



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**CARACTERÍSTICAS ADAPTATIVAS DE CAPRINOS NATIVOS EM AMBIENTE
TERMONEUTRO E DE ESTRESSE CONSUMINDO ÁGUA SALINA**

Evaldo de Almeida Cardoso

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA
JULHO – 2018**

EVALDO DE ALMEIDA CARDOSO

**CARACTERÍSTICAS ADAPTATIVAS DE CAPRINOS NATIVOS EM AMBIENTE
TERMONEUTRO E DE ESTRESSE CONSUMINDO ÁGUA SALINA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal de Campina Grande-PB, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:

CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA

ORIENTADOR:

Prof. Dr. DERMEVAL ARAÚJO FURTADO

CAMPINA GRANDE – PARAÍBA

JULHO - 2018

C268c

Cardoso, Evaldo de Almeida.

Características adaptativas de caprinos nativos em ambiente termoneutro e de estresse consumindo água salina / Evaldo de Almeida Cardoso. - Campina Grande, 2018.

92 f.

Tese (Doutorado em Engenharia de Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2018.

"Orientação: Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado".

Referências.

1. Caprinos. 2. Água Salina. 3. Cabritos - Ambiência. 4. Cabritos - Confinamento. 5. Cabritos - Hormônios. I. Furtado, Dermeval Araújo. II. Título.

CDU 636.39(043)



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE

IVALDO DE ALMEIDA CARDOSO

**“CARACTERÍSTICAS ADAPTATIVAS DE CAPRINOS NATIVOS EM
AMBIENTE TERMONEUTRO E DE ESTRESSE, CONSUMINDO ÁGUA
SALINA”**

APROVADO: 26 de julho de 2018

BANCA EXAMINADORA

Dr. Dermeval Araújo Burtado
Orientador - UAEA/UFPA

Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento
Examinador - UAEA/UFPA

Dra. Soahd Arruda Rachel Farias
Examinadora - UAEA/UFPA

Dr. Arlosvaldo Nunes de Medeiros
Examinador - CCA/UFPA

Dra. Neila Lidiany Ribeiro
Examinadora - CCA/UFPA

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por se fazer presente em todos os momentos difíceis da minha vida, passando-me confiança e me dizendo que esse dia chegaria. Muito obrigado por tudo senhor.

Aos meus pais, Eva Pereira de Almeida e Estácio de Almeida Cardoso (in memoriam) por sua coragem, dedicação e ensinamentos. Os quais em suas vidas humildes nos deixaram como maior herança a educação e honestidade.

Aos meus irmãos, que me proporcionaram os melhores momentos da minha vida em família, um forte abraço e o meu muito obrigado.

As minhas queridas filhas Kristine Assis de Almeida e Ana Sophia Góis de Almeida Cardoso razão do meu viver.

A Universidade Federal de Campina Grande pela oportunidade do estudo. Todos os agradecimentos possíveis ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Ciências e Tecnologia de Engenharia Agrícola, por ter me dado oportunidade de crescimento em minha formação pessoal.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão de ajuda financeira para que eu pudesse por em prática esse projeto de pesquisa.

Ao Professor Dermeval Araujo Furtado, por todo o apoio, orientação, consideração e amizade prestados durante estes quatro anos.

Ao professor Ariosvaldo Nunes de Medeiros que muito me ajudou durante toda fase do experimento.

Ao professor Edilson Paes Saraiva que cedeu o laboratório de bioclimatologia animal para que eu pudesse executar o projeto.

A todos os professores do Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiência que, direta ou indiretamente, colaboraram para realização deste trabalho.

Meu imenso agradecimento à colega e amiga Francinilda, pela disponibilidade de sair de suas atividades para contribuir com a melhoria deste trabalho, sem falar que para mim é uma grande referência de profissional e ser humano que não mede esforços para agregar valor àqueles que têm o privilégio de conviver com ela. Minha gratidão e admiração.

Ao servidor técnico do laboratório de nutrição animal José Sales Ramos, que me deu suporte durante toda a execução desta pesquisa e que sempre quando precisei de algo esteve ao meu dispor. Pela paciência e toda atenção nos momentos que precisei.

À professora Neila Lidiany Ribeiro pela colaboração nas análises estatísticas.

Aos meus amigos e colegas de luta na pós-graduação, Tiago Araújo, Coriolano, Elias, Daniele, Ladyanne e Valéria por toda a amizade outrora vivida e que se eternizará nos próximos anos do prolongamento dessa vida acadêmica como também pela troca de conhecimentos que tanto contribuíram para minha formação.

E por fim a todos que infelizmente não me recordei até o momento da confecção deste trabalho, mas que também contribuíram direta e indiretamente para que eu pudesse realizar este sonho.

MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS

LISTA DE TABELAS

		Pág.
CAPITULO II		
TABELA 1.	Água acrescida de cloreto de sódio (NaCl).....	47
TABELA 2.	Variáveis bioquímicas e hormonais dos caprinos Moxotó e Canindé nas temperaturas de 26 e 32°C.....	49
TABELA 3.	Variáveis bioquímicas e hormonais dos caprinos Moxotó e Canindé em função dos níveis de salinidade da água.....	51
TABELA 4.	Variáveis hormonais de caprinos da raça Moxotó e Canindé coletados ao longo do dia em câmaras climáticas.....	51
CAPITULO III		
TABELA 1.	Água acrescida de cloreto de sódio (NaCl).....	62
TABELA 2.	Medidas comportamentais registradas para avaliar o comportamento ingestivo de caprinos da raça Moxotó e Canindé.....	63
TABELA 3.	Atividades comportamentais contínuas e pontuais de caprinos da Raça Canindé e Moxotó submetidos a duas temperaturas em câmara climática.....	64
TABELA 4.	Atividades comportamentais contínuas e pontuais de caprinos da Raça Canindé e Moxotó submetidos a três níveis de salinidade na água coninados em câmara climática.....	66
TABELA 5.	Médias e desvio padrão da eficiência alimentar (EA) e eficiência de ruminação (ER) da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN) de caprinos da Raça Canindé e Moxotó submetidos a duas temperaturas em câmara climática.....	66
TABELA 6.	Médias e desvio padrão da eficiência alimentar (EA) e eficiência de ruminação (ER) da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN) de caprinos das raças Canindé e Moxotó submetidos a três níveis de salinidade na água em câmara climática.....	67
TABELA 7.	Variáveis fisiológicas de caprinos da Raça Canindé e Moxotó submetidos a duas temperaturas e em dois turnos.....	67

TABELA 8.	Médias e desvio padrão das variáveis fisiológicas dos caprinos Canindé e Moxotó nas diferentes concentrações de sais na água em câmara climática.....	69
------------------	---	-----------

CAPITULO IV

TABELA 1.	Água acrescida de cloreto de sódio (NaCl).....	80
TABELA 2.	Consumo e digestibilidade dos nutrientes por caprinos Moxotó e Canindé nas temperaturas de 26 e 32°C.....	82
TABELA 3.	Consumo e digestibilidade dos nutrientes por caprinos Moxotó e Canindé nos diferentes níveis de salinidade.....	84
TABELA 4.	Balanço de nitrogênio em caprinos Moxotó e Canindé nas temperaturas de 26 e 32°C.....	86
TABELA 5.	Balanço de nitrogênio em caprinos Moxotó e Canindé em diferentes níveis de salinidade.....	87
TABELA 6.	Concentração de minerais na urina de caprinos das raças Moxotó e Canindé nas temperaturas de 26 e 32°C.....	87
TABELA 7.	Concentração de minerais na urina de caprinos das raças Moxotó e Canindé nos diferentes níveis de salinidade.....	89

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	Layout interno das câmaras climáticas e da sala de controle.....	45
FIGURA 2.	Layout interno das câmaras climáticas e da sala de controle.....	60
FIGURA 3.	Layout interno das câmaras climáticas e da sala de controle.....	78

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1	Características adaptativas das raças caprinas Canindé e Moxotó.....	13
2.2.	Água e o efeito da água salina para caprinos.....	14
2.3.	Conforto e estresse térmico para caprinos.....	16
2.4.	Variáveis ambientais.....	20
2.4.1.	Temperatura do ar (TA).....	20
2.4.2.	Umidade relativa do ar (UR).....	21
2.5.	Variáveis fisiológicas de caprinos sobre estresse térmico.....	21
2.6.	Efeito da água salina sobre as variáveis bioquímicas.....	24
2.7.	Variáveis hormonais.....	26
2.7.1.	Hormônios tireoideanos (T3 e T4).....	26
2.7.2.	Hormônio cortisol.....	28
2.8.	Câmara Climática.....	30
2.9.	Efeito da água salina sobre a digestibilidade.....	31
3.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
4.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

CAPÍTULO 2 - Variáveis bioquímicas sanguíneas e hormonais de caprinos consumindo águas salinas em ambiente termoneutro e sob estresse térmico

	Resumo	42
	Abstract	43
1.	INTRODUÇÃO.....	44
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	45
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
4.	CONCLUSÕES.....	52

CAPÍTULO 3 - Comportamento ingestivo e fisiológico de caprinos consumindo água com diferentes níveis de salinidade mantidos em ambiente controlado

	Resumo.....	56
	Abstract.....	57
1.	INTRODUÇÃO.....	58
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	59
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
4.	CONCLUSÕES.....	70
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71

CAPÍTULO 4 – Consumo e digestibilidade de caprinos consumindo água com diferentes níveis de salinidade mantidos em ambiente controlado.

	Resumo.....	75
	Abstract.....	76
1.	INTRODUÇÃO.....	77
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	78
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	82
4.	CONCLUSÕES.....	89
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90

Capítulo 1: Revisão

1. INTRODUÇÃO

Os ruminantes são animais homeotermos, possuindo um centro termorregulador no sistema nervoso central. A homeotermia é mantida igualando a quantidade de calor produzida no metabolismo e o calor absorvido do ambiente, com o fluxo de calor dissipado do animal para o ambiente. O fluxo de calor ocorre através de processos que dependem da temperatura ambiental (condução, convecção e radiação) e da umidade (evaporação via transpiração e respiração). Cada espécie animal possui uma faixa de temperatura de conforto, a zona termoneutra, definida como a faixa de temperatura em que a produção é ótima e o gasto de energia para termorregulação é mínimo, para a espécie.

Para mensurar a adaptação do caprino ao clima semiárido utilizam-se as variáveis fisiológicas (frequência respiratória, frequência cardíaca e temperatura retal) e em condições ideais de temperatura, a perda de calor fica em torno de 20% por via respiratória, nas condições em que a temperatura ultrapasse 35°C, ou seja, fora da zona de conforto, a perda de calor por essa via pode atingir até 60%.

Dentre as raças caprinas existentes no Brasil, a Moxotó e Canindé destacam-se como alternativas para produção rural, despontando-se como raças que se adaptam em regiões áridas e semiáridas, mostrando-se bastante fértil, prolífico e precoce e apesar de possuírem excelentes características adaptativas e reprodutivas, quando a temperatura do ambiente se eleva bruscamente, percebe-se a ocorrência de estresse térmico, contribuindo para limitação da sua produtividade, havendo, portanto a necessidade de se adequar animais as condições ambientais selecionando aqueles que externem características zootécnicas satisfatórias mesmo em ambientes com condições climáticas diferente.

Á menor disponibilidade hídrica na região semiárida em períodos prolongados de estiagem, associado às elevadas temperaturas tem causado uma menor eficiência dos sistemas de produção, respaldando, em sua maioria, em baixo desempenho zootécnico. Agravados pelas elevadas concentrações de sais presentes na água fornecida aos animais, principalmente no período de estiagem. A água quando adequadamente fornecida, constitui-se em uma importante estratégia de desenvolvimento da exploração, satisfazendo as necessidades hídricas dos animais,

assegurando seu bem-estar, com conseqüente ganho na produtividade final. Assim, a qualidade da água pode ser um fator limitante para produção animal, principalmente nas regiões áridas e semiáridas, onde os recursos hídricos são geralmente salino, sendo muitas vezes impróprias para o uso pelo animal. Esses fatores demonstram que o semiárido brasileiro apresenta limitações não apenas relacionadas à quantidade de água, mas também devido à irregularidade e distribuição das chuvas.

No entanto, é fundamental conhecer a tolerância à salinidade de caprinos, criados no semiárido, para melhor utilização das águas salinas, sem maiores prejuízos na produção. Tendo em vista a baixa disponibilidade de água potável e a deficiência de estudos relacionados com a qualidade da água influenciando o desempenho do caprino, hipótese científica desta pesquisa. Portanto, este estudo teve o objetivo de avaliar os efeitos da oferta hídrica com níveis crescentes de sais em dois ambientes sobre o desempenho, comportamento ingestivo, variáveis fisiológicas, bioquímicas e hormonais do caprino.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Características adaptativas das raças caprinas Canindé e Moxotó

Os caprinos apresentam mecanismos anatomofisiológicos propícios à sobrevivência em regiões áridas e semiáridas, e os critérios de tolerância e adaptação dos caprinos podem ser determinados pelas variáveis fisiológicas (frequência respiratória, cardíaca e temperatura retal), além das variáveis séricas e hormonais (RIBEIRO et al., 2018). Quando expostos a um ambiente térmico no qual a produção de calor excede sua eliminação, as fontes que geram calor endógeno podem ser inibidas, principalmente o consumo de alimentos, o metabolismo basal e o energético, enquanto a temperatura retal, a frequência respiratória e a taxa de sudação aumentam. Essas funções indicam tentativas do animal em minimizar o desbalanço térmico para manter a homeotermia (NÓBREGA et al., 2011).

As raças caprinas nativas no semiárido brasileiro destacam-se pela sua rusticidade e adaptação a altas temperaturas e, tem-se como pressuposto teórico que os séculos de pressão de seleção natural promoveram elevado valor adaptativo em relação a este ambiente, expectativa de maior eficiência na produção animal. Entre as raças caprinas criadas no Nordeste do Brasil destacam-se a Moxotó e Canindé, raças que estão plenamente adaptadas ao clima do semiárido brasileiro, onde apresentam bons números relativos à sua produção, produtividade, como também os índices reprodutivos, como alta prolificidade e habilidade materna (RIBEIRO et al., 2017).

Uma característica marcante da raça Moxotó é a pelagem preta em torno dos olhos, dando ideia de óculos, e duas listras pretas partindo dos olhos em direção à comissura labial. Os chifres são escuros, dirigem-se para trás, para cima e para os lados, com pontas viradas. As orelhas, a face ventral do corpo e as extremidades dos membros, as mucosas, as unhas e o úbere também são caracterizados pela cor negra. Os pelos são curtos e lisos, cerrados e brilhantes. Comumente há presença de brincos e barba (RIBEIRO et al., 2017).

A raça Canindé é bastante difundida em toda região Nordeste, principalmente no Piauí e na Bahia, apresentam boa produção leiteira, com produção média acima dos demais grupos e/ou raças naturalizadas e uma excelente prolificidade. Possuem cabeça de tamanho médio em perfeita harmonia com o corpo. Os chifres são voltados para trás

apresentando coloração escura, orelhas medianas e sempre alertas. Apresenta pelagem toda preta com o ventre e o lombo listrado de coloração castanha clara escura (BARROS, 1987).

As raças Moxotó e Caniné criados no Nordeste Brasileiro apresentam adaptabilidade climática e bons índices de conforto térmico, sem maiores prejuízos nas variáveis produtivas (SOUZA et al., 2011b; LEITE et al., 2012; LUCENA et al., 2013). FURTADO et al. (2008), FURTADO et al. (2012); ARAÚJO et al. (2013) e LEITE et al. (2016) desenvolveram estudos direcionados à avaliação do consumo de água em condições térmicas diversas com pequenos ruminantes em várias faixas de temperatura e concluíram que a salinidade na água não afeta os variáveis fisiológicos, desde que seja fornecido de maneira sazonal e estratégias em curtos períodos, principalmente durante a estação de maior escassez de água.

2.2. Água e o efeito da água salina para caprinos

Entre os problemas para a criação de caprinos no semiárido brasileiro destaca-se a quantidade e qualidade da água oferecida aos animais, sendo esta um nutriente requerido em alta quantidade pelos animais e parte vital de qualquer sistema biológico da vida, participando dos processos fisiológicos como digestão, transporte, absorção e regulação da temperatura corporal. A água possui elevado calor específico, conseguindo que a temperatura corporal não se eleve, mesmo quando o animal realiza trabalho muscular (CALLE & SÁNCHEZ, 1995), como também a substância química mais abundante nos sistemas vivos (NRC, 2007), a percentagem de água no corpo dos animais depende da alimentação, idade do animal, quantidade de gordura, proteína e cinza (ARAÚJO et al., 2010).

A água é um componente importante na dieta de ruminantes, pois está associada às funções relacionadas à digestão e metabolismo animal (VOLTOLLINI, 2011), desempenhando papel fundamental na termorregulação e, sua escassez ou privação, acarreta aumento do estresse calórico e compromete o bem-estar animal. Com o aumento da taxa de evaporação no organismo, a água é retirada principalmente da corrente sanguínea e outros fluidos, a qual deve ser repostada por diversas fontes, como através do fornecimento ou de fontes como o estômago, intestino, fluídos intersticiais, fezes e da oxidação de carboidratos, gorduras e proteínas armazenadas (MCDOWELL, 1974).

As necessidades de água para caprinos variam com as estações do ano, temperatura do ar, peso, estágio de produção, tipo e ingestão de alimentos (ABIOJA et al., 2010), sendo que sob temperaturas elevadas os animais aumentam a ingestão de água, portando, esta deve ser oferecida aos animais em quantidade suficiente e qualidade desejável (NRC, 2007), visando a reposição das perdas sudativas e respiratórias, além de possível resfriamento corporal, através do contato da água, mais fria que o corpo com as mucosas do trato digestivo.

Segundo o NRC (2007) existe uma correlação entre o consumo de matéria seca (MS) e consumo de água, sendo que para cada quilo de MS consumida, o animal deve ingerir 2,87 litros de água. O ideal é que a água tenha uma concentração de sais que não afete o seu consumo, mas muitas vezes a água que é disponibilizada para os animais não tem uma boa qualidade, fazendo com que os mesmos consumam menos que o desejável, ou o consumo da água salina altere o consumo de MS.

Com a finalidade de evitar perdas econômicas, a Academia Nacional de Ciências dos EUA (1972) citado por AYERS & WESTCOT (1999), estabeleceu que do ponto de vista da salinidade, as águas com uma condutividade inferior a 5 dS m^{-1} são satisfatórias para o consumo animal. Nas regiões áridas e semiáridas é necessário muitas vezes usar as águas que excedam do limite de 5 dS m^{-1} , ou seja, acima dos limites toleráveis para alguns animais. Se a salinidade da água exceder 10 dS m^{-1} (6000 mg L^{-1}) o valor do magnésio deve ser considerado. Deve-se evitar o fornecimento de água com condutividade elétrica acima de 16 dS m^{-1} para o consumo de ruminantes (RUNYAN et al., 2009).

Na produção animal a salinidade encontra-se presente na forma de sais disponibilizados diretamente no comedouro dos animais em confinamento, porém, a água de bebida e os alimentos ingeridos pelos animais contêm, praticamente, todos os elementos minerais, mas em quantidade e formas variáveis. Para minimizar os efeitos dessa variação e aumentar a produtividade inclui-se, sais ricos em macro e micro minerais às dietas, a exemplo do sódio (Na) e potássio (K), por serem responsáveis, dentre outras funções, pelo equilíbrio ácido/base do organismo, por estabelecer condições favoráveis aos microrganismos do rúmen, transmissão de impulsos nervosos e pela regulação da pressão osmótica dos líquidos biológicos (NRC, 2007).

Os animais apresentam comportamento diferenciado quando expostos à ambientes quentes, ingerindo quantidade muito superior às suas necessidades e que a

relação de consumo alimento/água é quase que constante em diversos ambientes (FURTADO & CRISPIM, 2015). Entender os mecanismos fisiológicos subjacentes a capacidade dos animais se adaptarem a uma carga de sal ingerida é um passo necessário para desenvolver estratégias sustentáveis para criar pequenos ruminantes em terrenos salinos (DIGBY et al., 2010).

BAGLEY et al. (1997) citam que águas com valores de até $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ de sais dissolvidos são considerados baixos para qualquer espécie animal, entre $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ e $7,81 \text{ dS m}^{-1}$ são considerados satisfatórios para caprinos, podendo haver diarreias em animais não adaptados e entre $7,81 \text{ dS m}^{-1}$ e 11 dS m^{-1} dissolvidos devem ser evitadas. A espécie caprina apresenta comprovada tolerância à salinidade, podendo ingerir água com condutividade elétrica de até 13 dS m^{-1} , ou seja, concentrações de 8.326 SDT (MARKWICK, 2007). ARAÚJO et al. (2010) citam que água com condutividade de $8,0$ a 11 dS m^{-1} podem ser limitantes para ruminantes, incluindo os caprinos e acima de 11 dS m^{-1} podem ser de alto risco para os animais.

2.3. Conforto e estresse térmico para caprinos

Cerca de dois terços do território brasileiro situam-se na faixa tropical do planeta, onde predominam as altas temperaturas do ar, consequência da elevada radiação solar incidente. Na região semiárida nordestina a temperatura do ar é considerada o fator climático com influência mais importante sobre o ambiente físico do animal, cuja média situa-se acima dos $20 \text{ }^\circ\text{C}$, sendo que a temperatura máxima apresenta-se, nas horas mais quentes do dia, acima dos $30 \text{ }^\circ\text{C}$ por grande parte do ano, atingindo muitas vezes, entre 35 e $38 \text{ }^\circ\text{C}$ (SOUZA et al. 2008).

Para produzir com seu máximo potencial é necessário que os animais se encontrem dentro de uma zona de termoneutralidade ou de conforto térmico (ZCT). A tolerância ao calor e a adaptabilidade a ambientes tropicais e subtropicais são fatores muito importantes na produção de caprino. Desta forma, temperaturas elevadas e radiação solar intensa, condições prevaletentes no semiárido nordestino durante parte todo o ano, podem levar os animais ao estresse calórico, ocasionando declínio na produção em virtude da queda de até 55% na ingestão de matéria seca em vacas submetidas a estresse térmico e aumento de 7 a 25% nas exigências de manutenção, visto que há gasto energético no processo de termólise (NRC, 2007).

O conceito mais apropriado de ZCT implica em descrever esta interrelação entre animal e ambiente, sendo esta zona limitada pela temperatura mínima inferior, ou seja, pela temperatura ambiental abaixo da qual o animal aciona seus mecanismos termoregulatórios no sentido de produzir calor para balancear a dissipação de calor para o ambiente frio, e pela temperatura máxima superior, que é a temperatura ambiental acima da qual ocorre a termoregulação no sentido de auxiliar o animal na dissipação de calor corporal para o ambiente (SAMPAIO et al., 2004).

A manutenção da temperatura corporal é regulada pelo sistema nervoso central, mediante ajustes fisiológicos e comportamentais, exigindo assim, que a produção e a perda de calor pelo organismo sejam equivalentes (OLIVEIRA et al., 2006). Portanto, pode-se admitir que na tentativa de evitar ou minimizar a ação de efeitos deletérios provenientes do clima, os animais promovem ajustes comportamentais termoregulatórios, pois tanto o calor produzido quanto o calor dissipado, são diretamente vinculados às atividades realizadas por eles (HAFEZ, 1973).

Animais endotérmicos reagem ao serem submetidos a ambientes com altas temperaturas, ativando os processos fisiológicos, que por sua vez promovem um aumento da perda e/ou uma diminuição da produção de calor corporal. Nessas condições os animais podem promover a vasodilatação periférica (SANTOS et al., 2005), aumentar a produção de suor (BRASIL et al., 2000), aumentar a temperatura retal e a frequência respiratória (ANDRADE et al., 2007), e dependendo da severidade do estresse de calor, podem apresentar mudanças de postura, diminuição de atividades, busca de microclimas e redução no consumo de alimentos e elevação no consumo de água. A eficácia desses mecanismos depende do gradiente térmico entre o corpo do animal e o ambiente e, quanto maior o gradiente, maior será a dissipação do calor, já que a pele do animal mais quente tende a perder calor em contato com o ar mais frio (BAÊTA & SOUZA, 2010).

Altas temperaturas do ambiente podem causar mudanças fisiológicas que obrigam os animais a reagirem na tentativa de restabelecer a homeotermia: diminuem o consumo de alimento, diminuem o metabolismo e aumentam a vasodilatação periférica, favorecendo a dissipação de calor na forma sensível, mas com gasto de energia. Ou seja, a energia que seria usada para produção e reprodução são utilizadas para resistir ao estresse térmico, diminuindo assim, o desenvolvimento do animal e sua produção (SOUZA et al., 2011).

O primeiro sinal visível de animais submetidos ao estresse térmico é o aumento da frequência respiratória, e este aumento ou diminuição está na dependência da intensidade e da duração do estresse a que estão submetidos os animais. Esse mecanismo fisiológico promove a perda de calor por meio evaporativo (SOUZA et al., 2011).

A ZCT para a maioria das espécies está em torno de 24 e 27 °C, sendo dependente do grau de aclimatação, nível de produção, estado de prenhez, movimento e umidade relativa do ar, sendo que para caprinos a ZCT situa-se entre 20 e 30°C (BAÊTA & SOUZA, 2010).

O estresse térmico pode ser definido como sendo o resultado da inabilidade do animal em dissipar calor suficientemente para manter a sua homeotermia, podendo resultar em um decréscimo na produção de carne e leite, distúrbios reprodutivos e alimentares. Estes processos decorrem em função dos efeitos da temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar, vento e intensidade/duração do agente estressor, o que pode reduzir o consumo de alimento e ocasionar morte (BAETA & SOUZA, 2010).

Além das altas temperaturas, que expõem os animais ao estresse térmico, a ingestão de alimentos também influencia a produção de calor nos ruminantes e, que tanto a quantidade quanto a qualidade do alimento interferem na produção do calor endógeno, com conseqüente aumento das variáveis fisiológicas (BACCARI JÚNIOR, 2001). A resistência de um animal às altas temperaturas é definida pela sua maior ou menor capacidade em dissipar o calor corporal excessivo, conseguindo assim manter a sua temperatura corporal média dentro dos limites da homeotermia (MEDEIROS et al., 2007).

Um ambiente estressante pode provocar respostas diversas, dependendo da capacidade do animal para adaptar-se. Em determinadas situações ambientais o animal pode manter todas as suas funções vitais (manutenção, produção e reprodução) e, em outras, estabelece prioridades, destacando-se que a função vital prioritária do animal é a manutenção (sobrevivência), mas tanto a manutenção quanto a reprodução e a produção poderão ser suprimidas à medida que o ambiente se torna mais severo (SOUZA et al., 2012).

Quando a temperatura ambiente ultrapassa a ZCT ocorre redução gradativa na eficiência dos processos de ganho e perda de calor, e o animal pode entrar em estresse

pelo frio e calor, respectivamente, que é o somatório de forças externas que atuam no animal homeotérmico, a fim de deslocar sua temperatura corporal do estado de repouso. Na ZCT, a homeotermia é mantida pelos processos de produção e perda de calor, como radiação, convecção, condução e evaporação. Esses métodos de estimativa de transferência de calor são afetados diretamente pela temperatura do ar (SAMPAIO et al., 2004).

Quando a temperatura ambiente se encontra abaixo da temperatura crítica inferior, a perda de calor na forma sensível (não evaporativa) predomina, porém, quando a temperatura ambiente excede a temperatura crítica superior, predomina a dissipação de calor latente (evaporativo) (OLIVEIRA, 2007). O fluxo de calor sensível depende da diferença de temperatura entre o animal e o ambiente em que vive, ou seja, depende do gradiente de temperatura entre o animal e o meio.

Na radiação ocorre transferência de calor sob a forma de ondas eletromagnéticas para o espaço sem que esse se aqueça (PEREIRA, 2005). Quando o ar frio encontra o corpo quente, a camada de ar ao redor da superfície do corpo é aquecida e se eleva, afastando-se do corpo, carregando o calor, e assim resfriando o corpo por processo de convecção. Ao contrário, se a temperatura do ar é maior que a temperatura da pele, então o movimento do ar promoverá o direcionamento do calor para o animal até a temperatura do ar se igualar a temperatura da pele, quando a transferência de calor é cessada.

Na condução a troca de calor (transferência) se dá pela comunicação entre dois corpos em contato direto, do mais quente para o mais frio até atingir o equilíbrio. Já as perdas por evaporação, pela superfície respiratória e cutânea, consistem na troca de calor mediante a mudança do estado da água de líquido para gasoso (PEREIRA, 2005).

Em ambiente quente e seco a principal via de termólise dos animais é a evaporação, tanto a cutânea como a respiratória, sendo que a vantagem da evaporação é que não depende de um diferencial de temperatura, tal como a condução, convecção e radiação, mas sim do diferencial de pressão de vapor entre a atmosfera e a superfície animal (OLIVEIRA, 2007). Sob longos períodos de exposição ao calor, os animais desenvolvem mecanismos para produzir menos calor (MARAI et al., 2007).

De acordo com CURTIS (1983) as formas de termorregulação podem ser físicas (alterações no fluxo sanguíneo, isolamento da camada de cobertura, sudorese/transpiração e ofegação) ou químicas (respostas musculoesqueléticas involuntárias,

respostas metabólicas por meio dos hormônios da tireoide, glicocorticoides e hormônio do crescimento, respostas simpato-adrenais, com liberação de catecolaminas).

2.4. Variáveis Ambientais

2.4.1. Temperatura do Ar (TA)

A temperatura do ar (TA) é considerada a variável climática com influência mais importante sobre o ambiente físico do animal (BAÊTA & SOUZA, 2010), promovendo alterações endócrinas, fisiológicas e comportamentais tão logo aconteça variações nos seus valores. Em elevados níveis de TA, a evaporação torna-se a principal via para a dissipação de energia térmica dos animais, a qual ocorre na superfície da epiderme, pela sudação e trato respiratório (VERÍSSIMO et al., 2009), apresentando-se como o principal elemento a ser considerado nos aspectos de produção animal em confinamento.

A TA é o elemento climático que mais impõe desconforto térmico aos animais, portanto em ambientes quentes, onde a temperatura ambiente tende a ser próxima ou maior do que a temperatura corporal, os mecanismos sensíveis de perda de calor tornam-se ineficazes, entrando em ação os mecanismos de evaporação, respiração e sudorese, para que ocorra a regulação térmica (SOUZA et al., 2008).

A temperatura ambiente condiciona a maioria dos animais quando importados para as zonas tropicais ou subtropicais e, as respostas do animal ao ambiente quente são relacionadas de várias formas e, evidentemente, envolvem os efeitos diretos da temperatura, alterando a regulação do sistema nervoso, o balanço hídrico, nível hormonal, balanço nutricional e o equilíbrio bioquímico (URIBE-VALÁSQUEZ et al., 2001).

Altas temperaturas, principalmente associadas a umidades relativas do ar elevadas ou baixas, afetam a produção de carne, leite e a reprodução, aumentam a mortalidade, a susceptibilidade às mais variadas doenças e prejuízos econômicos à atividade pecuária (SOUZA & BATISTA, 2012).

SOUZA et al. (2011) demonstraram que no semiárido brasileiro, a temperatura ambiente impõe uma situação de estresse aos animais, visto que as temperaturas elevadas diminuem o gradiente térmico entre a superfície do animal e o ambiente, dificultando a dissipação de calor dos animais para o meio.

2.4.2. Umidade relativa do ar (UR)

A umidade relativa do ar influencia no conforto térmico, pois interfere diretamente em três mecanismos de perda de água do organismo, a difusão de vapor d'água através da pele (transpiração), a evaporação do suor da pele e pela umidificação do ar respirado. À medida que a temperatura ambiente se eleva e a perda de calor por condução e convecção são reduzidas, há aumento na eliminação de calor por evaporação, fazendo com que a transpiração se torne perceptível. Se o ar estiver saturado em vapor d'água, a evaporação torna-se mais difícil, e o animal recebe calor enquanto a temperatura ambiente se mantém superior a da pele. Caso contrário, sob um ar seco, a perda de calor pelo corpo ocorre mesmo em altas temperaturas, em todos os casos, entretanto, a perda de água ocorre na forma gasosa, destacando-se que o resultado final é a perda de calor pelo organismo (SILVA et al., 2006).

Embora a temperatura do ar seja frequentemente considerada como uma variável climática isolada, seus efeitos são intimamente ligados e dependentes do nível de umidade atmosférica, que é um elemento que influencia marcadamente o balanço calórico em ambientes quentes, em que a perda de calor por evaporação é crucial à homeotermia (NEIVA et al., 2004). Na zona de conforto térmico, 75% ou mais da perda de calor ocorre por radiação, convecção e/ou condução. No entanto, quando a temperatura ambiente excede a temperatura crítica superior, o gradiente de temperatura torna-se pequeno para que ocorra resfriamento por condução, convecção ou radiação e a umidade relativa do ar passa a ter importância fundamental nos mecanismos de dissipação de calor (AZEVEDO & ALVES, 2009).

A taxa de resfriamento pela evaporação da pele e do trato respiratório depende, acentuadamente, da umidade do ar, e esta quando associada a altas temperaturas, pode influenciar o comportamento ingestivo de água por parte dos animais, tendo em vista a ligação direta de ambas com o estresse calórico (SILVA, 2011).

2.5. Variáveis fisiológicas de caprinos sobre estresse térmico

As adversidades climáticas alteram as condições fisiológicas dos animais e podem ocasionar declínio da produção, sendo que as variáveis fisiológicas de temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), temperatura superficial da pele (TS) e frequência cardíaca (FC) sofrem influência do turno do dia, uma vez que à tarde,

a temperatura do ar (TA) é geralmente mais elevada que durante a manhã, promovendo uma elevação dessas variáveis (SOUZA et al., 2008).

A temperatura corporal é o resultado da diferença entre a energia térmica produzida mais a recebida pelo organismo animal e a energia térmica dissipada do animal para o meio ambiente. A temperatura retal é um indicador dessa diferença e, pode ser usada para avaliar a adversidade do ambiente térmico sobre os animais e como parâmetro para medir o grau de tolerância dos indivíduos ao estresse térmico (COELHO et al., 2006).

Segundo MEDEIROS et al. (2007) nos animais que são normalmente ativos durante o dia, há uma variação da TR que é mínima pela manhã e máxima no período da tarde. Porém, sob estresse térmico, principalmente no período da tarde, a variação da TR é marcante, evidenciando neste período uma hipertermia. Tal fato faz com que a TA à tarde venha a ser a origem da TR elevada nos trópicos, principalmente no verão (SOUZA et al., 2008; SILVA et al., 2016). Dessa forma, a TR é um importante indicador do balanço térmico do animal, podendo ser utilizada para avaliar o impacto do estresse térmico.

Quando ocorre uma elevação acentuada na TA, os mecanismos termorregulatórios são acionados, aumentando a perda de calor na forma insensível através da sudorese, e aumentando a FR (OLIVEIRA et al., 2006). Os caprinos apresentam FR média de 25 mov min⁻¹ (SWENSON & REECE, 2006). Se a frequência respiratória está entre 40 e 60 mov min⁻¹ o animal encontra-se em baixo nível de estresse; em estresse médio a alto com FR de 60 a 80 mov min⁻¹; em estresse alto com FR de 80 a 120 mov min⁻¹. e acima de 200 mov min⁻¹ em estresse severo (SILANIKOVE, 2000).

A avaliação da frequência respiratória auxilia no estudo da capacidade do animal em resistir aos rigores do estresse térmico, sendo usada como parâmetro para medir esse estresse. A respiração acelerada e contínua poderá interferir na ingestão de alimentos e ruminação, adicionar calor endógeno a partir da atividade muscular e desviar a energia que poderia ser utilizada em outros processos metabólicos e produtivos (SOUZA et al., 2005).

De acordo com RADOSTITS et al. (2002) um aumento elevado da temperatura ambiente pode dobrar a FR normal dos animais, pois os mecanismos termorregulatórios acionados aumentam a perda de calor na forma latente, na tentativa de manter a

temperatura corporal dentro dos limites normais evitando a hipertermia. Segundo RENAUDEAU et al. (2012) a resposta inicial de um animal sob estresse consiste em aumentar a sua FR e, assim há perda de calor pela evaporação respiratória. A FR sofre influência do turno do dia, uma vez que a tarde, a temperatura do ar é geralmente bem mais elevada que pela manhã, promovendo elevação na FR (MEDEIROS et al., 2007 e SOUZA et al., 2008).

O calor excessivo aumenta a permeabilidade iônica da membrana celular, resultando em aceleração do processo de auto-excitação (GUYTON e HALL, 2002). Para AL-TAMIMI (2007), o aumento da FC pode ser atribuído a duas causas potenciais. Primeiro, devido ao aumento da atividade muscular para controlar o aumento simultâneo da FR; segundo, porque ocorre uma redução na resistência vascular periférica que promove uma maior perfusão periférica para dissipar calor através da pele. À medida que a temperatura do ar aumenta, a FC também aumenta, sendo sempre superior no turno da tarde. Porém, quando o estresse térmico persiste, a frequência cardíaca diminui como resposta do animal na busca por diminuir a produção de calor (MEDEIROS et al., 2007; SOUZA et al., 2008).

ROCHA et al. (2009) estudando caprinos do grupo genético Azul no meio norte do Brasil, observou-se que eles são adaptados a essa região visto que têm maior capacidade de manter a temperatura retal, com menor frequência respiratória e maior capacidade de dissipação de calor. Assim, o estresse térmico é um estado fisiológico onde o somatório de forças externas ao animal homeotérmico altera a temperatura corporal do estado de repouso, capaz de desorganizar a fisiologia, provocando consequências adversas diretamente na função celular, pela redução da capacidade termorreguladora. Diante do estresse térmico os animais reduzem o seu desempenho produtivo e ampliam a queda sazonal da fertilidade.

Segundo SHIOTA et al. (2013), o redirecionamento do fluxo sanguíneo e a vasodilatação facilitam a dissipação de calor por mecanismos não evaporativos (condução, convecção e radiação), reduzindo a temperatura corporal. Entretanto, a eficácia desses mecanismos depende do gradiente de temperatura entre o corpo do animal e o ambiente. O redirecionamento do fluxo sanguíneo para a superfície corporal, a vasodilatação e o aumento da temperatura da pele, facilitam a dissipação de calor por mecanismos não evaporativos (SOUZA et al., 2005).

No frio, ocorre vasoconstrição na pele e o fluxo sanguíneo para essa região é mínimo. Quando o animal tem necessidade de dissipar calor, como consequência de temperaturas ambientais altas ou aumento da produção de calor, o fluxo sanguíneo para a pele é aumentado e o gradiente térmico entre a superfície do corpo e o meio decresce, dificultando a dissipação de calor, isto faz com que o animal lance mão de mecanismos evaporativos predominantes como a sudorese e a respiração, intensificando assim a frequência respiratória (CUNNINGHAM, 2008).

Nos ruminantes criados em regiões tropicais cerca de 1/3 da termólise evaporativa ocorre pelas vias respiratórias e 2/3 pela cutânea, portanto, a ocorrência de estresse térmico em caprinos, ovinos e bovinos pode ser diagnosticada com base no aumento da temperatura retal, frequência respiratória e taxa de sudação. Porém, é importante ressaltar que a termólise evaporativa em regiões de clima quente, como nas regiões semiáridas, poderá ser prejudicada tanto pelo excesso quanto pela baixa umidade (SHIOTA et al., 2013).

A temperatura superficial de um indivíduo em equilíbrio térmico é sempre mais baixa do que a temperatura do centro do corpo. Em geral a temperatura da pele de caprinos varia conforme a estação do ano e hora do dia e, torna-se mais elevada com a elevação da temperatura ambiente. Portanto, a exposição de caprinos a temperaturas elevadas provoca aumento da dissipação de excesso de calor do corpo, a fim de equilibrar a excessiva carga de calor. A dissipação do excesso de calor do corpo ocorre por evaporação de água a partir do trato respiratório e da superfície da pele através do ofego e do suor (PINHEIRO et al., 2015).

2.6. Efeito da água salina sobre as variáveis bioquímicas

Dentre os mecanismos sanguíneos mais comumente avaliados no perfil bioquímico de um animal, a glicose e o colesterol representam o metabolismo energético; a uréia, hemoglobina, albumina, globulina e a proteínas total estão relacionadas ao metabolismo protéico, o magnésio relacionado ao metabolismo mineral, as enzimas aspartato aminotransferase (AST), gama glutamiltransferase (GGT) e alanina aminotransferase (ALT) são importantes na avaliação de distúrbios metabólicos, funcionamento hepático, alterações ósseas (GONZALEZ e SILVA, 2006).

O carboidrato característico do sangue é a glicose, a qual é considerada o mais importante metabólito usado como combustível para a oxidação respiratória, porém a

dependência dos diferentes tecidos em relação à glicose sanguínea circulante varia muito, sendo os eritrócitos e o cérebro adulto criticamente dependente. A manutenção das concentrações estáveis de glicose no sangue envolve mecanismo finamente regulado, no qual o fígado, tecidos extra-hepáticos e vários hormônios, como a insulina, glucagon, adrenalina, glicocorticóides e os hormônios da tireóide desempenham papel regulador fundamental (SWENSON & REECE, 2006).

Durante o estresse térmico uma das principais funções dos glicocorticóides é favorecer o catabolismo protéico, convertendo a proteína em aminoácidos para apoiar a gliconeogênese. O nível de glicose pode indicar também falhas na homeostase (SEJIAN et al., 2010). A diminuição da glicose plasmática pode também ocorrer devido à diluição do sangue ou devido ao aumento da utilização de glicose plasmática para produzir mais energia para uma maior despesa necessária na alta atividade muscular (RASOOLI et al., 2004).

Os lipídios encontrados no plasma sanguíneo são divididos em três grandes grupos: colesterol, fosfolipídios e triglicerídeos. Quando ocorrem faltas ou falhas nos requerimentos energéticos da glicose, os triglicerídeos são mobilizados para servir como fonte de energia (PAYNE & PAYNE, 1987). O colesterol constitui o lipídio encontrado em maior quantidade nas membranas celulares e é produzido em quase todas as células do corpo, principalmente no córtex da adrenal, ovários e epitélio intestinal. É precursor de hormônios esteróides (como estrogênio) e dos ácidos biliares e eliminado na forma de ácidos biliares e o aumento da sua concentração no plasma pode estar associado com obstrução biliar extra-hepática, fibrose hepática e hiperplasia de ductos biliares. Além de ser excretado na bile, o colesterol pode ser eliminado na urina na forma de hormônios esteróides (RIBEIRO, 2001).

As proteínas plasmáticas são compostas pela albumina e globulina e a proporção normal entre albumina e globulina em todas as espécies deve ser de 1:1 (DUNCAN & PRASSE, 2003). Existe correlação negativa entre a proteína do plasma e aumento da temperatura ambiental, à medida que a temperatura do ar aumenta a concentração da proteína diminui. O significado biológico da redução da proteína com o estresse térmico deve-se ao fato de que ela apoia a gliconeogênese hepática através da ação dos glicocorticóides, aumentando os níveis de glicose para que o animal possa lidar com o estresse térmico (SEJIAN et al., 2010).

A albumina funciona regulando e mantendo a pressão coloidal osmótica do sangue e como importante transportador de substâncias, incluindo ácidos graxos livres, ácidos biliares, bilirrubina, cátions, microelementos e muitos fármacos. A albumina plasmática, juntamente com o bicarbonato e fosfato, são os principais tampões do fluido extracelular (SWENSON & REECE, 2006).

AL-EISSA et al. (2012) trabalharam com caprinos machos da raça Nubian Ibex (*Capra Nubiana*) na Arábia Saudita e observaram maior concentração de glicose e proteína total no verão, o que pode ser associado à alteração na concentração plasmática do sangue. A concentração de albumina foi maior no período chuvoso em comparação com o inverno e verão, que apresentaram valores estatisticamente semelhantes. Este achado é compatível com o papel da albumina na manutenção da pressão osmótica do plasma e o transporte de proteínas no sangue.

SUNTORN et al. (2009) relataram redução na albumina em cabras durante o verão. A diferença na albumina pode ser devido a vários fatores como adaptação fisiológica e genética. O estudo do comportamento adaptativo baseado em variáveis bioquímicas sanguíneas exige a correta interpretação dos perfis metabólitos. A interpretação do perfil bioquímico é complexa, devido tanto a mecanismos que controlam o nível sanguíneo de vários metabólitos como devido a grande variação desses níveis em função de fatores como raça, idade, estado fisiológico, estresse, dieta, nível de produção leiteira, manejo, clima e estado fisiológico (GOMIDE et al., 2004).

2.7 Variáveis hormonais

2.7.1. Hormônios tireoidianos (triiodotironino (T3) e tiroxina (T4))

Os hormônios tireoidianos são necessários para a diferenciação, crescimento e metabolismo de diversos tecidos de vertebrados (BARRA et al., 2004). A adequada função da glândula tireóide e a atividade dos hormônios da tireóide são consideradas cruciais para sustentar o desempenho produtivo nos animais domésticos e, a circulação dos hormônios da tireóide pode ser considerada como indicador do estado metabólico e nutricional dos animais.

O aporte de iodo (I) na dieta é fundamental para o normal funcionamento da glândula tireóide, já que é essencial para a formação da tiroxina e da triiodotironina, comumente denominados T₄ e T₃, os dois hormônios tireoidianos mais importantes para a manutenção do metabolismo normal em todas as células. Os principais efeitos dos

hormônios tireoidianos são: o aumento da taxa de metabolismo basal, tornando mais glicose disponível para as células, estimular a síntese de proteínas, aumentar o metabolismo lipídico e estimular as funções cardíacas e neurais (TODINI, 2007).

A maioria das ações fisiológicas dos hormônios da tireóide é mediada pela ligação aos receptores nucleares. Vários transportadores de membrana para a entrada celular foram identificados e são considerados fatores que a atividade biológica dos hormônios da tireóide pode depender (FRIESEMA et al., 2005), como é o caso de alguns hormônios esteróides. As ações dos hormônios da tireóide são rápidas e não genômica, devido a ações na mitocôndria e membrana celular.

A função da glândula tireóide é regulada por um sistema de retroalimentação negativa, em que um neuropeptídeo sintetizado no núcleo paraventricular do hipotálamo, o hormônio liberador de tireotropina (TRH), através do sistema portahipotálamo-hipófise, alcança as células tireotróficas da hipófise anterior, liga-se aos receptores específicos e induz a síntese e secreção de tireotropina ou hormônio tireoestimulante (TSH) (SWENSON & REECE, 2006). Este último interage com receptores localizados nas membranas das células foliculares da tireóide e ativa a expressão de proteínas envolvidas na biossíntese hormonal. Ocorre o aumento da atividade das células foliculares e estímulo a secreção dos hormônios tireoideanos que agem retroativamente deprimindo a hipófise e o hipotálamo para manter a homeostase hormonal, pois não possuem função altamente localizada, e que a maior parte dos tecidos possui receptores para os hormônios tireoideanos (GUYTON & HALL, 2002).

A ausência completa da secreção da tireóide provoca uma queda na taxa metabólica basal de 30-40%. Por outro lado, a hipersecreção tireoidiana provoca um aumento na taxa metabólica basal de 60-100%, com aumento do calor corporal. Sobre o sistema cardiovascular há o aumento do fluxo sanguíneo e aumento da frequência cardíaca. Já no aparelho respiratório o T₃ e o T₄ induzem o aumento da frequência respiratória (GRECO & STABENFELD, 1999).

Sobre as glândulas endócrinas, os hormônios da tireóide agem aumentando a secreção da maioria das glândulas, como também há um aumento das necessidades de hormônios pelos tecidos. Estes hormônios parecem atuar indiretamente, promovendo incrementos gerais na taxa metabólica através do aumento dos efeitos provocados por outros hormônios (URIBE-VELÁSQUEZ, 1997).

No que diz respeito aos efeitos do estresse térmico sobre os padrões hormonais, há muito vem-se observado que a exposição à temperatura ambiente elevada causa alterações no equilíbrio hormonal de diversas espécies animais e, em particular, na atividade da glândula tireóide (BARBOSA et al., 1999). Quando se relaciona estresse térmico e metabolismo é extremamente importante estudar as variações nas concentrações dos hormônios tireoidianos.

Os efeitos do estresse térmico sobre os padrões hormonais são percebidos na exposição à elevada temperatura ambiente, causando alterações no equilíbrio hormonal. A queda na secreção de tiroxina (T4), sob exposição às altas temperaturas, relaciona-se com a necessidade de diminuição da termogênese, como passo importante para a redução do estresse térmico. Conquanto, o nível de atividade da glândula tireóide está diretamente relacionado ao nível metabólico, e este com a termogênese. O estresse causado pelo calor faz com que o organismo dos animais reduza a concentração dos hormônios tireoidianos, para que assim, diminua a taxa de calor metabólico (YOUSEF et al., 1967).

2.7.2. *Hormônio cortisol*

O cortisol é essencial à vida e é responsável por vários processos, como também, funciona amplificando o efeito de outros hormônios no organismo. A liberação mínima de cortisol tem como objetivo manter a homeostase, conservando o equilíbrio interno do organismo, no entanto, a secreção mínima varia de indivíduo para indivíduo.

Os animais reagem em diferentes situações de acordo com o seu temperamento (uma organização hormonal, nervosa e física), que pode ser definido como a percepção e reação a estímulos que se originam em situações de desconforto ou ameaça, tanto do ambiente como de manejo. O animal pode desencadear uma resposta emocional que se manifesta por mudanças comportamentais, provocando alterações fisiológicas, denominadas genericamente estresse, liberando inicialmente adrenalina e noradrenalina e, posteriormente, glicocorticoides (GRANDINI, 1997).

Como as situações ameaçadoras requerem uma ação vigorosa, as respostas autonômicas e endócrinas ao estresse são catabólicas, isto é, elas ajudam a mobilizar reservas energéticas do organismo. A adrenalina afeta o metabolismo de glicose, tornando os estoques de nutrientes dos músculos disponíveis para o fornecimento de energia necessária. Além disso, a noradrenalina aumenta o fluxo sanguíneo para os

músculos e com isso aumenta os batimentos cardíacos (CARLSON, 2002). O cortisol é antagonista fisiológico da insulina, promovendo a quebra de moléculas de carboidratos, lipídios e proteínas, para preservar a maior quantidade de calorias possível, atrasando o metabolismo (SWENSON & REECE, 2006).

Situações estressantes causam aumento nos níveis plasmáticos de glicocorticóides, principalmente o cortisol. Esta alteração do nível sérico de cortisol pode ser relacionada ao modelo de estresse desenvolvido por MOBERG (2000), em que sugere uma resposta biológica à situação a partir de três fatores: reconhecimento de um estímulo estressante; defesa biológica contra o estímulo estressante; conseqüências biológicas da resposta ao estresse. O efeito do estresse começa com a percepção de uma ameaça potencial à homeostase pelo sistema nervoso central. Percebida a ameaça, o organismo desenvolve uma resposta biológica ou defesa, consistindo em uma combinação de quatro respostas gerais: resposta do comportamento, do sistema nervoso autônomo, do sistema neuroendócrino e imunológica (EWING et al., 1999).

Assim o princípio da resposta fisiológica ao estresse se manifesta, seguindo os princípios gerais da fisiologia pela perda da homeostasia (SELYE, 1973), refere-se que o primeiro sinal da resposta biológica é comportamental diante do agente estressor, e em seguida o sistema nervoso autônomo responde frente a uma situação de perigo ou estresse, onde a descarga autonômica é controlada por centros medulares hipotalâmicos, do tronco cerebral ou mesmo por porções do córtex cerebral que ativam os centros inferiores.

Diversas alterações são então desencadeadas pela ativação da via simpática e consequente liberação de catecolaminas (adrenalina e noradrenalina) pela medula das glândulas adrenais, promovendo alterações vasculares, gastrintestinais com a diminuição do peristaltismo intestinal, elevação da pressão sanguínea, diminuição da excreção urinária, alterações da atividade pancreática e consequente elevação da glicemia. Estas coordenações nervosas sobre as diferentes funções fisiológicas não serão mantidas, contudo, o sistema endócrino interage com o sistema nervoso como uma retroalimentação ou ao estímulo inicial, com efeito fisiológico duradouro (GUYTON e HALL, 2002).

As glândulas adrenais estão intimamente relacionadas à *Síndrome Geral de Adaptação*, a qual constitui o conjunto de reações inespecíficas, desencadeadas quando o organismo é solicitado a se adaptar a, algum estímulo ameaçador ou adverso (SELYE,

1973), que se desenvolveria em três estágios sucessivos. O primeiro estágio configura a “reação de alarme”, e representa a resposta inicial do organismo frente a qualquer ameaça. Este ocorreria quando o organismo não estivesse adaptado ao estímulo recebido. Em seguida, sendo mantido o estímulo, ocorreria a “fase de resistência”, caracterizada pela ativação de mecanismos adaptativos.

Os fatores estressantes do ambiente, quando identificados por receptores específicos, acionam os mecanismos de regulação endócrina, que produzem uma resposta no organismo animal. A área de controle hormonal inclui o hipotálamo, a hipófise e outras glândulas endócrinas (GÜNTHER, 1988). O termo estresse se refere ao estado do organismo, o qual, após atuação de agentes ambientais de qualquer natureza, responde com uma série de reações não específicas de adaptação, ativando mecanismos físicos e fisiológicos, na tentativa de restabelecer a homeostase. O estresse também pode se referir às reações fisiológicas causadas pela percepção de situações adversas ou ameaçadoras.

Sob alta temperatura ambiente, na fase aguda do estresse térmico, ocorre elevação da concentração sanguínea de cortisol e redução na concentração dos hormônios tireoidianos, diminuindo a taxa de produção de calor metabólico (SALEM et al., 1991). Os glicocorticóides séricos aumentam drasticamente após situações de estresse (SILVA et al., 1982).

Outros autores sugerem que os animais domésticos podem suportar algumas condições ambientais adversas, mas alterações consideráveis têm sido observadas em diferentes espécies e indivíduos quanto à capacidade de ajuste às variações sazonais (NAZKI e RATTAN, 1991). O cortisol tem sido considerado como bom indicador de estresse, mas não é o indicador ideal, pois outras situações podem modificar sua concentração que não o estresse térmico.

2.8. Câmara climática

Câmaras climáticas são equipamentos amplamente utilizados em diversos segmentos industriais e instituições de pesquisas com o objetivo de simular determinadas condições de temperatura, umidade, luminosidade, velocidade do vento. Em trabalhos desenvolvidos por EUSTÁQUIO FILHO et al. (2011) verificou-se, trabalhando com ovinos da raça Santa Inês em câmara climática, a impossibilidade em manter as variáveis bioclimatológicas fixas em escalas padrão, havendo variações para

mais e para menos em todo o decorrer dos experimentos. Assim como ARAÚJO (2013) trabalhando com caprinos Anglo Nubiano em câmara climática, constatou situação semelhante e correlacionou com a constante abertura da câmara para o manejo experimental, que afeta os variáveis ambientais, fato também identificado por Lucena et al. (2013) trabalhando com caprinos nativos em câmara climática.

2.9. Efeito da água salina sobre a digestibilidade

Os caprinos apresentam uma significativa adaptabilidade ao consumo de água com crescentes níveis de salinidade, entretanto este consumo para animais domésticos deve ser fornecida de forma gradativa, favorecendo a adaptação e a aceitabilidade da água com qualidade inferior, evitando a interferência dessas no consumo e digestibilidade dos nutrientes (ARAÚJO et al., 2010)

BARRETO et al. (2011) não constataram diferença significativa nos consumos de matéria seca e proteína bruta, expressos em kg/dia, % do PV e g/UTM, entre as raças Canindé e Moxotó. OLIVEIRA et al. (2012) verificaram que alimentos com alta digestibilidade proporcionam maior e rápida liberação de calor pelo metabolismo digestivo, provavelmente esta diminuição está relacionada a um mecanismo de menor produção de calor. YOUSFI et al. (2016) não encontraram variáveis significativas na digestibilidade de nutrientes quando ofertado água com diferentes níveis de salinidade em ovinos.

PAIVA et al. (2017) avaliando águas com diferentes salinidades para cabras em lactação não observaram efeito significativo na digestibilidade dos nutrientes entre os níveis de salinidade testados. Segundo POTTER (1972) esses resultados estão associados à adaptação do rúmen a altas concentrações de cloreto de sódio, que podem estar correlacionadas com as condições ruminais sem efeito direto sobre as funções dos microrganismos, segundo o mesmo autor isto ocorre devido a fatores com alto grau de adaptação dos microrganismos ruminais à salinidade.

KII et al. (2005) pesquisando níveis de salinidade da água de bebida em Cervídeos, com nível máximo do tratamento de $14,16 \text{ dS m}^{-1}$, também não foi observado diferenças na digestibilidade dos nutrientes do alimento, além domais o fornecimento de água com até 8326 mg L^{-1} STD para cabras no confinamento por um período de 65 dias, não tem efeito na ingestão e digestibilidade dos nutrientes dos animais nem mesmo na produção de leite (PAIVA et. al., 2017)

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudanças na temperatura, raça e salinidade podem desencadear alterações comportamentais, fisiológicas, bioquímicas, hormonais e de digestibilidade que resultam em uma redução na produção de calor para manter a homeotermia. Percebe-se que os caprinos nativos têm maior capacidade de manter a temperatura retal dentro do limite ideal, com pouca variação na frequência respiratória e frequência cardíaca, ao contrário do que acontece com raças exóticas. A temperatura ambiente tem um efeito predominante sobre a atividade de variáveis bioquímicas sanguíneas em diferentes períodos. O metabolismo é reduzido durante o estresse térmico e é controlado por hormônios.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIOJA, M.O.; OSINOWO, O. A.; ADEBAMBO, O. A. et al. Water restriction in goats during hot-dry season in the humid tropics: feed intake and weight gain. **Archivos de Zootecnia**, v.226, n.59, p.195-203, 2010.
- AL-EISSA, M. S.; SAAD, A.; AL-FARRAJ, S. A. et al. Seasonal variation effects on the composition of blood in Nubian ibex (*Capra nubiana*) in Saudi Arabia. **African Journal of Biotechnology**, v.11, n.5, p.1283-1286, 2012.
- AL-TAMIMI, H. J. Thermoregulatory response of goat kids subjected to heat stress. **Small Ruminant Research**, v.71, n. 1-3, p. 280-285, 2007.
- ANDRADE, I.S.; SOUZA, B.B.; PEREIRA FILHO, J.M.; et al. Variáveis fisiológicas e desempenho de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes tipos de sombreamento e à suplementação em pastejo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.2, p.540-7, 2007.
- ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V.; CHIZZOTTI, M.L. et al. Water and small ruminant production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.326-336, 2010.
- ARAÚJO, T. G. P. **Adaptabilidade e características nutricionais de caprinos anglo nubiano em diferentes temperaturas**. (Tese). – Campina Grande - PB: [s.n], 87 f; 2013.
- AZEVEDO, D. M. M. R.; ALVES, A. A. **Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos**. Embrapa Meio-Norte, 83p., 2009.

- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura. Estudos, irrigação e drenagem.** 29 Revisado 1. 2a Ed. Campina Grande, UFPB, 1999, 153p.
- BACCARI JÚNIOR, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes.** 1 ed. Londrina: UEL Editora, 141p. 2001.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.M. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal.** 2. ed. Viçosa. ed UFV, 269p. 2010.
- BAGLEY, C.V.; AMACHER, J.K.; POE, K.F. **Analysis of water quality for livestock.** Logan, Utah State University, p. 7. 1997.
- BARBOSA, O. R.; TUTIDA, L.; HUBLER, M.R.N.O. et al. Influência das estações do ano nas concentrações séricas de 3,5,3' triiodotironina (T3), tiroxina (T4) e testosterona (Tes) de carneiros. **Acta Scientiarum**, v.21, n.3, p.599-605, 1999.
- BARRA, G.B.; VELASCO, L.F.R.; PESSANHA, R.P. et al. Mecanismo molecular da ação do hormônio tireoideano. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo**, v.48, n.1, p. 23-28, 2004.
- BARROS, A.C. Tipos característicos dos caprinos nativos. In:_____. **Caprinos nativos: Privilégio do Nordeste.** Aracaju – SE: SUDAP/CODEA, 1987. p. 155 – 138.
- BARRETO, L. M. G.; MEDEIROS, A. N; BATISTA, A. M. V. et al. Comportamento ingestivo de caprinos das raças Moxotó e Canindé em confinamento recebendo dois níveis de energia na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.834-842, 2011.
- BRASIL, L.H.A.; WECHESLER, F.S.; BACCARI JUNIOR, F.; et al. Efeitos do estresse térmico sobre a produção, composição química do leite e respostas termorregulatórias de cabras da raça Alpina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1632-1641, 2000.
- CALLE, J.R.C.; SÁNCHEZ, E.C. **Necessidades de agua. In: Zootecnia: Bases de production animal.** Tomo II – Reproduccion y alimentacion. Ed. Mundi-Prensa, Madri, p. 293, 1995.
- CARLSON, N. R. **Fisiologia do comportamento.** 7.ed. Barueri-SP: Manole, p. 699, 2002.

- COELHO, L. A.; SASA, A.; NADER, C. E. et al. Características do ejaculado de caprinos sob estresse calórico em câmara bioclimática. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.4, p.544-549, 2006.
- CUNNINGHAM, J. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 324-350, 2008.
- CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**. Iowa. Iowa University Press. 410p.
- DIGBY, S.N.; BLACHE, D.; MASTERS D.G. et al. Responses to saline drinking water offspring born to ewes fed high salt during pregnancy. **Small Ruminant Research**, v.91, n.1, p. 87-92, 2010.
- DUNCAN, R. J.; PRASSE, K. W. **Clinical pathology**, Athens: Iowa State Press, 4 ed., p 450, 2003.
- EUSTÁQUIO FILHO, A.; TEODORO, S. M.; CHAVES, M. A. et al. Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p.1807-1814, 2011.
- EWING, S. A.; LAY, D. C.; VON BORELL, E. **Farm animal well-being – stress physiology, animal behavior, and environmental design**. Upper Saddle River, new jersey: Prentice Hall. 1999. 357p.
- FRIESEMA, E.C. H.; JANSEN, J.; VISSER, T. J. Thyroid hormone transporters. **Biochemical Society Transactions**, v.33, n. 1, p.228-232, 2005.
- FURTADO, G. D.; CRISPIM, M.C. Avaliação do comportamento em campo de um rebanho de caprinos das raças Saanen e Parda Alpina no semiárido como contribuição para o entendimento do impacto do aquecimento global. **Gaia Scientia**, v. 9, n.1, p.28-36, 2015.
- FURTADO, D. A.; LEITE, J. R. S.; NASCIMENTO, J. W. B. et al. Water consumption when exposed to sun and shade for native goats in the semiarid of the State of Paraíba, Brazil. **Engenharia Agrícola**, v.32, n.1, p.21-29, 2012.
- FURTADO, D. A.; GOMES, C. A. V.; MEDEIROS, A. N. et al. Efeito do ambiente térmico e suplementação nas variáveis fisiológicas de caprinos moxotó em confinamento e semiconfinamento. **Engenharia Agrícola**, v.28, n.3, p.396- 405, 2008.

- GOMIDE, C. A., ZANETTI, M. A., PENTEADO, M. V. C. et al. Influência da diferença cátion-aniônica da dieta sobre o balanço, fósforo e magnésio em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, p. 363-369, 2004.
- GONZÁLEZ, F.H.D. e SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 357p, 2006.
- GRECO, D.; STABENFELDT, G. H. **Glândulas endócrinas e suas funções**. In: CUNNINGHAM, J. Tratado de fisiologia veterinária. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 324-350, 1999.
- GUYTON, A.; HALL, J.E. **Tratado de fisiologia médica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1014 p, 2002.
- HAFEZ, E. S. E. **Adaptacion de los animales domesticos**. Editorial Labor. Barcelona, 563p. 1973.
- KII, W. Y., McL. D. Effect of drinking saline water on food and water intake, food digestibility, and nitrogen and mineral balances of rusa deer stags (*Cervus timorenses russa*). **Animal Science**, v. 81, n. 1, p. 99 – 105, 2005.
- LEITE, P. G., FURTADO, D. A., MARQUES, J. I., GOMES SOBRINHO, T., MATOS JUNIOR, J.J.L. Respostas fisiológicas como indicadores de estresse térmico e salino em ovinos da raça Morada Nova. **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC**. Foz do Iguaçu, 2016.
- LEITE, J. R. S., FURTADO, D. A., LEAL, A. F., SOUZA, B. B., SILVA, A. S. Influência de fatores bioclimáticos nos índices produtivos e fisiológicos de caprinos nativos confinados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 443-448, 2012.
- LUCENA, L. F. A.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B. et al. Physiological responses of native goats maintained in a thermoneutral temperature and thermal stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17: p. 672 – 679, 2013.
- MARAI, I.F.M.; EL-DARAWANY, A.A.; FADIEL, A. et al. Physiological traits as affected by heat stress in sheep – A review. **Small Ruminant Research**, v. 71, n.1-3, p. 1-12, 2007.
- MARKWICK, G. **Water requirements for sheep and cattle. Profitable & Sustainable primary industry**. 2007. Disponível em www.dpi.nsw.gov.au. Acesso em: 15 de jan. de 2018.

- McDOWELL, R.E. **Bases biológicas de la producción animal em zonas tropicales**. 1. ed. Zaragoza: Acribia, 692p, 1974.
- MEDEIROS, L. F. D.; VIERIS, D. H.; OLIVEIRA, C. A. Avaliação de variáveis fisiológicas de caprinos SPRD (sem padrão racial definido) pretos e brancos de diferentes idades, à sombra, no município do Rio de Janeiro. **Boletim da Indústria Animal**, v. 64, n. 4, p. 277-287, 2007.
- NOBREGA, G. H.; SILVA, E. M. N.; SOUZA, B. B. et al. A produção animal sob a influencia do ambiente nas condições do semi-árido Nordeste. **Revista verde**, v. 6, n.1, p. 67-73, 2011.
- MOBERG, G.P. **Biological response to stress: implications for animal welfare**. In: CABI publishing, 1-22, 2000.
- NAZKI, A.R.; RATTAN, P.J.S. Some hormonal and biochemical characteristics of blood in sheep as related to different seasonal enviroments. **Indian Veterinary**, v.68, p.28-32, 1991.
- NEIVA, J. N. M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S. H. N. et al. Efeito do estresse climático sobre os variáveis produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n.3, p.668-678, 2004.
- NRC - **National Research Council. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington, D.C.: National Academy Press, p. 362, 2007.
- OLIVEIRA, P.T.L.; TURCO, S.H.N.; ARAÚJO, G.G.L. et al. Comportamento ingestivo e variáveis fisiológicos de bovinos Sindi alimentados com teores crescentes de feno de erva-sal. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, n.1, p.180-188, 2012.
- OLIVEIRA, A. L. **Mecanismos termorreguladores de cabras da raça Saanen**. Tese (Doutorado em Ciências veterinárias). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, p. 96, 2007.
- OLIVEIRA, J.C.V.; ROCHA, L.L.; RIBEIRO, M.N. et al. Caracterização e perfil genético visível de ovinos nativos no estado de Pernambuco. **Revista Archivos de Zootecnia**, v.55, n.209, p.63-73, 2006.

- PAIVA, N. G.; ARAÚJO, G. L.; TOLEDO L. H. et al. Água com diferentes níveis de salinidade para cabras em lactação. **Semina: Ciências Agrárias**, v.38, n.4, p. 2065-2074, 2017.
- PAYNE, J.M.; PAYNE, S. **The metabolic profile test**. New York : Oxford University, 1987. 179p.
- PINHEIRO, A.C.; SARAIVA, E. P.; SARAIVA, C. A.S. Características anatomofisiológicas de adaptação de bovino leiteiros ao ambiente tropical. **Agropecuária Técnica**, v. 36, n.1, p. 280-293, 2015.
- POTTER, B. J. et al. Changes in intraruminal function of sheep when drinking saline water. **British Journal of Nutrition**, v.27, p. 75-83, 1972.
- PEREIRA, C.C.J. **Fundamentos de Bioclimatologia Aplicados à Produção Animal**. Belo Horizonte: 2005.
- RADOSTITS, O. M. **Clinica veterinária- um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e equinos**. ed.9, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, p. 173, 2002.
- RASOOLI, A.; NOURI, M.; KHADJEH, G. H. et al. The influence of seasonal variations on thyroid activity and some biochemical parameters of cattle. **Journal Veterinary Research**, v. 5, n.2, p.1383–1391, 2004.
- RENAUDEAU, D.; COLLIN, A.; YAHAV, S. et al. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production animal. **Animal**, v. 6, n.5, p. 707-728, 2012.
- RIBEIRO, M. N.; SILVA, J. V.; SILVA, L. P. G. et al. Uma contribuição para conservação de caprinos nativos no semi – árido Paraibano. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PAA A AMÉRICA LATINA E CARIBE, SIRGEALC, 2. Brasília, DF. **Anais...**, Brasília, DF: EMBRAPA. 1999, 2p. 1 CD.
- RIBEIRO, P. C. P. O uso indevido de substâncias: esteróides anabolizantes e energéticos. **Revista Adolescência Latinoamericana**, Belo Horizonte, 2001.
- RIBEIRO, M.N.; RIBEIRO, N. L.; BOZZI, R. et al. Physiological and biochemical blood variables of goats subjected to heat stress – a review. **Journal of Applied Animal Research**, v.46, n.1, p. 1036 – 1041, 2018.

- ROCHA, R. C. C., COSTA, A. P. R., AZEVEDO, D. M. M. R. et al. Adaptabilidade Climática de Caprinos Saanen e Azul no Meio-Norte do Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.5, p. 1165-1172, 2009.
- RUNYAN, C., BADER, J., MATHIS, C. **Water quality for livestock and poultry**. NM State University Cooperative Extension Service, College of Agricultural Consumer and Environmental Sciences, 2009.
- SALEM, M.H; EL-SHERBINY, A. A.; KHALIL, M. H. et al. Diurnal and seasonal rhythm in plasma cortisol, triiodothyronine and thyronine as effected by the wool coat in Barki sheep. **Indian Journal Animal Science**, v.61, n. 9, p.946-951, 1991.
- SAMPAIO, C.A.P.; CRISTANI, J.; DUBIELA, J.A. et al. Avaliação do ambiente térmico em instalações para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Ciência Rural**, v.34, n.3, p.785-790, 2004.
- SANTOS, F.C.B.; SOUZA, B.B.; ALFARO, C.H.P. et al. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semiárido do Nordeste brasileiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1. p.142-149, 2005.
- SEJIAN, V.; MAURYA, V. P.; NAQVI, S. M. K. Adaptability and growth of Malpura ewes subjected to thermal and nutritional stress. **Tropical Animal Health and Production**, v. 42, n.8, p.1763-1770, 2010.
- SELYE, H.A. Syndrome produced by diverse nocuous agents. **Nature**, v.138, n.32, 1936. doi: 10.1038/138032a0.
- SHIOTA, A. M.; NASCIMENTO, M.; SANTOS, S. F. et al. Physiological parameters, hair coat characteristics and thermal gradients in Nellore heifers in summer and winter in tropical environment. **Bioscience Journal**. v. 29, p. 1687-1695, 2013.
- SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic Ruminants. **Livestock Production Science**. v.67, n.1-2, p. 1-18, 2000.
- SILVA, C. M. B. A.; SOUZA, B. B.; BRANDÃO, P.A. et al. Efeito das condições climáticas do semi-árido sobre o comportamento fisiológico de caprinos mestiços F1 Saanen x Boer. **Revista Caatinga**, v.24, n. 4, p.195-199, 2011.
- SILVA, E. M. N.; SOUZA, B. B.; SOUZA, O. B. de et al. Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 516-521, 2006.

- SILVA, M. U. D.; COSTA, C. A. F. Determinação de valores sanguíneos em caprinos jovens de diferentes raças. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 18., 1982, Balneário de Camboriú, Santa Catarina. **Anais...** Santa Catarina: Sociedade Brasileira de Medicina Veterinária, 1982. p. 233.
- SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 286 p.
- SILVA, R. M.; SOUZA, B. B.; GUIMARÃES, L. J. et al. Estresse térmico e sua influência na fisiologia hormonal de pequenos ruminantes. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v.4, n.2, p.50-54, 2016.
- SOUZA, P. T.; SALEES, M.G.F; ARAÚJO, A. A. Impacto do estresse térmico sobre a fisiologia de reprodução e produção de caprinos. *Ciência Rural*. V.42, n.10, p.1888-1895, 2012.
- SOUZA, B. B.; BATISTA, N. L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. **Agropecuária Científica no semiárido**, v. 8, n.3, p. 6-10, 2012.
- SOUZA, B. B., ASSIS, D. Y. C., SILVA NETO, F. L. et al. Efeito do clima e da dieta sobre os variáveis fisiológicos e hematológicos de cabras da raça Saanen em confinamento no sertão paraibano. **Revista Verde**. v.6, n.1, p. 77-82, 2011.
- SOUZA, B. B. DE; SOUZA, E. D. DE; SILVA. R. M. N. DA et al. Respostas fisiológicas de caprinos de diferentes grupos genéticos no semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.1, p.314-320, 2008.
- SOUZA, D.E.; SOUZA, B.B.; SOUZA, W.H. Determinação dos variáveis fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de ovinos no semi-árido. **Ciência e Agrotécologia**, v.29, n.1, p.177-184. 2005.
- SUNTORN, W.; THONGLUAN, M.; CHAROEN, S. A. Study on feed management, feed nutritive values and blood metabolites of pony horses in different seasons in northern Thailand. **In:** International Conference on the role of Universities in Hands-On Education Rajamangala. University of Technology Lanna, Chiang-Mai, Thailand. p. 23-29, 2009.
- SWENSON, M. J.; REECE, W. O. *Dukes – Fisiologia dos Animais Domésticos*. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, 12 ed., 2006, 962p.
- TODINI, L.; MALFATTI, A.; VALBONESI, A. et al. Plasma total T3 and T4 concentrations in goats at different physiological stages, as affected by the energy intake. **Small Ruminant Research**, v.68, n.3, p.285–290, 2007.

- URIBE- VELÁSQUEZ, L. F.; SOUZA, M. I. L.; OBA, E. et al. Ritmo circadiano de triiodotironina (T3) e Tiroxina (T4) plasmática em ovelhas Ideal durante o anestro estacional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 3, p.508-513, 1997.
- URIBE-VELÁSQUEZ, L.F.; OBA, E.; BRASIL, L.H.A. et al. 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.
- VERÍSSIMO, C. J.; TITTO, C. G.; KATIKI, L. M. et al. Tolerância ao calor em ovelhas Santa Inês de pelagem clara e escura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.1, p.159-167, 2009.
- VOLTOLINI, T. V. (Ed.). **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido. Petrolina: Embrapa Semiárido. 2011.** p. 69-94. Disponível em:
<www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/916896>. Acesso em: 16 jan.2018.
- YOUSEF, M. K., KIBLER, H. H., JOHNSON, H. D. Thyroid activity and heat production in cattle following sudden ambient temperature changes. **Journal of Animal Science**, v. 26, n. 1, p. 142-148, 1967.
- YOUSFI, I., SALEM, H. B., AOUADI, D., ABIDI, S. Effect of sodium chloride, sodium sulfate or sodium nitrite in drinking water on intake, digestion, growth rate, carcass traits and meat quality of Barbarine lamb. **Small Ruminant Research**, v. 143, p. 43-52, 2016.

**VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS SANGUÍNEAS E HORMONAIAS DE CAPRINOS
CONSUMINDO ÁGUAS SALINAS EM AMBIENTE TERMONEUTRO E SOB
ESTRESSE TÉRMICO**

Capítulo 2: Artigo

VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS SANGUÍNEAS E HORMONAIS DE CAPRINOS CONSUMINDO ÁGUAS SALINAS EM AMBIENTE TERMONEUTRO E SOB ESTRESSE TÉRMICO

Resumo: O objetivo com este trabalho foi de avaliar as variáveis bioquímicas e hormonais das raças caprinas Moxotó e Canindé, submetidas a duas diferentes temperaturas controladas em câmaras climáticas, consumindo água com diferentes níveis de salinidade. Foram utilizados 18 machos inteiros, sendo 9 (Moxotó) e 9 (Canindé) com idade média de $5,0 \pm 0,6$ meses e peso médio de $20,0 \pm 2,3$ kg. Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas dentro de câmaras climáticas, que possuíam $19,71 \text{ m}^2$ de área e $2,38 \text{ m}^2$ e altura ambos equipadas com bebedouros e comedouros. Os animais foram submetidos a duas temperaturas controladas, sendo $T1 = 26 \pm 0,6 \text{ }^\circ\text{C}$ (zona de conforto térmico – ZCT) e $T2 = 32 \pm 1,2 \text{ }^\circ\text{C}$ (acima da ZCT), consumindo água com três diferentes níveis de salinidade (1,0; 6,0 e $12,0 \text{ dS m}^{-1}$). As variáveis bioquímicas sanguíneas e hormonais não mostraram efeito significativo ($P > 0,05$) entre as raças com exceção da gama glutamiltransferase. Com exceção também da glicose e ureia, as demais variáveis sanguíneas não mostraram efeito significativo ($P > 0,05$) para a salinidade da água. A glicose, colesterol, proteína, albumina, globulina, AST e hormônios (T4, T3 e cortisol) tiveram efeito significativo ($P < 0,05$) para temperatura. As variáveis hormonais tiveram efeito significativo ($P < 0,05$) para horas. As variáveis bioquímicas e hormonais sofrem alterações em função da temperatura e da variação diurna de modo que o metabolismo é reduzido no estresse térmico e acelerada na baixa temperatura.

Palavras-chave: Água salina, ambiência, cabritos, confinamento, hormônios

**BIOCHEMICAL AND HORMONAL PARAMETERS OF GOATS
CONSUMING WATER WITH DIFFERENT LEVELS OF SALINITY KEPT IN
A CONTROLLED ENVIRONMENT**

Abstract: The objective of this work was to evaluate the biochemical and hormonal variables of the Moxotó and Canindé goats breeds, submitted to two different temperatures controlled in climatic chambers, consuming water with different levels of salinity. Twelve whole males were used, 6 Moxotó and 6 Canindé with mean age of 5.0 ± 0.6 months and mean weight of 20.0 ± 2.3 kg. These animals were housed in metabolic cages within the climatic chamber, equipped with drinking fountains and feeders. The climatic chambers were 19.71 m^2 in area and had a height of 2.38 meters. The animals were submitted to two controlled temperatures, $T_1 = 26 \pm 0.6 \text{ }^\circ\text{C}$ (thermal comfort zone - ZCT) and $T_2 = 32 \pm 1.2 \text{ }^\circ\text{C}$ (above ZCT), consuming water with three different levels of salinity (1.0, 6.0 and 12.0 dS m^{-1}). Blood and hormonal biochemical variables did not show a significant effect ($P > 0.05$) among races with the exception of the gamma glutamyltransferase. As also with the exception of glucose and urea, the other blood variables did not show significant effect ($P > 0.05$) for water salinity. Glucose, cholesterol, protein, albumin, globulin, AST and hormones (T4, T3 and cortisol) had a significant effect ($P < 0.05$) for temperature. The hormonal variables had a significant effect ($P < 0.05$) for hours. The biochemical and hormonal variables undergo changes as a function of temperature and diurnal variation so that metabolism is reduced in thermal stress and accelerated at low temperature.

Keywords: Confinement, environment, goats, hormones, saltwater

1. INTRODUÇÃO

A criação de pequenos ruminantes está difundida nas mais diversas regiões do Brasil, sendo produzidos principalmente na região semiárida, devido suas capacidades e potencialidades produtivas e adaptativas (SILVA et al., 2016), no entanto, para ter boa produção e produtividade animal, é necessário fornecer aos animais alimento e água de boa qualidade (PEREIRA et al., 2009). Em regiões semiáridas as condições de circulação do ar, as elevadas taxas de evapotranspiração e a origem podem diminuir a disponibilidade da água, alterar a sua composição e a concentração de solutos, principalmente os sais, o que pode deixar a água salina. Esta afeta negativamente a sua ingestão pelos caprinos, provocando alterações no balanço eletrolítico intracelular, aumento da pressão arterial, cirrose hepática, distúrbios gástricos intestinais e neurológicos, como também provoca alterações nas variáveis bioquímicas, hormonais e fisiológicas (BOYLES, 2009). O consumo de água salina com condutividade de 8,0 a 11 dS/m podem ser limitantes para os ruminantes e acima de 11 dS/m podem ser de alto risco (ARAÚJO et al., 2010).

Entender os mecanismos fisiológicos subjacentes a capacidade dos animais de se adaptarem a uma carga de sal ingerida é um passo necessário para desenvolver estratégias sustentáveis para criar pequenos ruminantes em terrenos salinos (DIGBY et al., 2010).

Os caprinos possuem um sistema termorregulador que tem como finalidade manter a temperatura corporal constante dentro de certos limites, independentemente da temperatura do ar (TA) (SILVA et al., 2016). A temperatura do ar entre 20 e 30°C é considerada ideal para caprinos, já acima de 34°C é considerada crítica para os caprinos, a umidade relativa do ar ideal deve situar entre 50 e 70% (BAÊTA & SOUZA, 2010). Animais criados em confinamento toleram umidade relativa do ar acima de 70%, visto que esses animais aglomeram se e produzem vapor d'água e a taxa de passagem do ar pode não ser suficiente para eliminar esse excesso do vapor d'água.

As variáveis sanguíneas e hormonais, além de serem utilizadas para avaliação do estado de saúde do animal, também são utilizadas para a indicação do estado de estresse (PAES et al., 2000). Alguns fatores podem influenciar os valores dessas variáveis, tais como: espécie, sexo, raça, idade, estado fisiológico e hora do dia (AL-EISSA et al., 2012; RIBEIRO et al., 2017, 2018).

Portanto, o presente estudo teve como objetivo avaliar as variáveis bioquímicas sanguíneas e hormonais das raças caprinas Moxotó e Canindé, submetidas a duas diferentes temperaturas controladas em câmara climática, consumindo água com diferentes níveis de salinidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos utilizados foram aprovados pelo Comitê de Ética de Uso de Animais da Universidade Federal da Paraíba (Protocolo n° 6167270818).

A pesquisa foi conduzida em duas câmaras climáticas, localizadas no Laboratório de Bioclimatologia Animal, no Setor de Bovinocultura de Leite do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias, Campus II da Universidade Federal da Paraíba - UFPB/Areia-PB. As câmaras climáticas utilizadas possuíam 19,71 m² de área, e 2,38 m de altura, confeccionadas com chapas de aço laminado com proteção anticorrosiva e preenchimento com isopor de alta densidade, iluminação interior de luz fluorescente. Os sistemas de resfriamento utilizados foram: condicionadores de ar, do tipo SPLIT com capacidade de 30.000 btus, e aquecimento através do uso de aquecedores de ar de resistência elétrica. A sala de controle era localizada ao lado das câmaras climáticas onde ficava o quadro de monitoramento da temperatura do ar e umidade (Figura 1).

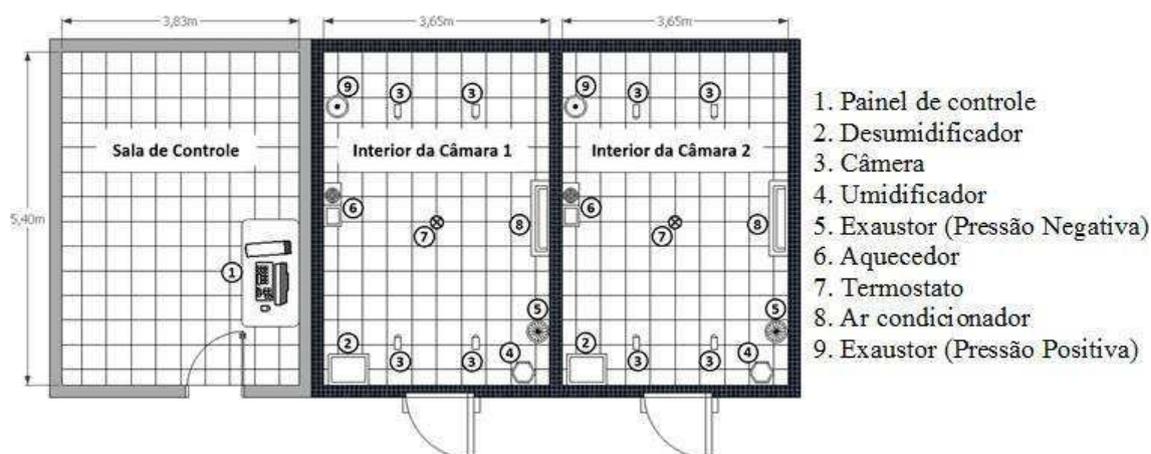


Figura 1. Layout interno das câmaras climáticas e da sala de controle

Para a umidificação e desumidificação foram utilizados umidificadores e desumidificadores comerciais acoplados ao sistema de controle MT-530 PLUS da *Full Gauge Controls*®, configurados via software SITRAD, responsável por adquirir e armazenar os dados de temperatura ambiente (TA) e umidade relativa do ar (UR). A aquisição dos dados via software SITRAD foram realizadas através de um termistor (TA) e um umidiostato (UR), ambos localizados em um envoltório permeável e posicionados a altura do centro de massa dos animais ($\pm 1,50\text{m}$), e a velocidade do vento foi registrada através do anemômetro.

Foram utilizados 36 animais, 18 da raça Moxotó e 18 Canindé, machos inteiros com idade média de $5,0 \pm 0,6$ meses e peso médio de $20,0 \pm 2,3$ kg, alojados em gaiolas metabólicas no interior das câmaras climáticas, monidos de comedouros e bebedouros. Todos os animais foram inicialmente pesados, identificados (por meio de numeração) e vermifugados contra endo e ectoparasitos.

Os animais foram submetidos a duas temperaturas: $T_1 = 26 \pm 0,6$ °C (zona de conforto térmico - ZCT) e $T_2 = 32 \pm 1,2$ °C (acima da ZCT), com umidade relativa do ar de $60 \pm 5,0$ % e velocidade do vento de $2,0 \pm 0,4$ m s⁻¹, respectivamente, consumindo água com três diferentes níveis de salinidade (1,0, 6,0 e 12,0 dS m⁻¹). Adotou-se um período de 15 dias para adaptação ao ambiente, manejo, alimentação e água, e 5 dias para coleta de dados. Os animais foram mantidos nas duas temperaturas por um período de 23h. A câmara permanecia aberta por 1h diária, para a limpeza das instalações e o fornecimento de alimentos e água.

Em todas as etapas, os animais foram submetidos a um programa de temperatura controlada, onde as luzes da câmara eram desligadas automaticamente às 18h00min e novamente ligadas às 06h00min do dia seguinte, este procedimento visava submeter os animais a um período de 12 h contínuas de luz e 12 h de escuro. A ração completa, ERA sendo fornecida aos animais às 8h00 e às 16h00, estimou-se a quantidade de alimento ingerido para estabelecer 20% de sobras. O consumo foi quantificado pelo total fornecido menos as sobras no período de 24 h.

A ração fornecida aos animais era composta por feno de tifton - *Cynodon dactylon*, (*L*) *Pers* (50,20kg), farelo de milho (34,69kg), farelo de soja (13,32kg), calcário (0,45kg) e suplemento mineral (nutriente/kg de suplemento: vitamina A 135.000,00 U.I.; Vitamina D3 68.000,00 U.I.; vitamina E 450,00 U.I.; cálcio 240 g; fósforo 71 g; potássio 28,2 g; enxofre 20 g; magnésio 20 g; cobre 400 mg; cobalto 30

mg; cromo 10 mg; ferro 2500 mg; iodo 40 mg; manganês 1350 mg; selênio 15 mg; zinco 1700 mg; flúor máximo 710 mg; solubilidade do fósforo (P) em ácido cítrico a 2%, perfazendo uma composição química de 90,84% de matéria seca, 13,5% de proteína bruta, 1,43% de extrato etéreo e 51,94% de fibra em detergente neutro.

A água fornecida aos animais era procedente de um poço artesiano, localizado no Departamento de Zootecnia/CCA/UFPB/Areia. Foi feita a análise química da água e o preparo da mesma com os níveis de salinidade desejados (1,0 - 6,0 e 12 dS/m). Sendo fornecida uma vez ao dia, tendo o consumo quantificado de acordo com o total diário fornecido (7,0 L) menos as sobras no período de 24 h. Tanto para a ração quanto para água, o consumo foi determinado por meio de pesagem em balança (MDLETSHE et al., 2017).

Os níveis crescentes de salinidade na água foram obtidos pela dissolução de cloreto de sódio (NaCl), cuja quantidade foi determinada pela condutividade elétrica da água (CEa), de acordo com a equação eq. (1) proposta por Richards (1954), de forma a alcançar os níveis (1,0 - 6,0 e 12 dS/m).

$$Q(\text{mg/L}) = 640 \times \text{CEa (dS/m)} \dots\dots\dots (\text{Eq. 1})$$

Três baldes de 200L cada, foram abastecidos com água do poço e, em seguida, com o auxílio de um condutivímetro digital portátil, modelo ITCD – 1000 da marca Instrutemp, realizou-se a leitura da condutividade da água, e após análise dos resultados, o NaCl era dissolvido e misturado na água até que a solução atingisse a condutividade elétrica desejada, conforme análise (Tabela 1) realizada no Laboratório de Solos e Engenharia Rural da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Tabela 1. Água acrescida de cloreto de sódio (NaCl).

Variáveis	-	Análise da água		
		1,0	6,0	12,0
pH		6,20	6,40	6,60
Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{Cm}^{-1}$)		0,09	5,26	11,42
Cálcio (mg L^{-1})		32	15,0	18,0
Magnésio (mg L^{-1})		35,0	30,0	30,0
Sódio (mg L^{-1})		0,63	62,7	137,4
Potássio (mg L^{-1})		7,0	7,0	7,0
Cloretos (mg L^{-1})		1,83	78,5	176,5

As amostras de sangue de cada animal, foram coletadas em um dia nos horários das 5, 8, 11, 14 e 17 horas, através de punção na veia jugular, após assepsia com álcool iodado, e com o mínimo de traumatismo. Nas coletas foram usadas agulhas de calibre 0,8 x 25mm e tubos à vácuo de 5ml, contendo anticoagulante etileno diaminotetracetato de sódio (EDTA) a 10%. As amostras de sangue foram mantidas em caixas isotérmicas com gelo até chegada ao laboratório de Fisiologia Animal e Biologia Molecular (UFPB-CCA).

As amostras foram centrifugadas em uma centrífuga digital a 4°C a 3000 rpm x (1100XG) por 15 minutos. O sobrenadante resultante da centrifugação foi separado em alíquotas de 1,5mL para dosagens bioquímicas e armazenados a -20°C (NJIDDA et al., 2014). Os dados foram analisados utilizando um aparelho de análise bioquímica com um fotômetro de comprimento de onda múltiplo (Thermo Scientific Genesys 10SVis, EUA) para as seguintes bioquímicos: proteína total (PRT) – pelo método colorimétrico biureto; albumina (ALB) – pelo método colorimétrico bromocresol; glicose (GLI) – pelo método GOD-Trinder; triglicérides (TRI) – pelo método enzimático Trinder; colesterol (COL) – pelo enzimático Trinder; uréia (URE) - uréase; e creatinina (CRE), pelo método cinético Jaffe; Gamma Glutamil Transferase SL (GGT), pelo método cinético Szasz–Tris e aspartato aminotransferase (AST), pelo método cinético UV. Todos os procedimentos foram realizados utilizando *kits* laboratoriais de uso comercial (Labtest).

As concentrações plasmáticas de cortisol, trioxina (T4) e triiodotironina (T3) foram analisadas em duplicatas mediante técnica ELISA, utilizando *kits* laboratoriais de uso comercial (*in vitro*), desenvolvidos para avaliação quantitativa dos hormônios. As concentrações plasmáticas de T₃, T₄ e cortisol foram analisadas em duplicatas, pelo método de radioimunoensaio (RIE) em fase sólida. Para tal, foram utilizados conjuntos de reagentes comerciais, desenvolvidos para avaliação quantitativa dos hormônios, sem qualquer tipo de extração química e processo de purificação, valendo-se do iodo¹²⁵ (I125) como elemento radioativo traçador. Os procedimentos COAT-A-COUNT utilizados foram os especificados pelo fabricante.

Foram distribuídos 12 animais em um delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial de 2 x 2 x 3, sendo 2 raças, 2 temperaturas e 3 níveis de salinidade, com 3 repetições. As médias dos resultados foram avaliadas utilizando análise de variância (ANOVA) e para comparar as médias foi utilizado o procedimento

General Linear Models com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade com o auxílio do software SAS 9.1 (2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis bioquímicas e hormonais não apresentaram efeitos significativos ($P>0,05$) entre as raças, com exceção da gama glutamiltransferase (Tabela 2) mais elevada na Moxotó,. Esta similaridade nas variáveis pode ter ocorrido em razão do manejo adotado e da origem das raças utilizadas, que passaram por processos semelhantes de adaptabilidade ao clima semiárido, ambos com boa aceitação a temperaturas elevadas (AL-EISSA et al., 2012; RIBEIRO et al., 2018) e ao consumo de águas salinas, já que está pode ser ofertada aos animais em períodos de restrição hídrica, onde mesmo os animais consumindo água salina podem ter suas funções fisiológicas dentro da normalidade (MATOS JÚNIOR, 2016; LEITE et al., 2016).

Tabela 2. Variáveis bioquímicas e hormonais dos caprinos Moxotó e Canindé nas temperaturas de 26 e 32°C.

Variáveis	Raça		Temperatura (°C)	
	Canindé	Moxotó	26	32
<i>Bioquímicas</i>				
Glicose (mg/dL)	76,40±20,79	71,31±20,91	85,46±15,37a	63,02±19,57b
Uréia (mg/dL)	78,29±16,09	77,78±17,45	78,31±18,80	77,76±14,69
Triglicerídios (mg/dL)	140,37±20,74	141,23±20,97	144,38±21,70	137,48±19,46
Colesterol (mg/dL)	91,33±18,54	82,42±31,31	93,02±22,44a	80,15±28,21b
Proteína (mg/dL)	6,00±1,48	5,89±0,87	6,58±0,63a	5,36±1,30b
Albumina (mg/dL)	2,67±0,67	2,37±0,70	2,77±0,36a	2,28±0,84b
Globulina (mg/dL)	3,34±1,19	3,53±0,99	3,81±0,72a	3,08±1,25b
A/G	0,98±0,73	0,77±0,40	0,77±0,25	0,97±0,78
AST (U/l)	77,41±14,44	75,22±14,46	71,12±12,06b	81,11±14,85a
GGT (U/l)	38,35±6,88b	42,93±8,36a	40,33±7,91	40,98±8,09
<i>Hormonais</i>				
Cortisol (ng/mL)	5,96±0,78	6,31±1,10	5,86±1,00b	6,44±0,84a
T3 (µg/dL)	1,42±0,34	1,36±0,37	1,56±0,36a	1,23±0,27b
T4 (ng/mL)	2,10±0,60	1,99±0,62	2,11±0,56	1,97±0,66

^{a,b}letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; AST= Aspartato Aminotransferase; GGT = Gamma Glutamil Transferase SL (GGT); T4 = tiroxina total; T3 = triiodotironina

A glicose, colesterol, proteína, albumina, globulina, AST, o cortisol e T3 apresentaram efeito significativo ($P<0,05$) entre as temperaturas (Tabela 2). A glicose

apresentou menor concentração na temperatura mais alta, e nestas situações os animais têm um maior gasto energético para manter a homeotermia, mobilizando fontes energéticas para eliminação do calor corporal. Sob estresse os valores de colesterol diminuem como resposta a demanda pela síntese de cortisol, principal indicador de estresse térmico por calor. O cortisol limita a utilização da glicose, mobilizando outras reservas de energia como triglicérides e proteínas (SEJIAN et al., 2010).

A temperatura ambiente apresentou relação inversa com os hormônios tireoidianos, onde quanto maior a temperatura menor a concentração de T3 e T4, esta redução explicada pela relação existente entre as concentrações de hormônios tireoidianos e a temperatura ambiente em caprinos, sendo um mecanismo adaptativo para reduzir a produção de calor (RIBEIRO et al., 2016; 2017).

Após as primeiras modificações adaptativas que ocorrem no animal como resposta ao aumento da temperatura, como elevação nas frequências respiratória e cardíaca e na temperatura superficial, o sistema hipotalâmico-hipofisário-adrenal é ativado, aumentando o nível de cortisol e diminuindo o nível de colesterol (PICCIONE et al., 2012).

A maior média de cortisol foi registrada na temperatura de 32°C, isso ocorreu porque a alta temperatura dificulta o processo de termólise nos animais. As concentrações de cortisol obtidas neste estudo foram próximas aos valores médios descritos por RIBEIRO et al. (2017), porém, inferiores ao valor médio relatado por RIBEIRO et al. (2016) para caprinos em ambas pesquisas.

Entre os níveis de salinidade da água houve diferença significativa ($P < 0,05$) no nível de ureia e nos triglicérides, sendo que a ureia ficou mais elevada no nível de 6,0 dS m⁻¹ e mais baixa a 12 dS m⁻¹. No triglicéride este ficou mais elevado no nível de 12 dS m⁻¹ em relação a 6,0 dS m⁻¹.

Em relação aos níveis hormonais, estes não foram afetados ($P > 0,05$) pelos níveis de salinidade, onde mesmo os animais consumindo água com níveis elevados de sódio e cloro, estes não interferiram nestas variáveis. O excesso de NaCl pelos animais pode ter sua assimilação diminuída no trato digestivo, como também não ser absorvido pelas células do corpo, sendo eliminado via urina e fezes (GONZALEZ, 2000).

Tabela 3. Variáveis bioquímicas e hormonais dos caprinos Moxotó e Canindé em função dos níveis de salinidade da água.

Variáveis	Salinidade (dS m ⁻¹)		
	1,0	6,0	12,0
<i>Bioquímicas</i>			
Glicose (mg/dL)	77,66±17,61	71,40±2,65	71,47±22,79
Uréia (mg/dL)	80,17±15,13b	84,87±21,14a	72,10±13,57c
Triglicéridios (mg/dL)	139,65±18,53ab	131,36±14,47b	147,23±23,80a
Colesterol (mg/dL)	85,88±24,46	91,05±31,23	85,36±24,95
Proteína (mg/dL)	6,01±1,09	5,95±1,21	5,88±1,33
Albumina (mg/dL)	2,65±0,66	2,68±0,71	2,29±0,69
Globulina (mg/dL)	3,36±0,99	3,27±0,94	3,60±1,26
A/G	0,90±0,40	0,90±0,38	0,84±0,82
AST (U/l)	76,34±13,42	75,27±15,71	76,85±14,98
GGT (U/l)	40,94±8,35	40,89±6,72	40,28±8,43
<i>Hormonais</i>			
Cortisol (ng/mL)	6,29±0,97	5,97±0,96	6,09±0,98
T3 (µg/dL)	1,43±0,34	1,33±0,35	1,38±0,37
T4 (ng/mL)	2,11±0,61	2,03±0,71	1,99±0,56

^{a,b}letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; AST= Aspartato Aminotransferase; GGT = Gamma Glutamil Transferase SL (GGT); T4 = tiroxina total; T3 = triiodotironina

As variáveis hormonais T4 e cortisol apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$) para o horário do dia (Tabela 4), onde o T4 apresentou valores de concentração decrescente até as 14h, e as 17h voltou a se elevar; o T3 não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$) durante o dia e o cortisol permaneceu mais elevado ao longo dia, diminuindo as 17h. Esta variação ocorre porque esses hormônios são de ritmo circadiano. A glândula tireoideana e adrenal desempenham papéis fundamentais no mecanismo de adaptação e animais bem adaptados respondem rapidamente às mudanças ambientais com os necessários ajustes fisiológicos (SEJIAN, 2013; RIBEIRO et al., 2015).

Tabela 4. Variáveis hormonais de caprinos da raça Moxotó e Canindé coletados ao longo do dia em câmaras climáticas.

Variáveis	Horários (h)				
	05	08	11	14	17
T4 (ng/mL)	2,95±0,33a	2,50±0,55b	1,63±0,30c	1,47±0,30c	2,35±0,27b
T3 (µg/dL)	1,44±0,36a	1,43±0,38a	1,32±0,35a	1,49±0,38a	1,31±0,30a
Cortisol (ng/mL)	6,48±0,47a	6,09±0,64ab	6,60±0,63a	6,64±0,67a	5,56±0,97b

^{a,b}Letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância T4 = tiroxina total; T3 = triiodotironina

As concentrações de T4 e T3 podem diminuir à medida que a temperatura do ar aumenta (HELAL et al., 2010; COSTA et al., 2015), e essa redução é um parâmetro adaptativo para reduzir o estresse por calor. O nível de cortisol encontrado neste estudo corresponde aos valores reportados em outros documentos em diferentes raças de cabras onde variam de 3 a 15 ng/mL (RIBEIRO et al., 2015; COSTA et al., 2015). O metabolismo é reduzido durante o estresse por altas temperaturas e acelerado durante o estresse por baixas temperaturas e essas mudanças são controladas pelos hormônios tireoidianos e cortisol (HELAL et al., 2010), que facilitam as mudanças fisiológicas envolvidas na adaptação.

4. CONCLUSÕES

As variáveis bioquímicas e hormonais de caprinos nativos sofrem mudanças em função da raça, temperatura, salinidade e do horário do dia, de modo que o metabolismo é reduzido no estresse por calor e acelerado na baixa temperatura. Mostrando que ocorrem mudanças quando o animal é submetido a estresse por calor para assim ajustar e controlar suas variáveis fisiológicas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-EISSA, M. S.; SAAD, A.; AL-FARRAJ, S. A. et al. Seasonal variation effects on the composition of blood in Nubian ibex (*Capra nubiana*) in Saudi Arabia. **African Journal of Biotechnology**, v.11, n. 5, p.1283-1286, 2012.
- ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V.; CHIZZOTTI, M.L. et al. Water and small ruminant production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 326-336, 2010.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.M. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2. ed. Viçosa. ed UFV, 269p. 2010.
- BARROS, A.C. Tipos característicos dos caprinos nativos. In:_____. **Caprinos nativos: Privilégio do Nordeste**. Aracaju – SE: SUDAP/CODEA, 1987. p. 155 – 138.
- BOYLES, S. Livestock and water. The Ohio State University Extension, 2009. 18 p. Available at: <<http://www.ag.ohiostate.edu/~beef/library/water.html>>. Acesso dat: five december 2017.

- COSTA, R. G.; RIBEIRO, J. M.; RIBEIRO, N. L. et al. Efeito da estação sobre as respostas hormonais de caprinos crioulos do semiárido do Brasil. **Actas Iberoamericanas de Conservación Animal**, v.6, p.424-431, 2015.
- DIGBY, S.N.; BLACHE, D.; MASTERS D.G; REVELL, D.K. Responses to saline drinking water offspring born to ewes fed high salt during pregnancy. **Small Ruminant Research**, v. 91, p. 87-92, 2010.
- GONZÁLEZ, F.H.D. **Uso de perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte.** In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. (Eds). Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.
- HELAL, A.; HASHEM, A. L. S.; ABDEL-FATTAH, M. S. et al. Effect of heat stress on coat characteristics and physiological responses of Balady and Damascus goats in Sinai, Egypt. **American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science**, v.7, n. 1, p.60–69, 2010.
- KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. Clinical biochemistry of domestic animals, (Academic Press), 2009.
- LEITE, P. G. **Comportamento ingestivo e respostas fisiológicas de fêmeas Morada Nova submetidas a diferentes temperaturas e níveis de salinidade da água.** Dissertação de Mestrado (Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande. 60 páginas, 2016.
- MATOS JÚNIOR, J. J. L. **Desempenho produtivo, respostas fisiológicas e comportamentais de ovinos mestiços confinados recebendo água salina.** Dissertação de Mestrado (Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande. 61páginas, 2016.
- MDLETSHE, Z.M.; CHIMONYO, M.; MARUFU, M.C. et al. Effects of saline water consumption on physiological responses in Nguni goats. **Small Ruminant Research**, v.153, p. 209-211, 2017.
- NIJDDA, A. A; SHUAI'BU, A. A; ISIDAHOMEN, C. E. Hematological and serum biochemical indices of sheep in semi-arid environment of northern Nigeria. **Global Journal of Science Frontier Research**. v.14, n.2, p.49–56, 2014.

- PAES, P. R.; BARIONI, G.; FONTEQUE, J. R. et al. Comparação dos valores hematológicos entre caprinos fêmeas da raça Parda Alpina de diferentes faixas etárias. **Veterinária Notícia**, v. 6, n. 1, p. 43-49, 2000.
- PEREIRA, E. R.; PEREIRA, J. E. S. PATERNIANI, J. J. A. et al. A importância da qualidade da água de dessedentação animal. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v.3 n.3, p.227-235, 2009.
- PICCIONE, G.; MESSINA, V.; VAZZANA, I. et al. Seasonal variations of some serum electrolyte concentrations in sheep and goats. **Comparative Clinical Pathology**, v.21, n. 5, p.911–915, 2012.
- RIBEIRO, N. L.; PIMENTA FILHO, E. C.; ARANDAS, J. K. G. et al. Multivariate characterization of the adaptive profile in Brazilian and Italian goat population. **Small Ruminant Research**. v.123, n.2-3, p.232–237, 2015.
- RIBEIRO, N. L.; COSTA, R. G.; PIMENTA FILHO, E. C. et al. Adaptive profile of Garfagnina goat breed assessed through physiological, haematological, biochemical and hormonal parameters. **Small Ruminant Research**, v.144, p.236-241, 2016.
- RIBEIRO, N. L.; COSTA, R. G.; PIMENTA FILHO, E. C. et al. Effects of the dry and the rainy season on endocrine and physiologic profiles goats in the Brazilian semi-arid region. *Italian Journal of Animal Science*, v.17, n.2, p.454-461, 2017.
- RIBEIRO, N. L.; COSTA, R. G.; PIMENTA FILHO, E. C. et al. Effects of the dry and the rainy season on endocrine and physiologic profiles goats in the Brazilian semi-arid region. **Italian Journal of Animal Science**, v.17, n.2, p.454-461, 2018.
- SAS INSTITUTE, 2001. SAS system for Windows. Version 9.1. Cary: SAS Institute Inc.
- SEJIAN, V.; MAURYA, V. P.; NAQVI, S. M. K. Adaptability and growth of Malpura ewes subjected to thermal and nutritional stress. **Tropical Animal Health and Production**, v. 42, n.8, p.1763-1770, 2010.
- SEJIAN V. Climate Change: Impact on production and reproduction, adaptation mechanisms and mitigation strategies in small ruminants: a Review. **The Indian Journal of Small Ruminants**, v.19, n.1, p.1-21, 2013.
- SILVA, R. M.; SOUZA, B. B.; GUIMARÃES, L. J. et al. Estresse térmico e sua influência na fisiologia hormonal de pequenos ruminantes. **Journal Animal Behaviour Biometeorology**, v.4, n.2, p.50-54, 2016.

**COMPORTAMENTO INGESTIVO E FISIOLÓGICO DE CAPRINOS
CONSUMINDO ÁGUA COM DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE
MANTIDOS EM AMBIENTE CONTROLADO**

Capítulo 3: Artigo

**COMPORTAMENTO INGESTIVO E FISIOLÓGICO DE CAPRINOS
CONSUMINDO ÁGUA COM DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE
MANTIDOS EM AMBIENTE CONTROLADO**

Resumo: O objetivo com este estudo foi avaliar o comportamento ingestivo e as variáveis fisiológicas das raças caprinas Moxotó e Canindé, submetidos a duas temperaturas distintas controladas em câmaras climáticas, consumindo água com diferentes níveis de salinidade. Foram utilizados 18 machos inteiros (9 Moxotó e 9 Canindé), alocados em câmaras climáticas de 19,71 m² de área e 2,38m de altura. Foram utilizados animais machos inteiros com idade média de 5,0±0,6 meses e peso médio de 20,0±2,3 kg, alojados em gaiolas metabólicas, providas de comedouros e bebedouros. Os animais foram submetidos a duas temperaturas controladas: T1= 26,0±0,6°C (zona de conforto térmico - ZCT) e T2=32,0±12,0 °C (acima da ZCT), consumindo água com três níveis diferentes de salinidade (1,0; 6,0 e 12,0 dS m⁻¹). Os dados das atividades comportamentais e pontuais de caprinos Canindé e Moxotó submetidos a duas faixas de temperatura de 26°C e 32° C, com exceção da atividade de comer e defecar que não apresentaram diferença significativa (P>0,05). A atividade pontual urinar foi influenciada por raça (P<0,05), onde a raça Moxotó apresentou menor frequência de urinar. A frequência cardíaca (FC) apresentou efeito significativo (P<0,05) entre as raças. Os níveis de salinidade interferem diretamente na ingestão de água, não afetando as demais variáveis comportamentais.

Palavras-chave: Água salgada, comendo, eficiência, ruminação, temperatura retal

INGESTIVE AND PHYSIOLOGICAL BEHAVIOR OF GOATS CONSUMING WATER WITH DIFFERENT LEVELS OF SALINITY KEPT IN CONTROLLED ENVIRONMENT

Abstract: The objective of this study was to evaluate the ingestive behavior and the physiological variables of the Moxotó and Canindé goats breeds, submitted to two different temperatures controlled in climatic chambers, consuming water with different levels of salinity. Eighteen whole males (9 Moxotó and 9 Canindé) were used, allocated in climatic chambers of 19.71 m² of area and 2.38m of right foot. The animals had mean age of 5.0 ± 0.6 months and mean weight of 20.0 ± 2.3 kg, housed in metabolic cages, provided with feeders and drinking fountains. The animals were submitted to two controlled temperatures: T1 = $26.0 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ (thermal comfort zone - ZCT) and T2 = $32.0 \pm 12.0^{\circ}\text{C}$ (above ZCT), consuming water with three different levels of salinity (1.0, 6.0 and 12.0 dS m⁻¹). Data on behavioral and punctual activities of Canindé and Moxotó goats submitted to two temperature ranges of 26°C and 32°C, except for eating and defecating, which did not present a significant difference ($P > 0.05$). The urinary punctual activity was influenced by race ($P < 0.05$), where the Moxotó breed presented less frequency of urination. Heart rate (HR) showed a significant effect ($P < 0.05$) between breeds. Salinity levels interfere directly with water intake, and do not affect the other behavioral variables.

Keywords: Eating, efficiency, rectal temperature, rumination, saltwater

1. INTRODUÇÃO

O desempenho produtivo dos caprinos, como de outras espécies domésticas, depende da interação de fatores do meio com a genética do animal, sendo imprescindível o conhecimento da capacidade de adaptação das espécies e raças exploradas no Brasil, bem como a determinação dos sistemas de criação e práticas de manejo que permitam a produção pecuária de forma sustentável, sem prejudicar o bem-estar dos animais (SOUZA et al., 2007).

A escassez ou falta de água potável para consumo dos animais é um obstáculo à sobrevivência nas regiões áridas e semiáridas, sendo comum encontrar homens e animais que compartilhem a mesma fonte de água, o que agrava o problema de saúde humana. Caprinos são oriundos de regiões com escassez hídrica e áreas montanhosas o que leva a serem adaptados às condições adversas de ambiente (ARAÚJO et al., 2010), A disponibilidade de água é importante, porém nas regiões áridas e semiáridas. Existem águas salinas que são oferecidas para os animais, o que pode resultar em baixa ingestão de matéria seca de alimento, interferindo na produção (MATOS JÚNIOR et al., 2016).

Os pequenos ruminantes têm a capacidade de adaptação às mais diversas condições de alimentação, manejo e ambiente, modificando suas variáveis de comportamento ingestivo para alcançar e manter determinado nível de consumo compatível com as exigências nutricionais, o qual depende de outras variáveis, como a qualidade dos ingredientes da ração, sobretudo as forragens, e os teores de fibra, que estão associadas ao estímulo da mastigação, produção de saliva, motilidade do rúmen e manutenção ruminal (BARRETO et al., 2011).

Os critérios de tolerância e adaptação dos caprinos podem ser determinados pelas medidas fisiológicas da respiração, batimentos cardíacos e temperatura corporal (ABI SAAB & SLEIMAN, 1995). A adaptação fisiológica, é 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 às altas temperaturas, são para MCDOWELL (1974), as duas classes principais de avaliação da adequação a ambientes quentes.

O estresse por calor provoca uma série de efeitos no metabolismo do animal, como por exemplo, a diminuição da ingestão de alimentos, o que pode comprometer o seu desempenho. Os caprinos são animais que apresentam mecanismos anatomo- fisiológicos propícios à sobrevivência em regiões com altas temperaturas e expostos a

um ambiente térmico, no qual a produção excede a eliminação de calor, as fontes que geram calor endógeno podem ser inibidas, principalmente o consumo de alimentos e o metabolismo basal e energético, enquanto a temperatura corporal, a frequência respiratória e a taxa de sudorese aumentam. Essas funções indicam tentativas do animal de minimizar o desbalanço térmico para manter a homeotermia (SOTA et al., 1996).

Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar o comportamento ingestivo e as variáveis fisiológicas das raças caprinas Moxotó e Canindé, submetidos a duas diferentes temperaturas controladas em câmara climática, consumindo água com diferentes níveis de salinidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos utilizados foram aprovados pelo Comitê de Ética de Uso de Animais da Universidade Federal da Paraíba (Protocolo nº 6167270818).

A pesquisa foi conduzida em duas câmaras climáticas, localizadas no Laboratório de Bioclimatologia Animal, no Setor de Bovinocultura de Leite do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias, Campus II da Universidade Federal da Paraíba - UFPB/Areia-PB. As câmaras climáticas utilizadas possuíam 19,71 m² de área, e 2,38 m de altura, confeccionadas com chapas de aço laminado com proteção anticorrosiva e preenchimento com isopor de alta densidade, iluminação interior de luz fluorescente. Os sistemas de resfriamento utilizados foram: condicionadores de ar, do tipo SPLIT com capacidade de 30.000 btus, e aquecimento através do uso de aquecedores de ar de resistência elétrica. A sala de controle era localizada ao lado das câmaras climáticas onde ficava o quadro de monitoramento da temperatura do ar e umidade (Figura 1).

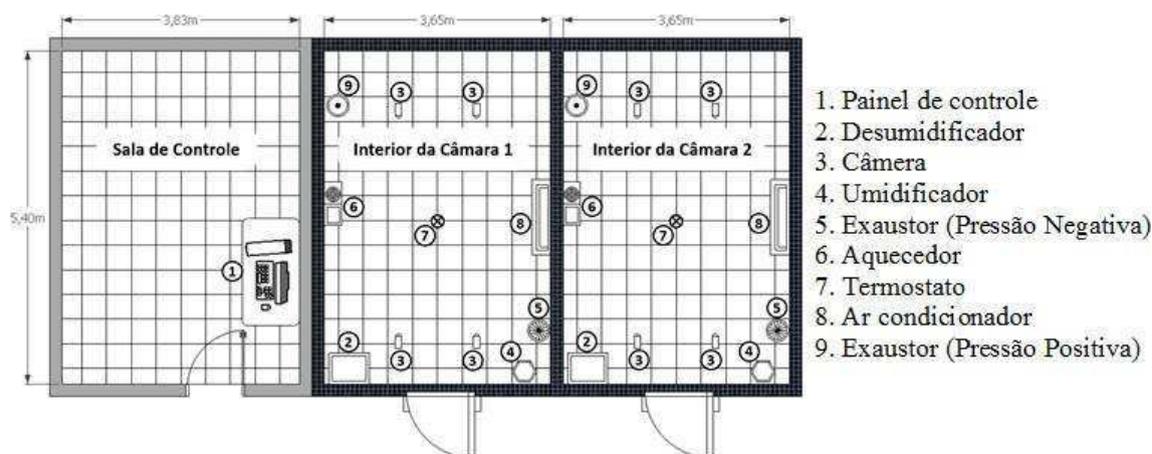


Figura 1. Layout interno das câmaras climáticas e da sala de controle

Para a umidificação e desumidificação foi utilizado um umidificador e desumidificador comercial. Todos estes equipamentos estavam acoplados ao sistema de controle MT-530 PLUS da *Full Gauge Controls*[®] que foi configurado via software SITRAD, responsável por registrar e armazenar dados de temperatura ambiente (TA) e umidade relativa (UR).

A aquisição dos dados via software SITRAD foi realizada através de um termistor (TA) e um umidiostato (UR), ambos localizados em um envoltório permeável e posicionados a altura do centro de massa dos animais ($\pm 1,50\text{m}$).

Foram utilizados 36 animais, 18 da raça Moxotó e 18 Canindé, machos não castrados com idade média de $5,0 \pm 0,6$ meses e pesando em torno de $20,0 \pm 2,3$ kg, alojados em gaiolas metabólicas no interior da câmara climática, provido de comedouros e bebedouros. Todos os animais foram inicialmente pesados, identificados por meio de numeração e vermifugados contra endo e ectoparasitos.

O procedimento experimental foi realizado em duas etapas, a primeira constituiu-se em submeter 18 animais (9 de cada raça) a temperaturas de 26°C e 32°C e aos 3 níveis de água salina ($1, 6$ e 12 dS m^{-1}), e a segunda etapa em submeter os animais a temperatura de 26°C e 32°C e aos mesmos níveis de salinidade da água. Para cada etapa foi adotado um período de 15 dias para adaptação ao ambiente controlado, manejo e alimentação e 5 dias para coleta de dados. Entre o final de uma temperatura e início da próxima, foi fornecido aos animais um período de cinco dias para recomposição de suas funções fisiológicas.

Em cada etapa os animais foram submetidos a um programa de 23 h com temperatura controlada, onde as luzes eram desligadas automaticamente às 18h e ligadas às 06h do dia seguinte, este procedimento visava submeter os animais a um período de 12 h contínuas de luz e 12 h de escuro. A câmara era aberta no período da manhã por 1h diária para limpeza da mesma e coleta das sobras de alimento e fezes.

A ração fornecida aos animais era composta por feno de tifton - *Cynodon dactylon*, (L) Pers (50,20kg), farelo de milho (34,69kg), farelo de soja (13,32kg), calcário (0,45kg) e 1,34 kg de núcleo mineral (nutriente/kg de suplemento: vitamina A 135.000,00 U.I.; Vitamina D3 68.000,00 U.I.; vitamina E 450,00 U.I.; cálcio 240 g; fósforo 71 g; potássio 28,2 g; enxofre 20 g; magnésio 20 g; cobre 400 mg; cobalto 30 mg; cromo 10 mg; ferro 2500 mg; iodo 40 mg; manganês 1350 mg; selênio 15 mg; zinco 1700 mg; flúor máximo 710 mg; solubilidade do fósforo (P) em ácido cítrico a 2% (min.), perfazendo uma composição química de 90,84% de matéria seca, 13,5% de proteína bruta, 1,43% de extrato etéreo e 51,94% de fibra em detergente neutro.

Durante todas as etapas do experimento os animais receberam ração completa, sendo ofertadas duas vezes ao dia, às 8h e às 16h, estimando-se a quantidade de alimento ingerido para estabelecer 20% de sobras, sendo fornecidas a cada animal duas porções de 0,400 kg por dia, totalizando 0,800 kg/dia/animal. O consumo foi quantificado pelo total fornecido menos as sobras no período de 24 h.

A água fornecida aos animais era procedente de um poço artesiano localizado na UFPB/CCA/Areia. Foi feita a análise química da água (Tabela 2) e o preparo da mesma com os níveis de salinidade desejados (1,0 - 6,0 e 12 dS/m). Fornecida uma vez ao dia, tendo o consumo quantificado de acordo com o total diário fornecido (07 L) menos as sobras no período de 24 h. Tanto para a ração quanto para a água, o consumo foi determinado por meio de pesagem em balança (MDLETSHE et al., 2017).

Os níveis crescentes de salinidade na água foram obtidos pela dissolução de cloreto de sódio (NaCl) na água, cuja quantidade foi determinada pela condutividade elétrica da água (CEa), de acordo com a equação (eq. (1)) proposta por RICHARDS (1954), de forma a alcançar os níveis (1,0 - 6,0 e 12 dS/m).

$$Q(\text{mg/L}) = 640 \times \text{CEa (dS/m)} \dots\dots\dots$$

(Eq. 1)

Inicialmente, três baldes de 200L cada, foram abastecidas com água, com o auxílio de um condutivímetro digital portátil (modelo ITCD – 1000 da marca

Instrutemp), foi realizada a leitura da condutividade da água a ser acrescida de NaCl. Diante do resultado encontrado, o NaCl foi dissolvido e misturado na água até que a solução atingisse a condutividade elétrica desejada, conforme análise (Tabela 1) realizada no Laboratório de Solos e Engenharia Rural da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Tabela 1. Água acrescida de cloreto de sódio (NaCl).

Variáveis	Análise da água		
	1,0	6,0	12,0
pH	6,20	6,40	6,60
Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{Cm}^{-1}$)	0,09	5,26	11,42
Cálcio (mg L^{-1})	32	15,0	18,0
Magnésio (mg L^{-1})	35,0	30,0	30,0
Sódio (mg L^{-1})	0,63	62,7	137,4
Potássio (mg L^{-1})	7,0	7,0	7,0
Cloretos (mg L^{-1})	1,83	78,5	176,5

Para as variáveis fisiológicas de frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FR), temperatura retal (TR), temperatura do pelo (TPêlo) (DELLINGER, 2005), as mesmas foram aferidas no 11º e no 18º dia experimental, das coletas experimentais, duas vezes ao dia, às 10h e às 14 h.

A FR foi obtida pela auscultação indireta das bulhas, com auxílio de um estetoscópio flexível ao nível da região laringo-traqueal. A FC foi quantificada com o auxílio de um estetoscópio na região da terceira costela do animal, na região lateral do tórax, durante o período de 1 minuto. Para mensuração da TR foi utilizado um termômetro clínico veterinário com escala até 44 °C, introduzido no reto do animal, permanecendo por um período de um minuto. A TPêlo foi determinada por meio de um termômetro infravermelho (modelo MT-320 digital), que era apontado em direção a parte anatômica encoberta do pêlo do animal.

Os comportamentos foram registrados de acordo com a metodologia proposta por MARTIN & BATESON (2007) por amostragem instantânea e contínua, utilizando o método de amostragem focal e intervalos de amostragem de 05 min de forma direta, com períodos contínuos de 24 h de 08h para 08h. As variáveis comportamentais foram: alimentação, ruminção, ociosidade, beber entre outras (Tabela 2).

Tabela 2. Medidas comportamentais registradas para avaliar o comportamento ingestivo de caprinos da raça Moxotó e Canindé

Comportamento	Descrição
Alimentando	Mastigando
Ruminando	Mastigando alimento regurgitado, seja em pé ou em posição deitada
Bebendo	Engolindo água
Ócio	Permanente sem qualquer movimento ou comportamento
Outros	Defecando, urinando e bebendo água.

Adaptado de Norouzian (2015).

Os resultados relativos às eficiências de alimentação e ruminação do comportamento ingestivo foram obtidos como equações:

- (a) $EA = IMS / TA$;
- (b) $EA = IFDN / TA$;
- (c) $ER = IMS / TR$;
- (d) $ER = IFDN / TR$;
- (e) $TTM = TA + TR$,

em que: EA = eficiência de alimentação (g MS / min); IMS= ingestão de matéria seca (g MS / min); TA = tempo de alimentação (min / dia); ER = eficiência de ruminação (g MS / min); IFDN = ingestão de fibra em detergente neutro (g FDN / min); TR = tempo de ruminação (min / dia); TTM = tempo total de mastigação (min / dia) (MOURA et al., 2016).

Também observou-se continuamente o número de vezes que o animal defecou, urinou e procurou água, anotando a observação visual dos animais durante 24 horas, sendo realizada por observadores treinados em um sistema de alternância, estrategicamente posicionado para não promover mudanças na rotina dos animais. Durante a coleta de dados, na observação noturna dos animais, o ambiente foi mantido sob iluminação artificial através de lanternas.

Foram distribuídos 36 animais em um delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial de 2 x 2 x 3, sendo 2 raças, 2 temperaturas e 3 níveis de salinidade, com 6 repetições, o experimento foi repetido no tempo, totalizando 72 animais. As médias dos resultados foram avaliadas utilizando análise de variância (ANOVA) e para comparar as médias foi utilizado o procedimento *General Linear*

Models com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade com o auxílio do software SAS 9.1 (2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades comportamentais contínuas não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) entre as raças (Tabela 3), onde os animais passaram a maior parte o tempo em ócio (70,06 %), comendo (15,74%), ruminando (13,37%) e bebendo (0,83%), e este maior tempo em ócio pode estar associado ao fato dos animais estarem em confinamento e a dieta oferecida, sendo que a ruminação como também o TTM é dependente do tipo de alimento que os animais consomem, e estes tinham aproximadamente 50% da composição com concentrado e 50% de feno de tifton, que tem uma taxa de degradação no rúmex mais rápida (CARVALHO et al., 2006).

Tabela 3. Atividades comportamentais contínuas e pontuais de caprinos da Raça Canindé e Moxotó submetidos a duas temperaturas em câmara climática.

Variáveis	Raça		Temperatura (°C)	
	Canindé	Moxotó	26	32
<i>Atividades comportamentais (min/dia)</i>				
Comendo	209,58±75,53	243,75±79,37	231,11±76,3	222,22±82,10
Bebendo	13,33±11,89	10,56±10,20	7,36±5,91b	16,52±13,08a
Ruminando	198,47±94,84	186,53±92,87	247,22±90,32a	137,78±58,08b
Ócio	1018,75±121,22	999,17±124,11	954,44±120,69b	1063,48±98,06a
TTM	408,06±122,73	430,28±124,71	478,33±119,32a	360,00±97,11b
<i>Atividades pontuais (vezes/animal/dia)</i>				
Fezes	4,94±4,08	4,19±2,41	5,08±3,28	4,06±3,39
Urina	6,03±3,72a	3,11±1,92b	4,67±3,07	4,47±3,53
Água	3,58±2,13a	2,44±1,50b	2,44±1,81b	3,58±2,32a

^{a,b} letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade; TTM = tempo total de mastigação

Nas atividades pontuais o número de vezes que os animais urinaram e consumiram água foram mais elevadas ($P<0,05$) na raça Canindé, fatos que podem estar associados a coloração destes animais, que por terem pelagem mais escura podem absorver mais energia e dessa forma possuem maior necessidade de água.

Nas atividades comportamentais contínuas e pontuais das raças caprinas entre as temperaturas (Tabela 3), observa-se que as atividades comendo, defecando e urinando não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$), sendo as atividades bebendo, ócio e água mais elevadas na temperatura de estresse térmico, e as atividades ruminando e TTM apresentaram-se mais baixas na temperatura termoneutra. Os animais dessa

pesquisa passaram cerca de 15,90 h em ócio na temperatura de 26°C e cerca de 17,72 h na temperatura de 32°C, fato que pode estar associado ao confinamento, sendo que animais a pasto passam cerca de 10h na atividade de ócio (ÍTAVO et al., 2008).

O consumo é uma variável que pode ser influenciada pela temperatura, nesse caso foi semelhante nas duas temperaturas, porém o animal passou mais tempo ruminando e menor tempo em ócio na temperatura de 26°C do que na de 32 °C, isso ocorreu por que a temperatura de 26°C está dentro da zona de conforto térmico, sendo assim os animais passaram mais tempo ruminando, o que acarreta em maior produção de calor endógeno. A medida que a temperatura aumentou a ruminação diminuiu, com o intuito de diminuir a produção de calor endógeno e facilitar a permanência do animal dentro da sua zona de conforto térmico. Inversamente a esse fato o animal manteve-se menos tempo em ócio na temperatura de 26 °C e mais tempo na temperatura de 32°C.

A atividade bebendo água e visita aos bebedouros elevou-se com o aumento da temperatura, e esses aumentos ocorrem para que o animal utilize os mecanismos evaporativos para se manter em homeostase. As mudanças nas funções biológicas dos animais devido à exposição ao estresse térmico incluem alteração no consumo (GRACIANO, 2013) utilização e metabolismo de água, energia, proteína e minerais, mudanças nas reações enzimáticas, além de acarretar mudanças nas atividades comportamentais (ROBERTO, 2012) e nas frequências fisiológicas (SOUZA et al., 2005). Animais submetidos ao estresse térmico reduzem o número de idas ao cocho e a taxa de consumo de matéria seca por refeição (MEDEIROS et al., 2007), elevando o consumo de água (BERNABUCCI et al., 2010).

Entre os diferentes níveis de salinidade nas atividades comportamentais apenas a atividade bebendo apresentou diferença significativa ($P < 0,05$), elevando com o nível de salinidade (Tabela 4), e isto é devido às concentrações de sólidos dissolvidos totais menos tóxicos presentes na água, o que pode aumentar a sua ingestão sem prejudicar a fisiologia animal, devido à capacidade desses animais em se adaptarem à água salina (BOYLES, 2009).

Tabela 4. Atividades comportamentais contínuas e pontuais de caprinos da Raça Canindé e Moxotó submetidos a três níveis de salinidade na água coninados em câmara climática.

Variáveis	Salinidade dS m ⁻¹		
	1	6	12
Atividades comportamentais (min/dia)			
Comendo	204,17±74,80	253,13±70,94	222,71±85,31
Bebendo	6,25±9,47c	13,96±9,21b	15,63±12,36a
Ruminando	189,38±81,15	203,13±98,43	185,00±102,28
Ócio	1040,42±82,54	969,79±108,90	1016,67±157,26
TTM	300,73±152,67	314,87±143,88	303,29±164,54
Atividades pontuais (vezes/animal/dia)			
Fezes	5,04±3,59	4,42±3,23	4,25±3,31
Urina	3,42±1,98	5,21±3,62	5,08±3,78
Água	2,88±1,60	3,17±2,06	3,00±2,13

^{a,b} letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade; TTM = tempo total de mastigação

Os níveis de salinidade da água não influenciaram ($P>0,05$) nas atividades pontuais (Tabela 4), demonstrando que esses animais tentam ou ingerem mais água, podendo ser um mecanismo de tolerância aos níveis de salinidade estudados. Isso nos mostra também que os animais confinados tendem a apresentar comportamento semelhante, devido à permanência em baias individuais, e pela semelhança entre as fontes de nutrientes usadas nas dietas (NOMURA, 2008).

A eficiência de alimentação FDN entre as raças apresentou diferença significativa ($P<0,05$) apresentando-se mais elevada na raça Moxotó (Tabela 5).

Tabela 5. Médias e desvio padrão da eficiência alimentar (EA) e eficiência de ruminação (ER) da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN) de caprinos da Raça Canindé e Moxotó submetidos a duas temperaturas em câmara climática.

Variáveis	Raça		Temperatura (°C)	
	Canindé	Moxotó	26	32
EAMS (g MS/h)	369,00±150,99	353,67±115,59	349,10±115,57	373,57±150,39
EAFDN (g MS/h)	530,39±192,94b	716,13±261,01a	670,41±267,81	576,11±216,33
ERMS (g FDN/h)	340,12±161,59	272,42±135,36	379,41±154,82a	233,18±108,74b
ERFDN (g FDN/h)	511,23±285,80	564,14±311,64	717,48±298,28a	357,89±157,38b

^{a,b} letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade

Entre as temperaturas a eficiência de ruminação MS e FDN apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) (Tabela 5), com o aumento da TA eles diminuiram o tempo de ruminação, uma forma de diminuir a produção endógena de calor.

Tabela 6. Médias e desvio padrão da eficiência alimentar (EA) e eficiência de ruminação (ER) da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN) de caprinos das raças Canindé e Moxotó submetidos a três níveis de salinidade na água em câmara climática.

Variáveis	Salinidade dS m ⁻¹		
	1	6	12
EAMS (g MS/h)	324,64±147,63	387,74±111,09	371,63±137,23
EAFDN (g MS/h)	585,90±249,26	683,13±234,701	600,74±253,74
ERMS (g FDN/h)	300,73±152,66	314,87±143,88	303,29±164,54
ERFDN (g FDN/h)	554,21±312,17	555,20±278,37	503,64±312,28

^{a,b} letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade

Entre as raças houve diferença significativa ($P < 0,05$), para a FC e TR (Tabela 7), onde a FC foi mais elevada na raça Moxotó e a TR mais elevada na raça Canindé, sendo que a FR e as TS foram semelhantes em ambas raças. O maior valor da FC no Moxotó pode ser devido ao animal possuir um porte maior, mas, nas duas raças a FC ficou dentro da normalidade para a espécie, que deve ser de 70 a 120 bat min⁻¹ (FRASER, 1996), existindo variação em relação a raça, categoria animal, alimentação, esforço físico, etc. Valores semelhantes (95,04 bat min⁻¹) para caprinos da raça Moxotó foram observados por SANTOS et al. (2005). MIRANDA et al. (2016) trabalhando com caprinos da raça Boer em câmaras climáticas onde observou valor médio da FC de 116,2 bat min⁻¹ na temperatura de 33,4°C.

Tabela 7. Variáveis fisiológicas de caprinos da Raça Canindé e Moxotó submetidos a duas temperaturas e em dois turnos

Variáveis	Raça		Temperatura		Turno	
	Canindé	Moxotó	26	32	10hs	14hs
FRmov./mi	23,59±8,21	24,92±8,49	20,48±3,01b	26,52±9,64a	23,16±5,74b	25,35±10,2a
FCbat./min	90,76±13,2b	98,20±13,1a	94,16±12,77	94,68±14,23	96,14±14,1a	92,83±13,0b
TR °C	38,79±0,34b	38,59±0,34a	38,57±0,37b	38,77±0,32a	38,65±0,36b	38,74±0,34a
TC °C	31,73±2,73	31,87±2,89	29,26±1,76b	33,32±2,13a	31,51±2,74	32,09±2,84
TA °C	32,21±2,65	32,46±2,66	29,93±1,87b	33,78±1,90a	31,89±2,63b	32,78±2,61a
TAB °C	32,50±2,54	33,00±2,77	30,53±2,03b	34,08±2,04a	32,37±2,65b	33,12±2,64a
TP °C	32,54±2,58	33,01±3,05	30,12±2,00b	34,37±1,90a	32,65±2,70	32,90±2,95
TCAN °C	31,35±3,16	31,28±3,60	28,19±2,41b	33,19±2,32a	31,06±3,31	31,58±3,44
TF °C	33,71±2,88	33,72±2,81	31,56±2,62b	35,00±2,10a	33,73±2,60	33,69±3,08

TS °C	32,29±2,56	32,56±2,76	29,93±1,55b	33,96±1,83a	32,20±2,52	32,70±2,67
-------	------------	------------	-------------	-------------	------------	------------

^{a,b} letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade; TTM = tempo total de mastigação; Frequência respiratória = FR; frequência cardíaca= FC; temperatura retal = TR; temperatura de costado = TC; temperatura de anca = TA; temperatura de abdômen =TAB; temperatura de paleta = TP; temperatura de canela = TCAN; Temperatura de frente = TF; temperatura superficial = TS

Entre as temperaturas apenas a FC não apresentou diferença ($P>0,05$), sendo que as demais variáveis apresentaram-se mais elevadas na temperatura de estresse (32°C) (Tabela 7). A elevação da FR na temperatura de estresse ocorre pela tentativa do animal em eliminar calor corporal pela forma latente, onde os animais ativam seu mecanismo de controle térmico a fim de maximizar a dissipação de calor com vistas à manutenção da homeotermia (GOMES et al., 2008). A elevação da FR é uma das primeiras reações quando os animais são expostos ao calor (SILANIKOVE, 2000), sendo a vasodilatação periférica, sudorese e aumento da frequência respiratória as primeiras reações. Os valores da FR apresentaram-se dentro do limite considerado normal (abaixo de 40 mov min⁻¹) para caprinos (SILANIKOVE, 2000). LUCENA et al. (2013) trabalhando em câmara climática com caprinos das raças Canindé e Moxotó observaram valores para a FR de 24 a 29 mov min⁻¹ nas temperaturas de 20,6 e 27,8 °C, estando esses valores também dentro do limite de normalidade considerado para a espécie caprina.

A elevação da TR ocorre em razão do acúmulo de calor endógeno nos animais, porém manteve-se dentro dos limites de conforto térmico para os animais, mostrando que os caprinos das raças Canindé e Moxotó apresentaram uma capacidade de dissipação de calor elevada visto que a TR, é uma variável fisiológica de referência para a avaliação da homeotermia, apresentou-se dentro da normalidade para as duas temperaturas em estudo que segundo SWENSON & REECE (2006), se situa entre 38,8 e 40,0 °C. A variação da TR nas duas temperaturas foi de 0,52 ° C, dentro do limite, pois de acordo com PICCIONE & REFINETTI (2003) a variação deve ser de 0,3°C e 1,9°C.

Esta capacidade dos caprinos em manter a TR normal mesmo em ambientes com temperatura do ar considerado acima da zona de conforto térmico, também foi relatada por CAMPO & BOERE (2008), BARRETO et al. (2011) e LUCENA et al. (2013) trabalhando em câmara climática com as raças Canindé e Moxotó. RIBEIRO et al. (2018) observaram que a TR de caprinos do grupo genético Azul não sofreu efeito de estação (seca e chuvosa) no semiárido nordestino. Trabalhando em diferentes condições

ambientais outros autores (PHULIA et al., 2010, AIURA et al., 2010, LUCENA et al., 2013, RIBEIRO et al., 2016) mostraram que a TR permanece dentro da faixa adequada para cabras.

As temperaturas superficiais de todas as partes do corpo dos animais elevaram-se à medida que a temperatura do ar aumentou (Tabela 7), isto ocorreu em razão da maior absorção de calor pela pele dos animais, como também pela vasodilatação periférica, que aumenta o fluxo sanguíneo para a superfície corporal, aumentando a TS do animal (BAÊTA & SOUZA, 2010). A transferência do fluxo sanguíneo para a superfície do corpo contribui para aumentar a TS e facilitar a dissipação de calor por mecanismo não evaporativo. Quando a temperatura do ar aumenta, o gradiente de temperatura entre a superfície corporal e o ambiente diminui, dificultando a dissipação de calor, aumentando assim a importância de mecanismos evaporativos como a FR.

LUCENA et al. (2013) trabalharam com caprinos da raça Moxotó e Canindé em câmara climática submetidos a quatro temperaturas (20; 24; 28 e 32°C) observaram que na temperatura de 32°C os animais elevaram a FR, FC e a temperatura da pele.

Entre os turnos a FR, FC e a TR foram mais elevadas ($P < 0,05$) no turno da tarde (Tabela 7). A elevação destas variáveis à tarde, mesmo com os animais mantidos na mesma temperatura, pode ser justificada pelo acúmulo de calor que ocorre nos animais, onde esses são mais ativos nas primeiras horas do dia, e a tarde utilizam mecanismos de perda de calor para manter a homeotermia (Tabela 3). Dentre esses mecanismos, para dissipar calor, podem-se citar: FR, FC, e aumento na ingestão de água (Tabela 3) (RODRIGUES, 2017).

Entre os diferentes níveis de salinidade não ocorreu diferença significativa ($P > 0,05$) em nenhuma das variáveis analisadas (Tabela 8), demonstrando a boa adaptabilidade dos caprinos à águas salinas, onde mesmo com elevação do consumo de água com níveis de salinidade aumentados não alterou estas variáveis.

Tabela 8. Médias e desvio padrão das variáveis fisiológicas dos caprinos Canindé e Moxotó nas diferentes concentrações de sais na água em câmara climática

Variáveis	Salinidade (dS m ⁻¹)		
	1	6	12
FRmov./mi	24,91±8,18	24,00±9,08	24,32±8,65
FCbat./min	94,14±12,54	95,73±14,57	93,87±13,76
TR °C	38,63±0,37	38,73±0,34	38,71±0,35
TC °C	31,93±2,76	31,89±2,71	31,66±2,91

TA °C	32,35±2,48	32,48±2,78	32,23±2,68
TAB °C	32,93±2,52	32,51±2,71	32,82±2,73
TP °C	32,68±2,72	32,77±2,72	32,86±2,98
TCAN °C	31,29± 3,36	31,29±3,66	31,38±3,19
TF °C	33,89±3,11	33,68±2,71	33,62±2,76
TS °C	32,51±2,55	32,44±2,59	32,43± 2,66

^{a,b} letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade; TTM = tempo total de mastigação; Frequência respiratória = FR; frequência cardíaca= FC; temperatura retal = TR; temperatura de costado = TC; temperatura de anca = TA; temperatura de abdômen =TAB; temperatura de paleta = TP; temperatura de canela = TCAN; Temperatura de frente = TF; temperatura superficial = TS;

4. CONCLUSÕES

A temperatura do ar interfere nas variáveis comportamentais e na variável pontual bebendo, como também na eficiência da ruminação. Os animais passaram mais tempo em ócio e menos tempo ruminando na temperatura de estresse.

Os níveis de salinidade não interferiram nas variáveis comportamentais e na eficiência, mas o número de vezes que o animal foi ao bebedouro aumentou em função do aumento da salinidade na água.

As variáveis fisiológicas aumentaram em função da temperatura do ar e do turno do dia, mostrando-se mais elevadas na temperatura de 32°C. A salinidade da água não interferiu nas variáveis fisiológicas. Os caprinos da raça Moxotó e Canindé apresentaram temperatura retal dentro da faixa de conforto para a espécie nas duas temperaturas em estudo, para manter a TR os animais lançaram mão da FR e da TS.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABI SAAB, S.; SLEIMAN, F.T. Physiological responses to stress of filial crosses compared to local Awassi sheep. **Small Ruminant Research**, v. 16, n.1, p.55-59, 1995.
- AIURA, A. L. O.; AIURA, F. S.; SILVA, R. G. Thermoregulatory responses of Saanen and oberhasli goats in tropical environments. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.228, p.605-608, 2010.
- ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V.; CHIZZOTTI, M.L. et al. Water and small ruminant production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.326-336, 2010.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.M. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2. ed. Viçosa. ed UFV, 269p. 2010.

- BARRETO, L. M. G.; MEDEIROS, A. N.; BATISTA, A. M. V. et al. Comportamento ingestivo de caprinos das raças Moxotó e Canindé em confinamento recebendo dois níveis de energia na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.834-842, 2011.
- BERNABUCCI, U., LACETERA, N., BAUMGARD, L. H. et al. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. **Animal**. v.4, n.7, p. 1167-1183, 2010.
- BOYLES, S. **Livestock and water**. The Ohio State University Extension, 2009. 18 p. Available at: <[http:// www.ag.ohiostate.edu/~beef/library/water.html](http://www.ag.ohiostate.edu/~beef/library/water.html)>. Acesso dat: five december 2017.
- CAMPO, D. C.; BOERE, V. Há equivalência entre a temperatura da membrana timpânica e a temperatura retal em ovinos Santa Inês normotérmicos. **Ciência Rural**, v.38, n.6, p.1781- 1783, 2008.
- CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; VELOSO, C. M. et al. Degradabilidade ruminal do feno de forragens tropicais. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, n.1, p. 81-85, 2006.
- FRASER, C. M. **Manual merck de veterinária: Um manual de diagnóstico, tratamento, prevenção e controle de doenças para o veterinário**. São Paulo: Roca, 1996. 169p.
- GOMES, C. A. V.; FURTADO, D. A.; MEDEIROS, A. N. et al. Efeito do ambiente térmico e níveis de suplementação nos variáveis fisiológicos de caprinos Moxotó. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.2, p.213- 219, 2008.
- GRACIANO, D. E. **Aplicações da termografia infravermelha na produção animal**. 2013. 65f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, 2013.
- ÍTAVO, L. C. V.; SOUZA, S. R. M. B. O.; RIMOLI, J. et al. Diurnal intake behavior of bovines in continuous or rotational grazing. **Archivos de Zootecnia**, v.57, n.217, p. 43-52, 2008.
- LUCENA, L. F. A.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B. et al. Physiological responses of native goats maintained in a thermoneutral temperature and thermal stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.6, p.672 – 679, 2013.

- MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring behavior: an introductory guide**. 3rd ed. Cambridge University Press, Cambridge. 187p. 2007
- MATOS JÚNIOR, J. J. L. **Desempenho produtivo, respostas fisiológicas e comportamentais de ovinos mestiços confinados recebendo água salina**. Dissertação de Mestrado (Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande. 61páginas, 2016.
- McDOWELL, R.E. **Bases biológicas de la producción animal em zonas tropicales**. 1. ed. Zaragoza: Acribia, 692p, 1974.
- MDLETSHE, Z.M.; CHIMONYO, M.; MARUFU, M.C. et al. Effects of saline water consumption on physiological responses in Nguni goats. **Small Ruminant Research**, v.153, p. 209-211, 2017.
- MEDEIROS, L. F. D.; VIERIS, D. H.; OLIVEIRA, C. A. Avaliação de variáveis fisiológicas de caprinos SPRD (sem padrão racial definido) pretos e brancos de diferentes idades, à sombra, no município do Rio de Janeiro. **Boletim da Indústria Animal**, v. 64, n. 4, p. 277-287, 2007.
- MIRANDA, J. R. **Respostas fisiológicas e hormônio cortisol como indicadores de estresse térmico em caprinos Boer em câmara climática**. 2016. 68f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2016.
- MOURA, J. H. A.; ARAUJO, G. G. L.; SARAIVA, E. P. et al. Ingestive behavior of crossbred Santa Inês sheep fed water with different salinity levels. **Semina Ciências Agrárias**, v. 37, n.2, p.1057-1068, 2016.
- NOMURA, T. M.; ÍTAVO, C. C. B. F.; WALKER, C. C. et al. Comportamento ingestivo de ovinos. In: Mostra científica de medicina veterinária e zootecnia da faculdade de medicina veterinária e zootecnia da universidade federal de mato grosso do sul, 1., 2008, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2008.
- NOROUZIAN, M. A. Effect of weaning method on lamb behavior and weight gain. **Small Ruminant Research**, v.133, p. 17-20, 2015.
- PHULIA, S. K.; UPADHYAY, R. C.; JINDAL, S. K. et al. Alteration in body surface temperature and physical responses in Sirohi goats during day time in the summer season. **Indian Journal of Animal Science**, v.80, n.4, p.340-342, 2010.

- PICCIONE, G.; REFINETTI, R. Thermal chronobiology of domestic animals. **Frontiers in Bioscience**, v.8, p. 258-264, 2003.
- RIBEIRO, N. L.; COSTA, R. G., PIMENTA FILHO, E. C. et al. Adaptive profile of Garfagnina goat breed assessed through physiological, haematological, biochemical and hormonal parameters. **Small Ruminant Research**, v 144, p.236-241, 2016.
- RIBEIRO, N. L.; COSTA, R. G.; PIMENTA FILHO, E. C. et al. Effects of the dry and the rainy season on endocrine and physiologic profiles goats in the Brazilian semi- arid region. **Italian Journal of Animal Science**, v.17, n.2, p.454-461, 2018.
- ROBERTO, J. V. B. **Efeito do ambiente térmico e uso de termografia de infravermelho em caprinos Saanen e seus mestiços com o Boer no semiárido Brasileiro**. 2012. 89f. Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos, PB, 2012.
- RODRIGUES, E. **Conforto térmico das construções**. 3. Fisiologia da homeotermia. Disponível em: <http://ead.sitescola.com.br/arquivo/documento/homeotermia.pdf>. Acesso: Agosto de 2017.
- SANTOS, F. C. B; SOUZA, B. B; ALFARO, C. E. P. et al. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semiárido do nordeste brasileiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.142- 149, 2005.
- SAS INSTITUTE, 2001. SAS system for Windows. Version 9.1. Cary: SAS Institute Inc.
- SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v. 67, n.1-2, p. 1-18, 2000.
- SOTA, R. L. DE LA; RISCO, C. A.; MOREIRA, F. Efficacy of a timed insemination program in dairy cows during summer heat stress. **Journal Animal Science, Champaign**, v. 74, p. 133, 1996. Supplement1.
- SOUZA, D. E.; SOUZA, B. B.; SOUZA, W. H. et al. Determinação dos variáveis fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no semiárido. **Ciência Agrotécnica**, v.29, n.1, p.177-184. 2005.
- SWENSON, M. J.; REECE, W. O. Dukes – **Fisiologia dos Animais Domésticos**. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro. 12 ed. 2006, 962p.

**CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DE CAPRINOS CONSUMINDO ÁGUA
COM DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE MANTIDOS EM AMBIENTE
CONTROLADO**

Capítulo 4: Artigo

CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DE CAPRINOS CONSUMINDO ÁGUA COM DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE MANTIDOS EM AMBIENTE CONTROLADO

Resumo: Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito dos níveis de salinidade da água ofertada sobre o consumo e digestibilidade de alimentos por caprinos das raças Moxotó e Canindé, submetidos a duas temperaturas ($26,0 \pm 0,6$ e $32,0 \pm 1,2$ °C, termoneutra e acima da zona de conforto térmico, respectivamente), consumindo água com três níveis de salinidade (1,0, 6,0 e 12,0 dS m⁻¹), utilizando-se 36 machos inteiros (18 de cada raça), com idade média de $5,0 \pm 0,6$ meses e peso médio de $20,0 \pm 2,3$ kg, alojados em gaiolas metabólicas no interior das câmaras climáticas. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial 2 x 2 x 3, e as médias avaliadas utilizando análise de variância e o teste de Tukey. Os diferentes níveis de salinidade não influenciaram as variáveis de consumo e a digestibilidade de nutrientes, exceto o consumo de água, e os animais apresentaram tolerância ao consumo de águas com até 12,0 dS m⁻¹. As condutividades elétricas das águas ofertadas não afetaram a fisiologia dos animais, contribuindo para uma ingestão adequada de nutrientes. A elevação dos níveis de salinidade causam elevação na excreção dos minerais, principalmente potássio e sódio.

Palavras-chave: Água salina, câmara climática, matéria seca, nitrogênio

CONSUMPTION AND DIGESTIBILITY OF GOATS CONSUMING WATER WITH DIFFERENT LEVELS OF SALINITY KEPT IN A CONTROLLED ENVIRONMENT

Abstract: Objective of this study was to evaluate the effect of salinity levels of drinking water on the consumption and digestibility of food by Moxotó and Canindé goats submitted to two temperatures (26.0 ± 0.6 and 32.0 ± 1), Consuming water with three salinity levels (1.0, 6.0 and 12.0 dS m⁻¹), using 36 whole males (18 of each with a mean age of 5.0 ± 0.6 months and an average weight of 20.0 ± 2.3 kg housed in metabolic cages inside the climatic chamber, provided with feeders and drinking fountains. The animals were distributed in a completely randomized design, with a factorial scheme of 2 x 2 x 3, and the means of the results evaluated using analysis of variance and the Tukey test. The different salinity levels did not influence the consumption variables and the nutrient digestibility, except for the water consumption, and the animals showed tolerance to water consumption up to 12dS m⁻¹. The electrical conductivities of the water supplied did not affect the physiology of the animals, contributing to an adequate intake of nutrients. The elevation of salinity levels causes an increase in the excretion of minerals, mainly potassium and sodium.

Keywords: Climatic chamber, dry matter, nitrogen, saline water

1. INTRODUÇÃO

A água é um componente essencial na dieta de ruminantes, associada às funções relacionadas à digestão, transporte, metabolismo, absorção e regulação da temperatura corporal dos animais (VOLTOLLINI, 2011). Segundo ARAÚJO et al. (2010) os caprinos apresentam uma significativa adaptabilidade ao consumo de águas com crescentes níveis de sólidos dissolvidos totais (SDT), entretanto este consumo para animais domésticos deve ser fornecida de forma gradativa, favorecendo a adaptação e a aceitabilidade da água com qualidade inferior, evitando a interferência dessas características no consumo e digestibilidade dos nutrientes.

Para a dessedentação animal, são várias as estratégias a serem utilizadas pelos produtores no semiárido brasileiro, podendo ser destacadas: as cacimbas, os barreiros, os pequenos açudes, as cisternas e os poços. Dentre os citados, os poços que em sua maioria são de águas salobras ($5-9 \text{ dS m}^{-1}$), tornam-se, muitas vezes, as únicas fontes de água para beber, principalmente, nos períodos de seca. (COSTA, 2012).

A qualidade da água é um fator importante não apenas para o consumo, mas principalmente porque influencia na ingestão de alimentos e no desempenho produtivo, tornando-se um fator limitante à produção animal, com ênfase nas regiões áridas e semiáridas, onde os recursos hídricos são, na maioria das vezes, salinos (ARAÚJO, 2011).

O maior consumo de água ocorre nos horários mais quentes do dia, em temperaturas mais elevadas e quando há maiores níveis de suplementação, ou seja, maior consumo de matéria seca e proteínas (POMPEU et al., 2009). A quantidade de água ingerida e sua frequência de ingestão variam com a composição química do alimento, da água, clima e as características inerentes aos próprios animais.

Segundo o NRC (2007) existe uma correlação entre o consumo de matéria seca e de água, sendo que para cada quilograma de matéria seca consumida, o animal deve ingerir 2,87 litros de água. Existem cuidados especiais de manejo durante o estresse, principalmente os associados com a qualidade e temperatura da água, já que o aumento no seu consumo beneficia os animais, ao atuar como atenuador do calor.

Dentre as raças caprinas existentes no Brasil, a Canindé e a Moxotó destacam-se como alternativa para pequenos e médios criadores, designada como animal de raça que tolera e produz nas condições de semiaridez, mostrando-se bastante fértil, prolífica,

precoce e boa habilidade materna. Portanto, objetivou-se com o estudo avaliar o efeito dos níveis de salinidade da água de bebida sobre o consumo, digestibilidade e excreção urinária de minerais por caprinos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos utilizados foram aprovados pelo Comitê de Ética de Uso de Animais da Universidade Federal da Paraíba (CEUA), (Protocolo nº 6167270818).

A pesquisa foi conduzida em duas câmaras climáticas, localizadas no Laboratório de Bioclimatologia Animal, no Setor de Bovinocultura de Leite do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias, Campus II da Universidade Federal da Paraíba - UFPB/Areia-PB. Cada câmara climática possui 19,71 m² de área, pé-direito de 2,38 m, confeccionada em chapas de aço laminado com proteção anticorrosiva e preenchimento em isopor de alta densidade, iluminação interior de luz fluorescente. Os sistemas de resfriamento utilizados foram condicionadores de ar do tipo SPLIT com capacidade de 30.000 btus, e o aquecimento através de aquecedores de ar de resistência elétrica. Ao lado da câmara climática há uma sala de controle com quadro de regulação da temperatura e umidade (Figura 1).

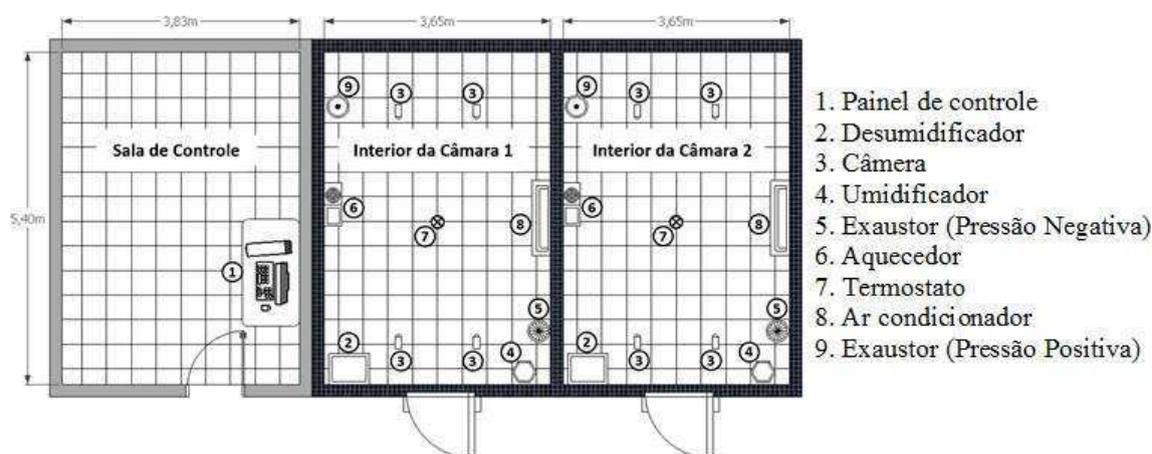


Figura 1. Layout interno das câmaras climáticas e da sala de controle

Para a umidificação e desumidificação foram utilizados umidificadores e desumidificadores comerciais acoplados ao sistema de controle MT-530 PLUS da *Full Gauge Controls*®, configurados via software SITRAD, responsável por adquirir e

armazenar os dados de temperatura ambiente (TA) e umidade relativa do ar (UR). A aquisição dos dados via software SITRAD foram realizadas através de um termistor (TA) e um umidiostato (UR), ambos localizados em um envoltório permeável e posicionados a altura do centro de massa dos animais ($\pm 1,50\text{m}$), e a velocidade do vento foi registrada através do anemômetro.

Foram utilizados 36 animais, (18 da raça Moxotó e 18 da raça Canindé), machos inteiros com idade média de $5,0 \pm 0,6$ meses e peso médio de $20 \pm 2,3$ kg, alojados em gaiolas metabólicas no interior das câmaras climáticas, providos de comedouros e bebedouros. Todos os animais foram inicialmente pesados, identificados (por meio de numeração) e vermifugados contra endo e ectoparasitos.

Os animais foram submetidos a duas temperaturas controladas sendo elas T1 $26 \pm 0,6$ °C (zona de conforto térmico ZCT) e T2 = $32 \pm 1,2$ °C (acima da ZCT) com umidade relativa do ar e velocidade do vento média de 67,6% e 2m s^{-1} , respectivamente.

O procedimento experimental foi realizado em duas etapas distintas. A primeira consistiu em submeter 18 animais (9 de cada raça) a temperatura de 26°C e 32°C aos 3 níveis de água salina (1,0, 6,0 e 12,0 dS m^{-1}), sendo que, para cada experimento, adotando-se um período de 15 dias para adaptação ao ambiente controlado, manejo e alimentação e 5 dias de coleta de dados. Entre o final de uma temperatura e início da próxima, foi fornecido aos animais um período de cinco dias para recomposição de suas funções fisiológicas.

Em cada etapa de estudo na câmara climática, os animais foram submetidos a um programa de 24 h com temperatura controlada. A luz da câmara climática era desligada automaticamente às 18h e novamente ligada às 06h horas da manhã do dia seguinte, este procedimento visava submeter os animais a um período de 12 h contínuas de luz e 12 h de escuro.

Durante toda etapa do experimento os animais receberam ração completa, sendo ofertadas duas vezes ao dia, às 8h e às 16h, estimada a quantidade de alimento ingerido para estabelecer 20% de sobras, sendo fornecidas a cada animal duas porções de 0,400 kg por dia, totalizando 0,800 kg/dia/animal. O consumo foi quantificado pelo total fornecido menos as sobras no período de 23 h.

A ração fornecida aos animais era composta por feno de tifton - *Cynodon dactylon*, (L) *Peso* (50,20kg), farelo de milho (34,69kg), farelo de soja (13,32kg), calcário (0,45kg) e núcleo mineral (nutriente/kg de suplemento: vitamina A 135.000,00

U.I.; Vitamina D3 68.000,00 U.I.; vitamina E 450,00 U.I.; cálcio 240 g; fósforo 71 g; potássio 28,2 g; enxofre 20 g; magnésio 20 g; cobre 400 mg; cobalto 30 mg; cromo 10 mg; ferro 2500 mg; iodo 40 mg; manganês 1350 mg; selênio 15 mg; zinco 1700 mg; flúor máximo 710 mg; solubilidade do fósforo (P) em ácido cítrico a 2% (min.)), perfazendo uma composição química de 90,84% de matéria seca, 13,5% de proteína bruta, 1,43% de extrato etéreo e 51,94% de fibra em detergente neutro.

A água fornecida aos animais era procedente de um poço artesiano localizado no DZ/CCA/ UFPB/Areia. Foram feitas a análise química da água (Tabela 1) e o preparo da mesma com os níveis de salinidade desejados (1,0 - 6,0 e 12 dS/m). Fornecida uma vez ao dia, tendo o consumo quantificado de acordo com o total diário fornecido (7 L) menos as sobras no período de 24 h. Tanto para a ração quanto para a água, o consumo foi determinado por meio de pesagem em balança de precisão.

Os níveis crescentes de salinidade na água foram obtidos pela dissolução de cloreto de sódio (NaCl) em água, cuja quantidade foi determinada pela condutividade elétrica da água (CEa), de acordo com a equação eq. (1) proposta por Richards (1954), de forma a alcançar os níveis (1,0 - 6,0 e 12 dS/m).

$$Q(\text{mg/L}) = 640 \times \text{CEa (dS/m)} \dots\dots\dots (\text{Eq. 1}).$$

Inicialmente, três baldes de 200L cada, foram abastecidos com água, em seguida, com o auxílio de um condutivímetro digital portátil, modelo ITCD – 1000 da marca Instrutemp, foi realizada a leitura da condutividade da água a ser acrescida de NaCl. Diante do resultado encontrado, o NaCl foi dissolvido e misturado na água até que a solução atingisse a condutividade elétrica desejada, conforme análise (Quadro 2) realizada no Laboratório de Solos e Engenharia Rural do CCA/UFPB/Areia-PB.

Tabela 1. Água já acrescida de cloreto de sódio (NaCl).

Variáveis	Análise da água		
	1,0	6,0	12,0
pH	6,20	6,40	6,60
Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{Cm}^{-1}$)	0,09	5,26	11,42
Cálcio (mg L^{-1})	32,0	15,0	18,0
Magnésio (mg L^{-1})	35,0	30,0	30,0
Sódio (mg L^{-1})	0,63	62,7	137,4
Potássio (mg L^{-1})	7,0	7,0	7,0
Cloretos (mg L^{-1})	1,83	78,5	176,5

Os dados de consumo da matéria seca e demais nutrientes foram calculados por meio da quantidade de ingredientes ofertados menos os ingredientes contidos nas sobras, as coletas das amostras foram realizadas durante os cinco dias do período experimental.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Avaliação de Alimentos e Nutrição Animal, localizado no DZ/CCA/UFPB/Areia-PB. Para o ensaio de digestibilidade, que teve a duração de cinco dias, foi fornecida uma dieta experimental, duas vezes ao dia, na forma de ração completa.

A quantidade de ração fornecida e as sobras foram registradas diariamente, nesse período, também foram coletadas e pesadas às fezes excretadas, para determinação da produção de matéria seca fecal (PMSF), que foram igualmente amostradas, identificadas e armazenadas a -15°C. Posteriormente, todas as amostras composta de fezes e sobras foram homogeneizadas, retirou-se uma alíquota de 10% representativa, foi pré-secada e moída em um moinho com peneira crivo de 1 mm e realizaram-se análises laboratoriais. As análises dos ingredientes, sobras e fezes, para determinação de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) (AOAC, 1990). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) (VAN SOEST, et al. 1991) e carboidratos não fibrosos (CNF) (SNIFFEN, et al. 1992).

Para a determinação do consumo individual dos animais foi realizado por meio da média dos cinco dias de coletas de ração, fornecida descontada as respectivas sobras. Foram avaliadas as ingestões de MS, MO, PB, FDN, CNF e EE. A determinação da digestibilidade dos nutrientes realizou-se através do método direto de estimativa de excreção fecal (digestibilidade in vivo) com coleta total de fezes. O coeficiente de digestibilidade dos nutrientes (CDN) foi calculado segundo Silva e Leão (1979): $CDN = \frac{\text{Nutriente ingerido} - \text{nutriente excretado}}{\text{nutriente ingerido}} \times 100$. Os teores de NDT, em porcentagens, foram obtidos através da relação entre o consumo de NDT proposta por (Weiss, 1999): $NDT = PBD + 2,25 \times EED + CNFD + FDND$.

Determinação dos mineais na urina

Mineral: Cálcio ref.90 (*Cresolfileina Liquiform*), Fosforo ref.12 (*UV Liquiform*), Potássio ref. 125 (*enzimático*), Sódio ref.125 (*enzimático*), Magnésio ref.50 (*Magon/xilidil blue*). Ambos utilizando como calibrador o Calibra H e como controle Qualitrol 2H, por meio de *Kits* da Lab-test Diagnostica, em analisador bioquímico automático

(Labmax 240), no Laboratório de doenças metabólicas e nutricionais em ruminantes (DMNR/UFRPE).

Foram distribuídos 36 animais em um delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial de 2 x 2 x 3, sendo 2 raças, 2 temperaturas e 3 níveis de salinidade, com 6 repetições, o experimento foi repetido no tempo, totalizando 72 animais. As médias dos resultados foram avaliadas utilizando análise de variância (ANOVA) e para comparar as médias foi utilizado o procedimento *General Linear Models* com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade com o auxílio do software SAS 9.1 (2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) para as variáveis de consumo de matéria seca, matéria orgânica e fibra em detergente neutro entre raças (Tabela 2) também houve efeito significativo ($P < 0,05$) para o consumo de água, mais elevado na raça Canindé (Tabela 2). O consumo de nutrientes, proteína bruta, carboidratos foram similares entre as raças, e dentro do padrão estabelecido para a raça e categoria. Como no presente estudo a dieta era comum para todos os animais, já que este parâmetro é dependente das raças, tipo de alimento, idade e estado sanitário.

Tabela 2. Consumo e digestibilidade dos nutrientes por caprinos Moxotó e Canindé nas temperaturas de 26 e 32°C.

Variáveis	Raça		Temperatura	
	Canindé	Moxotó	26	32
Consumo (kg/dia)				
Matéria Seca	0,61±0,16b	0,70±0,09a	0,68±0,13	0,62±0,13
Matéria Orgânica	0,48±0,15b	0,57±0,10a	0,56±0,14	0,49±0,13
Proteína Bruta	0,10±0,02	0,09±0,02	0,10±0,02	0,10±0,01
Extrato Etéreo	0,07±0,02	0,07±0,03	0,04±0,02a	0,01±0,02b
Fibra em Detergente Neutro	0,40±0,07a	0,35±0,06b	0,36±0,09	0,39±0,04
Carboidrato Totais	0,51±0,09	0,48±0,07	0,50±0,10	0,49±0,05
Carboidrato Não Fibroso	0,19±0,08	0,19±0,06	0,19±0,06	0,19±0,08
Água	1,82±0,86a	1,39±0,60b	1,37±0,68b	1,84±0,79a
Digestibilidade (%)				
Matéria Seca	77,11±8,29b	82,62±3,99a	78,71±4,93	81,02±8,56
Matéria Orgânica	86,56±4,84	88,01±2,94	85,62±4,36b	88,94±2,92a

^{a,b} letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

Os consumos diários de matéria seca, expresso em porcentagem do peso estão de acordo com o valor recomendado pelo NRC (2007), que é de 2,5 a 3,5% em relação ao peso vivo, para os caprinos nativos. BARRETO et al. (2011) não constataram diferença significativa nos consumos de matéria seca e proteína bruta, expressos em kg/dia, % do PV, entre as raças Canindé e Moxotó, dietas ou interação entre elas, ao contrário do presente estudo, isso pode ser justificado em razão do ambiente controlado onde os animais eram mantidos. De acordo com MERTENS (1994) a ingestão é limitada pelo enchimento do rúmen. Vale salientar que a ração oferecida aos animais era comum entre os tratamentos, ou seja, a dieta sólida continha quantidades de proteínas, carboidratos, gorduras, etc. semelhantes, como também o ambiente em que os animais foram mantidos eram semelhantes.

A temperatura influenciou o consumo de extrato etéreo, encontraram-se menores valores na temperatura 32°C, provavelmente este menor consumo está relacionado com a necessidade de uma menor produção e dissipação de calor.

Houve diferenças significativas ($P < 0,05$) no coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, sendo mais elevado (82,62) na raça Moxotó (Tabela 2). Esta maior digestibilidade pode estar associada ao maior consumo de matéria seca e menor consumo de fibra em detergente neutro pelos animais da raça Moxotó, associado ao menor consumo de água, onde houve uma maior oferta de nutrientes associados à menor diluição dos alimentos no rúmen, propiciando uma melhor atuação dos microrganismos ruminais.

Houve efeito da temperatura nos coeficientes de digestibilidade da matéria orgânica sendo mais elevada (88,94) na temperatura de 32^o, demonstrando que este material é mais digerível pelos microrganismos ruminais, e que são rapidamente degradados em temperaturas elevadas.

O maior consumo de água na temperatura de estresse térmico justifica-se em razão da necessidade dos animais reporem os líquidos perdidos pela evaporação cutânea e respiração, como formas de eliminação do calor corporal. OLIVEIRA et al. (2012) verificaram que alimentos com alta digestibilidade, como foi o caso do presente experimento, proporcionam maior e rápida liberação de calor pelo metabolismo digestivo, e animais mantidos em ambiente com alta temperatura necessitam eliminar mais calor corporal, como através do suor, havendo uma maior necessidade hídrica.

LIMA e PIOCZCOVIKI (2010) citam que ambientes que possuem temperaturas quentes o consumo voluntário de água se torna muito eficiente, chegando a ser ingerido mais de 60% do volume normal para baixar a temperatura corporal. E ainda ressaltam que, fatores como, desidratação, aumento da frequência cardíaca e respiratória afetem a ingestão de água e alimento.

Os diferentes níveis de salinidade não influenciaram ($P>0,05$) as variáveis de consumo analisadas, exceto o consumo de água (Tabela 3), demonstrando que caprinos das raças Canindé e Moxotó apresentam tolerância ao consumo de águas com até 12dS m^{-1} , onde os animais tiveram uma ingestão adequada de nutrientes.

Tabela 3. Consumo e digestibilidade dos nutrientes por caprinos Moxotó e Canindé nos diferentes níveis de salinidade.

Variáveis	Salinidade (dS m^{-1})		
	1,0	6,0	12,0
Consumo (kg/dia)			
Matéria Seca	0,66±0,14	0,64±0,14	0,66±0,16
Matéria Orgânica	0,53±0,13	0,52±0,14	0,53±0,16
Proteína Bruta	0,10±0,02	0,10±0,02	0,10±0,02
Extrato Etéreo	0,04±0,02	0,04±0,01	0,05±0,01
Fibra em Detergente Neutro	0,40±0,09	0,39±0,07	0,18±0,07
Carboidratos	0,51±0,13	0,50±0,09	0,52±0,11
Carboidrato Não Fibroso	0,23±0,09	0,17±0,07	0,19±0,09
Água	1,49±0,67 ^b	1,53±0,72 ^b	1,80±0,88 ^a
Digestibilidade (%)			
Matéria Seca	76,79±5,01	77,95±2,43	73,90±4,49
Matéria Orgânica	84,47±5,02	85,82±4,09	82,60±6,13

^{a,b} letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo ARAÚJO et al. (2010) os caprinos apresentam uma significativa adaptabilidade ao consumo de águas com crescentes níveis de sólidos dissolvidos totais (SDT), entretanto este consumo para animais domésticos devem ser fornecido de forma gradativa, favorecendo a adaptação e a aceitabilidade da água com qualidade inferior, evitando a interferência dessas no consumo e digestibilidade dos nutrientes.

Os diferentes níveis de salinidade da água ofertada aos animais não interferiram significativamente ($P>0,05$) no consumo de FDN e CNF, os quais apresentaram média de consumo de 180 e 190 g/animal/dia, respectivamente, para os tratamentos com

diferentes níveis de salinidades, contribuindo com a premissa da adaptabilidade dos caprinos com relação ao consumo de água com diferentes níveis de salinidade, desde que as quantidades normais de água sejam consumidas.

O consumo de água foi influenciado ($P < 0,05$) pelos níveis de salinidade da água, onde sua elevação resultou em aumento na ingestão da água (Tabela 3). Esse consumo elevado de água pode ser explicado pela maior quantidade de sólidos totais dissolvidos, na água, que aumenta o consumo e sua excreção (PAIVA et al., 2017). Este aumento de consumo de água pode ter sido pelo aumento nas concentrações de minerais na água, os quais podem aumentar o consumo da mesma sem afetar a fisiologia animal, devido a sua capacidade de adaptação à água salina (BOYLES, 2009).

A ingestão voluntária de água pelo animal pode ser influenciada por fatores como temperatura ambiente, teor de proteína, matéria seca, ingestão de sal, espécie animal e estado produtivo (SANTOS, 2008). Segundo o NRC (2007) existe uma correlação entre o consumo de matéria seca (MS) e consumo de água, sendo que para cada quilo de MS consumida, o animal deve ingerir 2,87 litros de água no entanto Teixeira (2001), afirma que o consumo de água por caprinos é bastante variável.

TEIXEIRA et al. (2006) e COSTA (2012) relatam que em casos de mudança de temperatura ambiente ou outros fatores, como elevado teor de proteína ou sal consumidos, podem alterar o consumo de água pelos animais.

VALTORTA et al. (2008), YAPEKII e MCLDRYDEN (2005), citado em ARAÚJO (2015) retrataram que o consumo de água salina para vacas holandesas e cervídeos foi semelhante, pois com o aumento dos níveis de sais na água ocorreu maior aumento do consumo de água, no que se embasa nas respostas fisiológicas dos animais para manterem o equilíbrio eletrolítico dos fluidos corporais.

Água com condutividades elétricas entre 8,0 e 11,0 dS/m, ou quantidades mais elevadas, precisa de cuidados e só deve ser fornecida para ruminantes, incluindo os caprinos e os ovinos, que têm mais capacidade de tolerância (ARAÚJO et al., 2010), sendo que no presente trabalho o fornecimento de água com valores de 12dS/m não afetou a consumo e digestibilidade dos nutrientes. MCGREGOR (2004) relata que, em comparação com água potável, os caprinos podem apresentar uma aceitabilidade de água salobra com até 12,5 dS/m.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e orgânica não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos níveis de salinidade na água (Tabela 3). PAIVA et al.

(2017) avaliando águas com diferentes salinidades para cabras em lactação, não encontraram efeito significativo na digestibilidade dos nutrientes entre os níveis de salinidade testados, sugerindo que este parâmetro possa ser insignificante.

Segundo POTTER (1972) esses resultados estão associados à adaptação do rúmen a altas concentrações de cloreto de sódio, que podem estar correlacionadas com as condições ruminais sem efeito direto sobre as funções dos microrganismos. Segundo PAIVA et. al. (2017) o fornecimento de água com até 13 dS m⁻¹ para cabras em confinamento por um período de 65 dias, não tem efeito na ingestão e digestibilidade dos nutrientes dos animais nem mesmo na produção de leite. No entanto o aumento da salinidade da água leva as maiores ingestões de água.

O nitrogênio ingerido foi similar entre as raças e temperaturas (P >0,05), sendo que o nitrogênio da urina e fezes foi mais elevado nos animais da raça Canindé (Tabela 4). Este valor mais elevado pode estar associado ao maior consumo de matéria seca e maior consumo de proteína, conseqüentemente, uma maior excreção. Os valores encontrados foram semelhantes aos citados por Carvalho et al. (2010) em caprinos em crescimento.

Tabela 4. Balanço de nitrogênio em caprinos Moxotó e Canindé e nas temperaturas de 26 e 32°C.

Variáveis	Raça		Temperatura (°C)	
	Canindé	Moxotó	26	32
N ingerido (g/dia)	10,65±1,29	9,96±1,92	10,54±1,96	10,08±1,28
N nas fezes (g/dia)	3,97±1,02a	3,31±0,72b	3,78±0,80	3,50±0,06
N na urina (g/dia)	2,76±1,98a	2,38±1,90b	2,85±1,90	2,27±1,49
N retido (g/dia)	36,76±19,64	42,09±15,38	37,41±18,48	41,44±16,95

N= nitrogênio; O balanço de nitrogênio (N-retido, g/dia) foi calculado com: N-retido = N ingerido (g) – N nas fezes (g) – N na urina (g). ^{a,b} letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

Os diferentes níveis de salinidade não influenciaram o balanço de nitrogênio dos animais (Tabela 5), balanço este que se constitui numa importante ferramenta para determinar a eficiência de utilização do nitrogênio pelos ruminantes e suas perdas para o ambiente (GENTIL et al., 2007). O balanço de nitrogênio foi positivo em todas as variáveis avaliadas e semelhantes aos valores citados por MORAES (2007) em caprinos em crescimento, que relatam valores de 3,0; 4,7; 4,5 e 5,9 g/dia, respectivamente, para que ocorra o desempenho esperado.

Tabela 5. Balanço de nitrogênio em caprinos Moxotó e Canindé em diferentes níveis de salinidade.

Variáveis	Salinidade (dS m ⁻¹)		
	1,0	6,0	12,0
Nitrogênio ingerido (g/dia)	9,88±1,42	10,56±1,87	10,47±1,09
Nitrogênio nas fezes (g/dia)	3,68±0,94	3,60±0,94	3,64±1,00
Nitrogênio na urina (g/dia)	2,77±1,63	2,44±2,10	2,47±1,40
Nitrogênio retido (g/dia)	34,30±17,48	40,34±15,32	43,64±19,89

O balanço de nitrogênio (N-retido, g/dia) foi calculado com: N-retido = N ingerido (g) – N nas fezes (g) – N na urina (g).^{a,b} letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo KOZLOSKI (2002) a quantidade de nitrogênio excretada pelas fezes aumenta com a atividade fermentativa no intestino grosso, devido ao maior aporte de nitrogênio de origem microbiana, que ocorre particularmente quando as dietas são ricas em grãos de cereais, como milho e sorgo. O balanço de nitrogênio é um indicativo do metabolismo proteico e constitui importante parâmetro na avaliação de alimentos, o que permite avaliar se o animal encontra-se em equilíbrio quanto aos seus compostos nitrogenados (GUIMARÃES JÚNIOR et al., 2007).

A maior excreção de nitrogênio nas fezes, quando comparados com o nitrogênio da urina provavelmente seja causada pela ligação do cloreto de sódio as proteínas pelo efeito negativo do excesso de sal na microflora ruminal e secreção de saliva, que reduzem a digestão resultante da diminuição da carga microbiana e da atividade proteolítica em cabras. (MDLETSHE et al. 2017). Todavia, estas diferenças na excreção fecal de nitrogênio não afetaram a retenção e a absorção do nitrogênio nos caprinos.

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) na concentração dos minerais na urina dos animais das diferentes raças (Tabela 6), demonstrando que os animais têm o mesmo comportamento fisiológico e adaptabilidade.

Tabela 6. Concentração de minerais na urina de caprinos das raças Moxotó e Canindé e nas temperaturas de 26 e 32°C.

Variáveis	Raça		Temperatura (°C)	
	Canindé	Moxotó	26	32
Ca (mmol/L)	1,27±0,62	1,68±1,16	1,84±1,01a	1,16±0,75b
P (mmol/L)	1,92±0,82	2,97±3,42	3,07±3,49a	1,89±0,86b
Mg (mmol/L)	3,29±0,99	3,79± 0,24	3,42±1,09	3,64±0,21
K (mg/L)	19,57±3,14	19,50± 5,47	21,76±2,91a	17,56±4,60b

Na (mg/L)	109,37±70,94	110,95± 60,57	108,76±57,31	111,39±72,73
-----------	--------------	---------------	--------------	--------------

Ca= cálcio; P=fósforo; Mg= magnésio; K= potássio; Na=sódio; ^{a,b} letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

No entanto houve diferenças significativas entre temperatura. Salienta-se que a principal via de excreção de esses minerais é pelas fezes, sendo muito baixa a excreção dos mesmos por via urinária. (CAVALHEIROS, 1992). Comparando os valores obtidos dos minerais na urina com valores de referência, verifica que o cálcio está entre 1 a 5,74 mmol/L ou 1mg/kg dia, fosforo de 1 a 7,43 mmol/L ou 1mg/kg dia, magnésio 34,96 mmol/L ou 1mg/kg dia (bovino), no entanto para potássio e sódio estão acima dos valores referência que são de 3,45 e o sódio 25 mmol/L ou 1mg/kg dia, (KANECO 2008).

Os diferentes níveis de salinidade da água não influenciaram ($P>0,05$) a concentração do cálcio, fosforo e magnésio na urina dos animais, influenciando significativamente ($P<0,05$) os níveis de potássio e sódio, que ficaram maiores nas concentrações mais elevadas (Tabela 7). A concentração de magnésio na água foi similar nos diferentes níveis de salinidade, sendo a concentração de cálcio mais elevada na água com salinidade de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabela 1), mas isto não foi suficiente para elevar sua concentração na urina.

A concentração de potássio foi similar nos diferentes níveis de salinidade da água e a concentração de sódio e cloretos elevou-se à medida que o nível de sais na água foi aumentado (Tabela 1), havendo elevação na concentração de potássio e sódio na urina dos animais com o aumento do nível de salinidade da água. O organismo animal não armazena sódio, e as suas reservas são limitadas (CAVALHEIROS, 1992) com isso o excesso de sódio é rapidamente excretado via urina.

O potássio é o principal cátion presente no líquido intracelular é essencial no equilíbrio acidobásico, na manutenção do balanço hídrico-corporal, participa de vários sistemas enzimáticos; age como regulador dos batimentos cardíacos; provê o armazenamento do glicogênio no fígado, é o principal fator no balanço da pressão osmótica (CAVALHEIROS, 1992). A absorção do potássio ocorre principalmente no intestino delgado, sendo 90% da sua excreção realizada pelos rins e 10% eliminado pela transpiração.

A regulação do estado do potássio corporal é principalmente pelos rins, onde a reabsorção tubular é restrita durante a sobrecarga, com a influência da aldosterona

(MICHELL, 1978). No entanto, adaptação ao carregamento de potássio começa no intestino, onde sensores fornecem aviso prévio da ingestão de quantidades potencialmente letais (RABINOWITZ, 1988).

A resposta aos sensores envolve um aumento em atividade ATPase de íons de sódio/potássio e um aumento no número de bombas na membrana basolateral de ambos, túbulo distal renal e cólon, levando ao aumento na excreção de potássio, tanto por via urinária quanto fecal (HAYSLETT & BINDER, 1982).

Tabela 7. Concentração de minerais na urina de caprinos das raças Moxotó e Canindé nos diferentes níveis de salinidade.

Variáveis	Salinidade (dS m-1)		
	1,0	6,0	12,0
Ca (mmol/L)	1,10±0,28	1,81±1,24	1,64±0,75
P (mmol/L)	2,52±0,98	2,35±1,29	1,74±0,74
Mg (mmol/L)	3,63±0,17	3,50±0,82	3,79±0,21
K (mg/L)	16,50±5,89b	20,89±3,30a	20,72±2,61a
Na (mg/L)	32,93±22,32c	125,10b±44,64b	159,58±43,931a

Ca= cálcio; P=fósforo; Mg= magnésio; K= potássio; Na=sódio; ^{a,b} letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

Há uma correlação negativa entre a ingestão de Na e a excreção de K pelo organismo (DEWHURST et al.,1968), quanto menor a ingestão de Na maior a excreção de K o que não ocorreu no presente estudo pode ser devido a quantidade de magnésio excretada sem iguais.

O potássio é antagônico ao magnésio, de modo que nível elevado de potássio irá interferir negativamente na absorção do magnésio, por mais que os níveis de magnésio estejam dentro dos requerimentos para o organismo, se o potássio estiver em excesso, teoricamente, terá um déficit no magnésio (SUTTLE, 2010). Por outro lado, se o organismo não estiver absorvendo o magnésio de maneira satisfatória, a absorção de potássio também será prejudicada.

4. CONCLUSÕES

Os caprinos da raça Moxotó e Canindé mostraram-se bastante eficientes no consumo e digestibilidade de nutrientes nas temperaturas de conforto e estresse.

O fornecimento de água com salinidade de até 12 dSm⁻¹ não afetou o consumo e a digestibilidade de caprinos Canindé e Moxotó, mantidos em ambiente controlado na faixa de conforto térmico e sob estresse por calor, quando confinados.

Com relação aos minerais pode-se concluir que a água salina com níveis de salinidade mais altos causou elevação na excreção dos minerais, principalmente potássio e sódio em caprinos das raças, Moxotó e Canindé.

A água salina pode ser uma alternativa válida para a dessedentação de caprinos Canindé e Moxotó no semiárido brasileiro desde que sejam utilizadas de forma sazonal e estratégica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, G. G. L., Voltolini, T. V., Chizzotti, M. L., Turco, S. H. N., Carvalho, F. F. R. Water and small ruminant production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.326-336. 2010.
- ARAÚJO, G. G. L.; Voltolini, T. V.; Turco, S. H. N., et al. A água nos sistemas de produção de caprinos e ovinos. **In: Produção de caprinos e ovinos no Semiárido. Petrolina**, p. 553, 2011.
- BAÊTA, F.C., Souza, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal. Viçosa**, MG: UFV, p. 246, 1997.
- BARRETO, L. M. G., Medeiros, A. N., Batista, A. M. V., Furtado, D. A., Araújo, G. G. L., Lisboa, A. C. C., Paulo, J. L. A., Souza, C. M. S. Comportamento ingestivo de caprinos das raças Moxotó e Canindé em confinamento recebendo dois níveis de energia na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.834-842, 2011.
- BOYLES, S. Livestock and water. The Ohio State University Extension, 2009. 18 p. Available at: <[http:// www.ag.ohiostate.edu/~beef/library/water.html](http://www.ag.ohiostate.edu/~beef/library/water.html)>. Accessed at: five december 2017.
- CARVALHO, G. G. P . Balanço de nitrogênio, concentrações de ureia e síntese de proteína microbiana em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa , v. 39, n. 10, p. 2253- 2261, Oct. 2010.
- CAVALHEIROS, A. C. L.; TRINDADE, D. S.; **Os minerais para bovinos e ovinos criados em pastejo**. Porto Alegre: Sagra: DC Luzzatto, 142 p. 1992.

- COSTA, S. A. P. Oferta de águas com níveis de salinidade para ovinos Morada Nova. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2012.
- GENTIL, R. S., Pires, A.V., Susin, I. et al. Digestibilidade aparente de dietas contendo silagem de cana-deaçúcar tratada com aditivo químico ou microbiano para cordeiros. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.29, n.1, p.63-69, 2007.
- KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animal**. 6.ed. Elsevier Inc, 2008, 918p.
- KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 140p2002.
- LIMA, G. J. M. M. & Pioczcovski, G. D. Água: principal alimento na produção animal. IN, **Simpósio Produção Animal e Recursos Hídricos**, p. 95, Concórdia, SC. 2010.
- MCGREGOR, B. A. Water quality and provision for goats. Australian Government. **Rural Industries Research and Development Corporation**, p. 19. 2004.
- MDLETSHE, Z. M., Chimonyo, M. C., Marufu, I.V. Effects of saline water consumption on physiological responses in Nguni goats, **Small Ruminant Research**, v.153, p. 209-211, 2017.
- MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p. 1463-1481, 1997.
- MORAES, S.A. Subprodutos da agroindústria e indicadores externos de digestibilidade aparente em caprinos. 46f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte 2007.
- NRC - **National Research Council. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington, D.C.: NationalAcademy Press, p. 362, 2007.
- PAIVA, N.G., Araújo, G. L., Toledo, L. H., Nunes, A. M., Mesquita, E.B.F., Costa, R.G., Albuquerque, Í. R., Costa, G. G, Sena, F.C., Bezerril, R.F. Água com diferentes níveis de salinidade para cabras em lactação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 4, p. 2065-2074, 2017.
- OLIVEIRA, P. T. L., Turco, S. H. N., Araújo, G. G. L., Voltolini, T.V., Menezes, D. R., Silva, T. G. F. Comportamento ingestivo e variáveis fisiológicas de bovinos Sindi alimentados com teores crescentes de feno de erva-sal. **Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, n.1, p.180-188, 2012.

- POMPEU, R. C. F. F., Rogério, M. C. P., Cândido, M. J. D., et al. Comportamento de ovinos em capim-tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.374-383, 2009.
- POTTER, B. J. The influence of previous salt ingestion on the renal function of sheep subjected to intravenous hypertonic saline. **Journal Physiology**, v. 194, n. 2, p. 435-455, 1972.
- SANTOS, D. C., Lira, M. A., Silva, M. C., Cunha, M. V., Pereira, V. L. A., Farias, I., Felix, A. C. Características agronômicas de clones palma resistentes a cochonilha do carmim em Pernambuco In: Congresso Nordestino de Produção Animal, 2008, Aracaju. **Anais do V Congresso Nordestino de Produção Animal**. Aracaju: SNPA, 2008
- SILANIKOVE, N. **Effects of water scarcity and hot environment on appetite and digestion in ruminants: a review**. *Livest. Prod. Sci.*, v.30, p.175-194, 1992.
- SUTTLE, N. F. **Mineral nutrition of livestock**. Cabi, 2010.
- TEIXEIRA, I. A. M. A., Pereira Filho, J. M., Murray, P. J. Water balance in goats subjected to feed restriction. **Small Ruminant Research**, v. 63, p 20-27. 2006.
- THORNTON, P., Herrero, M., Freeman, A., Mwai, O., Rege, E., Jones, P., Mcdermott, J., Vulnerability, climate change and livestock—research opportunities and challenges for poverty alleviation. **SAT e Journal**. v. 4, p. 1–23. 2007.
- VOLTOLINI, T. V.. **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido. Petrolina: Embrapa Semiárido**. 2011. p. 69-94. Disponível em: <www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/916896>. Acesso em: 16 jan. 2018.
- YAPRE K. W., Drygen, G. Effect of Drinking Saline Water on Food and Water Intake, Food Digestibility and Nitrogen and Mineral Balances of Rusa Deer Stags (*Cervus Timorensis* Russa). **Science**, 2005.