

Universidade Brasil
Campus Descalvado

EDER BRASIL DE MORAES

**ÍNDICES DE TOLERÂNCIA AO ESTRESSE TÉRMICO E
CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DE CABRAS SAANEN NO
TOCANTINS**

TOLERANCE INDEXES TO THERMAL STRESS AND PHYSIOLOGICAL
CHARACTERISTICS OF SAANEN GOATS IN TOCANTINS

Descalvado, SP
2019

Eder Brasil de Moraes

**ÍNDICES DE TOLERÂNCIA AO ESTRESSE TÉRMICO E
CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DE CABRAS SAANEN NO
TOCANTINS**

Orientador: Prof. Dra. Liandra Maria Abaker Bertipaglia

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Descalvado, SP

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

M819i Moraes, Eder Brasil de
Índices de tolerância ao estresse térmico e características fisiológicas de cabras Saanen no Tocantins / Eder Brasil de Moraes. – Descalvado, 2019.
42f. : il. ; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Orientadora: Prof^a Dra. Liandra M. A. Bertipaglia

1. Adaptabilidade. 2. Ambiência. 3. Estresse. 4. Teste de Benezra. I. Título.

CDD 636.39098117

Termo de Autorização

Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respeetivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://universidadebrasil.edu.br/portal/cursos/ppgpa/>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

Título do Trabalho: **“Avaliação dos índices de tolerância ao estresse térmico e características fisiológicas de cabras Saanen no Tocantins”**

Autor(es):

Discente: Eder Brasil de Moraes

Assinatura:



Orientador: Profa. Dra. Liandra Maria Abaker Bertipaglia

Assinatura:



Data: 02 de dezembro de 2019.



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

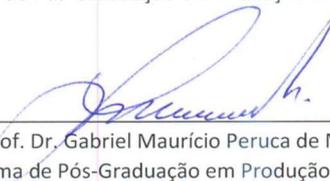
Eder Brasil de Moraes

“Avaliação dos índices de tolerância ao estresse térmico e características fisiológicas de cabras Saanen no Tocantins”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:



Profa. Dra. Liandra Maria Abaker Bertipaglia
(Orientador)
Programa de Pós-Graduação em Produção Animal



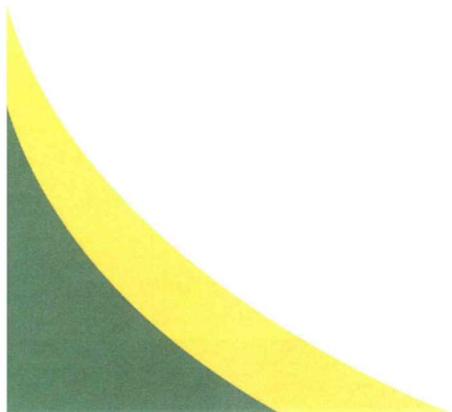
Prof. Dr. Gabriel Maurício Peruca de Melo
Programa de Pós-Graduação em Produção Animal



Dr. Clauber Rosanova
Docente EBTT – Instituto Federal do Tocantins

Descalvado, 02 de dezembro de 2019

Profa. Dra. Liandra Maria Abaker Bertipaglia
Presidente da Banca



DEDICATÓRIA

Para minha família, que é meu sustentáculo na vida.

AGRADECIMENTOS

À minha família, meu muito obrigada pelo apoio.

A Dra. Liandra Maria Abaker Bertipaglia pela orientação e empenho na realização de cada etapa.

Ao Prof. Dr. Clauber Rosanova pela colaboração, sugestões, empenho, e principalmente como membro externo da minha banca de defesa do meu Mestrado.

Ao amigo, produtor de caprinos e acadêmico de Medicina Veterinária, Itamar Rodrigues Toledo pela colaboração na coleta de dados e disponibilização de animais para pesquisa.

Ao Instituto Federal do Tocantins como um todo e em especial ao Campus Paraíso do Tocantins pelo apoio operacional, logístico e humano tão necessário à condução deste trabalho.

A todos que direta ou indiretamente participaram desta importante jornada, o meu muito obrigado.

ÍNDICES DE TOLERÂNCIA AO ESTRESSE TÉRMICO E CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DE CABRAS SAANEN NO TOCANTINS

RESUMO

A produção de caprinos e de leite de cabra no Brasil tem aumentado consideravelmente devido ao avanço de técnicas de manejo, nutrição, melhoramento genético e principalmente devido às novas biotecnologias da reprodução. No Norte do Brasil essa realidade não é diferente, porém o clima quente e úmido traz grandes prejuízos aos animais diminuindo a capacidade produtiva e reprodutiva dos rebanhos. O presente trabalho teve por objetivo avaliar os impactos do estresse térmico, através da mensuração de índices de tolerância e de adaptabilidade de caprinos da raça Saanen, frente às condições climáticas do estado do Tocantins. O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Tocantins – Campus Paraíso do Tocantins. Foram utilizadas 12 fêmeas adultas da raça Saanen. Os animais foram submetidos a 2 diferentes tratamentos: A – estabulados (ambiente totalmente coberto), B – piquete sem sombra. Os dados foram coletados em dois períodos do dia, sendo analisados os seguintes parâmetros fisiológicos: frequência respiratória, frequência cardíaca e temperatura retal, durante os meses de maio e junho (estação climática seca), onde observou-se as maiores temperaturas médias anuais. Neste experimento foi utilizado o teste de Benezra para avaliação de adaptabilidade e o ITU como indicador de conforto animal. O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2x2, com dois períodos de observação (manhã e tarde), com seis repetições. Para diferenciação entre médias, foi utilizado o teste Tukey, a 5%. A região apresentou valores de ITU altos (média de 85 nos dois alojamentos), sendo classificada como ambiente estressante e que demanda providencia técnica e de manejo necessárias para propiciar bem-estar e conforto térmico aos animais. Conclui-se, em função dos índices apresentados, que a raça Saanen mostrou-se pouco adaptada ao ambiente, tendo baixa capacidade de manutenção da temperatura retal, alta frequência respiratória e cardíaca.

Palavras-chave: adaptabilidade, ambiência, estresse, teste de Benezra

TOLERANCE INDEXES TO THERMAL STRESS AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SAANEN GOATS IN TOCANTINS

ABSTRACT

Goat and goat milk production in Brazil has increased considerably due to advances in management techniques, nutrition, genetic improvement and mainly due to new breeding biotechnologies. In Northern Brazil this reality is no different, but the hot and humid climate causes great damage to the animals reducing the productive and reproductive capacity of the herds. The present work aimed to evaluate the impacts of heat stress by measuring tolerance and adaptability indices of Saanen goats, against the climatic conditions of the state of Tocantins. The experiment was conducted at the Tocantins Federal Institute of Science and Technology - Paraíso do Tocantins Campus. Twelve adult Saanen females were used. The animals underwent 2 different treatments: A - stabled (fully covered environment), B - paddock without shade. Data were collected in two periods of the day, and the following physiological parameters were analyzed: respiratory rate, heart rate and rectal temperature, during the months of May and June (dry climate season), where the highest average annual temperatures were observed. In this experiment we used the Benezra test for adaptability assessment and the UTI as an indicator of animal comfort. A completely randomized design was used, in a 2x2 factorial scheme, with two observation periods (morning and afternoon), with six replications. For differentiation between means, the Tukey test at 5% was used. The region presented high UTI values (average of 85 in both houses), being classified as a stressful environment and that requires technical and management measures necessary to provide welfare and thermal comfort to the animals. It is concluded, due to the presented indexes, that the Saanen breed was little adapted to the environment, having low capacity to maintain the rectal temperature, high respiratory and heart rate.

Keywords: adaptability, ambience, stress, Benezra test

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Parâmetros climáticos: médias de temperatura ambiente, umidade relativa do ar, radiação solar e índice de temperatura e umidade no momento da coleta dos parâmetros fisiológicos em estabulamento (tratamento A)28
- Tabela 2:** Parâmetros climáticos, médias de temperatura ambiente, umidade relativa do ar, radiação solar e índice de temperatura e umidade no momento da coleta dos parâmetros fisiológicos (tratamento B)29
- Tabela 3:** Parâmetros fisiológicos, frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC) e temperatura retal (TR) de caprinos da raça Saanen, na região central do Tocantins, avaliados em ambiente com sombra e ao sol em dois horários do dia, na estação seca.....30
- Tabela 4:** Coeficiente de adaptabilidade CA1 e CA2 para caprinos da raça Saanen, na região central do Tocantins, avaliados em ambiente com sombra e ao sol em dois horários do dia, na estação seca do ano.....33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da área experimental do IFTO Campus Paraíso, em Paraíso do Tocantins.....	23
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

CA: Coeficiente de Adaptabilidade

CTC: Capacidade de Troca de Calor

FC: Frequência Cardíaca

FR: Frequência Respiratória

IFTO: Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Estado do Tocantins

INMET: Instituto Nacional de Meteorologia

ITGU: Índice de Temperatura de Globo e Umidade

ITU: Índice de Temperatura e Umidade

KCAL: Quilocaloria

PB: Proteína Bruta

PV: Peso Vivo

TA: Temperatura do Ar

TR: Temperatura Retal

TS: Temperatura Superficial da pele

U: Umidade

UR: Umidade Relativa

W/m²: Watts por metro quadrado

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1. Relevância do tema.....	145
1.2. Fundamentação	16
1.2.1 Índices de conforto térmico e adaptabilidade.....	17
1.2.2. Parâmetros fisiológicos de caprinos sobre estresse ambiental	19
1.2.3. Efeitos do estresse climático na produção de leite de cabra	20
1.2.4. Aspectos reprodutivos de caprinos sobre estresse climático.....	21
1.2.5 Mecanismos de tolerância e adaptabilidade ao clima: pelame e glândulas sudoríparas.....	22
1.3. Hipótese	23
1.4. Objetivo geral	23
1.4.1. Objetivos Específicos.....	24
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
2.1 Local	25
2.2. Caracterização do material experimental.....	25
2.3 Tratamentos, período experimental e obtenção dos dados	26
2.4 Estimativa do coeficiente de adaptabilidade	27
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
4. CONCLUSÕES.....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	36

1. INTRODUÇÃO

O Brasil tem uma longa tradição na criação de caprinos, segundo dados do IBGE (2017) apresentou um rebanho caprino de mais de 9 milhões de animais. Os caprinos se concentram na região nordeste do país, sendo sua produção realizada em pequenas propriedades, com presença de pequenos rebanhos e caracterizadas pela agricultura familiar. Salienta-se que em sua grande maioria a criação de caprinos é feita em conjunto com bovinos de corte e leiteiros, em sistemas de baixa intensificação e com pouco uso de tecnologia.

Sobre o leite de cabra, somente 18 mil propriedades ordenham seus animais regularmente, num total de 154,6 mil cabras ordenhadas. Isso resultando numa produção anual de 35,7 milhões de litros, mas apenas pouco mais que a metade é vendido para processamento ou diretamente ao consumidor (IBGE, Censo Agropecuário 2006).

O Estado do Tocantins possui 13.852.070 hectares (ha) aptos para a produção agropecuária, o que corresponde à cerca de 50% do seu território. Atualmente o rebanho caprino do estado é estimado em 24 mil cabeças, com crescimento médio de 9% no período compreendido entre os anos de 2005 e 2015. O Tocantins conta com o 2º maior rebanho de ovinos e caprinos da região Norte, sendo o Pará o maior rebanho para ambas as espécies (ADAPEC, 2017).

Ainda segundo dados da ADAPEC, prevalece no estado o sistema de exploração extensiva, de subsistência, com rebanhos mistos e com baixa adoção de tecnologias e de manejo rudimentar, que comercializa o excedente de sua produção na informalidade e sem processamento. São poucos os caprinocultores tecnificados, com instalações e manejos adequados, que criam raças produtivas e que processam e comercializam seus produtos de forma legalizada no mercado formal. Na maioria das propriedades a caprinocultura não é a atividade principal e geradora de renda, ficando marginalizada frente as demais atividades pecuárias e agrícolas.

A criação de pequenos animais, especificamente, de caprinos é uma oportunidade para o Estado, já que apresenta resultado econômico em pequenas áreas e, ainda, permite a integração com outras atividades rurais, agregando elementos essenciais ao desenvolvimento rural, como exemplo, o

envolvimento dos membros da família na condução e manejo do sistema (ADAPEC, 2016).

No entanto para ampliação da atividade, é necessária a perspectiva de crescimento de rebanhos, adoção de tecnologias de manejo e de gestão, uso de raças mais produtivas e adaptadas ao clima regional, aliados à formalização do abate e da atividade leiteira e de processamento e comercialização de lácteos, padronizando a produção de acordo com as exigências de mercado e obedecendo à legislação e as normas sanitárias vigentes.

1.1. Relevância do tema

O baixo desempenho produtivo dos caprinos leiteiros criados na Região Norte do Brasil, juntamente com a exigência do mercado consumidor em obter animais mais precoces e de maior produção leiteira, vêm ao longo dos anos impulsionado a importação de animais, para, através do cruzamento entre raças nativas e exóticas, aumentar a produtividade dos rebanhos locais.

Considerando que o estresse calórico tem sido reconhecido como importante fator limitante da produção animal nos trópicos, há uma necessidade de se conhecer a tolerância e a capacidade de adaptação das diversas raças como forma de embasamento técnico para a exploração animal, bem como para a introdução de novas raças em uma região, ou mesmo para o norteamento de programas de cruzamentos e melhoramento genético, visando dessa forma, a obtenção de tipos ou raças mais adequadas a uma condição específica de ambiente.

Faz-se necessário que o fator climático seja levado em consideração na produção animal, pois as condições da região Norte do país apresentam-se como estressantes devido às altas temperaturas e alta umidade relativa do ar durante todo o ano, em relação a outras regiões brasileiras. Isso destaca a necessidade do conhecimento da tolerância ao calor e capacidade de adaptação de cada raça à determinada região, servindo como embasamento técnico-científico para melhor desenvolver a atividade e como critério de seleção para o crescimento do rebanho.

A adaptação de espécies animais ao ambiente, em geral, é feita pela medida de comparações entre mudanças físicas, fisiológicas e hormonais, causadas pelas condições sob as quais se realiza o manejo. A tolerância ao calor

e a adaptabilidade a ambientes tropicais são fatores importantes na produção caprina.

Com as vastas diferenças climáticas e regionais brasileiras, a adaptabilidade e a eficiência produtiva de pequenos ruminantes de diferentes raças é uma realidade que deve ser tratada com seriedade, fato a que se dedicou o presente estudo.

1.2. Fundamentação

O estresse térmico é ocasionado pela combinação de fatores ambientais sobre os animais. Neste sentido, índices de conforto térmico, agregando dois ou mais elementos climáticos, têm sido utilizados para se avaliar o impacto dos fatores ambientais sobre a produção animal (NEVES et al., 2009).

As limitações à produção animal em áreas tropicais podem ser ocasionadas pelos quatro principais elementos ambientais estressantes: temperatura do ar, umidade do ar, radiação solar e velocidade do vento, existindo alterações tanto na produção como na reprodução dos ovinos, face às alterações das condições ambientais (QUESADA; McMANUS; COUTO, 2001).

No contexto do estado do Tocantins, a umidade relativa do ar assume um importante papel na determinação do conforto térmico dos animais. Pois, em uma mesma temperatura ambiente, com umidade relativa diferente, as sensações térmicas são alteradas, podendo o animal estar em estresse térmico ou não (FERREIRA, 2005).

Muitos relatos e pesquisas têm sido realizados sobre a adaptabilidade das diversas raças aos diversos climas brasileiros, como por exemplo, no Nordeste (CARVALHO et al., 2006), Sudeste (BUENO et al., 2006), Centro-Oeste (QUESADA et al., 2001) e Sul (SCALCO, 2007), sendo, ainda, o Norte uma incógnita no campo experimental da bioclimatologia animal.

A espécie caprina possui uma grande habilidade de se adaptar a situações difíceis e condições inóspitas e suas respostas produtivas são estreitamente relacionadas às variações ambientais. Os fatores do ambiente são fundamentais para o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais.

Apesar dos caprinos serem considerados por muitos autores como animais resistentes, as associações entre altas temperaturas, elevada umidade do ar e radiação solar podem acarretar alterações comportamentais e

fisiológicas, tais como aumento extremo na temperatura corporal e na frequência respiratória, diminuição excessiva da ingestão de alimentos e redução do nível de produção (LU, 1989).

As raças caprinas especializadas para produção de leite que foram importadas para o Brasil, como a Saanen e outras, são originárias de regiões temperadas e excelentes produtoras nas suas origens, porém não apresentam desempenho similar na região tropical, devido às diferenças entre os ambientes. Estudos com caprinos leiteiros em clima tropical, indicaram que, além da baixa produção, alguns componentes do leite apresentaram valores menores que aqueles das mesmas raças em clima temperado, devido à dieta inadequada e a temperatura elevada do ar (JUARÉZ, 1986).

A atividade sexual nos pequenos ruminantes está associada a vários fatores, sendo um dos mais importantes a estação do ano, que pode provocar mudanças estacionais na capacidade reprodutiva desses animais. Esses parâmetros podem ser influenciados também pela raça, adaptabilidade ao clima, idade, condição nutricional e, até, pelo status social que cada animal exerce no rebanho (MULLER, 1982). De acordo com Ribeiro (1997) alterações sazonais na produção limitam a utilização de biotecnologias como a inseminação artificial, causando, muitas vezes, prejuízo aos criadores por reduzirem a eficiência reprodutiva e produtiva do seu rebanho.

Apesar da criação de caprinos leiteiros com raças exóticas como a Saanen ser bem difundida no Brasil e de apresentar animais de alta produtividade, pouco se sabe sobre alguns dos seus atributos ligados à eficiência da termólise, a qual é essencial em uma região quente e bastante úmida como a região Norte, mais especificamente o estado do Tocantins. Tais características são relacionadas a fatores ambientais: radiação solar, temperatura e umidade do ar, entre outros, estando intimamente ligadas à dissipação do excesso de calor corporal.

1.2.1 Índices de conforto térmico e adaptabilidade

Vários índices de conforto térmico foram desenvolvidos para expressar o conforto do animal em certo ambiente e, em geral, consideram dois ou mais elementos climáticos.

O índice de temperatura e umidade (ITU), proposto para conforto humano, tem sido utilizado também para descrever o conforto térmico de animais, e leva em consideração os pesos para as temperaturas dos termômetros de bulbo seco e bulbo úmido ou a temperatura do ponto de orvalho (SILVA, 2000a). A vantagem na adoção desse índice é a disponibilidade dos dados necessários ao cálculo nas estações meteorológicas.

O valor do ITU considerado limite, entre situações de conforto e estresse varia, mas existe unanimidade em considerar que ambiente com ITU acima de 72 é estressante para animais de alta produção, sendo estes valores determinados para vacas leiteiras, pois a literatura consultada não disponibiliza índices críticos de conforto para cabras leiteiras.

Considerando que a radiação solar é um dos principais estressores climáticos que atua sobre os animais nos sistemas de criação a pasto nas regiões de clima quente, Buffington et al. (1981) propuseram uma modificação do ITU, que denominaram índice de temperatura de globo e umidade (ITGU). Este índice é calculado substituindo-se, em uma das fórmulas do ITU o termo referente à temperatura do termômetro de bulbo seco pela temperatura de globo negro.

Existem elementos que atuam sobre a sensação térmica dos animais, sendo os quatro principais a temperatura do ar, radiação térmica, umidade e velocidade do ar. Combinando dois ou mais desses elementos em um índice de conforto térmico, pode-se descrever melhor os efeitos do ambiente sobre a habilidade do animal em dissipar calor (WEST, 1999).

De acordo com Baeta e Souza (1997) o conceito de adaptação a um determinado ambiente está relacionado com mudanças estruturais, funcionais ou comportamentais observadas no animal, objetivando a sobrevivência, reprodução e produção em condições extremas ou adversas.

Para Abi Saab e Sleiman (1995), os critérios de tolerância e adaptação dos animais são determinados pelas medidas fisiológicas da respiração, batimento cardíaco e temperatura corporal. A adaptação fisiológica, dada principalmente por meio das alterações do equilíbrio térmico, e a adaptabilidade de um rendimento, que descreve as modificações desse rendimento quando o animal é submetido à altas temperaturas, são para MacDowell (1989), as duas classes principais de avaliação da adequação a ambientes quentes.

Para Baccari Jr. (1990) a maior parte das avaliações de adaptabilidade

dos animais em ambientes quentes está incluída em duas classes:

1. Adaptabilidade fisiológica, que descreve a tolerância do animal em um ambiente quente mediante, principalmente, a modificações no seu equilíbrio térmico;
2. Adaptabilidade de rendimento, que descreve as modificações da produtividade animal experimentadas em um ambiente com temperaturas elevadas.

A adaptabilidade pode ser medida ou avaliada pela habilidade que tem o animal em se ajustar às condições médias ambientais de climas adversos (HAFEZ, 1973).

1.2.2. Parâmetros fisiológicos de caprinos sobre estresse ambiental

Os caprinos são animais homeotérmicos, portanto possuem capacidade de manter sua temperatura corporal relativamente constante dentro de certos limites. Sob condições de estresse térmico, os mecanismos fisiológicos de perda de calor são ativados para manter a sua temperatura corporal média dentro dos termos da homeotermia (SANTOS et al., 2005).

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 (OLIVEIRA, 2004).

Os critérios de tolerância e adaptação dos animais são determinados pelas medidas fisiológicas da frequência respiratória, batimento cardíaco e temperatura corporal. Outro parâmetro de importância na avaliação da dissipação de calor é a temperatura superficial, que reflete a sensação de desconforto do animal (SANTOS et al., 2005). Para Lu (1989), um aumento de temperatura ambiente, acima da crítica superior, gera reações ou respostas fisiológicas, tais como o aumento da temperatura da pele, da temperatura retal, da frequência respiratória e, a diminuição da ingestão de alimentos, que segundo Pereira et al. (2008) é a principal consequência do estresse térmico na produtividade dos animais, causando impactos econômicos oriunda da diminuição da produtividade (Al-TAMIMI, 2007).

A temperatura retal normal em caprinos oscila de 38,5 a 39,7°C, a temperatura corporal média em caprinos dita normal é de 39°C, observada

comumente em zona de termo neutralidade. Quando ocorre uma elevação acentuada na temperatura do ar, os mecanismos termo regulatórios são acionados, aumentando a perda de calor na forma insensível através da sudorese e respiração (SILVA et al., 2010).

Os parâmetros fisiológicos de temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), temperatura superficial da pele (TS) e frequência cardíaca (FC) sofrem influência do período do dia, uma vez que à tarde a temperatura do ar (TA) é geralmente bem mais elevada que durante a manhã, promovendo uma elevação dessas variáveis fisiológicas (SOUZA et al., 2008).

A frequência respiratória para caprinos é considerada normal quando apresenta valor médio de 15 movimentos respiratórios por minuto, podendo esses valores, variarem entre 12 e 25 movimentos (REECE, 1996). Os animais utilizam o aumento da frequência respiratória como uma forma de manter a temperatura corporal dentro do patamar fisiológico, por meio da evapotranspiração pulmonar (MARTINS JÚNIOR et al., 2007). Já a frequência cardíaca é influenciada pela espécie, raça, idade, trabalho muscular e temperatura do ar (MEDEIROS et al. 2007).

A quantificação do impacto climático sobre o animal permite obter uma melhor compreensão da magnitude das mudanças fisiológicas e, dos potenciais indicadores da resposta animal, possibilitando, assim, a seleção de animais mais tolerantes ao calor (NIENABER & HAHN, 2007).

Considerando que a raça Saanen tem origem em clima temperado, seu desempenho em clima tropical necessita de avaliação, uma vez que ela tem sido utilizada no melhoramento genético dos rebanhos caprinos leiteiros de regiões em desenvolvimento, como o Nordeste e o Norte do Brasil.

1.2.3. Efeitos do estresse climático na produção de leite de cabra

Os efeitos das variáveis climáticas sobre os parâmetros fisiológicos de caprinos são importantes na avaliação de cabras leiteiras em produção (NUNES et. al. 2003). De acordo com Zambom et. al. (2005), a produção e a qualidade do leite de cabra estão diretamente relacionadas ao tipo e à qualidade da dieta dos animais, à raça, ao período de lactação, ao clima e à ação combinada desses fatores, nas condições ambientais de cada país ou região.

A produção leiteira pode ser consideravelmente prejudicada pelo estresse térmico. Os animais em lactação possuem taxa metabólica mais elevada e, portanto, mostram-se mais sensíveis ao calor. Quanto maior a produção de leite, maior quantidade de nutrientes são requeridos, aumentando o consumo de alimento e a produção de calor metabólico, resultando em dificuldade na manutenção do equilíbrio térmico dos animais em condições tropicais (BRASIL et al., 2000).

Em ambientes de temperatura elevada, quando a termogênese é maior que a termólise pelos animais, todas as fontes que geram calor endógeno são inibidas, principalmente o consumo de alimento e o metabolismo (SOUZA et al., 2008). A redução na ingestão de alimentos diminui os nutrientes e energia líquida disponível para produção de leite (BRASIL et al., 2000).

1.2.4. Aspectos reprodutivos de caprinos sobre estresse climático

A eficiência produtiva da caprinocultura leiteira é, em parte, determinada pela eficiência reprodutiva (SOARES FILHO et al., 2001). O foto período e a temperatura do ar são fatores principais de interferência na reprodução de caprinos, bem como a precipitação pluviométrica e disponibilidade de alimentos (LIMA, 1996).

Em condições tropicais, a fisiologia reprodutiva dos caprinos torna-se muito mais influenciada pela disponibilidade e qualidade dos alimentos e pela temperatura ambiente (RIVERA et al., 2003). Segundo EMESIH et al. (1995), a fertilidade é menor em situações de estresse térmico. Esta redução é de natureza multifatorial, visto que a hipertermia, causada pelo colapso dos mecanismos termorreguladores, altera e inviabiliza as funções celulares de várias partes e/ou tecidos do sistema reprodutivo (PEREIRA, 2005).

Nas fêmeas, os animais estressados termicamente apresentam alterações nas reações fisiológicas e comportamentais ligadas ao estro, como consequência de alterações agudas e crônicas nas concentrações plasmáticas de estradiol e progesterona (URIBE VELÁSQUEZ et al., 2001). No tocante à gestação, sabe-se que pode ser influenciada por diversos fatores e por suas interações e que o estresse térmico materno, durante o período da gestação, reduz a eficiência reprodutiva e influencia no desenvolvimento do concepto (EMESIH et al., 1995).

Nos machos, o estresse provocado pelas elevadas temperaturas ambientais interfere na função reprodutiva (SILVA et al., 2005). A temperatura ambiente é o fator de maior importância na espermatogênese dos machos de qualquer espécie e, quando muito elevada (da ordem de 34,5°C), é prejudicial tanto às etapas de formação dos espermatozoides como àqueles elementos já formados e em trânsito pelo epidídimo (MIES FILHO, 1987). Para NUNES (1988), os parâmetros quanti qualitativos do sêmen apresentam melhores resultados no período do ano com temperaturas ambientais mais amenas.

1.2.5 Mecanismos de tolerância e adaptabilidade ao clima: pelame e glândulas sudoríparas

O pelame interfere diretamente nas trocas de calor sensível, pois constitui uma barreira à passagem do fluxo de energia térmica, devido ao isolamento proporcionado pela estrutura física das suas fibras e pela camada de ar aprisionada entre elas. O papel termorregulador do pelame pode ser dividido em dois componentes: (a) proteção contra o excesso de absorção da radiação solar e (b) dissipação do excesso de calor da superfície do animal (HAFEZ, 1968).

O ganho de energia térmica e o grau de permeabilidade à radiação na superfície do pelame, não são determinados somente pela cor deste último, mas também pela estrutura e disposição dos pelos (SILVA et al. (2001). Ainda segundo os autores as melhores respostas fisiológicas de tolerância ao calor radiante e ingestões de água e comida foram encontradas em caprinos de pelos longos e de cores branca e marrom claro.

A coloração branca dos pelames apresenta maior refletância (SILVA et al. 2003) e esse fato leva a maioria dos pesquisadores a aceitar a vantagem adaptativa dos pelames claros em ambientes tropicais. Entretanto, segundo os autores, epidermes de coloração escura oferecem uma proteção bastante eficaz contra a radiação ultravioleta, em relação às epidermes claras ou despigmentadas.

Apesar de o pelame constituir uma barreira quanto à perda de água, é necessário que animais que vivem em ambiente tropical tenham uma produção de suor considerável, propiciando um resfriamento corporal que é providencial para sua termorregulação. Nestes ambientes, as altas temperaturas diminuem

consideravelmente as perdas por radiação e convecção, algumas vezes tornando-se uma forma de ganho térmico, quando a temperatura do ar excede a temperatura de superfície do animal.

A cabra possui uma grande capacidade de sudação, assim a evaporação cutânea se apresenta como um eficiente mecanismo de perda de calor para esses animais (OLIVEIRA et al. 2005 b). Entretanto, a condição em que o animal se encontra é determinante, pois resultados obtidos por Oliveira et al. (2006) demonstraram que animais ao sol despendem duas vezes mais calor latente que à sombra, respectivamente.

A quantidade de suor produzido depende do número relativo e volume de glândulas sudoríparas ativas e, portanto, o número dessas glândulas por unidade de área epidérmica constitui um dado importante: os animais que vivem em locais constantemente sujeitos às altas temperaturas tendem a apresentar uma maior densidade numérica de glândulas sudoríparas. Entretanto, nem todas as glândulas se acham em atividade em um dado momento, já que o número de glândulas ativas está relacionado com o ciclo de atividades do folículo piloso e com a idade (SILVA, 2000).

1.3. Hipótese

A tolerância e a adaptabilidade podem ser medidas ou avaliadas pela habilidade que o animal tem em se ajustar às condições ambientais de climas adversos. Assim sendo, a hipótese levantada pelo presente estudo foi que, no estado do Tocantins, devido a constância de altas temperaturas e da alta umidade relativa do ar, os caprinos leiteiros da raça Saanen devem apresentar baixa tolerância e adaptabilidade ao clima local, tendo seus parâmetros fisiológicos alterados, o que exigirá intervenção nos sistemas de produção e de manejo que propiciem a esses animais expressar todo seu potencial, tornando a caprinocultura leiteira uma atividade sustentável no estado.

1.4. Objetivo geral

Avaliar a influência dos agentes climáticos e do estresse térmico sobre a tolerância e adaptabilidade de cabras leiteiras da raça Saanen no estado do Tocantins em dois diferentes ambientes de produção (estabulado e pasto sem sombra), na estação seca do ano.

1.4.1. Objetivos Específicos

- Avaliar a tolerância e adaptabilidade desta raça de caprino leiteiro ao clima do Tocantins na estação seca do ano, através da utilização do teste de Benezra;
- Mensurar a temperatura retal, frequência cardíaca e respiratória em fêmeas caprinas desta raça durante o período seco no Tocantins;
- Analisar como a temperatura ambiente, umidade do ar, radiação solar e variação de fotoperíodo e ITU, durante a estação da seca no Tocantins, influem na fisiologia de fêmeas Saanen em dois diferentes ambientes de produção (estabulado e a pasto sem sombra).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Local

O experimento foi conduzido no período de 20 de maio a 20 de julho de 2019, na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do estado do Tocantins (IFTO), no Campus Paraíso, no município de Paraíso do Tocantins – TO, localizado a 10°10'34" Latitude Sul e 48°52'55" de Longitude Oeste, a 411 metros de altitude.

O Clima na região é classificado como tropical úmido (classificação climática de Kopper-Geiger: AW), temperatura média anual de 25° C, precipitação média anual é de 1700 mm, com duas estações bem definidas, seca entre maio a setembro e chuvoso entre outubro a abril (SEPLAN, 2003).

O Campus Paraíso do IFTO localiza-se no Distrito Agroindustrial, bairro Vila Santana, às margens da rodovia BR 153, no km 480, distante 80 km da capital Palmas (Figura 1).

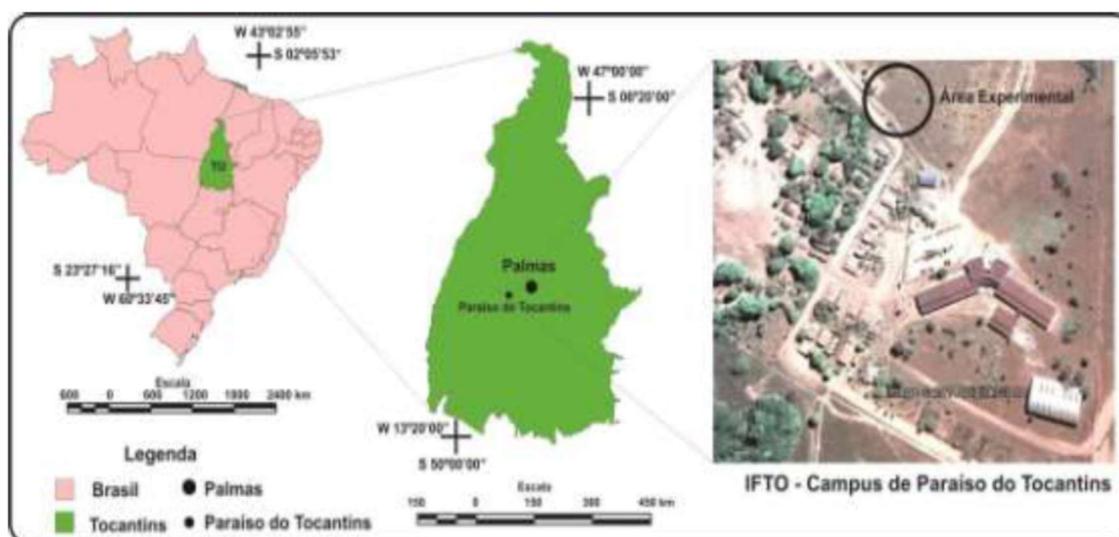


Figura 1 - Localização da área experimental do IFTO Campus Paraíso, em Paraíso do Tocantins.

2.2. Caracterização do material experimental

Foi utilizado neste experimento um grupo contemporâneo formado por 12 cabras puras da raça Saanen, provenientes do rebanho do IFTO e de propriedades parceiras, já aclimatadas à região, todas adultas com idade entre 18 e 24 meses, não gestantes ou lactantes, com peso vivo médio de 50,0 kg e

escore corporal 3 (escala de 1 a 5), criadas em sistema semi intensivo em área de pastagem com sombreamento natural e livres de doenças infecto contagiosas ou quaisquer tipos de deformidades físicas ou anomalias congênitas.

As cabras foram alocadas em dois grupos, cada um com seis animais. Cada grupo permaneceu em ambiente diferente, constituindo dois tratamentos experimentais. Ambos os tratamentos tiveram a mesma área disponível (40 m²) para que a densidade animal (6,66m² por cabeça) não influenciasse a resposta dos animais frente aos tratamentos impostos, bem como todos os animais antes da realização do experimento foram mantidos em mesmo sistema de produção por 45 dias, de modo a não tendenciar ambientações posteriores a um ou outro tratamento.

Em todos os tratamentos os animais tiveram livre acesso a água em bebedouros e a complexo mineral comercial específico para caprinos “*ad libitum*”. A alimentação dos animais foi a base de silagem de milho (10% PV/animal/dia), com suplementação de concentrado comercial na proporção de 1% do PV/animal/dia, composto basicamente por milho moído, farelo de soja, farelo de algodão, fosfato bicálcico, uréia pecuária e vitaminas A, E e D3 (18% de PB e 2600 Kcal).

2.3 Tratamentos, período experimental e obtenção dos dados

O experimento foi composto de dois tratamentos experimentais. O tratamento A, com instalações totalmente cobertas em baia de 40,0 m² com paredes laterais de alvenaria até a altura de 1,5 m e telhado de telhas de fibrocimento com pé direito de 4,0 m; o tratamento B, em piquete de 40 m² com ambiente completamente descoberto e sem nenhum tipo de sombreamento natural ou artificial.

Os animais foram avaliados durante sessenta dias, em dias alternados e em dois períodos do dia, deste modo, ao final do período da coleta de dados, excluindo-se as avaliações da primeira semana de adaptação, foram obtidas 30 avaliações de cada animal em cada tratamento (15 avaliações por mês para cada animal em cada tratamento), perfazendo um total de 360 observações durante todo o experimento.

Os animais foram adaptados ao manejo experimental para minimizar o efeito do estresse causado sobre os dados fisiológicos. A temperatura retal (TR)

foi mensurada com termômetro clínico veterinário digital (Animed Incoterm) inserido no reto dos animais até soar o sinal sonoro de estabilização da temperatura. A frequência cardíaca (FC) foi obtida por meio de um estetoscópio veterinário (Littmann Classic), auscultando-se por um minuto e a frequência respiratória (FR) foi mensurada através de contagem visual dos movimentos respiratórios do flanco dos animais, também por um minuto. Estes parâmetros foram aferidos duas vezes por dia (às 9:00 e às 15:00 horas).

O ambiente também foi monitorado duas vezes por dia (às 09:00 e às 15:00 horas), observando e coletando-se a temperatura ambiente (T°C), umidade (U), radiação solar (R), acompanhando-se também a variação diária do fotoperíodo.

Os dados climatológicos foram obtidos no próprio local do experimento, no Campus do IFTO de Paraíso do Tocantins, na estação meteorológica de observação de superfície automática instalada no Campus, com informações de superfície automática composta de uma unidade de memória central ("data logger"), ligada a vários sensores dos parâmetros meteorológicos (pressão atmosférica, temperatura e umidade relativa do ar, precipitação, radiação solar, direção e velocidade do vento, etc), que integra os valores observados minuto a minuto e os disponibiliza automaticamente a cada hora. O IFTO dispõe ainda de mais duas estações meteorológicas instaladas, uma no Campus Palmas e outra no Campus Colinas do Tocantins, todos os dados podem ser consultados no site do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia.

2.4 Estimativa do coeficiente de adaptabilidade

Neste experimento foi utilizado o teste de Benezra, a fim de comparar a adaptabilidade da raça, seguindo as recomendações para realização do teste (MULLER, 1982) e o teste de Ibéria ou Rhoad, realizado para determinação do coeficiente de tolerância ao calor (CTC).

De acordo com o teste de Benezra, o coeficiente de adaptabilidade 1 (CA1) foi obtido segundo fórmula, acrescentando-se o parâmetro frequência cardíaca à fórmula.

$$\mathbf{CA1 = TR/39,1 + FR/19} \quad (1)$$

Onde:

CA1= coeficiente de adaptabilidade.

TR= temperatura retal observada, em °C.

FR= frequência respiratória observada, em movimentos por minuto.

39,1= temperatura retal média normal considerada para caprinos.

19= frequência respiratória média normal para caprinos.

Outro coeficiente de adaptabilidade (CA2), segundo o teste de Benezra, foi determinado, acrescentando-se o parâmetro frequência cardíaca à fórmula anterior. A fórmula então será:

$$\mathbf{CA2 = TR/39,1 + FR/19 + FC/75} \quad (2)$$

Onde:

CA2= coeficiente de adaptabilidade.

TR= temperatura retal observada, em °C.

FR= frequência respiratória observada, em movimentos por minuto.

39,1= temperatura retal média normal considerada para caprinos.

19= frequência respiratória média normal para caprinos.

FC= frequência cardíaca observada, em batimentos por minuto. Considerando-se 75 a frequência cardíaca média normal para a espécie.

As médias para temperatura ambiente (TA) e umidade relativa (UR) foram utilizadas na estimativa do índice de temperatura e umidade (ITU), segundo a fórmula proposta por Buffington *et al.* (1982):

$$\mathbf{ITU = 0,8TA + UR(TA-14,3)/100 + 46,3} \quad (3)$$

Onde:

TA= temperatura ambiente, em °C.

UR= umidade relativa do ar em %.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com as médias para temperatura ambiente ($T^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (UR %) dos ambientes avaliados (Estabulados – tratamento A e Pasto sem sombra – tratamento B), pode-se observar na Tabela 1 e na Tabela 2, respectivamente, que a temperatura ambiente foi maior, em ambos os períodos, em relação à faixa de termo neutralidade para caprinos de 20 a 30 $^{\circ}\text{C}$, sugerida por Baeta e Souza (1997).

Tabela 1: Parâmetros climáticos: médias de temperatura ambiente, umidade relativa do ar, radiação solar e índice de temperatura e umidade no momento da coleta dos parâmetros fisiológicos em estabulamento (tratamento A).

Período	$T^{\circ}\text{C}$	UR%	Radiação Solar (W/m^2)	ITU
Manhã	26,30	83,83	507,80	77,39
Tarde	35,62	84,33	611,25	92,78
Média	30,96	84,08	559,52	85,08

Tabela 2: Parâmetros climáticos, médias de temperatura ambiente, umidade relativa do ar, radiação solar e índice de temperatura e umidade no momento da coleta dos parâmetros fisiológicos em pasto sem sombra (tratamento B).

Período	$T^{\circ}\text{C}$	UR%	Radiação Solar (W/m^2)	ITU
Manhã	28,25	78,04	506,82	79,78
Tarde	35,87	75,67	612,30	91,31
Média	32,06	78,83	559,56	85,54

Para Fuquay (1981) valores do ITU abaixo de 72 consideram sem risco da ocorrência de estresse térmico, entre 73-77 em estresse térmico leve, entre 78-89 em estresse térmico moderado e acima de 90, como estresse térmico grave. Segundo Hahn (1985), um valor de ITU inferior ou igual a 70 indica condição normal de conforto, não estressante; entre 71 e 78 é considerado crítico; entre 79 e 83 indica perigo e acima de 83 constitui estado de emergência.

Em ambos os ambientes avaliados, o ITU médio encontrado foi considerado crítico e ou perigoso, com maior intensidade no período da tarde, quando o ITU calculado foi de 92,78 e 91,31, respectivamente no ambiente

estabulado e do pasto sem sombra, denotando estado de emergência e de estresse térmico grave (Tabelas 1 e 2).

Observou-se, no que diz respeito à umidade relativa do ar (UR), que os valores se apresentaram acima do recomendado por Baeta e Souza (1997), que é de 40 e 70%. A UR média encontrada no ambiente do pasto sem sombra foi de 78,83%, que é um patamar bastante confortável para os animais, permitindo certa evaporação e manutenção da umidade das vias respiratórias.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados dos parâmetros fisiológicos dos caprinos da raça Saanen nos dois horários de avaliação, nos ambientes com sombra (estabulado) e ao sol (pasto).

Tabela 3: Parâmetros fisiológicos, frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC) e temperatura retal (TR) de caprinos da raça Saanen, na região central do Tocantins, avaliados em ambiente com sombra e ao sol em dois horários do dia, na estação seca.

Parâmetros fisiológicos	Tratamentos			
	Período	Pasto	Estabulado	média
Frequência Respiratória (mpm)	Manhã	55,42	49,50	52,46 b
	Tarde	56,87	50,75	53,81 a
	Média	56,14 A	50,13 B	
Frequência Cardíaca (bpm)	Manhã	94,25	89,52	91,88 b
	Tarde	95,17	90,34	92,78 a
	Média	94,70 A	89,95 B	
Temperatura Retal (°C)	Manhã	39,37	38,95	39,16 b
	Tarde	39,46	39,02	39,24 a
	Média	39,41 A	38,99 B	

Médias, mesma linha seguidas de letras maiúsculas distintas diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste Tukey a 5%.

Médias, mesma coluna seguidas de letras minúsculas distintas diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste Tukey a 5%.

Para a frequência respiratória (FR) de caprinos, considera-se normal aquela compreendida entre 12 a 25 movimentos por minuto (mpm) (REECE, 1996), ficando os animais estudados, com médias muito superiores às preconizadas adequadas. Estes resultados, quando associados à temperatura retal mostram que os animais avaliados utilizaram o aumento da frequência respiratória como uma forma de manter a temperatura corporal dentro do patamar fisiológico e, aparentemente, este mecanismo foi mais eficiente no período da manhã.

Os valores médios da FR em ambos os tratamentos (pasto e estabulado) foram superiores ($P>0,05$) no período da tarde, em comparação ao período da manhã, concordando com os resultados encontrados por Rosanova et al. (2012), em estudo realizado no estado de Tocantins, na estação seca, com as raças Saanen, Pardo Alpino e Anglo Nubiana, em que as frequências respiratórias para as raças foram inferiores no período da manhã.

Ainda de acordo com a Tabelas 3, em relação à frequência cardíaca (FC), quando se comparou os tratamentos entre si, a FC no tratamento no pasto, com 95,17 bpm e 90,34 bpm no estábulo observou-se, além da diferença significativa entre os ambientes, uma superioridade em relação aos limites fisiológicos aceitáveis para a espécie. Segundo Reece (1996), considera-se como fisiológico, para espécie caprina, batimentos cardíacos variando entre 70 a 80 por minuto.

Este parâmetro fisiológico (FC), quando comparado entre os períodos do dia, observou-se que as FC foram inferiores no período da manhã ($P<0,05$), o que provavelmente foi decorrente das menores temperaturas ambiente.

De acordo com Martins Junior et al. (2007), nos caprinos, a FC varia entre 70 a 90 batimentos por minuto. Os autores observaram valores médios da FC no período da tarde foi de 92,78 bpm e no período da manhã 91,88 bpm. Os valores estudados no presente estudo estiveram acima deste intervalo em ambos os períodos, demonstrando estarem os animais em estado de estresse fisiológico. Portanto, os resultados concordam com a afirmação de Pereira et al. (2011) que a FC mostra ser uma variável muito afetada nos animais mantidos sob estresse térmico.

Os parâmetros fisiológico temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e frequência cardíaca (FC) sofrem influência do período do dia, uma vez que à tarde, a temperatura do ar é geralmente bem mais elevada que durante a manhã, promovendo uma elevação dessas variáveis fisiológicas (SILVA, E. et al., 2010).

Quanto à TR, observou-se que os animais de ambos os tratamentos, nos dois períodos, mantiveram sua temperatura normal para a espécie, de 38,5 a 39,7°C (REECE, 1996). Para a raça estudada, houve efeito do período de avaliação na temperatura retal, sendo superior no período da tarde ($P<0,05$). Segundo Silva et al., (2006), esse comportamento demonstra que a elevação da temperatura ambiente exerceu efeito sobre a temperatura retal dos animais.

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 e essa inclinação também foi observada por Medeiros et.al (2008) com cabras da raça Saanen em comparação a Anglo Nubiana. De acordo com os autores, o aumento da TR incrementa a FR, promovendo a troca de calor que ocorre entre o sangue venoso 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.

No ambiente de temperaturas elevadas, a eficiência de perda de calor do animal para o meio diminui, em razão do menor gradiente de temperatura entre a pele do animal e a do ambiente (SOUZA et al., 2005). Nessa situação, o animal pode até certo ponto manter a temperatura corporal por meio da vasodilatação, que aumenta o fluxo sanguíneo periférico e a temperatura da pele; no entanto, se a temperatura ambiente continuar a subir, o animal passa a depender da perda de calor por evaporação, principalmente através da respiração e ou sudorese.

A temperatura retal (TR) é um parâmetro bastante utilizado para se determinar o grau de adaptabilidade dos animais, uma vez que uma elevação acima da normalidade para a espécie indica que o animal está estocando calor, podendo o estresse térmico manifestar-se. Em caprinos a TR normalmente varia de 38,5 °C a 39,00 °C e vários fatores são capazes de causar variações neste parâmetro, dentre eles, a estação do ano e o período do dia (ANDERSON, 1996). Neste estudo, em ambos os tratamentos e em ambos os períodos do dia as temperaturas retais mostraram-se no limite ou acima do limite tido como normal, denotando claramente a condição de estresse em que se encontram os animais.

Segundo Rosanova et.al. (2012), ao se analisar os parâmetros fisiológicos isoladamente de diferente raças de caprinos, pode-se inferir que os caprinos da raça Saanen (FC média de 85,25 bpm e TR 39°C) são menos adaptados às condições ambientais do Tocantins do que caprinos das raças Pardo Alpino (FC média de 66,66 bpm e TR 38,80°C) e Anglo Nubiano (FC média de 67,83 bpm e TR 38,92°C).

Para Pereira et al. (2011) a temperatura retal é medida que expressa o desconforto animal diante de determinado ambiente representando a temperatura do núcleo central dos animais, sendo muito utilizada como critério de diagnóstico de doenças e para verificar o grau de adaptabilidade dos animais

domésticos. Portanto, observou-se que os animais avaliados neste trabalho se mostraram bem adaptados ao serem submetidos a temperaturas elevadas pois mantiveram a temperatura retal próximo dos limites máximos da normalidade; contudo, elevaram a FC ao pico máximo de 94,70 bpm nos animais no pasto e 89,95 bpm no tratamento estabulado e FR a 56,14 mpm e 50,13 mpm respectivamente, no pasto e estabulado (Tabela 3).

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados obtidos para o teste de Benezra. Ressalta-se que o resultado obtido foi comparado a 2, valor em que os parâmetros fisiológicos utilizados na estimativa dos coeficientes de adaptabilidade (fórmula 1 e 2) não se alteram em relação ao normal e, desta forma, os parâmetros CA1 e CA2 estimados representam coeficientes de adaptabilidades baixos para os animais da raça Saanen, na região e época avaliada.

Observou-se que não houve interação entre os fatores período e tratamento. No entanto, houve diferença significativa entre os índices de adaptabilidade nos distintos tratamentos avaliados e nos diferentes períodos, entre si.

Tabela 4: Coeficiente de adaptabilidade CA1 e CA2 para caprinos da raça Saanen, na região central do Tocantins, avaliados em ambiente com sombra (estabulado) e ao sol (piquete sem sombra) em dois horários do dia, na estação seca do ano.

Parâmetros	Tratamentos			Média
	Período	Piquete s/ sombra	Estabulado	
CA 1	Manhã	3,92	3,60	3,76 B
	Tarde	4,00	3,66	3,83 A
	Média	3,96 A	3,63 B	
CA 2	Manhã	5,18	4,79	4,98 B
	Tarde	5,27	4,87	5,07 A
	Média	5,22 A	4,83 B	

Médias na mesma linha seguidas de letras minúsculas, distintas, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste Tukey a 5%.

Médias na mesma coluna seguidas de letras maiúsculas, distintas, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste Tukey a 5%.

Em relação ao CA1, os valores dos animais estabulados foram significativamente inferiores em comparação aos dos animais em pasto, ao sol. E, ao compararmos os horários de avaliação, o período da tarde condicionou valor inferior que o da manhã ($P < 0,05$).

Os dados de CA1 e CA2 encontrados neste trabalho diferem dos dados de Rosanova et. al. (2011), em estudo comparativo com caprinos Saanen, Pardo Alpino e Anglo Nubiano, no Tocantins, na estação seca, onde a média calculada com amostragens no período matutino e vespertino de CA1 foi de 5,48 e de CA2 foi de 6,72 para a raça Saanen, média de CA1 4,50 e CA2 5,72 para a raça Pardo Alpino e média de CA1 4,57 e de CA2 5,75 para a raça Pardo Alpino.

Para o coeficiente de adaptabilidade, levando-se em consideração a frequência cardíaca observada, em batimentos por minuto e, considerando-se 75 a frequência cardíaca média normal para a espécie (CA2), os mesmos comportamentos observados em CA1 foram registrados, indicando baixa adaptabilidade desta raça desafiada nos ambientes propostos.

Medeiros et al. (2002), ao aplicarem testes de exposição ao sol em três raças distintas de caprinos, observaram que a raça Saanen, apesar da pelagem branca, apresentou pior desempenho e adaptabilidade que a Anglo Nubiano e comportamento próximo ao da Parda Alemã, ambas de pelagem escura, denotando maior influência da raça do que da cor da pelagem.

Constatou-se que a existência de ITU acima de 72 é fator comum e o efeito combinado da temperatura e da umidade relativa sobre os animais pode resultar em perdas de produção, havendo assim restrições à exploração leiteira caso providências não sejam tomadas pelos técnicos e produtores. No presente trabalho, a região apresentou valores médios de ITU altos, com média acima de 85,00 (Tabelas 1 e 2), sendo classificado como ambiente estressante e que demanda providências técnicas e de manejo necessárias para propiciar bem-estar e conforto térmico aos animais.

CONCLUSÕES

O ambiente climático da região mostrou-se estressante e crítico para a raça Saanen, uma vez que os índices de temperatura e umidade apresentados foram acima dos recomendados como normais ou não estressantes para a espécie caprina.

A raça Saanen mostrou-se pouco adaptada à região, tanto em condições de estabulamento quanto no pasto ao sol, sendo assim faz-se necessária a adequação das práticas de manejo em horários do dia e período do ano mais favorável quanto ao clima, considerando além da produtividade, o bem-estar animal.

Como resultados práticos que possam vir a afetar os índices de produtividade para a raça Saanen, sugere-se a adoção de sistemas de produção em confinamento ou semi-confinamento em detrimento dos sistemas extensivos.

Portanto, o fornecimento de sombra aos caprinos que vivem em ambiente tropical é de suma importância, sobretudo porque facilita a eficiência dos mecanismos de trocas térmicas, além de atenuar o ganho de calor por radiação.

A adoção de raças de caprinos leiteiros mais adaptadas ao clima da região é uma alternativa mais funcional e menos onerosa do que o investimento em infra-estrutura, instalações e manejos que atendam às exigências fisiológicas da raça Saanen.

Diante disso, a compreensão do impacto do estresse térmico sobre vários aspectos da criação de caprinos suscita o desenvolvimento de novos trabalhos que possam aprofundar e quantificar os prejuízos desse evento

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABI SAAB, S.; SLEIMAN, F.T. Physiological responses to stress of filial crosses compared to local Awassi sheep. **Small Ruminant Res.**, v. 16, p. 55-59, 1995.

ACHARYA, R.M.; GUPTA, U.D.; SEHGAL, J.P. Coat characteristics of goats in relation to heat tolerance in the hot tropics. **Small Ruminant Research**, v.18: p. 245-248, 1995.

ADAPEC. Dados dos produtores de ovinos e caprinos – maio de 2016. Palmas: ADAPEC, 2016. **Relatório não publicado.**

ADAPEC. Relatório de movimentação de ovinos e caprinos através de GTA. Palmas: ADAPEC, 2017. **Relatório não publicado**

ANDERSON, B.E. Regulação da temperatura e fisiologia ambiental. In: SWENSON, M.J. (10.ed) **DUKES Fisiologia dos Animais Domésticos**. Vol. 1, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1996. p.623-629

AL-TAMIMI, H. J. Thermoregulatory response of goat kids subjected to heat stress. **Small Ruminant Research**, v.71, p.280-285, 2007.

BACCARI JÚNIOR, F. Métodos e técnicas de avaliação da adaptabilidade dos animais às condições tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL NOS TRÓPICOS, 1990, Fortaleza-CE. **Anais...** Brasília: EMBRAPA- DIE, p. 9-17, 1990.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais e conforto térmico**. Viçosa: Editora UFV, p. 246, 1997.

BARRETO, L. M. G.; MEDEIROS, A. N. de; BATISTA, A. M. V; FURTADO, D. A.; ARAUJO, G. G. L. de; LISBOA, A. C. C.; PAULO, J. L. de A.; SOUZA, C. M. S. de. Comportamento ingestivo de caprinos das raças Moxotó e Canindé em confinamento recebendo dois níveis de energia na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.834-842, 2011.

BRASIL, L.H.A. et al. Efeito do estresse térmico sobre a produção, composição química do leite e respostas termorreguladoras de cabras da raça alpina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1632-1641, 2000.

BUENO, M. S et al. Produção de cordeiro para abate superprecoce. In: **CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL**, 2., 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Colégio Latino-Americano de Nutrição Animal, (CD-ROM), 2006.

BUFFINGTON, C.S.; AROCHO, A.C.; CANTON, G.H.; PITT, D. **Black globo humidity confort index for dairy cows**. St Joeph. ASAE. p. 19, 1981.

BUFFINGTON, D.E.; COLLIER, R.J.; CANTON, G.H. Sheed management systems to reduce heat stress for dairy cows. St. Joseph: **American Society of Agricultural Engineers**. 16 p. Paper 82-4061, 1982.

EMESIH, G.C. Effects of heat stress and oxytocin on plasma concentrations of progesterone and 13,14-dihydro-15ketoprostaglandin F₂ in goats. **Small Ruminant Research**, v.16, p.133-139, 1995. Disponível em: <<http://www.smallruminantresearch.com/article/PII092144889500629Y/abstract>>. Acesso em: 30 out. 2018.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. 1°. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, p. 371, 2005.

FURTADO, D. A.; GOMES, C. A. V.; MEDEIROS, A. N. de; PIMENTA FILHO, E. C.; LIMA JUNIOR, V. de L. Efeito do ambiente térmico e suplementação nas variáveis fisiológicas de caprinos moxotó em confinamento e semiconfinamento. **Engenharia Agrícola**, v.28, p.396-405, 2008.

FUQUAY, J. W. **Heat stress as is affects animal production**. Journal of Animal Science, v.52, p.164182, 1981.

GOMES, C. A. V.; FURTADO, D. A.; MEDEIROS, N. A.; SILVA, D. S.; PIMENTA FILHO, E. C.; LIMA JÚNIOR, V. Efeito do ambiente térmico e níveis de

suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.213-219, 2008.

HAHN, G. L. Management and housing of animals in hot environment. **In: Stress of physiology in livestock**. CRC. Boca Raton. 2: 151-165.1985.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Dados Estatísticos e Censo Agropecuário. Disponível em www.ibge.gov.br . Acesso jan 2017.

JUARÉZ, M. Physico-chemical characteristics of goat's milk as distinct from those of cow's milk. **Bulletin of the International Dairy Federation**. v.202, p.54-67,1986.

LIMA, F.R.G. **Performance reprodutiva de cabras nativas criadas no sertão do Ceará submetidas a diferentes tratamentos de sincronização do estro e da ovulação**. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Estadual do Ceará - CE, 76 fls. 1996.

LU, C.D. Effects of heat stress on goat production. **Small Ruminant Research**, v.2, p.151-162, 1989.

MARTINS-JUNIOR, L. M.; COSTA, A. P. R.; AZEVÊDO, D. M. M. R.; TURCO, S. H. N.; CAMPELO, J. E. G.; MURATORI, M. C. S. Adaptabilidade de caprinos Boer e Anglo-Nubiana às condições climáticas do Meio-Norte do Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 56, p. 103-113, 2007.

McDOWELL, R.E. O papel da fisiologia na produção animal para as áreas tropical e subtropical. **Revista Brasileira Zootec**. 5: 25-37, 1967.

MEDEIROS, L. F. D et al. Estimativa da tolerância ao calor em caprinos. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.24, p.30-35, 2002.

MEDEIROS, L.F.D.; VIEIRA, D. H.; OLIVEIRA, C. A. de; 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. **Boletim de Indústria Animal**. Vol. 65, 2008.

MIES FILHO, A. Fisiologia do aparelho genital masculino: função espermatogênica e função endócrina do testículo. **Rev. Reprodução dos animais e inseminação artificial**. 3.ed. Porto Alegre: Sulina, 1987. p.99-133.

MÜLLER, P.B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3. ed. Porto Alegre: Sulina. p. 262, 1989.

MULLER, P. B. 1982. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 2^a ed. Porto Alegre: Sulina, p. 71-80, 1982.

NIENABER, J. A.; HAHN, G. L. Livestock production system management responses to thermal challenges. **International Journal of Biometeorology**, v.52, p.149–157, 2007

NUNES, A.S. et al. Respostas fisiológicas de cabras leiteiras submetidas ao regime de suplementação com concentrado em dois sistemas de produção. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.25, n.1, p.157-163, 2003.

NUNES, J.F. Fatores que influenciam os aspectos quantitativos do sêmen de caprinos no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.12 n.2, p.77-83, 1988.

OLIVEIRA, A. L. de **Aspectos genéticos de características adaptativas de cabras leiteiras em clima tropical**. 2004. 41 f. Tese (Mestrado)- Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2004.

OLIVEIRA, A.L.; SILVA, R.G.; AIURA, F.S.; MAIA, ANDRADE, L.M.; SOUZA JÚNIOR, S.C. Avaliação da Temperatura Retal, Frequência Respiratória e Taxa de Sudação em Cabras Leiteiras. In: 42a Reunião Brasileira de Zootecnia, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia, GO, 2005b. CD.

OLIVEIRA, A.L.; SILVA, R.G.; AIURA, F.S.; MAIA. Evaporação Total em Cabras Saanen Sob Ambientes de Sol e Sombra. In: 43a Reunião Brasileira de Zootecnia, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, PB, 2006. CD.

PEREIRA, C.C.J. **Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. 195p.

PEREIRA, G.M.; SOUZA, B.B.; SILVA, A.M.A.; ROBERTO, J.V.B. Determination of Saanen goats breed physiological parameters in paraiban Semi-Arid. **Revista Verde**, v.6, p.83-88, 2011.

QUESADA, M.; McMANUS, C.; COUTO, F. A. D'A. Tolerância ao Calor de Duas Raças de Ovinos Deslanados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 30(3):1021-1026, 2001.

REECE, W.O. **Fisiologia de animais domésticos**. São Paulo: Roca, p. 351, 1996.

RIBEIRO, S. D. **CAPRINOCULTURA: Criação racional de caprinos**. São Paulo: Livraria Nobel S/A, p. 318, 1997.

RIVERA, G.M. Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats of Argentina. **Small Ruminant Research**, v.48, n.2, p.109-117, 2003.

ROBERTO, J.V.B.; SOUZA, B.B.; SILVA, A.L.N.; JUSTINIANO, S.V.; FREITAS, M.M.S. Hematological parameters of goats of cut submitted at different levels of supplementation in paraiba's semi-arid. **Revista Caatinga**, v.23, p.127-132, 2010.

ROSANOVA, C.; TOLEDO, I. R. ; REBOUÇAS, G,F; SANTOS, G. ; SOARES, E. . Indices de adaptabilidade de caprinos Saanen, Pardo Alpino e Anglo Nubiano às condições climáticas do Tocantins na estação seca. In: **VI CONNEPI - CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 2011, N**. Pesquisa e Inovação, 2011

SAS. Institute Incorporation SAS/STAT. **User's Guide**, Inc., Cary, NC, 1999.

SANTOS, F. C. B.; SOUZA, B. B.; ALFARO, C. E. P.; CÉZAR, 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. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p.142-149, 2005

SCALCO, C. [2007]. **Ovino Santa Inês no Rio Grande do Sul**. Disponível em:http://www.paginarural.com.br/artigos_detalhes.php?id=1587 Acesso em: 29/10/2018.

SEPLAN, **Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente do Tocantins. Atlas do Tocantins: Subsídios ao planejamento da gestão territorial**. 3. ed. Palmas: SEPLAN, p. 49, 2003.

SILVA, H. W.; GUIMARÃES, C. R. B.; OLIVEIRA, T. S. **Aspectos da exploração da caprinocultura leiteira no Brasil**. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, v. 2, n. 2, p. 121-125, 2012.

SILVA, E.M.N. et al. **Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semi-árido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento**. Revista Caatinga, v.23, n.2, p.142-148, 2010

SILVA, E.M.N. **Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano**. Ciência e Agrotecnologia, v.30, n.3, p.516-521, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v30n3/v30n3a18.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2018.

SILVA, R.G. **Introdução à Bioclimatologia Animal**. São Paulo: Nobel /FAPESP, p. 286, 2000a.

SILVA, R.G. Um modelo para a determinação de equilíbrio térmico de bovinos em ambientes tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p.1244 – 1252, 2000b.

SILVA, T.G.F.; TURCO, S.H.N. Zoneamento bioclimático de caprinos e ovinos no estado da Bahia. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 41., 2004, Campo Grande. Anais... Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM.

SOARES FILHO, G. Fatores genéticos e ambientais que influenciam algumas características de reprodução e produção de leite em cabras no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.133-140, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n1/5445.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2018.

SOUZA, B.B. et al. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.1, p.275-280, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v32n1/a39v32n1.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2018.

SOUZA, P.T.; SALLES, M.G.F.; ARAÚJO, A.A.. Avaliação dos parâmetros fisiológicos de cabras Saanen criadas em clima tropical semi-úmido no estado do Ceará. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009b, Maringá, **Anais...**, Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009b.

URIBE-VELÁSQUEZ, L.F. Efeitos do estresse térmico nas concentrações plasmáticas de progesterona (P4) e estradiol 17-b (E2) e temperatura retal em cabras da raça Pardo Alpina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.388-393, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n2/5479.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2018.

WEST, J. W. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 21-35, 1999.

ZAMBOM, M.A. Curva de lactação e qualidade do leite de cabras Saanen recebendo rações com diferentes relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2515-2521, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v34n6s0/a40v3460.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2018.