.; EHRLEMARK, A. and SALLVIK, K. Dissipation of heat from standing horses exposed to ambient temperatures between - 3°C and 37°C. *Journal of Thermal Biology*, V. 22, no. 3, p. 177-186, 1997.

NÄÄS, I.A.; *Princípios de conforto térmico na produção animal*. São Paulo: Ícone Ed., 1989. 183p.

NÄÄS, I.A.; ARCARO JUNIOR, I. Influência de ventilação e aspersão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, n.1, p.139-142, 2001.

NÓBREGA, G. H.; SILVA, E. M. N.; SOUZA, B. B.; MANGUEIRA, J. M. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. *Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável*. Vol. 06, n. 01, p. 67- 73, 2011.

NUNES, M.L.A. et al. AVALIAÇÃO FISIOLÓGICA DE ESTRESSE POR CALOR EM PORCAS GESTANTES SUBMETIDAS A DIFERENTES SISTEMAS DE ALOJAMENTO EM CAMA E EM PISO DE CONCRETO. *Engenharia Agrícola*, v. 34, n. 1, 2016.

Passetti, R. A. C., Eiras, C. E., Gomes, L. C., Santos, J. F. d. & Prado, I. N. 2016. Intensive dairy farming systems from Holland and Brazil: SWOT analyse comparison. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 38, 439-446.

PINHEIRO, M. G., NOGUEIRA, J. R., LIMA, M. L. P., LEME, P. R., MACARI, M., NÄÄS, I. A., ... & PEREIRA, A. F. Efeito do ambiente pré-ordenha (sala de espera) sobre a temperatura da pele, a temperatura retal e a produção de leite de bovinos da raça Jersey. *Revista Portuguesa de Zootecnia*, Portugal, v. 12, n. 2, p. 37-43, 2005.

PIRES, M. F. A.; Ferreira, A. de M. Estresse calórico em bovinos de leite. *Caderno Técnico de Medicina Veterinária e Zootecnia*. N.29. p.23-37. Agosto. 1999.

PIRES, M. F. A. Como evitar ou amenizar o estresse calórico em gado de leite. *Revista Leite Integral*. Ano 2. N.7. Fevereiro/Março. P.24-37. 2007.

QUINIOU N. et al. Voluntary feed intake and feeding behaviour of group-housed growing pigs are affected by ambient temperature and body weight. *Livestock Production Science*, v.63.p. 245-253, 2000.

RANDALL, M. The Physiology of Stress: Cortisol and the Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis. *DUJS Online - The Dartmouth Undergraduate Journal of Science*. Fall 2010.

SIMAS, J. M. C. Nutrição de animais em condições de estresse. In: *Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite*, 1., Piracicaba, 1998. Anais... Piracicaba: NUPEA-ESALQ. P. 103-113. 1998.

SOUSA, P. Conforto térmico e bem estar na suinocultura. I. ed. Lavras: UFLA, 2004. 69p.

TAO, S.; ORELLANA, R. M.; WENG, X.; MARINS, T. N.; DAHL, G. E.; BAERNARD, J.K. *Symposium review: The influences of heat stress on bovine mammary gland function*. J. Dairy Science, Champaign, v. 101, p. 1-13, 2018.

WASSERMAN, K.; WHIPP, B.J.; CASABURI, R. Respiratory control during exercise. In: FISHMAN, A.P. Handbook of physiology. Bethesda: American Physiological Society, 1986, p.595-619.