



**INSTITUTO FEDERAL EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
AMAZONAS
CAMPUS MANAUS ZONA LESTE
DEPARTAMENTO DE ENSINO E PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA**

JOZIANE SOUZA DA SILVA

**ALTERAÇÕES HEMATOLOGICAS CAUSADAS POR ESTRESSE TERMICO EM
BOVINOS DE LEITE: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

**MANAUS- AM
2022**

JOZIANE SOUZA DA SILVA

ALTERAÇÕES HEMATOLOGICAS CAUSADAS POR ESTRESSE TERMICO EM BOVINOS DE LEITE: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Medicina Veterinária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Medicina Veterinária.

Matrícula nº.: 2016003855

Orientadora: Prof^a Isadora Karolina Freitas de Sousa.

**MANAUS- AM
2022**



A Catalogação na Publicação (CIP) segue a Descrição Bibliográfica Internacional Normalizada (ISBD)

S586a

Silva, Joziane Souza da
Alterações hematológicas causadas por estresse térmico
em bovinos de leite: revisão bibliográfica / Joziane Souza da Silva.
2022

30 f.:está il.; 30 cm.
Inclui CD-ROM

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC - Graduação – Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – Campus
Manaus Zona Leste, Curso de Medicina Veterinária, 2022.

Orientadora: Isadora Karolina Freitas de Sousa.

1. Bovino de leite 2. Estresse térmico 3. Alterações
hematológicas I. Sousa, Isadora Karolina Freitas de. II. Título.

CDD – 636.22

Elaborada por Valéria Ribeiro de Lima – CRB 11/960

JOZIANE SOUZA DA SILVA

ALTERAÇÕES HEMATOLOGICAS CAUSADA POR ESTRESSE TERMICO EM BOVINOS DE LEITE: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

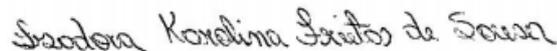
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Medicina Veterinária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Medicina Veterinária.

Matrícula nº.: 2016003855

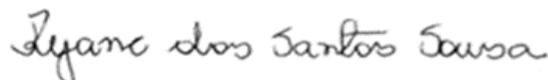
Orientadora: Prof^a Isadora Karolina Freitas de Sousa

Aprovado em 14 de janeiro de 2022

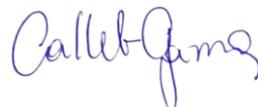
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Isadora Karolina Freitas de Sousa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM)



Profa. Dra. Rejane dos Santos Sousa
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA)



MV. Calleb Mendonça da Gama Araújo
Médico Veterinário

**MANAUS- AM
2022**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela minha vida, por ter me dado força e coragem para enfrentar os diversos desafios ao longo dessa trajetória, pelas inúmeras oportunidades concedidas e por ter colocado tantas pessoas boas no meu caminho que me ajudaram e inspiraram a continuar.

À minha família, minha base mais sólida. Aos meus pais, Guiomar e João, que com humildade e honestidade, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida, apoiando e acreditando em mim e nos meus objetivos, sempre estiveram ao meu lado nos momentos bons e ruins. Aos meus irmãos, por serem exemplos de irmãos mais velhos, por todo cuidado, paciência e apoio nas horas mais difíceis. À minha avó, Nely (*in memoriam*) que foi o maior exemplo de superação, uma mulher íntegra, bondosa e carinhosa, sempre preocupada com o bem-estar do próximo. Ao meu avô de coração, Antônio, que sempre orou por mim e acreditou no meu potencial.

Aos meus amigos, Thalya, João e Thiago, que cresceram comigo e estiveram ao meu lado em diversas ocasiões da minha vida, proporcionaram momentos de conversas, risadas e conselhos, comemoram comigo a cada conquista.

Aos meus amigos e parceiros de luta diária Juliana, Calleb, Karol e Vivi, que tive o privilégio de conhecer, juntos passamos diversos momentos de alegria e desespero ao longo da graduação, sempre um apoiando e incentivando o outro, não deixando o desânimo nos abater no decorrer da faculdade.

Aos meus professores, pelos conselhos, apoio, oportunidades e pela paciência com o qual guiaram o meu aprendizado, transmitindo os seus conhecimentos sempre com entusiasmos e me inspirando a ser uma excelente profissional.

À minha orientadora Prof^a. Isadora Karolina, por aceitar a me conduzir ao longo desse trabalho, pelos incentivos, paciência e dedicação, sempre disposta a compartilhar seu tempo e conhecimento, um verdadeiro exemplo de mulher e profissional.

Ao IFAM, que investiu em diversos projetos que foram essenciais no desenvolvimento da minha vida pessoal e acadêmica.

A toda equipe LacVet, pelo acolhimento, pela partilha de seus conhecimentos e por terem tornado o período de ESO, mais leve e divertido. Em especial ao Prof. Krause, que aceitou ser meu supervisor e permitiu a realização dessa etapa tão importante. Aos residentes do laboratório Anne, Bernardo, Bruna, Jamile e Rose, por todo carinho, cuidado, paciência e compreensão, foram verdadeiros anjos comigo, além de compartilharem experiências profissionais, pessoais, me inspiraram a sempre procurar o melhor, com um pouquinho de esforço e foco.

As amigas da casa compartilhada, por todas as conversas, risadas, incentivos, foram a minha família nesses três meses, me ajudaram quando mais precisei.

Por fim, não menos importante, aos meus filhos de quatro patas Salim, Apolo, Gaia e Oreo, pelos rabinhos abanando, pelos pulinhos de alegria e pelos guinchos, urros, ronronares e latidos dados de felicidade, lembrando do motivo da minha escolha profissional.

RESUMO:

O estresse térmico é induzido pelos impactos das mudanças climáticas e a constante exposição dos animais ao calor, influenciando de forma negativa o desempenho dos animais de produção. Os animais recorrem aos seus diversos mecanismos compensatórios que são essenciais para sua sobrevivência em situações extremas, em compensação, o desempenho da produção das vacas leiteiras é reduzido. Essas alterações fisiológicas são observadas por meios de diversos parâmetros, entre eles, o parâmetro sanguíneo. Um dos melhores devido a sua sensibilidade as variações de temperatura, o sistema sanguíneo é importante, além de avaliar o estado de saúde dos animais, também é um indicador de situações de estresse térmico. Os bovinos de leite quando expostos ao estresse térmico apresentam hemoconcentração e aumento das proteínas plasmáticas totais (PPT), indicando diferentes graus de desidratação devido a redução do plasma pela perda de líquidos do organismo na tentativa de eliminar o calor e manter a temperatura dentro do limite, por meio da respiração e sudorese, sendo observado também o aumento dos eritrócitos que consequentemente aumenta a circulação e oxigenação de tecidos, elevado nível de hemoglobina no sangue. O leucograma tem sido apontado como um componente do sangue que exhibe grandes influências sob o estresse, podendo apresentar leucocitose por neutrofilia, linfopenia, monocitose e em alguns casos a presença de eosinopenia, sendo que estes dois últimos apresentam limitada significância no leucograma de estresse térmico.

Palavra-chave: Bovino de leite. Estresse **térmico**. Alterações hematológicas.

ABSTRACT:

Thermal stress is caused by the impacts of climate change and constant heat on animals, negatively influencing the performance of production animals. The recurring resources to its various mechanisms that are essential for its survival in extreme situations, on the other hand, the production performance of dairy cows is reduced. These physiological changes are observed by means of several parameters, among them, the blood blood parameter One of the best because of its sensitivity to temperature variations, the blood system is important, in addition to evaluating the health status of the animals it is an indicator of situations of thermal stress. Bovine cattle are designed when the stress of exposed proteins is different), increasing milk concentration, reducing plasma by trying body fluids and temperature within the limit. , through breathing and sweating, being obese also the increase in erythrocytes which consequently increases circulation and tissue oxygenation, raising the level of hemoglobin in the. The leukogram has been identified as a blood component that exhibits influences under stress, and may present cases of leukocytosis by neutrophilia, lymphopenia and in some cases the presence of eosinopenia, the latter two of which have limited significance in the leukogram of heat stress.

Keyword: Dairy beef. Thermal stress. Haematological changes.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 Criação de bovinos leiteiros e estresse térmico.....	11
2.1 Fatores ambientais que contribuem para o estresse térmico	12
2.2 Zona de conforto térmico	13
2.3 Dissipação de calor	14
2.4 Efeitos negativos do estresse térmico	16
2.5 Parâmetros fisiológicos para avaliação do estresse térmico	17
2.6 Parâmetro hematológico	18
2.7 Alterações hematológicas	18
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de clima tropical com predominância de elevadas temperaturas no decorrer de todo o ano, o que predispõe ao estresse térmico em animais de produção. A temperatura, umidade, radiação solar e o vento são considerados estressores climáticos que mais influenciam no desequilíbrio fisiológico que leva os animais a recorrerem a medidas fisiológicas e comportamentais para manter a homeotermia, comprometendo o desempenho produtivo (SOUZA et al., 2010).

O estresse calórico sensibiliza de forma negativa em diversos aspectos a produção leiteira, desde a baixa produção de leite a perdas reprodutivas causam efeitos significativos na economia das propriedades leiteiras (BILBY et al., 2009).

Nos últimos anos, o interesse na área hematológica veterinária vem se destacando de maneira considerável, principalmente devido a intensiva busca de soluções para diversos problemas entre as espécies animais (SILVA, 2010).

O sangue tem um importante papel no organismo funciona como um meio de ligação entre diversos órgãos e tecidos, participam do transporte de nutrientes, oxigênio e dióxido de carbono pelo corpo, fatores ambientais podem agir sobre os parâmetros hematológicos (SCHMIDT-NIELSEN, 1996). Os exames hematológicos são bastante utilizados como uma ajuda para monitoramento e diagnósticos de diversas doenças, também vem sendo bastante usado para analisar capacidade adaptativas de raças, visto que o sangue está relacionado de forma direta nos mecanismos de perda calórica.

Este trabalho tem por objetivo apresentar informações sobre as possíveis alterações hematológicas causadas por estresse térmico em vacas leiteiras.

2 Criação de bovinos leiteiros e estresse térmico

A mudança climática é um problema que vem se agravando com o tempo. Até o final de 2100, a temperatura na superfície terrestre terá aumentado de 1 a 7° C (IPCC, 2013). As variações de temperatura se tornam um grande risco ao setor pecuário (NARDONE et al., 2010). Uma vez que, a criação de gado de leite é uma das fontes de trabalho mais rentáveis na agropecuária, além de fornecer diversos derivados alimentícios, arrecada valores tributários para o país (MELO et al., 2016). Os bovinos de leite são mais sensíveis aos agentes estressores, quando submetidos a ambientes quentes apresentam maiores dificuldades para dissipar o calor, ao consumir alimentos ocorre a elevação do calor metabólico, por outro lado, ao diminuir a ingestão de alimentos na tentativa de diminuir a produção entérica de calor, esses animais passam a não ter suas necessidades nutricionais atendidas, implicando na queda de sua produção leiteira (WEST; MULLINIX; BERNARD, 2003; SILVA; SOUZA, 2013). O estresse causado pela exposição a altas temperaturas, resulta em um decréscimo de 17% na produção de leite de vacas de 15 kg de leite/dia e até 22% em vacas de 40 kg de leite/dia (PINARELLI, 2003). Além de respostas fisiológicas como o aumento da frequência respiratória, redução na ingestão de alimentos e aumento da ingestão de água (ROTH, 2017).

O rebanho bovino do Brasil é composto por aproximadamente 218,2 milhões de cabeça de gado (IBGE, 2020), com o maior rebanho comercial do mundo. Os bovinos leiteiros representam 8% do efetivo total de rebanho bovino, com produção leiteira anual de 35,4 bilhões de litros de leite. O estado Minas Gerais destacou-se com a produção de 9,7 bilhões de litros, aproximando-se de 1/3 da produção nacional.

Azevedo et al. (2005) relata que dois terços do território brasileiro estão em áreas tropicais, com predominância de temperaturas elevadas nessas regiões, o que resulta em uma forte incidência de raios solares.

O estresse calórico é uma ação realizada pelos agentes térmicos ambientais sobre o animal, que resulta em respostas fisiológicas e, conseqüentemente, na capacidade do organismo em dissipar o calor para o meio externo (SILVA, 1998; HERBUT et al., 2018; ANDRADE, 2021). Sendo o estresse calórico um dos principais motivos para a baixa qualidade de produção e desenvolvimento animal.

Devido o desconforto causado pelo calor, o animal busca formas de dissipar o calor acumulado, como adaptações do sistema excretório, respiratório, circulatório,

endócrino e nervoso (MCMANUS et al., 2009). As alterações hemostáticas têm sido acompanhadas, por diversos trabalhos, através da mensuração de respostas fisiológicas, como temperatura retal, temperatura superficial e frequência respiratória (RASHAMOL et al., 2018). Diversos trabalhos também objetivam avaliar os parâmetros hematológicos, logo que esse sistema está relacionado de modo direto no processo de dissipação térmica (KIM et al., 2018).

2.1 Fatores ambientais que contribuem para o estresse térmico

As principais interferências bioclimáticas encontradas na produção animal são avaliadas por meio de importantes fatores ambientais, como temperatura, irradiação solar, umidade e velocidade do vento (HULME, 2005).

A temperatura é uma grandeza complexa, percebida pelas sensações de quente e frio, é uma condição do estado energético vibracional das moléculas ou átomos de um meio. É determinada pela quantidade de calor num objeto, a temperatura dos objetos aumenta ou diminui com a absorção ou dissipação de calor, em níveis que dependem de suas capacidades térmicas (SILVA, 2000).

Quando o ambiente apresenta altas temperaturas, tanto com muita umidade, quanto com pouca umidade, são desfavoráveis para o conforto térmico dos animais. Uma vez que quando o local é quente e bastante seco a evaporação acontece de forma rápida, ocasionando possíveis irritações e desidratação na pele, enquanto no meio quente e úmido, a evaporação é lenta ou nula, diminuindo a perda de temperatura e elevando o nível de calor no organismo (AMADEU, 2012).

A umidade é a presença de vapor d'água no ar atmosférico. Sendo o desejado para criação de animais domésticos entre 50 e 70% (SAMPAIO et al., 2004). Em situações de animais confinados, a umidade do meio tende a aumentar, pois os animais geram vapor d'água e a taxa de passagem do ar pode não ser suficiente para suprimir o excesso da umidade (LIGEIRO et al., 2006; DALCIN, 2013).

A radiação térmica captada por um animal se origina de duas fontes: radiação solar (direta, ou reflexão da radiação nas superfícies de nuvens ou ambiente ao redor) e radiação terrestre. A radiação, quando refletida na pele do animal, é convertido quase por completo em forma de calor e absorvida em diversos níveis de intensidade

de acordo com a cor e o grau de pigmentação do pelame e da pele dos animais (SILVA, 2008).

A irradiação solar apresenta três formas: forma química, luminosa e a térmica. A forma química ou ultravioleta é importante para síntese de vitamina D, fotossíntese, além de que grande exposição pode causar problemas na pele dos animais (SILVA, 2008). A forma luminosa é a parte visível que age no mecanismo que regula o organismo entre dia e noite. Forma térmica é a radiação eletromagnética, também chamada de ondas de calor, exemplo é a radiação infravermelha, que tem maior comprimento de onda e uma maior incidência de acordo com a posição do sol (MARIN et al., 2008).

O vento, de acordo com a sua velocidade e fonte, pode ter grande papel nas temperaturas, possui a função de perda de calor, principalmente por meio da convecção, quando a umidade é alta, o vento retira a umidade da pele do animal, permitindo a perda do calor por evaporação (VIANA, 1999; ANDRADE, 2021).

Ferreira et al. (2009) afirma que é muito importante conhecer o modo de interação animal-ambiente, para poder escolher o manejo adequado e melhorar a qualidade produtiva. É ideal conhecer as variações climáticas e sazonais dos locais de criação e da fisiologia dos animais para que seja adotado estratégias que possam amenizar o desconforto dos animais.

2.2 Zona de conforto térmico

A zona de conforto térmico corresponde aos limites de temperatura em que o animal não apresenta necessidade de requerer alterações em suas respostas fisiológicas para se adaptar às condições climáticas, permitindo que o animal expresse todo o seu desempenho produtivo (SILVA et al., 2012 apud ANDERSON et al., 2013).

Os bovinos são divididos em duas espécies: bovinos de origens europeia (*Bos taurus taurus*) ou indiana (*Bos taurus indicus*) (CATTELAM; VALE, 2013). Comparando as duas espécies em climas tropicais e subtropicais, os bovinos indianos são considerados mais resistentes a altas temperaturas, umidades, ectoparasitas e alimentos pobres em nutrientes (BÓ et al., 2003). Os bovinos da raça europeu são mais produtivas em ambientes favoráveis. Produtores brasileiros estão selecionando

genes de diferentes raças puras e gerando animais mestiços que se adequem ao ambiente tropical ou subtropical (MARTINEZ; VERNEQUE, 2001).

De forma geral, no território brasileiro, a temperatura média do ar está estabelecida acima dos 20°C, entretanto, nas horas mais quentes do dia, as temperaturas mantem-se acima dos 30° durante o ano. Ainda não se sabe ao certo quais os limites de temperatura que determinam a faixa de termoneutralidade para os animais, esses valores dependem da capacidade do animal de se adaptar, umidade relativa, do metabolismo e do período produtivo. Sendo a faixa que apresentou menos desconforto para a maioria dos bovinos varia entre 13° C a 18° C (TITTO, 1998; AZEVEDO; ALVEZ, 2009). Embora que para vacas lactantes o melhor período estaria entre 4°C e 24°C, esse valor sendo restringido ao limite de 7 °C a 21°C, devido a presente função da umidade relativa do ar e radiação solar no ambiente (NASS; JUNIOR, 2001)

2.3 Dissipação de calor

Ferreira et al. (2006) expuseram que quando a umidade relativa e a temperatura excedem limite da zona de conforto dos bovinos, torna-os sujeito ao estresse calórico, impedindo a dispersão do calor, elevando assim a temperatura do corpo do animal causando diversos impactos de cunho negativo sobre o desenvolvimento do animal.

A temperatura do corpo do animal é controlada pelo sistema termorregulador, sendo regulado pelo hipotálamo. Quando em temperaturas altas as células termorreceptoras da periferia do corpo enviam sinais para o hipotálamo anterior para que ocorra perda de calor e quando em temperaturas baixas, mensagens são enviadas para o hipotálamo posterior para que ocorra ganho de calor (LISTA et al., 2005; CATELLA et al., 2013). Com tudo, o eixo hipotálamo – hipófise – adrenais é importante para iniciar as respostas fisiológicas. Uma vez que ocorre o estímulo estressor que libera a secreção de corticotropina (CRH) pelo hipotálamo (SNC), que estimula a hipófise a liberar o hormônio adrenocorticotrófico, estimulando a liberação de hormônios produzidos nas suprarrenais. A porção medular das adrenais secreta as catecolaminas que respondem pela excitação inicial e proporciona ao organismo reações rápidas e imediatas. A porção cortical das adrenais secreta os

corticosteróides. Os corticosteróides, são hormônios esteróides que oferecem importantes funções metabólicas como na manutenção do equilíbrio eletrolítico e metabolismo dos carboidratos. A função do metabolismo dos carboidratos é fornecer glicose na corrente sanguínea como fonte imediata de energia para fazer frente a uma situação de estresse (GREENSPAN, 2006; SANIN et al., 2016).

É possível observar a geração de calor dos animais por quatro fatores: 1) metabolismo basal, o calor mantido pelas células do organismo; 2) Digestão, gerado pelo consumo e digestão do alimento; 3) Atividade, gerado pela realização de esforço físico e 4) calor gerado pelo metabolismo, por exemplo, produção do leite (BROWN-BRANDL, 2018).

Os bovinos são considerados animais homeotermos, ou seja, tentam manter a temperatura corporal equilibrada, através do fluxo de calor que derivam da temperatura (condução, convecção e radiação) e da umidade (evaporação, respiração e transpiração) (MARTELLO et al., 2004; AZEVEDO et al., 2008).

Más et al. (2020) relatam que a condução é quando ocorre a troca de calor por meio do contato com uma superfície, enquanto a convecção acontece pelo transporte de massa por meio da diferença da densidade, no animal isso acontece pela saída do calor do corpo do animal para o ar mais frio, visto que, quando os raios solares agem sobre o animal e pela reflexão dos raios do solo e das instalações do local, é chamado de radiação, é o calor passando de um lugar mais quente, para outro menos quente e a evaporação é a diminuição do calor por meio da água como o suor e a respiração, sendo um dos principais meios de perdas do calor pelos bovinos. Podendo ser chamado também como perda de calor sensível (radiação, condução e convecção) e insensível (evaporação) (SILVA et al., 2000; apud CATELLAM et al., 2013).

Fatores de perda e ganho de calor, dependem também da faixa etária do animal, da raça, da quantidade de comida que é consumida, do local climatizado ou não, das características dos pelos dos animais e do nível de produção (AZEVEDO et al., 2005; LEME et al., 2005; FERREIRA et al., 2010).

A pigmentação da pele e do pelame influenciam no estresse térmico. Animais de clima quente e úmido possuem maior presença de pigmentação cutânea, quanto maior a quantidade de pigmento na pele, maior a quantidade de energia absorvida, favorecendo o estresse calórico. Enquanto, animais de pele clara são susceptíveis a doenças cutâneas devido a menor pigmentação e menor proteção contra os raios UV.

É importante ser selecionado animais de pele escura e pelame claro (HILLMAN et al., 2001).

Conforme Silva (1999) o ideal para os bovinos criados em climas quentes, é a pelagem clara e grossa. Os pelos curtos e grossos permitem a ventilação, possibilitando a troca térmica (SILVA et al., 2003; PEREIRA, 2005).

A espessura, cor, comprimento e densidade de pelos, entre outros aspectos, também influenciam na capacidade de animais nas trocas de temperaturas com o meio extra. Os animais de pelos claros tem a capacidade de absorção de 40 a 50% menos radiação que os animais de pelos escuros (MECMANUS et al., 2011). Essas características são importantes, e ajudam os animais a facilitar os desempenhos de diversas respostas fisiológicas e a se manterem em variados climas (DECAMPUS et al., 2013).

As glândulas sudoríparas são responsáveis por desempenhar a termorregulação, usando o calor disponível pela mudança de fase líquida para vapor. As glândulas são divididas em duas partes, uma espiralada que secreta o suor e outra ducto reto que leva o material secretórios da pele para fora do corpo. O material produzido pela glândula é composto por suor, que contém 99% de água e 1% de sais (SILVA, 2008).

2.4 Efeitos negativos do estresse térmico

O estresse térmico pode causar a redução do consumo de alimento, resultando assim na diminuição da produção de leite, além da redução na porcentagem da gordura no leite, diminuição da ingestão de forragem, declínio de atividades, principalmente durante o dia, aumentando a frequência respiratória e a temperatura (BACCARI JR, 2001; PORCIONATO et al., 2009).

É visto que o estresse térmico causa um impacto negativo sobre a produção leiteira, causando redução na futura lactação, mesmo que o animal não seja exposto ao estresse calórico no período seguinte (TAO et al., 2012). Além disto, existe possibilidade de ocorrer alterações metabólicas, devido a elevação da frequência respiratória, ocorre perdas de CO₂, diminuindo a síntese do ácido carbônico no sangue, em resposta, há o aumento de pH do plasma, resultando uma alcalose respiratória.

A baixa ingestão de alimento, reduz os movimentos estomacais e a preferência pelos concentrados (fermentação do rúmen gera pouco calor), o pH ruminal diminui, provocando a produção de ácido láctico, sendo que o excesso desse ácido pode ser absorvido pelo organismo, causando uma redução no pH sanguíneo, podendo levar a uma acidose metabólica, assim, foi constatado que animais sob efeito do estresse térmico fica em desequilíbrio fisiológico (MACHADO, 1998; MELO et al., 2016).

Foi observado que as vacas holandesas em períodos de temperaturas elevadas, reduzem o tempo usado para alimentação e a ruminação, aumenta o tempo de ócio, na tentativa de diminuir a produção de calor metabólico excedente. Quando o animal fica mais tempo em pé pode auxiliar emanando calor, como uma tentativa dos animais em manter o equilíbrio térmico (MECGUIRE et al., 1989; PIRES et al., 2002).

O estresse térmico pode deixar os animais susceptíveis a diversas doenças, doenças metabólicas devido a menor ruminação e salivação, diminuindo o processo de tamponamento por causa da baixa taxa de bicarbonato no organismo (STAPLES; THATCHER, 2016).

Delfino et al. (2012) relata que é comum que animais sob estresse térmico demonstrem alterações no comportamento, com movimentação excessiva, agrupamento de animais, ingestão anormal de água e comida, animais se deitam para descansar e alterações posturais ou ainda, exposição da língua, retração do globo ocular, salivação excessiva e boca aberta (FERREIRA, 2009).

2.5 Parâmetros fisiológicos para avaliação do estresse térmico

Os parâmetros mais utilizados para a avaliação do estresse térmico são a temperatura retal e a frequência respiratória, sendo considerado os melhores parâmetros (AZEVEDO, 2008). Entretanto, o hemograma também pode ser considerado um bom parâmetro de análise fisiológica, podendo desempenhar um grande papel na avaliação do estado de saúde do animal, quanto ao nível de exposição ao estresse que o animal está sofrendo, além de poder avaliar a capacidade de determinadas raças em se adaptar a determinados locais, pois o sangue está

envolvido de forma direta na troca de calor (ROBERTO et al., 2010; SILVA et al., 2010).

2.6 Parâmetro hematológico

Diversas pesquisas são motivadas a descobrir a dimensão que o estresse térmico causa no organismo, assim como o modo certo de verificar os limites fisiológicos dos animais expostos a esse estresse, com o intuito de aprimorar as respostas do organismo e a expressão do seu total potencial genético, melhorando assim a qualidade de seus produtos (FERREIRA et al., 2009).

Segundo Delfino et al. (2012) o hemograma, é um exame complementar bastante usado, que serve como uma ferramenta de diagnóstico ou acompanhamento clínico de pacientes, por meio de análises dos componentes sanguíneos, relacionando os valores obtidos com os referenciais, fornecendo informações a respeito da saúde animal como o estado nutricional, patológico e físico.

Devido a sua sensibilidade as variações de temperatura, o sistema sanguíneo se torna um importante indicador a respostas dos organismos a situações de estresse, quando expostos ao estresse calórico é possível observar mudanças na quantidade e na morfologia das células do sangue, esses resultados são expressos por meio das alternâncias dos valores do hematócrito, concentrações de hemoglobina carregada pelos eritrócitos e leucócitos totais circulantes (IRIADAN, 2007). Assim animais homeotermos quando expostos a altas temperaturas estressantes, a resposta inicial é aumentar o fluxo sanguíneo, por meio da vasodilatação, favorecendo a troca de calor nos tecidos e membros (NEIVA et al., 2004).

2.7 Alterações hematológicas

De acordo com Delfino et al. (2012) O eritrograma é uma parte do hemograma que analisa a série vermelha do sangue, tem a função de avaliar alterações na qualidade e quantidade das hemácias. Os eritrócitos, são as células encontradas em maior número no sangue, são discoidais bicôncavos e desprovidas de núcleo, sendo que seu citoplasma é formado por 33,33% de hemoglobina e 66,66% de água, tendo

o papel de transportar hemoglobina, uma vez que carrega O₂ e CO₂, fazendo assim a troca gasosa (DALCIN, 2013).

O hematócrito representa uma pequena quantidade do volume de hemácias em comparação ao volume total de sangue, sofrendo alterações quanto ao estado de hidratação. Quando o animal estiver desidratado e com baixo volume plasmático, podem resultar na quantidade de hematócrito aumentado, em caso de hipervolemia e elevação do volume plasmático, pode mensurar valores de hematócrito menores (TRHALL, 2007 apud DELFINO et al., 2012).

Quando ocorre um esforço físico excessivo, aumenta a circulação e oxigenação de tecidos, aumentando também o nível de hemoglobina no sangue. No entanto é previsto que animais sob influência do estresse térmico, com a elevação da frequência respiratória, tenha a elevação da hemoglobina (NUNES et al., 2002).

Os bovinos expostos ao estresse térmico apresentam hemoconcentração, devido a elevação dos valores do hematócrito, estando relacionada com o aumento da quantidade de hemácias no sangue e pela perda de líquidos do organismo na tentativa de eliminar o calor e manter a temperatura dentro do limite, por meio da respiração e sudorese (COSTA et al., 1985; OLSSON et al., 1995; SRIKANDAKUMAR; JOHNSON, 2004; FERREIRA et al., 2009; SOUZA et al., 2011). Dados foram observados por Mecnaus et al. (2009), que acompanhou 52 bovinos de diferentes raças, os dados foram coletados durante a manhã e à tarde, em seis ocasiões do ano entre julho e outubro, a raça Holandesa teve elevação no nível de hematócrito (37,72%) e baixa proteína plasmática (7,34) entre os animais de outras raças, foi o que mais apresentou alterações. O autor ainda relata que a proteína plasmática (PPT), é usado como um amplo indicador clínico de saúde, estresse e bem-estar dos organismos, quando há altos valores da PPT, pode ser indicativo de redução do plasma, ajudando na identificação dos diferentes graus de desidratação, bem como o aumento do hematócrito.

Essas informações corroboraram com o achado da pesquisa de Ferreira et al. (2009), que observou em seu estudo com bovinos da raça Girolando em fêmeas e machos, no qual foram avaliados os valores de eritrócitos, hemoglobina e hematócrito no período da manhã e à tarde, durante a estação inverno e verão, dentro da câmara bioclimática, não se forneceram água ou alimentos para atenuar seus efeitos nas respostas animais durante as 6 horas de exposição as altas temperaturas térmicas. Os resultados mostraram maior elevação nos parâmetros (eritrócitos, hemoglobina e

hematócrito) no período da tarde, os parâmetros antes e depois do estresse, número de eritrócitos (8,04 - 8,64 mm³); concentração de hemoglobina: 9,00 g/dl (manhã) 9,34 g/dl (tarde); hematócrito (27,23 %) - 28,42 % (tarde). Em relação as estações e sexos, observaram os parâmetros mais elevados para as fêmeas durante o verão que para os machos, essas alterações nos valores revelam a hemoconcentração causada pelo estresse, devido a perda de líquidos corporais resultante dos mecanismos de dissipação de calor (sudorese e ofego). Como os animais deste experimento foram privados de água e alimentos durante a avaliação, a hemoconcentração ocorreu por desidratação, devido às perdas evaporativas e à não ingestão de água. Quando os eritrócitos tiverem em maior número, maior é a capacidade de oxigenação dos tecidos por meio da oxiemoglobina, que é formada no momento da passagem dos eritrócitos pelos capilares pulmonares, a hemoglobina, contida nas hemácias se ligam a moléculas de oxigênio gerando oxiemoglobina, que durante a passagem pelos capilares sistêmicos, perde oxigênio para os tecidos (OLIVEIRA et al., 2011).

Entretanto, respostas diferentes foram encontradas por Oliveira et al. (2011) quando foi avaliado em seu trabalho, durante quatro meses, vacas lactantes da raça Holandesa, não foram observados interferência nos valores dos hemogramas, essa ausência de alterações significativas pode estar relacionada a ausência de estresse severo, uma vez que os animais não foram privados de comida, água e sombreamento, dados semelhantes foram achados por Dalcin (2013), que avaliou em seu experimento vacas em fase de lactação da raça Holandesa e Girolando, durante seis dias, as avaliações foram realizadas antes da ordenha da manhã e antes da ordenha a tarde e nesse período os animais ficavam expostos a luz solar, com disponibilidade apenas de água. Os valores de hemoglobina, eritrócitos e hematócrito estavam dentro do normal. As diferenças observadas nos trabalhos, quando comparados com o primeiro trabalho (Ferreira et al. 2009) podem estar relacionadas com o período do estudo, já que o período de pesquisa foi o maior e abrangeu as estações inverno e verão, exposição ao estresse térmico e a disponibilidade de água e alimento na hora da avaliação.

Segundo Carrol e Forsberg (2007) por meio da avaliação hematológica, a série branca, células que compõem o sistema imunológicos, possuem função de resposta inflamatórias contra agentes estressores.

O leucograma leva em consideração a contagem total de leucócitos, estes incluem neutrófilos, eosinófilos, linfócitos, monócitos e basófilos, bem como a sua

avaliação morfológica, tem sido apontado como um componente do sangue que exibe grandes influências sob o estresse (MCMANUS et al., 2009; FIORAVANTI et al., 2016; ABDUCH, 2021).

Devido a influência do cortisol liberado pelo estresse, normalmente produz leucocitose por neutrofilia, induz uma linfopenia, monocitose e em alguns casos a presença de eosinopenia. Em situações de neutrofilia, pode-se esperar a ocorrência de maior presença de neutrófilos na circulação, ocorre a liberação de neutrófilos da medula óssea, menor migração para os tecidos e aderência nas paredes vasculares, além disso pode ser uma resposta de defesa, o organismo pode entender que o estresse térmico após a exposição ao calor, seja uma ameaça infecciosa. A linfopenia, também pode estar presente devido a liberação de cortisol, ocorre principalmente por linfoólise no sangue e tecido linfóide, ou da marginação e sequestro de linfócitos em locais extravasculares (JAIN, 1993; STOCKHAM; SCOTT, 2002; MCMANUS et al., 2009).

A monocitose ocorre de forma inconsistente em bovinos e permanece de forma desconhecida. Valores de monócitos são variáveis em bovinos, não sendo utilizado como um bom indicador de doenças (JONES; ALLISON, 2007). Problemas com hemorragias, hemólise, inflamações, necrose, ou níveis de corticoides podem causar monocitose (ROLAND et al., 2014) Por isso até o momento não foi comprovado ter muita relevância ao estresse térmico (MCMANUS et al., 2009).

Segundo Rodrigues (2003) é comum não ser encontrado eosinófilo, durante a contagem de leucócitos em animais sadios, por isso a eosinopenia é de limitada significância. Entretanto, animais com eosinófilos circulantes podem desenvolver eosinopenia quando exposto ao estresse, devido a liberação endógena, administração de corticosteroide ou em infecção aguda. Como é visto por outros trabalhos com ruminantes que relataram a presença de eosinopenia devido a exposição ao calor, como Broucek et al., (2009), avaliou bezerras após a exposição ao calor e observou a diminuição significativa de eosinófilos e aumento de neutrófilos. Assim como Minka e Ayo (2007) também relataram a diminuição nos eosinófilos de cabras sob estresse térmico. Entretanto, Abduch (2021) acompanhou em sua pesquisa 91 animais da raça Caracu por 21 dias, fêmeas apresentaram leucocitose por eosinofilia e neutrofilia por neutrófilos segmentados, após a exposição ao estresse calórico. Comprovando a observação realizada por Rodrigues (2003) que repostas eosinopênicas possuem mecanismos independentes a determinadas situações, não tendo assim valores

significativos no estresse térmico. Assim, as concentrações mais elevadas dessas células observadas nas fêmeas Caracu pode ser atribuída como consequência da maior reatividade observada nas fêmeas durante todo o experimento (PHOCAS et al., 2006) ou o fator racial também pode influenciar nos parâmetros leucocitários. (JAIN, 1993).

Os estudos sobre a hematologia dos bovinos demonstram existir influência da espécie do animal, tipos de raças, sexo, idade, temperatura ambiente, altitude, nutrição, excitação do animal e ingestão hídrica, sobre valores do hemograma (LUMSDEN, 1980; JAIN, 1993; MCMANUS et al., 2009).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A exposição dos animais aos fatores bioclimáticos pode causar alterações fisiológicas, constituindo uma resposta adaptativa para manutenção e regulação da temperatura corpórea dentro de limites fisiológicos, essas respostas podem ser evidenciadas pelas avaliações hematológicas, tanto na parte eritrocitária quanto no leucograma, podendo ser observado alterações como a hemoconcentração, devido ao aumento de eritrócitos e o baixo volume plasmático, aumento na concentração de hemoglobina, leucocitose por neutrofilia, podendo ser encontrado ainda uma linfopenia, monocitose e eosinopenia, porém esses dois últimos ocorrem de formas inconsistentes, não tendo assim valores significativos sobre a avaliação do estresse térmico. Outros parâmetros hematológicos não foram possíveis serem avaliados, devido à falta de relatos, como o fibrinogênio, basófilos e volume corpuscular médio (VCM).

Em contrapartida, deve ser fornecido ambientes que geram conforto térmico, práticas de manejo realizadas de acordo com as condições do clima local e seleção de animais capazes de se adequar a clima tropicais para que possa ser expressos o melhor desempenho produtivo dos bovinos leiteiros.

REFERÊNCIAS

- AMADEU, C.C.B. **Tolerância ao calor em ovinos da raça Santa Inês Dorper e Merino Branco**. 80 p. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP – Pirassununga-SP, 2012.
- ANDRADE, R. **Estresse térmico em vacas leiteiras: revisão bibliográfica**. 72 p. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Bacharelado em Zootecnia. Jaboticabal, 2021.
- ANDERSON, S. D. et al. Effects of adjustable and stationary fans with misters on core body temperature and lying behavior of lactating dairy cows in a semiarid climate. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 7, p. 4738-4750, 2013.
- AZEVEDO, D.M.M.R; ALVES, A.A.; FEITOSA, F.S.; MAGALHÃES, J.A.; MALHADO, C.H.M. Adaptabilidade de bovinos da raça pé-duro às condições climáticas do semi-árido do estado do Piauí. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, n. 220, p. 513-523, 2008.
- AZEVEDO, R.M.M.D.; ALVES. A.A. Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos /Teresina: **Embrapa** Meio-Norte, 83 p.; 21, 2009.
- AZEVEDO, M.; PIRES, M.F.A.; SATURNINO, H.M.; LANA, A.M.Q.; SAMPAIO, I.B.M.; MONTEIRO, J.B.N.; MORATO, L.E. Estimativa de Níveis Críticos Superiores do Índice de Temperatura e Umidade para Vacas Leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu em Lactação. 2000 Estimativa de Níveis Críticos Superior. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2000-2008, 2005.
- BEZERRA, L. R.; FERREIRA, A. F.; CAMBOIM, E. K. A.; JUSTINIANO, S. V.; MACHADO, P. C. R.; GOMES, B. B. Perfil hematológico de cabras clinicamente sadias criadas no cariri paraibano. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p.955-960, 2008.
- BROWN-BRANDL, T. M. Understanding heat stress in beef cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 47, 2018.
- BILBY, T.R.; TATCHER, W.W.; HANSEN, P.J. Estratégias farmacológicas, nutricionais e de manejo para aumentar a fertilidade de vacas leiteiras sob estresse

térmico. In: CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 18., 2014, Uberlândia. **Anais...** Uberlandia, MG: [UNESP], 2014, p.59-71

CATTELAM, J.; VALE, M.M. Estresse térmico em bovinos. **Revista Portuguesa Ciências Veterinária**, v.108, n.587-588, p.96-102, 2013.

CARROLL, J. A.; FORSBURG, N. E. Influence of Stress and Nutrition on Cattle Immunity. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 23, p. 105–149, 2007.

COSTA, M.J.R.P.; TONHATI, H.; OLIVEIRA, P.S.P.F. et al. Polimorfismo da hemoglobina, hematócrito e taxa de hemoglobina em vacas Jersey. **Veterinária e Zootecnia**, v.1, p.23-30, 1985.

DECAMPOS, J S.; IKEOBI, C. O. N.; OLOWOFESO, O.; O. F.; ADELEKE, M. A.; WHETO, M.; OGUNLAKIN, D. O.; MOHAMMED, A. Effects of coat colour genes on body measurements, heat tolerance traits and haematological parameters in West African Dwarf sheep. **Open Journal of Genetics**, v.3, p. 280-284, 2013.

ERBUT, P.; ANGRECKA, S.; WALCZAK, J. Environmental parameters to assessing of heat stress in dairy cattle – a review. **International Journal of Biometeorology**, v. 62, p. 2089-2097, 2018.

FERREIRA, F.; PIRES, M.F.A.; MARTINEZ, M.L.; COELHO, S.G.; CARVALHO, A.U.; FERREIRA, P.M.; FILHO, E.J; CAMPOS, W.E. Parametros fisiologicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.732-738, 2006.

FERREIRA, L.C.B. **Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de sombra**. 89 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

FIORAVANTI, M. C. S.; PAULA NETO, J.B.; JULIANO, R.S.; NUNES, A.C.B.; LOBO, J.R.; BORGES, A.C.; SERENO, J.R.; MIGUEL, M.P. Valores hematológicos de bovinos saudáveis da raça Curraleiro pé duro (*bos taurus*): efeito da idade, sexo e gestação. **Actas Iberoamericanas en Conservación Animal**, v. 7, p. 8–15, 2016.

GREENSPAN, F.S. Endocrinologia Básica e Clínica. Ed.: **Mcgraw-Hill** Brasil, Porto Alegre-RS, 7ª ed. 521p, 2006.

HILLMAN, P.E.; LEE, C.N.; PARKHURST, A. Impact of hair color on thermoregulation of dairy cows to direct sunlight. In: **ANNUAL INTERNATIONAL MEETING OF THE ASAE**, 2001, p. 94.

HULME, P. H. Adapting to climate change: is there scope for ecological management in the face of a global threat. **Journal of Applied Ecology**, Londres, v. 42, n. 5, p. 784-794, 2005.

IBGE – **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Produção da Pecuária Municipal. Prod. Pec. munic., Rio de Janeiro, v. 48, p.1-12, 2020. Disponível em:

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2020_v48_br_informativo.pdf. Acesso em: 04 jan. 2022.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2013). A base da ciência física. In: STOCKER, T.F.; QIN D.; PLATTNER, G.K.; TIGNOR, M.; ALLEN, S.K.; BOSCHUNG, J.; NAUELS, A.; XIA, Y.; BEX, V.; MIDGLEY, P.M. (Eds.) Contribuição do Grupo de Trabalho I para o **Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Das Alterações Climáticas**. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido e Nova York, NY, EUA, 2013.

JAIN, N.C. Essentials of veterinary hematology. Philadelphia: **Lea & Fabinger**, p. 417, 1993.

KANEKO, J.J. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 4ª Edição, **Academic Press**, San Diego, 932 p. 1989.

KIM, W.S.; LEE, J.S.; JEON, S.W. PENG, D.Q.; KIM, Y.S.; BAE, M.H.; JO, YH & LEE, H.G. Correlation between blood, physiological and behavioral parameters in beef calves under heat stress. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.31, n.6, p.919-925, 2018.

JONES, M. L.; ALLISON, R. W. Evaluation of the ruminant complete blood cell count. Veterinary Clinics of North America: **Food Animal Practice**, v. 23, p. 377- 402, 2007.

LEME, T.M.S.P.; PIRES, M.F.A.; VERNEQUE, R.S.; ALVIM, M.J.; AROEIRA, L.J.M. Comportamento de vacas mestiças holandês x zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência Agrotécnica**, v.29, n.3, p.668-675, 2005.

LISTA, F.N.; CHIQUIERI, J.; NERY, V.L.H. Criação de bovinos nos trópicos. **A Lavoura**, v.108, n.654, p.16-17, 2005.

MARIN, F.R.; ASSAD, E.D.; PILAU, F.G. Clima e Ambiente – Introdução à Climatologia para as Ciências Ambientais. Campinas–SP: **Embrapa Informática Agropecuária**, 127p.: il. 2008.

MACHADO, P. F. Efeitos da alta temperatura sobre a produção, reprodução e sanidade de bovinos leiteiros. In: **Ambiência na produção de leite em clima quente, Piracicaba**, 1998, p.179-188.

MARTINEZ, M.L.; VERNEQUE, R.S. Programa nacional de melhoramento genético. **Balde Branco**, n.439, 2001.

MCGUIRE, M. A.; BEEDE, D. K.; DELORENZO, M. A.; WILCOX, C. J.; HUNTINGTON, G. B.; REYNOLDS, C. K. & COLLIER, R. J. Effects of thermal stress and level of feed intake on portal plasma flow and net fluxes of metabolites in lactating Holstein cows. **Journal of Animal Science**, v.67, n.4, p.1050-1060, 1989.

McMANUS, C.; PRESCOTT, E.; PALUDO, G. R.; BIANCHINI, E.; LOUVANDINI, H.; MARIANTE, A. S. Heat tolerance in naturalized Brazilian cattle breeds. **Livestock Science**, v. 120, p. 256-264, 2009.

MCMANUS, C.; LOUVANDINI, H.; GUGEL, R.; SASAKI, L.C.B.; BIANCHINI, E.; BERNAL, F.E.M.; PAIVA, S.M.; PAIM, T.P. Skin and coat traits in sheep in Brazil and their relation with heat tolerance. **Tropical Animal Health and Production**, v.43, p.121–126, 2011.

MELO, A. F.; MOREIRA, J.M.; ATAÍDES, D. S.; GUIMARÃES, R. A. M.; LOIOLA, J. L.; SARDINHA, H. C. Efeitos do estresse térmico na produção de vacas leiteiras: revisão. **PUBVET**, v.10, n.10, p.721-730, 2016.

NARDONE, A.; RONCHI, B.; LACETERA, N.; RANIERI, M.S.; BERNABUCCI, U. Efeitos das mudanças climáticas na produção animal e na sustentabilidade dos sistemas pecuários. **Livestock Science** v.130, p.57–69. 2010.

NASS, I.A.; JUNIOR, I.A. Influência de ventilação e aspersão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p.139-142, Campina Grande, PB. 2001.

NEIVA, J.N.M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S.H.N.; OLIVEIRA, S.M.P.; MOURA, A.A.A.N. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santas Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.33, n.3, p.668- 678, 2004.

NUNES, A.S.; BARBOSA, O.R.; SAKAGUTI, E.S. et al. Efeito de dois regimes de suplementação e dois sistemas de produção, nos constituintes sanguíneos de cabras Saanen durante a lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1245-1250, 2002.

NUNES, A. S.; BARBOSA, O. R.; SAKAGUTI, E. S.; SAKUNO, M. L.D.; ARAUJO, M. F. T. E.; SILVA C. P. Efeito de dois regimes de suplementação alimentar e dois sistemas de produção, nos constituintes sanguíneos de cabras saanen durante a lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 3, p. 1245-1250, 2002.

OLSSON, T.A.; HERMELIN-JOSATER, M.; KANN, G. et al. Heat stress causes excessive drinking in fed and food deprived pregnant goats. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.10, p.309-317, 1995.

PEREIRA, J.C.C. Fundamentos de Bioclimatologia Aplicados à Produção Animal. Belo Horizonte: **FEPMVZ**, p.195, 2005.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J.; MATARAZZO, S. V.; SILVA, I. J. O.; LIMA, K. A. O. Efeito da utilização de sistemas de climatização nos parâmetros fisiológicos do gado leiteiro. **Engenharia Agrícola**, v.26, p.663-671, 2006.

PIRES, M. F. A.; FERRERIRA, A.M.; SATURNINO, H.M.; TEODORO, R, L. Taxa de gestação de fêmeas da raça holandesa confinadas em free stall, no inverno e verão.

Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v. 54, n. 1, p. 57-63, 2002.

SAMPAIO, C. A. P. et al. Avaliação do ambiente térmico em instalações para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 785-790, 2004.

SILVA, R.G. Biofísica Ambiental, os animais e seu ambiente. Jaboticabal – SP: **FUNEP**, p.393. 2008.

SILVA, R.G. & STARLING, J.M.C. Evaporação Cutânea e Respiratória em Ovinos sob Altas Temperaturas Ambientales. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1956-1961, 2003.

SILVA, E.M.N.; SOUZA, B.B.; SILVA, A.G. Parametros fisiologicos e hematológicos de caprinos em função da adaptabilidade ao semi-arido. ACSA - **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.06, n.03, p. 01 – 06, 2010.

SILVA, R.G. Estimativa do balanço térmico por radiação em vacas holandesas expostas ao sol e à sombra em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1403-1411, 1999.

SILVA, F. L. R.; ARAÚJO, A. M. Desempenho produtivo em caprinos mestiços no Semi-árido do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 1028- 1035, 2000.

SILVA, R.G. Introdução a bioclimatologia animal. 1 ed. São Paulo: Nobel, p.286, 2000.

SILVAL, H.A.; MOREAESL, H.S.K.A, GUIMARÃES, V.A.; CARVALHO, E.H.P.C.F. Análise da viabilidade econômica da produção de leite a pasto e com suplementos na região dos Campos Gerais – Paraná, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.445-450, 2008.

SIQUEIRA, KB. Consumo de Leite e derivados no Brasil. **Anuário Leite: IBGE**, 2019.

SOUZA, B. B.; LOPES, J. J.; ROBERTO, J. V. B.; SILVA, A. M. A.; SILVA, E. M. N.; SILVA, G. A. Efeito do ambiente sobre as respostas fisiológicas de Caprinos Saanen e mestiços $\frac{1}{2}$ saanen + $\frac{1}{2}$ boer no semiárido Paraibano. **Agropecuária Científica no Semiárido**. v.06, n. 02, p. 47 - 51, 2010.

STOCKHAM, S. L.; SCOTT, M. A. **Fundamentals of veterinary clinical pathology. Iowa: Blackwell Publishing Company**, 610 p. 2002.

SRIKANDAKUMAR, A.; JOHNSON, E.H. Effect of heat stress on milk production, rectal temperature, respiratory rate and blood chemistry in Holstein, Jersey and Australian Milking Zebu cows. **Tropical Animal Health and Production**, v.36, p.685-692, 2004.

SEJIAN, V.; BHATTA, R.; GAUGHAN, J.B.; DUNSHEA, F.R.; LACETERA, N. **Review: Adaptation of animals to heat stress Animal**, v. 12, p. 431- 444, 2018.

SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia animal – adaptação e meio ambiente**. 5ª ed. São Paulo, p.546. 1996.

STAPLES, C. R.; THATCHER, W. W. Heat Stress: Effects on Milk Production and Composition. In: FUQUAY, J. W.; FOX, P.F.; McSWEENEY, P. H. L. **Encyclopedia of Dairy Sciences**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier Ltd, p.561–566. 2011.

TITTO, E.A.L. Clima: Influência na produção de leite. In: Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite, 1, 1998, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: FEALQ, 1998. p.10-23
VIANA, J.A.C. O terceiro mundo não é assim: está assim, Belo Horizonte: **FEPMVZ**: Editora, Belo Horizonte, 689p. 1999.

VENTURINI, K. S. et al. **Obtenção de Leite. Boletim técnico** - Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. 2007.