

Reações fisiológicas de cabras em diferentes ambientes e coeficiente de tolerância ao calor em cabritos*

Luís Fernando Dias Medeiros¹⁺, Victor Cruz Rodrigues¹, Debora Helena Vieira², Sabrina Luzia Grégio de Souza³, Otávio Cabral Neto³, Natália de Figueiredo⁴, Caroline Fredrich Dourado Pinto⁵, Ana Luiza Miranda⁵ e Carolina Braga Violento⁵

ABSTRACT. Medeiros L.F.D., Rodrigues V.C., Vieira D.H., Souza S.L.G. de, Neto O.C., Figueiredo N. de, Pinto C.F.D., Miranda A.L. & Violento C.B. [Physiological reactions in goat breeds maintained under shade, sun and partially shaded areas.] Reações fisiológicas de cabras em diferentes ambientes e coeficiente de tolerância ao calor em cabritos. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, 37(4):286-296, 2015. Departamento de Reprodução e Avaliação Animal, Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR 465 Km 7, Seropédica, RJ 23851-970, Brasil. E-mail: diasmedeiros@yahoo.com.br

The experiment was carried out to measure the effects of thermal stress on the rectal temperature (RT) and respiratory frequency (RF), in animals of Boer and Saanen breeds, under the conditions of hot and humid climate of city of Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, South East Region of Brazil; also the heat tolerance coefficient (HTC) of Amakiri e Funcho was applied on pure and crossbreeds kids. The goats were divided into three groups, each group consisting of four females from each breed group. Each group was subjected to different surroundings, constituted by three experimental treatment: treatment A, with a sun protected enclosed area; treatment B, a sun exposed area without covering; and treatment C, area with a 50% covered section and a 50% sun exposed area, which permitted free circulation of the goats. A Balanced Latin Square was used. The RT and RF of the goats, in the afternoon periods (15h00), were higher, than in the morning periods (09h00). The animals kept in the sun presented much higher results, especially in the afternoon periods, than the animals in the other two confinement areas. There were no differences in the RT and RF of the groups maintained in the shade or in partially covered area. There were differences in the RT and RF measurements between the two breeds, in the morning periods and in the afternoon periods. Independently of treatment and daily (morning and afternoon) surrounding temperature variation, the average of RT and RF in the Boer goats were lower than the Saanen goats, which revealed in the present study to be more sensitive to thermic stress. By the application of Amakiri e Funcho coefficient of heat tolerance (CHT), the Saanen and Boer goats obtained CHT of 77.14 and 85.96, respectively. The cross breed, $\frac{3}{4}$ Saanen + $\frac{1}{4}$ Boer, $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Boer and the three cross ($\frac{1}{2}$ Anglo-nubian + $\frac{1}{4}$ Boer + $\frac{1}{2}$ Saanen), obtained 77.86, 81.96 and 83.80%, respectively, verified higher adaptation of the Boer and three cross.

KEY WORDS. Bioclimatology, coefficient of heat tolerance, rectal temperature, respiratory frequency, thermic stress.

*Recebido em 1 de junho de 2013.

Aceito para publicação em 28 de maio de 2014.

¹ Zootecnista, Departamento de Reprodução e Avaliação Animal, Instituto de Zootecnia (IZ), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), BR 465 Km 7, Seropédica, RJ 23890-000, Brasil. *Autor para correspondência, E-mail: diasmedeiros@yahoo.com.br

² Zootecnista, Departamento de Farmacologia e Toxicologia (DFT), Instituto Nacional de Controle da Qualidade em Saúde (INCQS)/FIOCRUZ, Avenida Brasil, 4365, Manguinhos, Rio de Janeiro, RJ 21040-360, Brasil. E-mail: debora.vieira@incqs.fiocruz.br

³ Zootecnista, Departamento de Produção Animal, IZ, UFRRJ, BR 465 Km 7, Seropédica, RJ 23890-000.

⁴ Discente, Curso de Graduação em Medicina Veterinária, UFRRJ, BR 465 Km 7, Seropédica, RJ 23890-000.

⁵ Discente, Curso de Graduação em Zootecnia, UFRRJ, BR 465 Km 7, Seropédica, RJ 23890-000.

RESUMO. Objetivou-se com este trabalho determinar a temperatura retal (TR) e a Frequência respiratória (FR) em cabras das raças Boer (BO) e Saanen (SA) na 1ª etapa do estudo e na 2ª o coeficiente de tolerância ao calor (CTC) de Amakiri e Funcho sobre cabritos puros BO e SA e cruzados $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ BO, $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ BO e o *three cross* $\frac{1}{2}$ Anglo-nubiano (AN) + $\frac{1}{4}$ BO + $\frac{1}{2}$ SA sob as condições de clima quente e úmido do Município do Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, Região Sudeste do Brasil. As cabras foram alocadas em três grupos, cada um com quatro BO quatro SA. Cada grupo ficou em ambiente diferente, constituído de três tratamentos experimentais. O tratamento A, com instalações totalmente cobertas; o B, sem cobertura, com exposição direta ao sol; e o tratamento C, em ambiente parcialmente sombreado, com metade da área da instalação coberta, permitindo às cabras livre acesso à sombra ou ao sol. O delineamento experimental foi o Quadrado Latino Balanceado. A TR e FR das cabras, na parte da tarde (às 15 horas) foram mais elevadas ($P < 0,01$) que na parte da manhã (às 9 horas). As cabras mantidas ao sol apresentaram a TR e FR mais elevadas à tarde ($P < 0,01$), quando comparadas às cabras mantidas à sombra ou em ambiente parcialmente sombreado. Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) na TR e FR das cabras mantidas à sombra ou em ambiente parcialmente sombreado. Houve diferença ($P < 0,05$) na TR e FR entre raças na parte da manhã e ($P < 0,01$) à tarde. Independente do tratamento e da variação da temperatura ambiente diurna (manhã e tarde), as médias da TR e FR nas cabras BO foram mais baixas ($P < 0,01$) do que nas cabras SA, que se revelaram no presente estudo mais sensível ao estresse térmico. Pela aplicação do CTC, os cabritos puros SA (tronco europeu) e BO (tronco africano) obtiveram o CTC de 77,14 e 85,96, respectivamente. Na mesma sequência os cruzados F2 ($\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ BO), F1 ($\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ BO) e o *three cross* ($\frac{1}{2}$ AN + $\frac{1}{4}$ BO + $\frac{1}{4}$ SA), 77,86, 81,96 e 83,80%, verificando-se maior adaptação do Boer e do *three cross*, seguido pelo F1 ($\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ BO).

PALAVRAS-CHAVE. Bioclimatologia, coeficiente de tolerância ao calor, estresse térmico, frequência respiratória, temperatura retal.

INTRODUÇÃO

Dentre os efeitos do clima sobre as reações fisiológicas dos animais, a elevada temperatura ambiente, a umidade do ar e a radiação solar direta são elementos estressantes, normalmente associados ao baixo desempenho dos ruminantes nas regiões tropicais.

As raças caprinas especializadas em produção de leite, que estão sendo criadas no Brasil, principalmente a Saanen e as Alpinas, são oriundas da Europa. Esta região é caracterizada como clima temperado, onde as condições climáticas favorecem o equilíbrio térmico dos animais, pois o calor corporal pode ser mais facilmente dissipado em razão da temperatura ambiente inferior à temperatura interna do animal. Sendo o Brasil um país tropical, esses animais passam a enfrentar uma situação para a qual não se acham geneticamente preparados, e os efeitos do ambiente tropical provocam alterações nas reações fisiológicas (Medeiros et al. 2008).

A resistência de um animal às altas temperaturas é definida pela sua maior ou menor capacidade em dissipar o calor excessivo. Entre os mecanismos mais importantes para essa dissipação está a evaporação, tanto cutânea como respiratória (Silva 2000, Oliveira 2007, Medeiros et al. 2008, Rocha et al. 2009). Aiura et al. (2010) salientam que a perda de calor via frequência respiratória é considerada menos expressiva que cutânea (sudação) nos animais a campo, que se torna mais importante nos caprinos, por exporem à radiação uma maior área de superfície em relação uma massa do seu corpo que os grandes angulados.

Um dos fatores de êxito na aclimação dos animais de climas temperados, nas regiões tropicais, geralmente obtida à custa da normalidade de muitas funções orgânicas, seria a adoção de medidas que possam atenuar ou diminuir o estresse térmico desses animais, através da construção de abrigos otimizados, bem como arborização dos pastos.

O sombreamento tem a função de reduzir a incidência de calor procedente da radiação solar direta e conseqüentemente diminuir a temperatura ambiente e corporal, favorecendo o equilíbrio térmico dos animais (Pires et al. 2002, Medeiros et al. 2008).

De acordo com Baccari Júnior (1990) a maior parte das avaliações de adaptabilidade dos animais aos ambientes quentes pode incluir-se em duas classes: “adaptabilidade fisiológica”, que descreve a tolerância de um animal a um ambiente quente mediante, principalmente, modificações no seu equilíbrio térmico; e “adaptabilidade de rendimento” que descreve as modificações do rendimento do animal experimentadas em um ambiente quente.

O conhecimento da tolerância e da capacidade de adaptação de raças introduzidas em uma nova região serve como suporte técnico para o zoneamento bioclimatológico direto (adaptação direta) e o norteamento de programas cruzamento (adapta-

ção indireta), visando à obtenção de tipos ou raças mais adequadas a uma condição específica de ambiente.

O objetivo do presente trabalho foi estudar as reações da temperatura retal, frequência respiratória em cabras das raças Saanen, de clima temperado, e da Boer, de clima tropical, mantidas à sombra, ao sol e em ambiente parcialmente sombreado e aplicação do coeficiente de tolerância ao calor (CTC) de Amakiri & Funcho (1979) em cabritos puros da raça Saanen e Boer e cruzados, criados em regime intensivo no Município do Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste estudo referem-se a um criatório de caprinos localizado na zona oeste do município do Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro. O estudo teve o apoio do Programa de Gerenciamento de Cabras Leiteiras (GEROCABRA) do Departamento de Reprodução e Avaliação Animal (DRAA) do Instituto de Zootecnia, UFRRJ.

O município do Rio de Janeiro situa-se a 43°32' de longitude Oeste e 22°55' de latitude Sul de GW. De acordo com a classificação climática de Köppen o clima da região pode ser caracterizado como tropical, com verão chuvoso e inverno seco, o tipo climático é descrito como Aw.

O rebanho era manejado em cabril de alvenaria com as paredes laterais de telas de arame e as divisões internas e o piso suspenso de ripado (madeira), com cobertura de telha de barro do tipo francesa. Para assegurar certas amenidades que proporcionam ambiente favorável aos animais, o cabril era limpo, seco, arejado com espaço físico suficiente ao descanso e razoável movimentação.

A instalação era dotada de dois currais em áreas cimentadas descobertos e um solário, com bretes e tronco de contenção para 8 a 12 animais de cada vez. Todos os animais eram descornados nas duas primeiras semanas de vida. O sistema de manejo foi o intensivo.

Na 1ª etapa do experimento foram utilizadas doze cabras da raça Boer (BO) e doze da raça Saanen (SA) adultas, não lactantes e vazias. As cabras foram alocadas em três grupos, cada um com quatro BO e quatro SA. Cada grupo ficou em ambiente diferente, constituindo três tratamentos experimentais. O tratamento A, com instalações totalmente cobertas com paredes laterais de telas de arame galvanizado do tipo hexagonal com abertura de malha de 5,08cm, com a finalidade de facilitar a ventilação natural favorecendo o arejamento do ambiente; o B, sem cobertura, com exposição direta ao sol e o tratamento C, em ambiente parcialmente coberto, com metade da área da instalação coberta, com paredes laterais de telas com abertura permitindo às cabras livre acesso à sombra ou ao sol. As áreas de cobertura total e parcial foram constituídas de telha de barro do tipo "francesa" com 2,50m de pé direito.

O ambiente relativo a cada tratamento tinha uma área de 40 m², sendo 5,00 m² por animal, espaço físico suficiente ao descanso e razoável movimentação, levando em consideração o espaço individual adicionado ao espaço social dos animais.

A alimentação foi à base de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) e capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*, (Ness) Stapf), além de feno de gramínea coast-cross (*Cynodon dactylon*, (L) Pearson), com suplementação de concentrado comercial (18% de PB e 2600 Kcal) e mistura de um complexo mineral comercial com sal comum nas proporções recomendadas pelo fabricante, e água "ad libitum".

Os dados meteorológicos foram obtidos em um posto meteorológico da estação de Guaratiba, município do Rio de Janeiro, em local próximo ao ensaio (Tabela 1). Para auxiliar nos cálculos dos parâmetros climáticos da temperatura do ar (máxima, mínima e média) e da umidade relativa do ar, foi utilizado um termohigrômetro digital Icel Manaus Modelo HT-208 no local do estudo, ao sol e dentro das instalações (ambiente parcialmente sombreado e sombreado).

Tabela 1. Médias da temperatura ambiente, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica observada durante os períodos experimentais.

Temperatura do ar (TA) (°C)	Períodos*		
	I	II	III
Mínima**	24,5	23,8	22,8
Máxima**	42,8	42,5	40,2
Média**	33,7	33,2	31,2
Umidade relativa do ar (UR) (%)**	70,4	68,6	71,2
TA***	30,2	29,7	28,7
UR***	83,5	80,7	82,2
Precipitação pluviométrica (Pp) (mm)***	153,7	138,5	127,8

* I = dez./jan., II = jan./fev., III = fev./mar.

** TA e UR registradas no período das 6 a 18 horas.

*** TA, UR e Pp registradas durante 24 horas.

Os registros dos dados iniciaram-se em 21 de dezembro prolongando-se até 20 de março, com três períodos com duração de 28 dias cada (21/12 a 18/01/, 21/01 a 17/02 e 21/02 a 20/03) analisando-se os registros climáticos dos períodos e fisiológicos temperatura retal (TR, °C) e frequência respiratória (FR, mov.min⁻¹) dos últimos 21 dias de cada período, pela manhã e à tarde.

Foram registradas 126 observações da TR e da FR pela manhã e a tarde sobre cada animal, perfazendo um total de 3024 observações, e 2268 registros climáticos durante o período experimental.

A metodologia aplicada para aferição da TR consistiu na introdução de um termômetro clínico veterinário, com escala até de 44°C, diretamente no reto do animal, a uma profundidade de seis centímetros, de forma que o bulbo ficasse em contato com a mucosa do animal, permanecendo por um período de cinco minutos e o resultado da leitura expresso em graus centígrados.

A obtenção da FR foi realizada por meio da auscultação indireta (auscultação mediata) das bulbas, com um

auxílio de um estetoscópio flexível, ao nível da região laringo-traqueal, contando-se o número de movimentos durante 15 segundos, e o valor obtido foi multiplicado por quatro para determinação da FR (mov.min⁻¹).

Na 2ª etapa do estudo foi verificada a capacidade de tolerância ao calor (CTC) através do Teste de Amakiri e Funcho (1979) segundo a fórmula, a seguir:

$$CTC = 100 - [18 (T_{16} - T_{10})], \text{ em que:}$$

CTC = coeficiente de tolerância ao calor;
 100 = eficiência máxima em manter a temperatura corporal constante;
 18 = constante;
 T₁₆ = temperatura retal tomada às 16 horas;
 T₁₀ = temperatura retal tomada às 10 horas.

Dentro do 2º período experimental (21/01 a 17/02), aplicou-se o CTC proposto por Amakiri e Funcho. O teste foi realizado por seis dias consecutivos, registrando a TR no período da manhã e a tarde, em dias ensolarados, com pouco vento e nebulosidade. Foram utilizados 60 cabritos machos castrados, entre seis e sete meses de idade, com peso entre 27 e 30 kg de peso vivo, destinado ao abate, sendo 12 de cada grupo genético (SA e BO) e cruzados F1 (½ BO + ½ SA), F2 (¾ SA + ¼ BO) e o *three cross* (½ Anglo-nubiano (AN) + ¼ BO + ¼ SA).

Nos dias em que foi aplicado o CTC de Amakiri e Funcho às 9 horas da manhã os animais foram conduzidos ao sol (solário cimentado anexo ao cabril), permanecendo por uma hora no sol, às 10 horas foi registrada TR1, no próprio solário, após os animais eram recolhidos ao cabril onde recebiam água e concentrado comercial controlado. À tarde às 15 horas os cabritos foram novamente conduzidos ao sol, permanecendo por uma hora, sendo realizada a segunda aferição da TR2 à tarde às 16 horas, após os animais eram recolhidos ao cabril onde recebiam o tratamento de rotina.

Durante a aplicação do CTC, para aferição a temperatura retal (TR1 e TR2) dos animais, no tronco de contenção foi utilizado termômetros clínicos digitais, Modelo GT3020 flexível com escala de 32 a 44°C, mantido no reto, até que emitisse um sinal sonoro, que indicava a estabilização da temperatura. Foi investigada a resposta termorreguladora FR (FR, mov.min⁻¹) e taxa de sudção (TS, g.m⁻².h⁻¹), pois essas informações ajudariam a explicar melhor as respostas compensatórias da termólise evaporativa à capacidade do CTC de Amakiri e Funcho.

O método utilizado para obtenção da TS dos animais foi o colorimétrico de Schleger e Turner (1965) nas regiões do pescoço (RP), dorso (RD), lombo (RL), costado (RC), ventre (RV) e paleta (RP). A taxa de sudção foi baseada na taxa média nas diferentes regiões medidas.

Foi estimada a taxa de sudção (TS), foi aferida por meio de uma tricotomia (de 3cm²) na RP, RD, RL, RC, RV e RP dos animais. Papel filtro era colocado em solução a 10% de cloreto de cobalto e secado em estufa a 90°C, ficando de cor azul (violeta) intensa. Depois eram tomados discos de 0,5 cm de diâmetro com um punção vazador, três discos sendo dispostos sobre uma lâmina de microscópio e fixados com fita adesiva transparente.

As lâminas eram em seguida guardadas em um frasco hermeticamente fechado, por 24 horas. Nessas regiões dos corpos dos animais era fixada a fita adesiva e cronometrado o tempo em segundos até a completa viragem da cor de azul violeta para róseo.

A taxa de sudção foi obtida através da fórmula:

$$S = (22 \times 3600) / 2,06 t \text{ (gm}^2\text{h}^{-1}\text{)}$$

onde, t é o tempo médio de viragem da coloração dos discos, em segundos. O valor 22 corresponde à quantidade de água absorvida pelo papel em gramas por metro quadrado, suficiente para causar a viragem da cor; o valor 2,06 é a relação de área efetiva da ação absorvente dos discos e 3600 o total de segundos em uma hora (da SILVA, 2000).

Foram utilizados como indicadores de conforto animal, o Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), segundo a equação abaixo:

$$ITGU = T_{gn} + 0,36 T_{po} + 41,5, \text{ em que:}$$

T_{gn} = temperatura do globo negro de Vernon, em graus Celsius;
 T_{po} = temperatura do ponto de orvalho, em graus Celsius.
 41,5 = constante

De acordo com o National Weather Service of USA os valores do índice de temperatura de globo negro e umidade até 74, definem situação de conforto; 74 a 78 situação de alerta; de 79 a 84, situação de perigo e acima de 84 a situação é de emergência.

Para calcular o ITGU, foram coletados *in loco* os seguintes parâmetros: temperatura do bulbo seco e do bulbo úmido com a utilização de um psicrômetro não ventilado protegido da radiação solar e do vento, e a temperatura do globo negro (TGN) através do globo negro de Vernon afixado a uma altura média do flanco da cabra, medida na sombra e no sol. Todas as leituras ocorreram em intervalos de 30 minutos, no período das 6 às 18 horas, durante o estudo.

Foi determinada a temperatura radiante média (TRM) que é a temperatura de uma circunvizinhança, considerada uniformemente negra, para eliminar o efeito da reflexão com a qual o corpo (globo negro) troca tanta quantidade de energia quanto à do ambiente considerado, sendo a TRM obtida pela seguinte equação: $TRM = 100.[2,51 (V^{1/2}) (TGN - TA) + (TGN/100)^4]^{1/4}$ em que a TRM é dada em K (graus Kelvin); V é a velocidade do vento em m/s⁻¹, assim como a carga térmica de radiação (CTR) calculada dentro das baias e em campo aberto estimada pela expressão citada por Esmay (1969): $CTR = \sigma (TRM)^4$ em que a CTR é dada em W.m⁻²; σ é a constante de Stefan-Boltzman (5,67.10⁻⁸ W m⁻² K⁻⁴) e TRM a temperatura radiante média, K.

O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino balanceado, duas raças (BO e SA), dois turnos de coleta (manhã e tarde), três tratamentos (ao sol, ambiente parcialmente sombreado e a sombra), em três períodos.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando programa Statistical Analysis Systems Institute, versão

6.11 (SAS, 1996). A comparação das médias foi realizada pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Para a aplicação do CTC, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial de 5 x 2, quatro grupos genéticos (SA e BO puros e cruzados $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ BO, $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ BO e o *three cross* ($\frac{1}{2}$ AN + $\frac{1}{4}$ BO + $\frac{1}{4}$ SA), dois turnos de coleta (manhã e tarde), com seis repetições.

Para a análise do CTC de Amakiri e Funcho foi utilizado o mesmo logiciário estatístico anterior, porém neste caso, utilizou-se a metodologia dos modelos lineares generalizados considerando uma distribuição Gamma com função de ligação logarítmica de acordo com Nelder e Wedderburn (1972). A comparação das médias foi pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em todos os casos, por se tratar de medidas repetidas no mesmo animal, utilizou-se uma estrutura de covariância composta simétrica.

As comparações das médias do ITGU e da TGN segundo os tratamentos também foram feitas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Calculou-se também o coeficiente de correlação linear (r) simples entre as médias das variáveis ambientais, temperatura ambiente (TA) e umidade relativa do ar (UR) e da fisiológica (TR e FR) entre os grupos raciais e em todos os animais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias da temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR) e precipitação pluviométrica (PP) monitoradas durante os períodos experimentais, são apresentadas na Tabela 1.

As médias, valores máximos e mínimos das variáveis meteorológicas monitoradas nos dias de coletas dos dados, são apresentadas na Tabela 2.

Observou-se que a temperatura do ar (TA) do turno da tarde foi sempre mais elevada do que as do turno da manhã, conforme a Tabela 2. A média da TA a sombra (dentro do cabril) pela manhã e tarde foi de 31,4 e 35,8°C contra 36,6 e 39,5°C ao sol, respectivamente. A TRM a sombra foi de 35,8°C pela manhã e 38,5°C à tarde versus aos valores médios ao sol aferidos pela manhã (54,3°C) e a tarde (59,8°C), conforme a Tabela 2. TRM média ao sol

(57,05°C) foi 20°C daquela aferida à sombra (37,15°C), baseando-se nos valores apresentados na Tabela 2. Todavia, mesmo sendo relevante essa diferença de temperatura, a sombra a temperatura estava elevada, o que denota que os animais estavam também com desconforto térmico, provavelmente devido falta de otimização do cabril com relação ao conforto térmico dos animais. A elevada TRM ao sol pode ser corroborada com a elevada CTR neste ambiente, pela manhã (788,8 W.m⁻²) e a tarde (855,2 W.m⁻²) quando comparadas na mesma sequência com os valores observados à sombra (508,4 e 563,7 W.m⁻²). A UR média (73,92%) foi um obstáculo para perda de calor pelo processo evaporativo, pela manhã onde a UR média a sombra foi de 82,8 e ao sol 73,5% contra 71,6 e 67,8% a tarde a sombra e ao sol, respectivamente (Tabela 2). A importância da UR é tanto maior quanto mais o organismo depende de processos evaporativos para a termorregulação. No caso específico o ambiente quente e úmido, a evaporação se processa lentamente, reduzindo a perda de calor e aumentando o estresse de calor, principalmente porque a termólise por convecção é ineficaz quando diminui o diferencial de temperatura entre a superfície do corpo e a atmosfera. Durante o estudo a velocidade do vento (Vv) média foi 0,8 m.s⁻¹ com uma variação de zero a 1,9 m.s⁻¹, não favorecendo as trocas térmicas por convecção e por evaporação, mesmo tendo as raças caprinas desse estudo um pelame pouco denso, formado por pelos finos e compridos. Em região de clima quente e úmido as temperaturas elevadas à troca de calor sensível (convecção e radiação) diminuem, intensificando a perda de calor latente, que por sua vez é ajudada pela UR mais baixa e maior movimentação do ar. Em suma, nestes ambientes, a evaporação torna-se muito lenta ou nula, reduzindo a termólise e aumentando a carga de calor do animal. Isso porque, em condições de alta temperatura, a termólise por convecção é prejudicada ou anulada, podendo ocorrer mesmo ganho de calor por este mecanismo.

As médias da TA, TGN e UR, nos horários de coleta nos períodos experimentais, são apresentadas na Tabela 3.

As médias da TR e FR das cabras de diferentes raças nos períodos da manhã, as 9 e às 15 horas, segundo os tratamentos, são encontradas na Tabela 4.

A TR e FR das cabras na parte da tarde foram significativamente mais elevadas (P<0,01) do que na parte da manhã (Tabela 4).

As cabras expostas ao sol apresentaram a TR e FR mais elevada (P<0,05) as 9 e (P<0,01) às 15 horas

Tabela 2. Médias das variáveis meteorológicas monitoradas nos dias de coletas dos dados da TR e FR.

Variáveis ambientais	Turnos			
	Manhã		Tarde	
	7 às 12hs		12 às 17hs	
	Sombra	Sol	Sombra	Sol
Temperatura máxima, Tmax (°C)	35,1	39,7	38,5	42,8
Temperatura mínima, Tmin (°C)	27,7	33,5	33,1	36,1
Temperatura média, Tméd (°C)	31,4	36,6	35,8	39,5
Umidade relativa, UR (%)	82,3	73,5	71,6	67,8
Temperatura radiante média, TRM (oC)	35,8	54,3	38,5	59,8
Carga térmica radiante média, CTR (W.m-2)	508,4	788,8	563,7	855,2

Tabela 3. Médias da temperatura ambiente (TA), temperatura do globo negro (TGN) e umidade relativa do ar (UR), as 9:00 e 15:00 horas, nos períodos experimentais.

Períodos*	TA (°C)		TGN (°C)		UR (%)	
	9:00	15:00	9:00	15:00	9:00	15:00
I	30,1	38,8	32,3	46,1	78,5	64,4
II	30,4	39,7	33,5	48,8	76,7	62,6
III	29,2	38,3	31,8	45,6	75,2	60,8

* I = dez./jan., II = jan./fev., III = fev./mar.

Tabela 4. Médias e erro-padrão da temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) de cabras, segundo os tratamentos experimentais.

Tratamentos	9:00 horas		15:00 horas	
	TR (°C)	FR (resp./min)	TR (°C)	FR (resp./min)
Sol	40,33 (0,04)b	77,77 (0,86)b	41,41 (0,06)b	110,87 (1,32)b
Sombra	39,64 (0,03)a	45,63 (0,51)a	40,23 (0,04)a	72,74 (0,81)a
AmPaSom*	39,72 (0,03)a	40,28 (0,49)a	40,43 (0,04)a	75,23 (0,84)a
CV (%)	1,87		8,77	

TR = a > b (Duncan, P<0,01).

FR = a > b (Duncan, P<0,01).

Nota: As comparações das médias foram feitas dentro de cada fator principal de classificação.

*AmPaSom (Ambiente parcialmente sombreado).

Tabela 5. Médias e erro-padrão da temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR), segundo as raças.

Tratamentos	9:00 horas		15:00 horas	
	TR (°C)	FR (resp./min)	TR (°C)	FR (resp./min)
Boer	39,69 (0,03)a	49,17 (0,56)a	40,21 (0,04)a	70,17 (0,80)a
Saanen	40,09 (0,03)b	65,28 (0,67)b	41,17 (0,05)b	102,38 (1,08)b
CV (%)	1,78		9,13	

TR = a > b (Duncan, P<0,05), às 9:00 horas.

a > b (Duncan, P<0,01), às 15:00 horas.

FR = a > b (Duncan, P<0,05), às 9:00 horas.

a > b (Duncan, P<0,01), às 15:00 horas.

Nota: As comparações das médias foram feitas dentro de cada fator principal de classificação.

do que aquelas mantidas à sombra ou em ambiente parcialmente sombreado (Tabela 3).

A carga térmica acrescentada, recebida da radiação solar direta, resultou em aumento da quantidade de calor interno, e foi mais intensa à tarde (Tabela 4). Não houve diferença significativa (P>0,05) na TR das cabras mantidas à sombra ou em ambiente parcialmente sombreado (Tabela 4).

A TR e FR registradas as 9 e 15 horas não foram influenciadas (P>0,05) pelos períodos experimentais, talvez em razão da pequena variação na TA e na UR nos períodos (Tabela 3).

As médias da TR e FR das cabras das raças Saanen (SA) e Boer (BO) nos períodos da manhã e a tarde, são encontradas na Tabela 5.

Houve influência significativa da raça sobre a TR dos animais (Tabela 5). As cabras da raça SA

apresentaram a TR mais elevada (P<0,05) às 9 e (P<0,01) às 15 horas comparada a TR da raça BO, o que se deve à maior absorção da radiação solar incidente pela raça europeia e/ou menor dissipação de calor absorvido.

Medeiros et al. (2008) estudando as reações fisiológicas de caprinos das raças Anglo-nubiana e Saanen mantidos à sombra, ao sol e ambiente parcialmente sombreado, observaram que as cabras expostas ao sol apresentaram temperatura retal média (41,8°C) mais elevada que as submetidas à sombra (40,1°C) e sombra parcial (40,2°C). Estes valores podem ser explicados pelo fato da carga térmica acrescentada recebida da radiação solar direta, resultou em aumento da quantidade de calor interno dos animais.

As médias da temperatura do globo negro (TGN) e o índice de conforto animal (ITGU) nos períodos da manhã e a tarde, segundo os tratamentos, encontram-se na Tabela 6.

O valor obtido para o ITGU foi acima de 74, o ITGU variou de 80,78 a 105,31 e a TGN de 36,15 a 51,85°C (Tabela 6), o que significa que o ambiente estava sendo bastante prejudicial, indicando que os animais estavam em desconforto térmico nos três tratamentos, independente do período (manhã e tarde), em especial quando estes estavam ao sol, onde o ITGU variou de 94,97 e 105,31, pela manhã e a tarde, respectivamente (Tabela 6). Um valor do ITGU acima de 84 mostra que uma condição de emergência está presente para os animais.

Pela aplicação do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, verificou-se que as médias do ITGU e da TGN do tratamento ao sol foram significativamente superiores às médias dos mesmos nos tratamentos à sombra e no ambiente parcialmente sombreado (Tabela 6).

A TR e FR na parte da tarde foram mais elevadas do que na parte da manhã. Santos et al. (2005) e Medeiros et al. (2007 e 2008) e citam que esta variação diurna (manhã e tarde) tem sido a origem de

Tabela 6. Médias da temperatura do globo negro (TGN) e do Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), segundo os tratamentos experimentais.

Tratamentos	TGN (°C)		ITGU	
	Manhã (7 às 12hs)	Tarde (12 às 17hs)	Manhã (7 às 12hs)	Tarde (12 às 17hs)
Sol	43,42b	51,85b	94,97b	105,31b
Sombra (em aprisco)	36,15a	40,27a	80,78a	85,30a
Ambiente parcialmente sombreado	36,63a	40,83a	81,85a	86,41 ^a
CV (%)	6,05		3,71	

Nota: Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada fator de classificação, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

maior variabilidade na TR em caprinos. A TR e FR podem variar dependendo do ambiente térmico.

Em animais que são normalmente ativos durante o dia, há uma variação normal na temperatura corporal, que é mínima, pela manhã e máxima no início da tarde. Todavia, sob estresse térmico, notadamente no período da tarde, esta variação é muito marcante, evidenciando nesse período uma hipertermia. Tal fato faz com que a temperatura ambiente à tarde venha a ser a origem da temperatura corporal elevada dos animais nos trópicos, principalmente no verão.

A taxa elevada da FR encontrada neste estudo traduz uma resposta para o aumento na TR à tarde, como um mecanismo que os animais utilizam para poder dissipar o calor. O aumento da TR incrementa a FR, promovendo a troca de calor que ocorre entre o sangue venoso, que vem da mucosa nasal, e o arterial que irriga o cérebro. Assim, em caprinos o resfriamento seletivo do cérebro tem alta correlação com a perda de calor por evaporação respiratória.

Em ambiente tropical, o fator que mais afeta os animais é o aporte térmico devido à radiação solar intensa, tanto em forma direta como indireta (re-irradiação da energia térmica pelas superfícies ambientes circunvizinhas). Caracterizado pela TRM, além da Vv e a UR são fatores importantes para as respostas da FR. Estes fatores agiram de forma análoga à temperatura radiante. Isto ocorreu pelo fato da corrente de ar não facilitou a perda de calor sensível por convecção o que diminui a perda evaporativa. UR também não facilitou a perda de calor latente pelas vias respiratórias. Havendo com isso uma maior resistência à passagem de calor latente da superfície corporal para a atmosfera.

Segundo Schmidt-Nielsen (2002) nos ungulados a ofegação é uma importante via de perda de calor, como uma forma de resfriamento seletivo do cérebro que auxilia na manutenção da temperatura cerebral abaixo da temperatura média do corpo. Entretanto, o aumento do trabalho respiratório é na realidade uma desvantagem devido ao considerável calor gerado pelos músculos respiratórios, o qual é maior que o que pode ser dissipado, atenuado pela propriedade elástica do sistema respiratório.

No presente estudo, a TR e FR registradas em caprinos, pela manhã e à tarde, segundo os tratamentos, estão dentro da faixa de variação citadas na literatura (Santos et al. 2005, Souza et al. 2008, Medeiros et al. 2008 e 2012) em diferentes grupos genéticos de caprinos.

Nos dois grupos raciais de caprinos houve uma correlação positiva e significativa entre a TA e a TR para animais da raça SA ($r = 0,591$, $P < 0,01$), para os animais da raça BO ($r = 0,282$, $P < 0,05$). Essa correlação altamente significativa, verificada nos animais SA, indica que os mesmos reagiram às elevações da TA aumentando a TR. Isso denota que as cabras da raça SA tiveram mais dificuldade para manter a homeotermia; encontrando, portanto, dificuldade de suportar o calor por deficiência de outros aspectos do aparelho termorregulador, como, por exemplo, a termólise evaporativa via cutânea (sudação), embora esses animais também suem. Para os animais da raça BO, embora houvesse aumento na TR com elevação da TA, parece que esses reagiram melhor que os SA, isto é, regularam melhor o excesso de calor produzido nas horas mais quentes, mantendo sua TR em níveis mais baixos (Tabela 4). Ligeiro et al. (2006) estudando a termólise insensível e sua associação às características morfológicas do pelame de cabras leiteiras, salientam que a perda de calor por evaporação cutânea nos animais mestiços $\frac{1}{2}$ Bôer + $\frac{1}{2}$ Saanen foi maior que nos puros das raças Saanen e Alpina.

A correlação entre a TA e a TR, considerando todos os animais, foi positiva ($r = 0,435$, $P < 0,01$).

Verificou-se que tanto os caprinos do tronco europeu como o africano reagiram às variações da UR, considerando todos os animais, a correlação entre esta variável e a TR foi positiva e significativa ($r = 0,235$, $P < 0,05$). O aumento da UR proporcionou a elevação na TR, o que revela desse modo que os dois grupos genéticos de caprinos foram sensíveis às variações da UR em relação a TR.

As cabras SA apresentaram FR mais elevada do que as da raça BO, principalmente quando os animais foram expostos à radiação solar, indicando maior estresse ao calor da raça SA de clima temperado, em relação à de clima tropical. A regulação física do calor corporal através da evaporação pelas vias respiratórias foi um recurso utilizado com maior intensidade pela raça européia, comparado à raça do tronco africano, que fez uso mais moderado da dissipação do calor pela evaporação através da respiração. Esse é um indício de que na raça BO o mecanismo mais eficiente para essa dissipação deve ser a evaporação cutânea (Ligeiro et al. 2006). Esse mesmo comportamento foi observado por Medeiros et al. (2008) trabalhando com caprinos das raças Anglo-nubiana e Saanen, salientam que a raça Saanen apresentaram a frequência respiratória mais elevada do que a Anglo-nubiana. Talvez, em razão de menor termólise evaporativa

via sudção dos animais da raça européia em comparação as africanas.

Segundo Quadros (2012) a raça Boer apresenta características morfológicas do pelame mais importantes para os ambientes tropicais, como menor média de espessura da capa do pelame, menor comprimento médio dos pelos. Apresentam uma pelagem branca com pelos na tonalidade do vermelho claro até o mais escuro (na cabeça, orelhas e pescoço). Pêlos curtos, pele pigmentada e pele solta parecem dar ao Boer maior proteção contra radiação solar em comparação a Saanen, que possui um pelame branco, porém, com maior espessura da capa, maior comprimento médio dos pêlos e a cor da pele e das mucosas rosadas, sem pigmento (Ribeiro 1998).

O pelame interfere diretamente nas trocas de calor sensível, pois ele constitui uma barreira à passagem do fluxo de energia, devido ao isolamento proporcionado pela estrutura física das suas fibras e pela camada de ar aprisionada entre elas. Assim, para dissipar a energia térmica produzida pelo metabolismo e a recebida do ambiente, o animal pode recorrer à evaporação ou estocar a energia térmica até certo limite, aumentando a temperatura corporal (Ligeiro et al. 2006, Oliveira 2007). A proteção contra radiação solar e a eficiência da termólise são os aspectos relacionados ao papel termorregulador do pelame e sua conformação (Silva 2000, Medeiros et al. 2007).

Neste estudo, a elevação da FR à tarde não foi suficiente para manter a TR constante, principalmente nas cabras SA. Esta inclinação também foi observada por Medeiros et al. (2008) com cabras da raça Saanen em comparação a Anglo-nubiana.

Se a região tropical for úmida, como no caso do município do Rio de Janeiro, principalmente no período do verão, época quente e chuvosa, elevados níveis de pressão de vapor do ar podem dificultar a evaporação cutânea e a respiratória resultando na elevação da TR, o que por sua vez ocasiona reduções dos processos produtivos. Segundo Ligeiro et al. (2006) e Oliveira (2007) a perda de calor por evaporação depende da pressão parcial de vapor da superfície do animal e da atmosfera. Ligeiro et al. (2006) estudando perda de calor por evaporação cutânea em cabras das raças Saanen e Alpina em ambiente tropical, observaram que com umidade de 50% ocorria uma perda de calor de 110 W m⁻², enquanto que com umidade de 90% esta perda de calor apresentava valor de 25 W m⁻², ou seja, a medida que aumentava a umidade relativa diminuía a perda de calor por evaporação cutânea.

A temperatura e umidade relativa do ar durante os dias da execução do CTC de Amakiri e Funcho, pela manhã (7 às 12 horas) variaram de 28,1 e 32,4°C e 70,5 e 80,2%, à tarde (12 às 17 horas), a TA e a UR, variaram de 32,6 e 35,8°C e 57,8 e 63,5%, respectivamente, dentro do cabril. No sol, na mesma sequência 31,8 e 36,6°C e 69,7 e 79,2% pela manhã e 36,7 e 39,3°C e 55,2 e 60,2%, à tarde. A média da temperatura e umidade relativa do ar registrada durante as horas do teste de Amakiri e Funcho, pela manhã (9 horas) dentro do cabril foi de 29,5°C e 75,5%, respectivamente. Já no período da tarde (15 horas), no sol, a temperatura e a umidade relativa do ar, foi de 38,5°C e 58,8%.

As médias da temperatura retal (TR1) às 9 e 15 horas (TR2) e o coeficiente de tolerância ao calor (CTC) de Amakiri e Funcho, são apresentadas na Tabela 7.

A análise de variância revelou diferença (P<0,01) entre os períodos (manhã e tarde), onde à tarde a TR dos animais dos diferentes grupos genéticos foi mais elevada do que no período da manhã (Tabela 7).

Houve diferença (P<0,01) entre os grupos raciais para TR2 e CTC, não sendo observada diferença estatística (P>0,05) para TR1 (Tabela 7). Os cabritos da raça SA apresentaram a TR2 mais elevada (P<0,01) em comparação aos cabritos da raça BO e os *three cross* (½ AN + ¼ BO + ½ SA), sendo que os mestiços de 1ª geração (½ SA + ½ BO) apresentaram a TR2 mais baixa (P<0,05) do que os mestiços F2 (¾ SA + ¼ BO), conforme consta na Tabela 7.

Os caprinos BO, os mestiços F1 (½ BO + ½ SA) e o *three cross* (½ AN + ¼ BO + ¼ SA) apresentaram a média do CTC de Amakiri e Funcho superior aos SA puro e os mestiços de "alta cruz" (¾ SA + ¼ BO). E que as médias observadas na TR1 às 10 horas foram mais baixas do que as registradas na TR2 às 16 horas, para todos os grupos genéticos, conforme a Tabela 7.

Tabela 7. Médias e erro-padrão da temperatura retal um (TR1,°C) e da temperatura retal dois (TR2,°C) e o coeficiente de tolerância ao calor (CTC) de Amakiri e Funcho.

Grupos genéticos	TR1 (10 horas)	TR2 (16 horas)	CTC
Saanen	40,33 (0,04)Ab	41,60 (0,07)Bd	77,14a
Boer	39,81 (0,03)Aa	40,59 (0,04)Ba	85,96c
½ Boer + ½ Saanen	39,91 (0,03)Aa	40,93 (0,05)Bb	81,64b
¾ Saanen + ¼ Boer	40,21 (0,04)Ab	41,44 (0,06)Bc	77,86a
¼ Boer + ¼ Saanen + ½ Anglo-nubiano	39,79(0,03)Aa	40,69 (0,04)Ba	83,80bc

CTC = coeficiente de tolerância ao calor

Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As médias das frequências respiratórias (FR1) dos diferentes grupos genéticos às 10 e 16 horas (FR2) por ocasião da aplicação do ITC, encontram-se na Tabela 8.

Analisando a Tabela 8, as médias da FR1 e FR2 observadas durante a aplicação da CTC foi de 79,78; 51,67; 63,62; 76,68 e 53,55 mov./min⁻¹ às 10 horas e 98,83; 60,76; 76,58; 94,87 e 64,22 mov./min⁻¹ às 16 horas, respectivamente, para os cabritos SA, BO e os mestiços ½ BO + ½ SA, ¾ SA + ¼ BO e os *three cross* (½ AN + ¼ BO + ¼ SA) verificando que as médias da FR1 e a FR2 nos cabritos SA e mestiços ½ SA + ½ BO e em especial os ¾ SA + ¼ BO foram mais elevadas (P<0,01) tanto as 10 como 16 horas em comparação ao grupo genético BO e os *three cross* (½ AN + ¼ BO + ¼ SA). A diferença entre FR1 e FR2 para SA e os mestiços ¾ SA + ¼ BO foi significativa (P<0,01) e (P<0,05) para os demais grupos genéticos.

As médias da taxa de sudção (TS1) às 10 e 16 horas (TS2) por ocasião da aplicação do ITC, encontram-se na Tabela 9.

Analisando a Tabela 9, as médias da Taxa de sudção (TS1) e (TS2) observadas durante a aplicação da CTC foi de 88,36; 153,57; 124,81; 98,65 e 144,43 g.m⁻²h⁻¹ às 10 horas e 129,78; 243,26; 193,44; 139,81

Tabela 8. Médias e erro-padrão da frequência respiratória um (FR1, mov.min-1) e da frequência respiratória dois (FR2, mov. min-1) durante a aplicação do CTC de Amakiri e Funcho.

Grupos Genéticos	FR1 (10 horas)	FR2 (16horas)
Saenen	79,78 (0,96)Aa	98,83 (1,16)Ba
Boer	51,67 (0,52)Ac	60,76 (0,68)Bb
½ Boer + ½ Saenen	63,62 (0,69)Ab	76,58 (0,93)Bc
¾ Saenen + ¼ Boer	76,68 (0,91)Aa	94,87 (1,12)Ba
¼ Boer + ¼ Saenen + ½ Anglo-nubiano	53,55 (0,56)Ac	64,22 (0,74)Bb

CTC = coeficiente de tolerância ao calor.

Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 9. Médias e erro-padrão da taxa de sudção um (TS, g.m-2h-1) e da taxa de sudção dois (TS,g.m⁻²h⁻¹) durante a aplicação do CTC de Amakiri e Funcho.

Grupos Genéticos	TS (10 horas)	TS (16horas)
Saenen	88,36 (2,88)Ac	129,78 (3,92)Bd
Boer	153,57 (4,13)Aa	243,26 (6,79)Ba
½ Boer + ½ Saenen	124,81 (3,71)Ab	193,44 (5,21)Bb
¾ Saenen + ¼ Boer	98,65 (2,97)Ac	139,81 (4,12)Bc
¼ Boer + ¼ Saenen + ½ Anglo-nubiano	144,43 (4,21)Aa	234,32 (6,36)Ba
Média	121,96 (3,58)A	188,12 (5,28)B
Média geral	155,04	

CTC = coeficiente de tolerância ao calor.

Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

e 234,32 g.m⁻²m⁻¹ às 16 horas, respectivamente, para os cabritos SA, BO e os mestiços ½ SA + ½ BO, ¾ SA + ¼ BO e os *three cross* (½ AN + ¼ BO + ½ SA) verificando que as médias da TS1 e a TS2 nos cabritos SA e mestiços ½ SA + ½ BO e em especial os ¾ SA + ¼ BO foram mais baixas (P<0,01) tanto as 10 como 16 horas em comparação ao grupo genético BO e os *three cross* (½ AN + ¼ BO + ½ SA).

A diferença entre TS1 e TS2 para SA e os mestiços ¾ SA + ¼ BO foi significativa (P<0,01) e (P<0,05) para os demais grupos genéticos.

As respostas termorreguladoras FR e TS ajudaram em parte a explicar as respostas compensatórias da termólise evaporativa à capacidade de tolerância ao calor pelo ITC.

A média geral da taxa de sudção encontrada no estudo durante a aplicação do CTC de Amakiri e Funcho foi de 155,04 ± 4,43 g.m⁻² h⁻¹, pela manhã às 10 horas a TS foi de 121,96 ± 3,58 e a tarde às 16 horas foi de 188,12 ± 5,38.

As médias da TS encontradas no estudo variaram em relação às diferentes regiões do corpo dos animais. O estudo indica que há diferença na evaporação dependendo da região da superfície cutânea a qual é aferida em consonância com a literatura (Silva 2000, Ligeiro et al. 2006, Oliveira 2004, 2007). A secreção de suor não é homogênea em toda a superfície corporal.

A cabra possui uma grande capacidade de sudção, assim a evaporação cutânea se apresenta como um eficiente mecanismo de perda de calor para esses animais. Entretanto, a condição em que o animal se encontra é determinante. Resultados obtidos por Oliveira et al. (2004) demonstraram que animais ao sol despendem duas vezes mais calor latente que à sombra, 115,25 ± 10,55 W.m⁻² e 58,32 ± 5,55 W.m⁻², respectivamente.

No referido estudo a TS foi influenciada pelo grupo genético, pelo turno, essa característica fisiológica depende efetivamente dos locais a onde a mesma foi aferida tendo em vista as condições edafoclimáticas de cada localidade, tendo em vista os efeitos das variáveis ambientais, velocidade do vento, temperatura do ar, umidade relativa, temperatura radiante média e metodologia utilizada. O que denota que os valores observados no estudo são de difícil comparação, em razão de fatores que podem influenciar a TS como perda de energia térmica via evaporação cutânea na termorregulação dos animais endotermos. Oliveira (2004) encontrou a taxa de sudção média de 178,8 g.h⁻¹.m⁻² em caprinos, em diferentes regiões do Sudeste do País. Esse valor foi maior do que do referido es-

tudo. Esse autor salienta que a variação na taxa de sudorese foi também em razão dos diferentes grupos genéticos avaliados, das diferentes condições ambientais e diferentes metodologias empregadas.

Neste estudo foi utilizado o método colorimétrico de Schleger & Turner (1965), o mesmo de usado por Oliveira (2004). Os valores registrados por esse método têm sido maiores do que aqueles registrados pela cápsula ventilada. No método colorimétrico de Schleger & Turner (1965) no qual são retirados todos os pêlos dos animais no local da medição, observando-se que a evaporação que se processa no interior da massa de pêlos é menos intensa que a evaporação da superfície cutânea exposta em termos de calor eliminado (Ligeiro et al. 2006).

No referido estudo mesmo utilizando a termólise evaporativa, para manter a homeotermia, as cabras européias, em especial, revelaram-se mais sensíveis ao calor, apresentando um maior desconforto térmico, pela manhã e notadamente no período da tarde, quando comparadas as africanas, mesmo sendo manejadas em regime intensivo. Nos caprinos a termólise evaporativa, respiratória e a cutânea têm proporções que dependem do modo de estimulação do estresse térmico.

A diferença na reação fisiológica (TR e FR) entre os caprinos do tronco europeu, e do tronco africano, em diferentes ambientes e mediante a aplicação do CTC de Amakiri e Funcho em diferentes grupos genéticos incluindo a FR e a TS, para validar melhor o teste evidencia que existem diferenças genéticas de atributos anatomofisiológicos que afetam a termorregulação dos animais.

CONCLUSÃO

A incidência da radiação solar indireta e principalmente a direta, tanto pela manhã como no período da tarde, afetaram menos os caprinos da raça Boer do que os da raça Saanen, que se revelaram no presente estudo mais sensíveis ao estresse térmico.

O ambiente físico sombreado apresentou uma redução de 35% da carga térmica radiante, todavia não foi suficiente para as cabras manterem a homeotermia, principalmente à tarde. O que denota que o ambiente físico tem que ser mais otimizado na época quente e chuvosa da Baixada Fluminense.

Torna-se desnecessário o uso de cobertura total nas instalações para abrigar caprinos leiteiros, já que quando parte do ambiente é coberto, os ani-

mais procuram sombras nas horas mais quentes do dia e assim evitam parte da carga de calor adicional proveniente da incidência direta da radiação solar.

Pela aplicação do coeficiente de tolerância ao calor (CTC) de Amakiri e Funcho, o Saanen puro e os mestiços de "alta cruz", com 75% de genes Saanen foram menos tolerantes às condições climáticas do Município do Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, do Estado do Rio de Janeiro.

REFERÊNCIAS

- Aiura A. L.O., Aiura F.S. & Silva R.G. da. Respostas termorreguladoras de cabras Saanen e Pardo Alpina em ambiente tropical. *Arch. Zootec.*, 59:605-608, 2010.
- Amakiri S.F. & Funcho O.N. Studies of rectal temperature, respiratory rates and heat tolerance in cattle in the humid tropics. *Anim. Produ.*, 28:329-335, 1979.
- Baccari Júnior F. Métodos e técnicas de avaliação da adaptabilidade dos animais às condições tropicais. Anais 1º Simpósio Internacional de Bioclimatologia Animal nos Trópicos: Pequenos e Grandes Ruminantes. EMBRAPA-CNPC, Sobral, 1990, p.9-17.
- Ligeiro E.C., Maia A.S.C., Silva R.G. da & Lourenço C.M.B. Perda de calor por evaporação cutânea associada às características morfológicas do pelame de cabras leiteiras criadas em ambiente tropical. *Rev. Bras. Zootec.*, 35:544-549, 2006.
- Medeiros L.F.D., Vieira D.H., Oliveira C.A., Fonseca C.E.M. da, Pedrosa I. de A., Guerson D.F., Pereira V.V. & Madeiro A.S. Avaliação de parâmetros fisiológicos de caprinos SPRD (sem padrão racial definido) pretos e brancos de diferentes idades, no Município do Rio de Janeiro, RJ. *Bol. Indús. An.*, 64:275-285, 2007.
- Medeiros L.F.D., Vieira D.H., Oliveira C.A., Mello M.R.B. de, Lopes P.R.B., Scherer P.O. & Ferreira M.C.M. Reações fisiológicas de caprinos das raças Anglo-nubiana e Saanen mantidos à sombra, ao sol e em ambiente parcialmente sombreado. *Bol. Indús. An.*, 65:07-14, 2008.
- Medeiros L.F.D., Vieira D.H., Passos N.P., Patrício P.M.P., Souza D.C. de, Costa E.C.X. da, Yogui E.K. & Fonseca M.V. da. Estudo do crescimento de cabritos mestiços na região Metropolitana no Estado do Rio de Janeiro. *Rev. Bras. Med. Vet.*, 34:35-46, 2012.
- Oliveira A. L. de. *Aspectos genéticos de características adaptativas de cabras leiteiras em clima tropical*. Tese de Mestrado, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP, 2004. 41p.
- Oliveira A.L. de. *Mecanismos termorreguladores de cabras da raça Saanen*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP, 2007. 96p.
- Pires M. de F.A., Novaes L.P., Campos A.T. de, Alvim M.J. & Mostard L.E. Ambiência em pastagens. Anais 3º Simpósio de Forragicultura e Pastagens. Núcleo de Estudo em Forragicultura (NEFOR), Lavras, MG, 2002, p.31-75.
- Quadros D.G. de. Raças caprinas para produção de carne. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Produção Animal (NEPPA), Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Comunicado Técnico. 2012, 6p.
- Ribeiro S.D. de A. Criação de Caprinos. Ed. Nobel, São Paulo, 1998. 318p. il.
- Rocha R.R.C., Costa A.P.R., Azevedo D.M.M.R., Nascimento F.S., Cardoso F.S., Muratori M.C.S. & Lopes J.B. Adaptabilidade climática de caprinos Saanen e Azul no Meio-Norte do Brasil. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 61:1165-1172, 2009.
- Santos F.C.B., Souza B.B., Alfaro C.E.P., César M.F., Pimenta Filho E.C., Acosta A.A.A. & Santos J.R.S. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do Nordeste brasileiro. *Ciênc. Agrotec.*, 29:142-149, 2005.
- Sas Institute. Statistical Analysis System. User's guide: Statistics. Version 6.11 edition. SAS, Cary, NC, 1996. 956p.

- Schleger A.V. & Turner H.G. Sweating rates of cattle in the field and their reaction to diurnal and seasonal changes. *Aust. J. Agric. Res.* 16:92-106, 1965.
- Schmidt-Nielsen K. *Fisiologia Animal: Adaptação e Ambiente*, 5th ed. Cambridge University Press, Cambridge, 2002, 611p.
- Silva G. de A., Souza B.B. de, Alfaro C.E.P., Silva E.M.N. da, Azevedo S.A., Azevedo Neto J. & Silva R.M.N. da. Efeito da época do ano e período do dia sobre os parâmetros fisiológicos de reprodutores caprinos no semi-árido paraibano. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, 10:903-909, 2006.
- Silva R.G. da. *Introdução à bioclimatologia animal*. 1^a ed. Nobel, São Paulo, 2000. 286p.
- Souza B.B. de, Souza E.D. de, César M.F., Souza W.H. de, Santos J.R.S. dos & Benício T.M.A. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. *Ciênc. Agrotéc.*, 32:275-280, 2008.