

V. 8, n. 3, p. 06-10, jul - set, 2012.

UFCG - Universidade Federal de Campina Grande.
Centro de Saúde e Tecnologia Rural – CSTR.
Campus de Patos – PB. www.cstr.ufcg.edu.br

Revista ACSA:

<http://www.cstr.ufcg.edu.br/acsa/>

Revista ACSA – OJS:

<http://150.165.111.246/ojs-patos/index.php/ACSA>

Bonifácio Benício de Souza ^{1*}

Nayanne Lopes Batista ²

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 16/01/2012. Aprovado em 01/08/2012.

¹ Zootecnista, Prof. Associado - UAMV/CSTR/UFCG, Caixa postal 64, 58.708-110, Patos-PB E-mail: bonifacio@pq.cnpq.br

² Médica veterinária, UFCG, Patos-PB E-mail: nanne_medvet@hotmail.com



AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO – ISSN 1808-6845

Revisão de Literatura

Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal

RESUMO

Esta revisão teve como intuito enfatizar os efeitos das variações de temperatura na fisiologia animal, enfocando as reações decorrentes dessas alterações, bem como suas implicações na produtividade animal. Os métodos utilizados pelos animais para a manutenção da temperatura interna constante são diversos assim como são descritas inúmeras consequências do estresse térmico para os animais, responsáveis por inibir a expressão máxima do potencial produtivo pelos mesmos. Dessa forma, torna-se bastante relevante o estudo dos componentes que interagem no processo de termorregulação, as decorrências do desequilíbrio nesse processo e ainda, algumas formas de amenizar esses efeitos, com a finalidade de proporcionar bem-estar e conforto térmico aos animais.

Palavras-chave: calor, homeostase, termorregulação.

The effects of heat stress on animal physiology

ABSTRACT

This review was intended to emphasize the effects of temperature variations in animal physiology, focusing on the reactions resulting from these changes and their implication in animal productivity. The methods used by animals to maintain constant internal temperature is different as are described a number of consequences of heat stress in animals and responsible for inhibiting the expression of the productive potential for the same. Thus, it is very important to study the components that interact in the process of thermoregulation, the consequences of the imbalance in the process and further, certain forms of mitigate these effects, in order to provide well-being and thermal comfort for the animals.

Key words: heat, homeostasis, thermoregulation

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos com as mudanças climáticas, o número de pesquisas buscando o bem-estar animal têm se intensificado na tentativa de se minimizar as perdas econômicas decorrentes dos efeitos do clima sobre a produção animal nos trópicos. Dentre as variáveis climáticas, a elevada temperatura ambiental, a umidade do ar e a radiação solar direta são os principais responsáveis por causarem o desconforto fisiológico que leva os animais a adotarem medidas fisiológicas e comportamentais para manter a homeotermia, e que na maior parte das vezes culminam com a redução no desempenho produtivo (SOUZA et al., 2010).

Os animais homeotérmicos devem manter a temperatura corporal dentro de limites estreitos ao longo das 24 horas do dia. Para tanto, deve haver um equilíbrio entre a termogênese (produção de calor) e a termólise (perda de calor) durante esse período. Esses processos são regulados através da modulação da termogênese e da intensificação de diferentes mecanismos de termólise (BARBOSA et al., 2004).

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 retal 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 (NÓBREGA et al., 2011).

De acordo com Randall (2010), 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; tornando-se assim relevante a compreensão das interações bioquímicas que constituem a resposta ao estresse.

Dessa forma é imprescindível o conhecimento da interação entre os animais e o ambiente, além do conhecimento da capacidade de adaptação das espécies e raças exploradas, para a tomada de decisões quanto aos sistemas de criação e estratégias de manejo a serem utilizadas para maximizar as respostas produtivas (NÓBREGA et al., 2011).

Como visto, resultados de inúmeros estudos no âmbito do bem-estar e comportamento animal revelam as diversas implicações decorrentes do estresse térmico para os animais. Portanto, torna-se de fundamental importância o estudo dos componentes que interagem para manter o funcionamento adequado dos meios regulatórios, com o intuito de prover ambientes que proporcionem bem-estar e conforto térmico aos animais, além de elevar a produtividade.

Termorregulação

A termorregulação, definida sucintamente como o conjunto de estratégias utilizadas pelos seres vivos para regulação da temperatura corpórea, apresenta-se como um mecanismo fundamental para a adaptação e manutenção de espécies animais em diferentes habitats.

Ambiente e animal constituem um sistema equilibrado. Diante de estímulos que provoquem desequilíbrio nesse sistema, o organismo recorrerá aos métodos de *feedback* negativo ativados pela interação neuroendócrina a fim de evitar os transtornos causados por um possível desajuste na homeostasia do organismo animal.

A termorregulação é regulada por dois sistemas que atuam em conjunto, o sistema endócrino e o sistema nervoso. Ambos enviam mensagens por meio de fibras sensitivas ou aferentes ao centro regulador - o hipotálamo - que processa as informações e envia respostas através de fibras eferentes e neurônios de associação até aos órgãos efetores, que produzem os efeitos necessários à regulação da homeostase.

De acordo com os tipos de mecanismos utilizados para manter a temperatura corpórea constante, os animais podem ser classificados em homeotérmicos e poecilotérmicos. Os primeiros mantêm sua temperatura constante apesar das variações de temperatura do meio enquanto que estes últimos têm sua temperatura alterada conforme variações do meio em que vivem.

Ainda em termos de classificação, os animais também podem ser endotérmicos ou exotérmicos, dependendo da fonte de calor utilizada para manutenção da homeostase; aqueles que utilizam calor interno, proveniente do metabolismo basal para esta finalidade são ditos endotérmicos e os que se utilizam de fatores externos, como calor do sol, por exemplo, são denominados exotérmicos.

Há também dois tipos de termorregulação, a fisiológica, na qual há mudanças orgânicas fisiológicas decorrentes do estresse térmico e a chamada termorregulação comportamental, em que os animais utilizam métodos comportamentais para equilibrar sua temperatura, como abrigar-se à sombra, por exemplo.

Mecanismo termorregulatório

A seguir, Braz (2005) explana acerca da fisiologia da termorregulação normal. A manutenção da normotermia nos animais homeotermos é uma função muito importante do sistema nervoso autônomo visto que pequenas alterações da temperatura central podem suscitar alterações metabólicas e enzimáticas. A termorregulação é realizada por um sistema de controle fisiológico, que consiste em termorreceptores centrais e periféricos, um sistema de condução aferente, o controle central de integração dos impulsos térmicos e um sistema de respostas eferentes levando a respostas compensatórias.

No hipotálamo situa-se o sistema de controle central, que regula a temperatura do corpo ao integrar os impulsos térmicos provenientes de quase todos os tecidos do organismo, e não apenas em relação à temperatura central do organismo, o que tem sido considerado como temperatura corporal média. Quando o impulso integrado excede ou fica abaixo da faixa limiar de temperatura, ocorrem respostas termorreguladoras autonômicas, que mantêm a temperatura do corpo em valor adequado.

Os impulsos termais aferentes provêm de receptores anatomicamente distintos ao frio e ao calor, os quais podem ser periféricos ou centrais. Também existem receptores termossensíveis localizados na pele e nas membranas mucosas, que medeiam a sensação térmica e contribuem para a ocorrência dos reflexos termorregulatórios. Esses receptores também respondem à sensação mecânica.

No hipotálamo anterior é feita a integração das informações aferentes térmicas, enquanto no hipotálamo posterior iniciam-se as respostas efetoras. Na área pré-óptica do hipotálamo existem neurônios sensíveis e não sensíveis à temperatura, sendo que os primeiros podem ser classificados em neurônios sensíveis ao calor e neurônios sensíveis ao frio, estes últimos predominantes. Ressalte-se ainda a presença de neurônios sensíveis à estimulação térmica local no hipotálamo posterior, na formação reticular e na região medular.

E conforme Randall (2010) os glicocorticoides são as moléculas responsáveis por regular a intensidade da resposta ao estresse, sendo o cortisol o hormônio primário responsável por restaurar a homeostase, sendo liberado após exposição a situações estressantes.

Efeitos do estresse térmico pelo calor

Diversos autores relatam os efeitos do estresse térmico para os animais, havendo de acordo com Barbosa et al. (2004) senso comum de que, um ambiente estressante provoca várias respostas, dependendo da capacidade do animal para adaptar-se. Sendo que as respostas fisiológicas e metabólicas ao meio ambiente resultam de uma combinação de fatores ambientais, que podem afetar a saúde animal, o desempenho e o comportamento geral (MADER et al., 2010).

A associação entre os vários fatores climáticos como, temperatura do ar, umidade relativa do ar e irradiação provocam alterações fisiológicas que acabam interferindo na produtividade animal (SILVA et al., 2005). Inúmeros trabalhos atestam os efeitos negativos das elevadas temperaturas sobre a produção de leite, reprodução e susceptibilidade a doenças (BARBOSA et al. 2004). Como enfatizam Rodrigues et al. (2010), afirmando que em condições ambientais de alto desconforto térmico pelo calor, os animais têm seu consumo alimentar e produção láctea reduzidos, além de outras alterações fisiológicas, como medidas da função termorregulatória.

Para exemplificar, o estresse térmico por calor afetou a probabilidade de prenhez de vacas receptoras de embriões sob condições tropicais (SILVA et al., 2010); em caprinos mestiços, a concentração espermática encontrou-se reduzida na época mais quente do ano na região semiárida (SILVA et al., 2005) e ocasionais períodos de calor ambiente excessivo afetaram o desempenho de crescimento e bem-estar de bovinos em confinamento (GAUGHAN et al., 2008).

Além disso, Souza et al. (2010) analisando o processo termorregulatório em novilhas leiteiras, ressaltam que a frequência respiratória elevada, como forma de dissipar calor excedente, quando mantida por várias horas, pode interferir na ingestão de alimentos e ruminação, adicionar calor endógeno a partir da atividade muscular e desviar a energia que poderia ser utilizada em outros processos metabólicos e produtivos.

Formas de amenizar os efeitos do estresse térmico

Barbosa et al. (2004), afirmaram que diversas modificações ambientais podem ser introduzidas, visando diminuir a temperatura sobre os animais e, conseqüentemente, atenuar o estresse por calor, auxiliando, assim, no conforto térmico dos mesmos.

A capacidade de prever os efeitos de variáveis climáticas extremas para o gado é importante em termos de bem-estar e desempenho (GAUGHAN et al., 2008). Assim, vários modelos e índices existem na tentativa de caracterizar o efeito de fatores ambientais sobre o conforto dos animais e índices de calor têm sido utilizados para ajustar a temperatura ambiente para os efeitos da umidade relativa ou velocidade do vento ou ambos, para obtenção de um ambiente confortável (MADER et al., 2010).

O manejo do ambiente também tem sido amplamente difundido, no sentido de melhorar as condições de conforto do animal, em função da influência dos atributos climáticos em favorecer ou prejudicar o seu desempenho, sendo que este manejo engloba as estratégias usadas para reduzir os problemas existentes na relação animal-ambiente (NÓBREGA et al., 2011).

Dentre as medidas de manejo, conforme Silva et al. (2010), a opção de realizar a inovulação nos horários mais frescos pode ser uma forma de favorecer a regulação térmica das receptoras, afetando positivamente a probabilidade de prenhez de vacas receptoras de embriões sob condições tropicais.

Outro meio bastante importante de mitigar os efeitos deletérios provocados pelo estresse calórico é o fornecimento de sombra que, de acordo com Barbosa et al. (2004), durante o período do verão é um meio eficiente para auxiliar no conforto térmico dos animais, bem como a utilização de aspersão de água sobre os mesmos, havendo efeitos positivos quanto ao aspecto produtivo.

Consoante com os resultados apresentados, Rodrigues et al. (2010) verificaram que o sombreamento e a utilização de sistemas de resfriamento da sala de espera,

podem contribuir para a elevação da produção de leite das vacas leiteiras, sendo estas, portanto, estratégias fornecedoras de conforto térmico, de grande relevância para a pecuária leiteira.

Finalmente, Souza et al. (2010) concluíram que o ambiente físico sombreado apresenta uma redução em mais de 50% da carga térmica radiante, sendo portanto, indispensável às novilhas para manterem a homeotermia; ressaltando ainda que o provimento de sombras para os bovinos de raças leiteiras, independente do estagio fisiológico ou categoria animal, é imprescindível para garantir o bem-estar, o conforto térmico e maior produtividade.

Fontes de dissipação de calor

O animal perde calor através de duas formas: sensível e insensível. A forma sensível de perda de calor ocorre por meio da radiação, condução e convecção e acarreta alterações na temperatura ambiente. O aumento gradativo da temperatura do meio dificulta a dissipação de calor da forma sensível, sendo necessária então a ativação de outros mecanismos como a sudorese e o aumento da frequência respiratória. Esses dois fatores constituem os meios de perda de calor da forma insensível, que é influenciada pela umidade, ou seja, quanto maior a umidade relativa do ar aliada a altas temperaturas, menos eficiente é a dissipação do calor.

As perdas de calor por convecção e por radiação dependem da diferença de temperatura entre a superfície do animal e do seu ambiente. No entanto, em regiões tropicais, esta diferença é pequena e, muitas vezes negativa (SILVA & MAIA, 2011), dificultando assim a dissipação da forma sensível e elevando a perda da forma insensível.

Silva (2012) assegura que a superfície externa do corpo representa a principal linha de fronteira entre organismo e ambiente, sendo a outra linha constituída pelos tecidos pulmonares e respiratórios. Essa condição de fronteira determina as características da superfície externa do corpo, em função do ambiente e da natureza do organismo.

Ainda segundo o mesmo autor, a energia térmica procedente do interior do corpo pode ser transferida através da superfície corporal dos animais por condução, através dos tecidos superficiais, dérmicos e epidérmicos; condução ao longo das fibras da capa externa (pelos, lã ou penas); condução através do ar e do vapor que permeiam os espaços entre as fibras da capa externa; convecção natural ou forçada; evaporação da umidade cutânea e radiação.

A energia térmica produzida pelas reações metabólicas aquece os tecidos internos a uma temperatura (geralmente estimada pela temperatura retal); essa energia tende a passar para a superfície da epiderme por condução através dos tecidos e também carregada pelo sangue que irriga a superfície. Ao atingir a epiderme, a energia se

reduz e então temos a temperatura da superfície cutânea (T_s).

Quando uma superfície está úmida, a energia térmica nela existente é usada para a evaporação da água, que ocorre à temperatura da superfície (T_s); como resultado, há uma queda nesta temperatura. O fenômeno é denominado de calor latente. A eficiência dessa transferência de energia depende de a temperatura da superfície, temperatura do ar e quantidade de vapor de água na atmosfera.

Quanto mais alta a temperatura do ar, maior a quantidade de vapor de água que pode absorver; uma atmosfera a 20 °C com umidade relativa de 100% apresenta uma quantidade de vapor de água muito menor que se estivesse a 35°C e igualmente saturada. Por outro lado, quanto mais elevada for a temperatura da superfície, maior será a quantidade de vapor produzida e maior a eliminação de calor latente, porém dependendo da taxa de umidade do ar.

Portanto, considerando que a transferência térmica por evaporação não depende de fato da temperatura do ar, mas da temperatura da superfície e da umidade da atmosfera, segue-se que a evaporação é o mais eficiente mecanismo de eliminação de calor corporal em animais terrestres nas condições tropicais; como a convecção e a condução dependem da diferença (gradiente térmico) de temperatura entre a superfície e a atmosfera, quando a temperatura ambiente é elevada e mais próxima da temperatura corporal a eliminação de calor sensível é mais difícil e às vezes impossível.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estresse calórico é um dos principais limitantes a produção animal nos trópicos (NÓBREGA et al., 2011). Dessa forma, amenizá-lo adequadamente assume grande importância, dada a ampla gama de sistemas corporais afetada pelos hormônios do estresse (Randall, 2010). Souza et al., (2010) concluiu que, mesmo os animais com boa capacidade morfofisiológica para dissipar calor, necessitam de sombra natural ou artificial para se protegerem da radiação solar direta, principalmente em regiões tropicais. Assim, o entendimento das variações diárias e sazonais das respostas fisiológicas permite a adoção de ajustes que promovam maior conforto aos animais e permitam uma produção pecuária de forma sustentável (NÓBREGA et al., 2011).

Dado o exposto, percebe-se que os mecanismos termorregulatórios constituem uma forma eficaz de manutenção e regulação da temperatura corpórea dentro de limites determinados. Em virtude disso, pesquisas no âmbito do comportamento e bem-estar animal devem ser fomentadas a fim de proporcionar ambientes que confirmem conforto térmico aos animais e ofereçam condições para que os mesmos possam expressar o máximo de seu potencial produtivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, O. R.; BOZA, P. R.; SANTOS, G. T.; SAKAGUSHI, E. S.; RIBAS, N. P. Efeitos da sombra e da aspersão de água na produção de leite de vacas da raça Holandesa durante o verão. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Vol. 26, n. 01, p. 115-122, 2004.
- BRAZ, J. R. C. Fisiologia da termorregulação normal. **Revista Neurociências**. Vol. 13, n. 03, 2005.
- COSTA E SILVA, E. V.; KATAYAMA, K. A.; MACEDO, G. G.; RUEDA, P. M.; ABREU, U. G. P.; ZÚCCARI, C. E. S. N. Efeito do manejo e de variáveis bioclimáticas sobre a taxa de gestação em vacas receptoras de embriões. **Ciência Animal Brasileira**. Vol. 11, n. 02, p. 280-291, 2010.
- GAUGHAN, J.B.; MADER, T.L.; HOLT, S.M.; LISLE, A. A new heat load index for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**. Vol. 86, p. 226-234, 2008.
- HAFEZ, E. S. E. **Adaptacion de los animales domésticos**. Labor, S. A. Barcelona, 1973.
- MADER, T. L.; JOHNSON L. J.; GAUGHAN, J. B. A comprehensive index for assessing environmental stress in animals. **Journal of Animal Science**. Vol. 88, p. 2153-2165, 2010.
- 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.
- RANDALL, M. The Physiology of Stress: Cortisol and the Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis. **DUJS Online - The Dartmouth Undergraduate Journal of Science**. Fall 2010.
- RODRIGUES, A. L.; SOUZA, B.B.; FILHO, J. M. P. Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semiárido**. Vol. 06, n. 02, p. 14 - 22, 2010.
- SILVA, R. G. **Trocas térmicas através da superfície corporal**. Palestra ministrada na UFCG, Campus de Patos, PB, em 22 de maio de 2012.
- SILVA, R.G.; MAIA, A. S. C. Evaporative cooling and cutaneous surface temperature of holstein cows in tropical conditions. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Vol. 40, n. 05, p. 1143-1147, 2011.
- SILVA, G. A.; SOUZA, B. B.; ALFARO, C. E. P.; AZEVEDO, S. A.; NETO, J. A.; SILVA, E. M. N.; SILVA, A. K. B. Efeito das épocas do ano e de turno sobre os parâmetros fisiológicos e seminais de caprinos no semiárido paraibano. **Agropecuária Científica no Semiárido**. Vol. 01, p. 07-14, 2005.
- SOUZA, B. B.; LOPES, J. J.; ROBERTO, J. V. B.; SILVA, A. M. A.; SILVA, E. M. N.; SILVA, G. A. Efeito do ambiente sobre as respostas fisiológicas de Caprinos saanen e mestiços ½saanen + ½boer no semiárido Paraibano. **Agropecuária Científica no Semiárido**. Vol. 06, n. 02, p. 47 - 51, 2010.
- 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 Semiárido**. Vol.06, n. 02, p. 59 - 65, 2010.