

ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO PARA OVINOS⁽¹⁾

ORLANDO RUS BARBOSA⁽²⁾ e ROBERTO GOMES DA SILVA⁽³⁾

RESUMO: Foram observados 137 ovinos, sendo 50 animais corriedale, 41 suffolk e 46 ideal, com idades de 12 a 84 meses, distribuídos nos dois locais: Jaboticabal, SP (21°15' de latitude, 48°18' de longitude e 595m de altitude) e Cidade Gaúcha, PR (23°22' de latitude, 52°56' de longitude e 550m de altitude). Em Jaboticabal foram utilizados 30 animais corriedale, machos castrados, 20 suffolk e 26 ideal, fêmeas. Em Cidade Gaúcha, 20 animais corriedale, 21 suffolk e 20 ideal, fêmeas. As variáveis consideradas foram a temperatura do ar (Ta), pressão de vapor do ar (e), a velocidade do vento (v) e a carga térmica radiante (CTR), e as variáveis fisiológicas: temperatura retal (Tr), temperatura da epiderme (Te), temperatura do interior do velo (Tiv), temperatura da superfície do velo (Tsv) e frequência respiratória (Fr). Os animais foram observados expostos ao sol e à sombra, de manhã (8h30) e à tarde (13 horas), mantidos em baias ou piquetes com ou sem cobertura. Um índice de conforto térmico foi desenvolvido para avaliar as condições ambientais para as raças ovinas. A nova equação do índice de conforto térmico é $ICT = 0,6678 Ta + 0,4969 e + 0,5444 tg + 0,1038 v$, onde Ta é a temperatura do ar (°C), e é a pressão de vapor d'água (kPa), tg é a temperatura do globo (°C), e v é a velocidade do vento (m.s⁻¹). O índice foi comparado com o THI (índice de temperatura-umidade) e o BGHI (índice umidade termômetro de globo), apresentando correlações elevadas para a temperatura retal (r= 0,475) e frequência respiratória (r= 0,619). Três raças ovinas (Corriedale, Suffolk e Ideal) foram avaliadas sob valores de ICT de 20 a 50.

Termos para indexação: frequência respiratória, índice de conforto térmico, ovinos, temperatura retal.

Thermal comfort index for sheep

SUMMARY: It was observed 137 sheep (50 corriedale, 41 suffolk and 46 ideal) 12 to 84 months old, in two locations: at Jaboticabal, SP ((21°15' S, 48°18' W and 595m high), 30 castrated corriedale males, 20 suffolk and 26 ideal females were used, and at Cidade Gaúcha, PR (23°22' S, 52°56' W and 550m high), 20 corriedale, 21 suffolk and 20 ideal were used, all of them females. The following environmental variables were considered: environmental temperature (Et), air vapour pressure (e), relative humidity (Rh), wind speed (w) and radiant heat load (Rhl); physiological variables were: rectal temperature (Tr), skin temperature (Te), inner woolcoat temperature (Tiv), back surface temperature (Tsv) and respiratory rate (Fr). The animals were

- (1) Parte da tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/Jaboticabal, pelo primeiro autor, para obtenção do título de Doutor em Zootecnia, Área de Concentração: Produção Animal. Recebido para publicação em março de 1995
- (2) Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR
- (3) Departamento de Melhoramento Genético Animal, UNESP/Jaboticabal, SP

observed under shade and under direct sunlight, at 8:30 AM and at 13:00 PM. A thermal comfort index was developed to evaluate environmental conditions for sheep breeding. The new index equation is $TCI = 0.66778 Ta + 0.4969 e + 0.5444 tg + 0.1038 w$, where Ta is the air temperature ($^{\circ}C$), e is the partial vapour pressure (kPa), Tg is the globe temperature ($^{\circ}C$), and w is the wind speed ($m.s^{-1}$). The index is compared to the THI (temperature-humidity index) and to BGHI (Black-globe humidity index), presenting high correlations with rectal temperature ($r = 0.475$) and respiration rate ($r = 0.619$). Three sheep breeds (Corriedale, Polwarth and Suffolk) were evaluated under TCI values from 20 to 50.

Index term: rectal temperature, respiration rate, sheep, thermal comfort index.

INTRODUÇÃO

O estresse calórico é um importante fator que limita o desenvolvimento dos animais em geral e, em particular, os ovinos quanto à obtenção do seu melhor potencial genético de produção.

O estresse calórico é um estado fisiológico causado por uma combinação de condições ambientais que causam a efetiva temperatura do ambiente ser mais elevada que a variação da temperatura da zona de conforto do animal. Os quatro elementos ambientais que mais afetam a temperatura são: temperatura do ar, umidade do ar, radiação e vento. A exata combinação desses elementos na qual se inicia o estresse calórico é difícil - se não impossível - de se especificar. Uma dada combinação pode ser favorável ou desfavorável, dependendo do animal e das condições particulares na qual ele se encontra.

Apesar disso, vários índices foram desenvolvidos para prever o conforto térmico dos animais domésticos e o homem. Em geral, esses índices consideram apenas dois fatores: temperatura do ar e umidade do ar.

O mais conhecido desses índices é o Índice Temperatura-Umididade (THI) proposto por THOM (1958) para o conforto humano, $THI = ta + 0,36 td + 41,5$, onde ta é a temperatura do bulbo seco ($^{\circ}C$) e td é a temperatura do ponto de orvalho ($^{\circ}C$).

O THI foi usado por vários autores para descrever o conforto térmico dos animais domésticos, especialmente bovinos (CARGILL e STEWART, 1966 e JOHNSON et al., 1963). Esses autores observaram que os valores de THI entre 72 e 75 são valores críticos para a produção de leite.

Poucas informações existem sobre o uso do THI para ovinos. SIQUEIRA et al. (1990) observaram ovinos merino australiano, ideal, corriedale, romney marsh e ile de france em uma câmara climática, obtendo valores de THI de 71 a 95.

De acordo com HAHN (1985) um valor de THI de 70 ou menos mostra uma condição normal; um valor entre 71 e 78 é crítico; entre 79 e 83 existe um perigo e acima de 83 uma condição de emergência está presente. Esses valores podem ser válidos para animais domésticos em geral.

Entretanto, a equação do THI não leva em conta os efeitos da radiação e do vento. Durante os períodos de estresse, um animal ao sol está exposto a uma carga de calor radiante maior que a sua produção de calor metabólico (BOND *et al.*, 1967). Vários trabalhos tem mostrado que a temperatura retal e a frequência respiratória de animais ao sol são significativamente maiores que aqueles à sombra.

Por outro lado, um vento de 2,2 a 4,5 $m.s^{-1}$ pode melhorar a produção de vacas leiteiras sob temperaturas ambientes elevadas (THOMPSON, 1974). Consideráveis dados experimentais tem mostrado relação estatisticamente significativas entre a velocidade do vento e as medidas de desempenho dos animais.

BUFFINGTON et al (1981) apresentou uma modificação para a equação do THI, considerando o efeito da radiação e da velocidade do vento. Eles substituíram na fórmula do THI a temperatura do globo no lugar da temperatura do ar, sendo: $BGHI = tg + 0,36 td + 41,5$, onde BGHI é o Índice de Umidade-Termômetro de globo, e tg é a temperatura do globo ($^{\circ}C$).

Esses autores compararam o BGHI e o THI e concluíram ser este índice de maior eficácia como indicador de conforto animal que o THI sob condições ambientais estressantes de calor, quando os animais estão expostos à radiação solar. Quando expostos a pequenos ou moderados níveis de radiação, o BGHI e o THI podem ser igualmente efetivos como indicadores de conforto animal.

Nos últimos anos, métodos multivariados tem sido extensivamente utilizados para descrever os fenômenos biológicos. Entre esses métodos, a análise de componente principal está relacionado com a colocação de estrutura de variância e covariância através de uma nova combinação linear das variáveis originais, que explica as maiores variações dos dados. As combinações não correlacionadas com a maior variância são chamadas de componentes principais.

O objetivo do presente trabalho foi primeiro pesquisar uma simples função das variáveis ambientais utilizando análise de componentes principais, para desenvolver um índice de conforto para ovinos; segundo, avaliar o índice estimado, juntamente com o BGHI e o THI; terceiro, avaliar três raças de ovinos sob diferentes combinações de condições ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram observados 137 ovinos adultos (50 Corriedale, 41 Suffolk e 46 Ideal) de ambos os sexos e idade de 12 a 84 meses, em temperatura ambiente variando de 16°C a 32°C, ao sol e à sombra, na cidade de Jaboticabal, SP (21°15' de latitude S, 48°18' de longitude W e 595 m de altitude) e Cidade Gaúcha, PR (23°22' de latitude S, 52°56' de longitude W e 550 m de altitude).

Todos os animais foram observados várias vezes, 12 a 32, sob diferentes combinações de variáveis ambientais, e apenas em dia de sol. Em cada observação, as medidas foram efetuadas às 8h30 e 13h00 para 5 características, permanecendo no local (sol e sombra) durante 6 horas, e então medidos novamente. As variáveis consideradas foram: temperatura retal (T_r), temperatura da epiderme (T_e), temperatura do interior do velo (T_{iv}), temperatura da superfície do velo (T_{sv}) e a frequência respiratória (Fr).

Todas as temperaturas foram obtidas com um termômetro digital. A temperatura da superfície do velo foi medida protegendo a ponta do termômetro do calor radiante com um disco de isopor, para com isso medir apenas o calor existente na superfície do velo.

A Fr foi medida pela contagem dos movimentos dos flancos, com o auxílio de um cronômetro, durante 15 segundos, multiplicando-se o resultado por 4.

As seguintes variáveis ambientais foram consideradas: temperatura do ar (T_a), pressão de vapor d'água (e), temperatura do globo (T_g) e velocidade do vento (v).

A T_a e e foram obtidos nos locais de medidas com um psicrômetro não ventilado. A velocidade do vento foi medida por meio de um catatermômetro, o qual é muito sensível para pequenos deslocamentos de ar conforme SILVA e BRASIL (1986). Para obtenção da T_g foi utilizado um globo de Vernon de 0,15 m de diâmetro, colocado 0,5 m acima do solo no mesmo local dos animais. A temperatura do globo foi medida também para estimar a carga térmica radiante (CTR), conforme SILVA (1989), usando a seguinte fórmula:

$$CTR = 1,053 hc(T_g - T_a) + \sigma T_g^4 \quad (W.m^{-2}),$$

onde $hc = 2,533333 k Re^{0,6} Pr^{1/3}$, para convecção forçada;

$= (k/0,15)(2 + 0,43 Gr^{0,25} Pr^{0,25})$, para convecção natural;

$$Re = \text{Número de Reynolds} = 0,15 v v^{-1}$$

$$Pr = \text{Número de Prandtl} = \rho c v k^{-1}$$

$$Gr = \text{Número de Grashof} = 0,033099 v^{-2} T_a^{-1} (T_g - T_a)$$

$$T_g, T_a = \text{temperatura do globo e do ar } (^{\circ}C)$$

k, ρ, v, c = características atmosféricas do ar à temperatura T_a ; condutividade térmica ($W.m^{-1}.^{\circ}C$); densidade ($kg.m^{-3}$); viscosidade cinemática ($m^2.s^{-1}$) e calor específico ($J.kg^{-1}.^{\circ}C$).

$$\sigma = \text{constante de Stefan-Boltzman} = 5,6697 \times 10^{-8} W.m^{-2}.^{\circ}K^4$$

Para obtenção do índice de conforto térmico, foi assumido que os elementos climáticos como a t_a , umidade, radiação e vento não podem ser avaliados separadamente com respeito aos seus efeitos nas respostas fisiológicas dos animais. Estes elementos agem conjuntamente e uma dada resposta fisiológica é uma função de suas ações combinadas.

É possível sintetizar as informações de diversas variáveis em um único valor, por meio de uma análise de componentes principais, como é descrito por JOHNSON e WICHERN (1988). Assim, o valor que resume as informações, y_i , é uma função linear das variáveis, e é expressado como

$$y_i = e_i' x$$

onde x é o vetor-coluna das medidas feitas nas variáveis e e_i é o i -ésimo autovetor obtido a partir do

