

Joseane Nunes Batista<sup>1\*</sup>

Louise Dias Borges<sup>1</sup>

Lucas Almeida Lima<sup>1</sup>

Bonifácio Benício de Souza<sup>2</sup>

Elisângela Maria N. da Silva<sup>3</sup>

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 05/01/201. Aprovado em 06/04/2015.

<sup>1</sup> Mestranda do Programa de Pós- graduação em Ciência Animal/ Centro de Saúde e Tecnologia Rural – CSTR/ Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, : [joseanenunesb@hotmail.com](mailto:joseanenunesb@hotmail.com)

<sup>1</sup> Mestranda do Programa de Pós- graduação em Ciência Animal/ Centro de Saúde e Tecnologia Rural – CSTR/ Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, [louisediasb@hotmail.com](mailto:louisediasb@hotmail.com)

<sup>1</sup> Mestrando do Programa de Pós- graduação em Ciência Animal/ Centro de Saúde e Tecnologia Rural – CSTR/ Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, [lucasalmeidalima@zootecnista.com.br](mailto:lucasalmeidalima@zootecnista.com.br)

<sup>2</sup> Professor Associado da Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária-UAMV / Centro de Saúde e Tecnologia Rural - CSTR/ Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, [bonifacio@pq.cnpq.br](mailto:bonifacio@pq.cnpq.br)

<sup>3</sup> Pós-Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária/ Centro de Saúde e Tecnologia Rural – CSTR/ Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, [elisangelamns@yahoo.com.br](mailto:elisangelamns@yahoo.com.br)



## *Termorregulação em ruminantes*

### RESUMO

Esta revisão teve como objetivo descrever sobre o mecanismo fisiológico da termorregulação nos ruminantes e sobre os principais testes de avaliação da adaptabilidade utilizados para estes animais. No Brasil, mais precisamente na região Nordeste os animais sofrem estresse térmico em decorrência das elevadas temperaturas registradas durante todo ano. A região semiárida é caracterizada pela alta incidência de radiação solar e temperaturas elevadas, o que expõe os animais a condições estressantes, mesmo aqueles que são adaptados ao clima da região. O animal porta-se como um sistema termodinâmico que, continuamente, troca energia com o ambiente, assim elementos do clima agem sobre o organismo animal, mediante o fluxo de energia térmica que ele absorve ou emite. Variações ocorridas no ambiente térmico, principalmente na temperatura ambiente resultam na ativação de mecanismos termorregulatórios que afetam o metabolismo energético e influenciam o consumo de alimentos, a disponibilidade de nutrientes, a eficiência de utilização e os requerimentos de energia, alterando a taxa de crescimento e o desempenho produtivo. Portanto, para que se tenha a máxima eficiência produtiva e reprodutiva dos animais de produção, precisamos oferecer condições térmicas ambientais favoráveis a estes animais.

**Palavras-chave:** mecanismos termorregulatórios; semiárido; testes de adaptabilidade

## *Thermoregulation in ruminants*

### ABSTRACT

This review aimed to describe about the physiological mechanism of thermoregulation in ruminants and on the main adaptability of the assessment tests used for these animals. In Brazil, more precisely in the Northeast animals suffer heat stress due to the high temperatures recorded throughout the year. The semi-arid region is characterized by high incidence of solar radiation and high temperatures, which exposes the animals to stressful conditions, even those that are adapted to the climate. The animal-port as a thermodynamic system that continually exchange energy with the environment, and weather elements act on the animal body, through the thermal energy flow it absorbs or emits. Variations in the thermal environment, especially at room temperature resulting in the activation of thermoregulatory mechanisms that affect energy metabolism and affect food intake, nutrient availability, the utilization efficiency and energy requirements by changing the growth rate and productive performance. Therefore, in order to have the maximum productive and reproductive efficiency of livestock, we need to provide temperature conditions favorable to these animals.

**Keywords:** thermoregulatory mechanisms, semiarid, adaptability tests

## INTRODUÇÃO

No Brasil, mais precisamente na região Nordeste os animais sofrem estresse térmico em decorrência das elevadas temperaturas registradas durante todo ano. Segundo Sousa Junior et al. (2008) a zona do semiárido, se caracteriza por apresentar alta incidência de radiação solar e elevadas temperaturas que expõe os animais a condições estressantes durante grande parte do ano, inclusive as raças tidas como mais adaptadas ao clima da região.

Diante dessas condições ambientais e na tentativa de manter a temperatura corporal, mudanças fisiológicas e comportamentais são necessárias para a sobrevivência dos animais, as quais podem influenciar negativamente sobre a saúde e produtividade.

Quando existe um gradiente de temperatura entre o animal e o meio, ou seja, em condições em que a diferença entre a temperatura corporal e a ambiental são maiores as formas sensíveis de perda de calor, condução, convecção e radiação são mais eficientes. Em condições de temperaturas elevadas e reduzido gradiente térmico as formas insensíveis ou evaporativas de dissipação de calor, frequência respiratória e sudorese, assumem maior destaque no processo termorregulatório (Nobrega et al., 2011).

Diante das constantes mudanças climáticas que vêm ocorrendo no decorrer dos anos, afetando diretamente a vida dos animais e dos seres humanos problemas relacionados à produção animal em regiões tropicais tem se tornado cada vez mais frequentes, fazendo com que estratégias de manejo sejam desenvolvidas para manter ou garantir uma boa produtividade. Objetivou-se com essa revisão descrever sobre o funcionamento do processo termorregulatório e seu mecanismo fisiológico, além de relatar sobre alguns dos principais testes de adaptabilidade utilizado para ruminantes em ambientes com temperaturas elevadas.

## FISIOLOGIA DA TERMORREGULAÇÃO

Entende-se por termorregulação o conjunto de estratégias empregadas pelos seres vivos para regular sua temperatura corporal, sendo este mecanismo fundamental para a adaptação dos animais a diferentes tipos de habitats (Souza e Batista, 2012). Os animais são como sistemas físicos, capazes de gerar energia térmica e que conseguem regular a temperatura corporal diante de certos limites de temperatura.

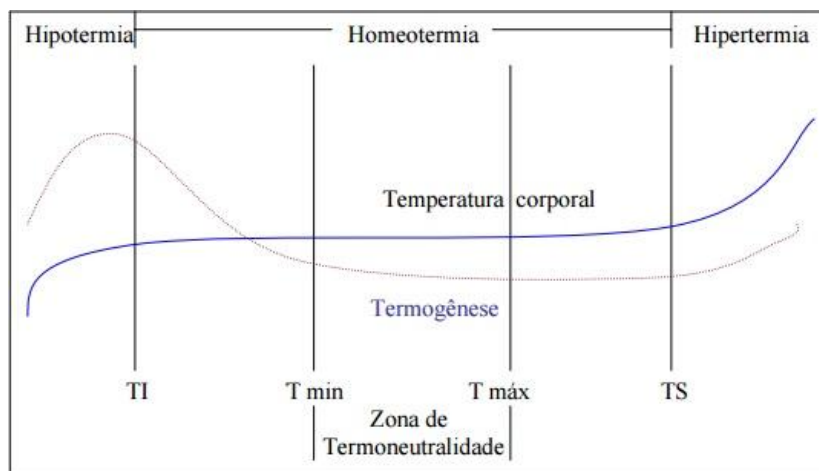
Quanto ao processo de termorregulação os animais são classificados em endotérmicos e ectodérmicos, baseando-se na principal fonte de calor utilizada para manter a homeotermia. Os animais endotérmicos mantem a temperatura corpórea dentro de certas demarcações relativamente precárias, mesmo que a temperatura oscile e que sua atividade mude veementemente (Bridi, 2015).

Segundo Baeta e Souza (1997) a temperatura corporal média para os animais de produção como bovinos de corte, leite, cabra e ovelha é respectivamente, 38,3; 38,6; 39,1 e 39,1 °C e suas temperaturas limitantes são 37,7 – 39,1; 38,0 – 39,3; 38,5 – 39,7 e 38,5 – 39,9 °C respectivamente, nessas condições, os animais podem expressar naturalmente seu potencial genético.

Para os animais conseguirem manter a temperatura do corpo constante, necessitam através de variações, comportamentais, fisiológicas e metabólicas, produzir calor para elevar a temperatura corpórea quando a mesma diminuir ou perder calor para o meio ambiente quando a temperatura se elevar (Bridi, 2015)

De acordo com a Figura 1, os animais possuem uma zona de termoneutralidade, a qual é definida como sendo a faixa de temperatura ambiente na qual o calor dissipado pelo animal corresponde ao calor mínimo produzido metabolicamente. Dentro dessa zona, o animal mantém uma variação normal de temperatura corporal, o apetite é normal e a produção é ótima. .

**Figura 1:** Variações da temperatura corporal de um animal homeotérmico em função da temperatura ambiente. Fonte: (Bridi, 2015).



A zona de tolerância ao calor compreende as faixas de temperatura ambiental, abaixo ou acima das temperaturas críticas da zona de termoneutralidade, onde a dissipação ou a produção e conservação de calor são eficazes em manter a temperatura interna estável (Titto, 1998).

Segundo Nobre et al. (2013) as formas evaporativas de perder calor, respiração e sudorese são mais eficientes em algumas espécies do que em outras. Ainda segundo os autores fatores como: umidade do ar, temperaturas elevadas e radiação solar são os principais agentes causadores de estresse térmico por calor ou frio em animais, que respondem por meio de alterações fisiológicas e comportamentais.

Quando a temperatura ambiente ultrapassa a temperatura crítica o reduzido gradiente térmico faz com que as formas sensíveis de perda de calor sejam menos eficazes, entrando em ação a termólise evaporativa para manutenção da homeotermia. Esse equilíbrio entre produção e dissipação de calor corporal é obtido através do mecanismo termorregulatório que consiste em uma cadeia de ajustes anatômicos, fisiológicos e comportamentais utilizados pelo animal diante das variações ambientais.

A regulação da temperatura corporal é realizada por mecanismos de *feedback* controlados pelo hipotálamo (Matarazzo, 2004).

Segundo Souza e Batista (2012) o hipotálamo atua regulando a temperatura corporal, associando aos impulsos térmicos advindos de quase todos os tecidos do organismo e não apenas em relação à temperatura corporal média.

Em uma situação de calor excessivo as células termorreceptoras localizadas na superfície da pele mandam estímulos aos receptores de calor no hipotálamo anterior e este através de mecanismos neuroendócrinos promove a perda de calor por mecanismos fisiológicos. Em temperaturas baixas as células termorreceptoras enviam estímulos para os receptores de frio no hipotálamo posterior e este por meio do mecanismo neuroendócrino aciona os mecanismos fisiológicos para produção de calor pelo organismo.

## **TESTE DE ADAPTABILIDADE PARA RUMINANTES**

Com o objetivo de avaliar a adaptabilidade de animais de interesse zootécnico, foram desenvolvidos os testes de Ibéria, Rainsby e Benezra.

O teste de Ibéria tem como parâmetro fisiológico de interesse a temperatura retal. É realizado com os animais expostos ao sol, sendo as aferições realizadas por três dias, consecutivos ou não, as 10 e 15 horas, obtendo-se o “coeficiente de tolerância ao calor (CTC)”,  $CTC = 100 - [18 (TRF-TRN)]$ , onde 100 = eficiência máxima em manter a temperatura corporal em 39,1°C; 18 = constante; TR = temperatura retal média final; TRN = temperatura retal média considerada normal para a espécie estudada (Reece, 1996; Martins Junior, 2007), quanto mais próximo de 100 for o CTC, mais adaptado o animal é ao meio onde foi submetido o teste (Muller, 1982).

O teste de Rainsby, foi desenvolvido com a finalidade de testar a capacidade do animal em dissipar calor, tem como variável de observação a temperatura retal (TR). No respectivo teste o animal é submetido às baterias de exercício físico com duração de 10 minutos, após esse tempo, a sua TR deve elevar-se acima 40 °C, caso o animal não obtenha esta temperatura, o mesmo será novamente submetido a mais 10 minutos de exercício, até que a sua TR passe dos 40°C.

Após o animal atingir a meta de TR, a mesma deve ser aferida a cada 10 minutos até que esta volte à sua TR inicial, anterior ao exercício. Considerando o animal mais capaz de dissipar calor, aquele que retornar a sua TR inicial mais rapidamente (Muller, 1982).

O teste de Benezra foi desenvolvido na Venezuela, e consiste na aferição não somente da temperatura retal, mas também da frequência respiratória, conhecendo-se o “coeficiente de adaptabilidade” (Muller, 1982).

## **BOVINOS**

O Brasil é considerado um país de clima tropical, com médias altas de temperaturas durante o ano, o que predispõe ao estresse térmico em animais de produção, principalmente nos que estão expostos diretamente à radiação solar. O estresse provoca uma série de desequilíbrios fisiológicos que, por sua vez, causam um aumento nas exigências nutricionais de energia líquida para manutenção, reduzindo a energia disponível para os processos produtivos (Silva, 2000).

No entanto, uma alta produtividade só pode ser atingida se os animais forem mantidos na zona de termoneutralidade, a qual consiste em uma faixa de temperatura que há um gasto mínimo de energia para manutenção da temperatura, resultando em maior aporte de energia para os processos produtivos (Silva, 2000). Esta faixa depende de alguns fatores, como a capacidade de adaptação dos animais ao ambiente.

Os zebuínos são mais tolerantes ao calor em comparação aos taurinos devido, sobretudo, ao processo evolutivo destas raças, que proporcionou o aparecimento de alelos relacionados a termo tolerância (Hansen, 2004), com habilidade termorregulatória superior em consequência da taxa metabólica mais baixa, bem como da maior capacidade de perda de calor para o ambiente.

Contudo, raças taurinas também podem agregar capacidade adaptativa às condições tropicais, como é o caso de diversas raças naturalizadas brasileiras, introduzidas no país por colonizadores ibéricos, e que se adaptaram ao ambiente por meio da seleção natural durante séculos (Mcmanus et al., 2009).

Contudo, Rodrigues et al. (2010) estudando a influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras afirmam que em condições ambientais de elevado desconforto térmico principalmente pelo calor, as vacas tem seu consumo de alimento e produção leiteira reduzidos, além de outras inúmeras alterações fisiológicas, como medidas da função termorregulatória.

Souza et al. (2010) também estudando o processo termorregulatório em novilhas leiteiras observaram que a frequência respiratória elevada para dissipar o calor pode interferir na ingestão alimentar e no ato de ruminar, acumular calor endógeno e repelir energia que deveria ser usada para outros processos metabólicos e produtivos.

Por fim os mesmos autores concluíram e ressaltaram que um ambiente sombreado apresenta uma redução de 50% da carga térmica radiante, auxiliando os animais manterem a homeotermia e com isso, evitando o estresse térmico, promovendo o bem estra e aumentando a produtividade.

Outra variável ambiental que afeta bastante o processo termorregulatório, consiste na umidade relativa do ar. A diminuição da umidade relativa do ar durante o turno da tarde está ligada a máxima temperatura e a Carga Térmica Radiante (CTR), no qual corrobora com Souza et al. (2007); Façanha et al. (2010) e Oliveira et al. (2012), que descrevem sobre o índice de tolerância ao calor para bovinos na região semiárida. De acordo com Souza et al. (2002), o Índice de Temperatura e Umidade e o Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade quando indicam situação de alerta, caracterizam estresse térmico para os animais.

Dentre os processos fisiológicos de termorregulação em bovinos, nos ambientes quentes, está o aumento da frequência respiratória, mas quando o animal utiliza o ofego para dissipar calor, processo que permite a dissipação de até 25% de calor, contudo, com um tempo prolongado de estresse, com perda excessiva de CO<sub>2</sub>, o animal entrar em alcalose respiratória (Takahashi et al., 2009).

Como modificações comportamentais para a termorregulação, o animal em altas temperaturas diminui o tempo gasto com o pastejo e aumenta o tempo de ócio. Além disso, modifica os horários de pastejo, alimentando-se mais na parte da manhã e à noite.

Os bovinos são considerados animais homeotérmicos, pela capacidade que possuem de manter a temperatura corporal diante de variações ambientais. Contudo, para que isso ocorra há necessidade que haja um equilíbrio entre a termogênese e a termólise, feito através das alterações fisiológicas, metabólicas e comportamentais, de modo a manter a homeostase orgânica e reduzir as consequências adversas da hipo ou hipertermia, dependendo da circunstância. Durante esse processo de ajuste, as funções menos vitais ao organismo, como o desempenho (produção e reprodução) e o bem-estar podem ser atingidas quando a intensidade e a duração dos estressores ambientais supera a capacidade compensatória dos animais, geneticamente determinada (Bertipaglia et al., 2007).

Sabe-se que os bovinos para possibilitar o conforto térmico, podem admitir certos tipos de comportamentos como: procura a sombra, aumento do consumo de água, redução na ingestão de alimento, fica em pé, ao invés de se deitar, eleva a frequência respiratória, produz saliva em grande quantidade, aumenta a sudorese e a vasodilatação periférica (Souza Junior, 2009).

A temperatura ambiente e a umidade relativa do ar são fatores que afetam a produção de bovinos, principalmente quando ambas são elevadas, dessa forma, os animais respondem com menor ingestão de alimento, conseqüentemente ocorre queda na produção de carne e leite, inclusive na diminuição da capacidade de conversão alimentar (Morrison, 1983).

A adaptabilidade dos animais de origem zebuína ao clima tropical está relacionada à menor produção de calor metabólico, associada a melhor capacidade de termólise uma vez que, as raças zebuínas apresentam um grande número de glândulas sudoríparas, o que aumenta a facilidade de perder calor e por isso, são mais tolerantes a elevadas temperaturas do que as raças taurinas.

## OVINOS

A produtividade animal depende, em grande parte, da interação existente entre o animal e o ambiente em que ele vive, ou seja, da maneira com que ele reage as variações ambientais locais (Neiva et al., 2004). Dentre os animais domésticos, os ovinos são os que apresentam mecanismos anatomofisiológicos que mais se adaptam à sobrevivência em regiões com altas temperaturas e baixa umidade relativa (Souza, 2007).

Souza (2007) afirma ainda que é de suma importância se conhecer a capacidade de adaptação de raças e espécies exploradas no Brasil, bem como se determinar práticas de manejo e sistemas de criação que venham proporcionar a criação desses animais de forma sustentável, levando em consideração o bem-estar.

Sabe-se que os ovinos são animais homeotérmicos, portanto, conseguem manter sua temperatura corporal constante, mesmo quando há uma variação, dentro de certos limites de temperatura ambiente. Esses animais dentro da sua “zona de conforto térmico” conseguem manter a temperatura corporal constante, contudo, fora dessa zona de conforto esses animais necessitam ativar mecanismos para perder ou ganhar calor dependendo da situação ambiental em que se encontram (Nobre et al., 2013).

No Nordeste do Brasil 63% dos ovinos estão inseridos no semiárido, onde o sistema extensivo de criação é predominantemente e os animais são expostos diretamente à condições ambientais desfavoráveis (Vasconcelos e Vieira, 2004). Dentre as variáveis climáticas, a temperatura ambiental atua de forma significativa sobre os parâmetros fisiológicos dos animais domésticos, especialmente na frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura retal e da pele (Medeiros e Vieira, 1997). Segundo Cezar et al. (2004) a zona de conforto térmico da espécie ovina está na faixa de -2 a 20 °C e pode ser influenciada por alguns fatores como: raça, tamanho, fase produtiva, entre outros. Quando em conforto térmico as perdas de calor por meio da forma evaporativa são na ordem de 20%, já em uma situação de estresse com temperaturas superiores a 35 °C, 60% do calor perdido ocorre dessa forma (Oliveira et al., 2013).

A frequência respiratória dos ovinos varia em torno de 16 a 34 movimentos/minutos, podendo subir a 300

movimentos/minutos quando submetidos a um grande estresse térmico (Manual Merk de Veterinária, 2001). Por isso, a severidade do estresse térmico em ruminantes pode ser quantificada através do aumento da frequência respiratória (Batista et al., 2014). Segundo Silanikove (2000), uma frequência respiratória de 40-60; 60-80 e 80-120 mov./min, caracteriza, estresse baixo, médio-alto e alto, respectivamente, e acima de 200 mov./min, seria caracterizado estresse severo em ovinos.

As deliberações encontradas na literatura sobre a importância da evaporação cutânea e respiratória nos ovinos são conflitantes (Silva e Starling, 2003). Esse conflito já era observado desde épocas passadas, quando autores afirmaram que diante da exposição dos animais a temperaturas elevadas (30 a 40°C), a evaporação cutânea pode ser três vezes mais excessiva que a respiratória (Rieck 1950; Knapp e Robinson, 1954; Brook e Short, 1960ab). Já outros autores afirmam que o parâmetro mais importante para regulação térmica é a frequência respiratória (Alexander e Williams, 1962; Hofmeyr et al., 1969; Hales, 1974).

De acordo com Cunningham (2004), a temperatura retal normal em ovinos varia de 38,5 a 39,9 °C, e alguns fatores são capazes de causar variações nesse parâmetro, dentre eles podemos citar: sexo, idade, estação do ano, exercícios, período do dia, ingestão e digestão de alimentos. Cesar et al. (2004) e Oliveira et al. (2005) afirmaram que a temperatura retal dos ovinos é afetada pelo período do dia, e que nesses animais observa-se uma temperatura retal menor no turno da manhã, quando comparado com o turno da tarde.

Quando os animais domésticos são submetidos a diferentes testes de tolerância térmica em diferentes grupos genéticos, observa-se que a uma grande variação na sua frequência cardíaca (Singh e Bhattacharyya, 1990). Ainda assim, é observada uma frequência cardíaca mais elevada em animais que estão sob estresse térmico, em reposta a temperaturas ambientais elevadas, que está associada a uma menor taxa de produção de calor (Kadzere et al., 2002).

Em um estudo onde se avaliou os parâmetros fisiológicos de ovinos da raça Dorper, Santa Inês e seus mestiços no semiárido nordestino, encontraram-se diferenças significativas entre os batimentos cardíacos durante os períodos do dia, sendo que a taxa cardíaca vespertina (115,30 bat/min) se mostrou superior à taxa matutina (105,67 bat/min) (Cezar et al. 2004).

Raslan (2008) estudando os aspectos comportamentais e fisiológicos de ovinos SRD sob pastejo com ou sem sombreamento observou que as médias das frequências cardíacas no turno da tarde (100,55 bat/min) foram mais elevadas que as da manhã (78,00 bat/min), sendo os valores de batimentos cardíacos observados durante o turno da manhã considerados normais para a espécie ovina, preconizados entre 70 a 80 bat/min.

Portanto, é de suma importância estudos que avaliem a adaptabilidade das diversas raças ovinas aos mais diversos tipos de ambientes, a fim de formar um embasamento técnico para a exploração desses animais nos mais diversos climas do país.

## **CAPRINOS**

Os caprinos são animais homeotérmicos que possuem mecanismos fisiológicos para manter a temperatura corporal constante dentro de determinados limites de temperatura ambiente (Gomes, 2006; Randal et al., 2000). Entretanto, a produtividade desses animais está ligada diretamente as variações ambientais. O estresse por calor causa uma queda na produção de leite e carne, distúrbios alimentares e reprodutivos, nesses animais. Isso ocorre devido ao efeito da temperatura do ar, radiação solar, umidade relativa do ar, vento e duração, associada à intensidade do agente estressor (Pereira, 2011).

Apesar de muitos autores destacarem a resistência desses animais, quando expostos a radiação solar, temperatura elevada e alta umidade relativa, os mesmos sofrem alterações em seu comportamento e na sua resposta fisiológica para manter a sobrevivência, o que traz como consequência redução da produtividade (Lu, 1989). Para que os caprinos consigam manter a temperatura interna controlada, necessitam que haja um equilíbrio entre o ganho e a perda de calor (Lucena et al., 2013).

A temperatura retal (TR) é a variável fisiológica de referência para a avaliação da homeotermia (Viana et al., 2013). Nos caprinos uma temperatura retal normal pode variar entre 38,5 °C a 39,7 °C, contudo, a estação do ano e período do dia, por exemplo, podem ser capazes de alterar a temperatura corporal desses animais (Pereira, 2011).

As frequências respiratória e cardíaca normais para caprinos tem variação de 12 a 25 movimentos por minuto (Kolb, 1974) e 70 a 80 batimentos cardíacos por minuto (Reece, 1996), respectivamente.

Furtado et al. (2008) trabalhando com caprinos da raça Moxotó, confinados e não confinados na região semiárida observaram que no período da manhã a frequência respiratória desses animais foi de 62 mov/ minuto, enquanto que no período da tarde, observou-se uma frequência respiratória de 69,5 mov/minuto, valor este superior ao da manhã.

Avaliando a influência do ambiente térmico e níveis de suplementação sobre os parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó, Gomes et al. (2008) demonstraram que em uma situação de desconforto térmico, durante o período da tarde os animais conseguiram manter a sua temperatura retal dentro dos limites ditos como normais, elevando os batimentos cardíacos e a frequência respiratória.

A temperatura superficial é outro parâmetro bastante utilizado na avaliação da dissipação de calor. Silva et al. (2010) ao avaliarem adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semiárido observaram que o turno da tarde influenciava significativamente elevando a temperatura superficial, quando comparada a temperatura superficial do turno da manhã.

De acordo Medeiros et al. (2001), mesmo que de forma indireta, a radiação solar afeta a temperatura superficial, alterando e elevando os valores dos gradientes térmicos, entre a superfície corporal e o núcleo central, a

superfície e o meio ambiente dificultando a dissipação do calor e, por conseguinte o processo de termorregulação dos animais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O animal porta-se como um sistema termodinâmico que, continuamente, troca energia com o ambiente, assim os elementos do clima agem sobre o organismo animal, mediante o fluxo de energia térmica que ele absorve ou emite. Variações ocorridas na temperatura ambiente resultam na ativação dos mecanismos termorregulatórios que afetam o metabolismo energético e influenciam no consumo de alimentos e consequentemente na disponibilidade de nutrientes interferindo no desempenho produtivo. Para que se tenha a máxima eficiência produtiva e reprodutiva dos animais de produção, faz-se necessário oferecer condições térmicas ambientais adequadas a cada espécie.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, G.; WILLIAMS, D. Temperature regulation in the newborn lamb. VI. Heat exchanges in lambs in a hot environment. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.13, p.122-143, 1962.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C. F. Ambiência em edificações rurais – conforto animal. Ed. UFV, Viçosa – MG, 1997. 246p.
- BATISTA, N. L.; SOUZA, B. B.; OLIVEIRA, G. J. C.; ROBERTO, J. V. B.; ARAUJO, R. P.; RIBEIRO, T. L. A.; SILVA, R. A. Tolerância ao Calor em Ovinos de Pelames Claro e Escuro Submetidos ao Estresse Térmico. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, v. 2, p. 102-108, 2014.
- BERTIPAGLIA, E. C. A.; SILVA, R. G.; CARDOSO, V.; MAIA, A. S. C. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de características do pelame e de desempenho reprodutivo de vacas holandesas em clima tropical. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v. 36, n. 2, p. 350 – 359. 2007
- BRIDI, A. M.; Adaptação e Aclimação Animal. Apostila de Bioclimatologia. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/RmuloAlexandrinoSilva/apostila-conforto-termico2012>> Acesso em 05/05/15.
- BROOK, A. H.; SHORT, B. F. Regulation of body temperature of sheep in a hot environment. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.11, p. 402-407, 1960a.
- BROOK, A.H.; SHORT, B.F. Sweating in sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.11, p.557-569, 1960b.
- CEZAR, F. M.; SOUZA, B. B.; PIMENTAF, E. C. et al. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. *Ciência e Agrotecnologia*. Lavras-MG, v.28, n.3, p. 619-626, 2004.
- CUNNINGHAM, J. G. Tratado de fisiologia veterinária. 3.ed. Guanabara Koogan, 2004. 596p.
- European breeds of dairy cattle at different ambient temperatures. *Livestock Production Science*.
- FAÇANHA, D. A. E.; SILVA, R. G.; MAIA, A. S. C.; GUILHERMINO, M. M.; VASCONCELOS, A. M. Variação anual de características morfológicas e da temperatura de superfície do pelame de vacas da raça Holandesa em ambiente semiárido. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p. 837-844, 2010.
- FURTADO, D. A.; GOMES, C. A. V.; MEDEIROS, A. N.; PIMENTA FILHO, E. C.; LIMA JÚNIOR, V. L. Efeito do ambiente térmico e suplementação nas variáveis fisiológicas de caprinos moxotó em confinamento e em semiconfinamento. *Engenharia Agrícola*, v.28, p. 396-405, 2008.
- GOMES, C. A. V. et al. Efeito do ambiente térmico e níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v.12, n.2, p. 213–219, 2008.
- HALES, J. R. S. Physiological responses to heat. In: ROBERTSHAW, D. (Ed.) *Environmental physiology*. London: Butterworths, 1974.
- HANSEN, P. J. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. *Animal Reproduction Science*. v. 82 - 83, p. 349 – 360, 2004.
- HOFMEYR, H. S.; GUIDRY, A. J.; WALTZ, F. A. Effects of temperature and wool length on surface and respiratory evaporative losses of sheep. *Journal of Applied Physiology*, v.26, p.517-523, 1969.
- KADZERE, M. R.; MURPHY, N.; SILANIKOVE, E. et al. Heat stress in lactating dairy cows: a
- KNAPP, B. J.; ROBINSON, K. W. The role of water for heat dissipation by a Jersey cow and a Corriedale ewe. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.5, p. 568-577, 1954.
- KOLB, E. Fisiologia veterinária. Zaragoza: Acríbia, 1974. 595p.
- LU, C.D. Effects of heat stress on goat production. *Small Ruminant Research*, v.2, p.151-162, 1989.
- LUCENA, L. F. A.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B.; MEDEIROS, A.N.; SOUZA, B. B. Respostas fisiológicas de caprinos nativos mantidos em temperatura termoneutra e em estresse térmico. *Revista Brasileira de*

- Engenharia Agrícola e Ambiental (Online) **JCR**, v. 17, p. 672-679, 2013.
- MANUAL MERK DE VETERINÁRIA/ editor Susan E. Aiello; editor associado Asa Mays; [tradução Paulo Marcos Agria de Oliveira] -8ª ed-São Paulo:Roca, 2001.
- Martins Júnior, L. M.; Costa, A. P. R.; Ribeiro, D. M. M.; Turco, S. H. N.; Muratori, M. C. S. Respostas fisiológicas de caprinos Boer e Anglo-Nubiana em condições climáticas de Meio-norte do Brasil. *Revista Caatinga*, v.20, p.1-7, 2007.
- MATARAZZO, S. V. Eficiência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo em confinamento do tipo *freestall* para vacas em lactação. Tese de Doutorado. São Paulo, 2004.
- McMANUS, C.; PRESCOTT, E.; PALUDO, G.R.; BIANCHINI, E.; LOUVANDINI, H.; MARIANTE, A.S. Heat tolerance in naturalized Brazilian cattle breeds. *Livestock Science*, v.120, p.256-264, 2009.
- MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D.H. Bioclimatologia animal. Rio de Janeiro: UFRJ, 1997. 126p.
- MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D.H.; OLIVEIRA, C.A.; SCHERER, P.O. Frequências respiratória e cardíaca em caprinos de diferentes raças e idades. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, 23: 199-202. 2001
- MORRISON, S. R. Ruminant heat stress: Effect on production and means of alleviation. *Journal of Animal Science*. v. 57, p. 1594 - 1600, 1983.
- MÜLLER, P.B. Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos. 2.ed. Porto Alegre: Sulina, 1982. 157p.
- NEIVA, M. N. J.; TURCO, S. N. H.; OLIVEIRA, S. P. M.; MOURA, A. N. A. A. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, p.668-678, 2004.
- NOBRE, I. S.; SOUZA, B. B.; MARQUES, B. A. A.; BATISTA, N. L. Efeito de diferentes níveis de concentrado e inclusão de gordura protegida na dieta sobre o desempenho produtivo e termorregulação de ovinos. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 9, n. 2, p. 14 - 20, 2013.
- NOBREGA, 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*, v. 6, p. 67-73, 2011.
- OLIVEIRA, FABIANO A.; TURCO, SÍLVIA H. N.; BORGES, et al. Parâmetros fisiológicos de ovinos Santa Inês submetidos a sombreamento com tela de polipropileno. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Online) JCR*, v. 17, p. 1014-1019, 2013.
- OLIVEIRA, P.T.L.; TURCO, S.H.N.; ARAÚJO, G.G.L.; VOLTOLINI, T.V.; MENEZES, D.R.; SILVA, T.F. Comportamento ingestivo e parâmetros fisiológico a de bovinos Sindi alimentados com teores crescentes de feno de erva-sal. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.7, p.180-188, 2012.
- PEREIRA, G.M. Avaliação do comportamento fisiológico de caprinos da raça Saanen no Semiárido Paraibano. *Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável*, v.6, n.1, p. 83 – 88, 2011.
- PEREIRA, J.C.C. Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal. 1. Ed. Belo Horizonte: FEPMUZ Editora, 2005. 195p.
- RANDALL, D.; BURGGREN, W.; FRENCH, K. E. Fisiologia animal. Rio de Janeiro:Guanabara, 2000. 636p.
- RASLAN, Lázaro Samir Abrantes. Aspectos comportamentais e fisiológicos de ovino SRD sob pastejo com e sem sombreamento. Lázaro Samir Abrantes Raslan. – Itapetinga-BA: UESB, p. 99 Il. 2008.
- REECE, W.O. Fisiologia de animais domésticos. São Paulo: Roca, 1996, p. 137 e 254.
- review. *Livestock Production Science*. v.77, p. 59-91, 2002.
- RIEK, P.F.; HARDY, M.H.; LEE, D.H.K. et al. The effect of the dietary plane upon the reactions of two breeds of sheep during short exposures to hot environments. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.1, p.217-230, 1950.
- RODRIGUES, A.L.; SOUZA, B.B.; PEREIRA FILHO, J.M. Influência do Sombreamento e dos Sistemas de Resfriamento no Conforto Térmico de Vacas Leiteiras Agropecuária Científica no Semi-Árido, v.06, n 02, p. 14 – 22. 2010.
- SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science*, [S.l.], v. 67, p. 1-18, 2000.
- SILVA, E.M.N.; SOUZA, B.B.; SOUSA, O.B; SILVA, G.A.; FREITAS, M.M.S. Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semiárido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento. *Revista Caatinga*, v.23, p.142-148, 2010.
- SILVA, R.G. Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.

- SILVA, R.G.; STARLING, J.M.C. Evaporação cutânea e respiratória em ovinos sob altas temperaturas ambientes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.8, p.1956-1961, 2003.
- SINGH, K.; BHATTACHARYYA, N. K. Cardiorespiratory activity in Zebu and their F crosses with
- SOUZA JUNIOR, M. D. Características de Adaptabilidade em Bovinos de Corte. Revisão Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Mato Grosso do Sul/PPGCiência Animal. Mato Grosso do Sul .23f. 2009.
- SOUZA JÚNIOR, S. C.; MORAIS, D. A. E.; VASCONCELOS, A. M.; NERY, K. M.; MORAIS, J. H. G.; GUILHERMINO, M. M. Características Termorreguladoras de Caprinos, Ovinos e Bovinos em Diferentes Épocas do Ano em Região Semi-Árida. *Revista Científica de Produção Animal*, v.10, n.2, p.127-137, 2008.
- SOUZA, B. B.; BATISTA, N. L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 8, n. 3, p. 06-10, 2012.
- SOUZA, B. B.; SILVA, I. J. O.; MELLACE, E. M.; SANTOS, R. F. S; ZOTTI, C. A.; GARCIA, P. R. Avaliação do Ambiente Físico Promovido pelo Sombreamento sobre o Processo Termorregulatório em Novilhas Leiteiras. *Agropecuária Científica no Semi-Árido*, v.06, n 02 abril/junho, p. 59 – 65. 2010.
- SOUZA, B. B.; SILVA, R. M. N.; MARINHO, M. L.; SILVA, G. A.; SILVA, E. M. N.; SOUZA, A. P. Parâmetros fisiológicos e índice de tolerância ao calor de bovinos da raça Sindi no semiárido paraibano. *Ciência e Agrotecnologia*, v.31, p.883-888, 2007.
- SOUZA, B. B.; SILVA, R. M. N.; MARINHO, M. L.; SILVA, G. A.; SILVA, E. M. N.; SOUZA, A. P. Parâmetros fisiológicos e índice de tolerância ao calor de bovinos da raça Sindi no semiárido paraibano. *Ciência e Agrotecnologia*, v.31, p.883-888. 2007.
- SOUZA, C. F; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; FERREIRA, W. P. M.; SILVA, R. S. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. *Ciência e Agrotecnologia*, v.26, p.157-164, 2002.
- TAKAHASHI, L. S.; BILLER, J. D.; TAKAHASHI, K. M. *Bioclimatologia zootécnica*, - Jaboticabal. 1ª ed., 2009. 91p.
- TITTO, E. A. L. Clima: Influência na produção de leite. In: *AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE EM CLIMA QUENTE*, Piracicaba. Anais... Piracicaba. FEALQ, p. 10-23. 1998.
- v.24, p.119-128, 1990.
- VASCONCELOS, V. R.; VIEIRA, L. S. A evolução da caprino-ovinocultura brasileira. Disponível em: <http://www.capritec.com.br/artigos/embrapa>. Acesso em: 16.mai.2015.
- VIANA, M. P.; MEDEIROS, A. R.; SOUZA, B. B. Efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia, produção e reprodução de caprinos. *Agropecuária Científica no Semi-Árido*, v. 09, p. 01-08, 2013.