

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**CARACTERÍSTICAS TRICOLÓGICAS E FISIOLÓGICAS DE
BOVINOS DA RAÇA NELORE SUBMETIDOS A DIFERENTES GRAUS
DE SOMBREAMENTO NO CERRADO BRASILEIRO**

Allan Rodrigues da Costa
Orientador: Prof. Dr. João Teodoro Pádua

GOIÂNIA
2016



TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPFC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/96, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☒ **Dissertação** ☐ **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

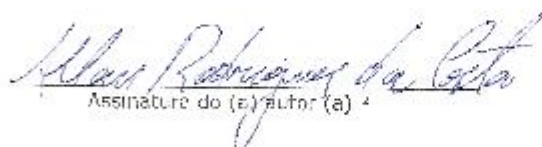
Nome completo do autor: ALLAN RODRIGUES DA COSTA

Título do trabalho: CARACTERÍSTICAS TRICOLÓCICAS E FISIOLÓGICAS DE BOVINOS DA RAÇA NEIORKL SUBMETIDOS A DIFERENTES GRAUS DE SOMBREAMENTO NO CERRADO BRASILEIRO

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento ☒ **SIM** ☐ **NÃO**¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura do (a) autor(a) ²

Data: 15.09.16

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data da defesa. A extensão desta prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

² A assinatura deve ser escaneada.

ALLAN RODRIGUES DA COSTA

**CARACTERÍSTICAS TRICOLÓGICAS E FISIOLÓGICAS DE
BOVINOS DA RAÇA NELORE SUBMETIDOS A DIFERENTES GRAUS
DE SOMBREAMENTO NO CERRADO BRASILEIRO**

Dissertação de mestrado apresentada para obtenção
do título de Mestre em Zootecnia junto à Escola de
Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
Federal de Goiás.

Área de concentração:

Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. João Teodoro Pádua

Comitê de orientação:

Dra. Fabiana Villa Alves-Embrapa Gado de Corte

Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza Franca-EVZ /UFG

GOIÂNIA

2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

, ALLAN RODRIGUES DA COSTA
CARACTERÍSTICAS TRICOLÓGICAS E FISIOLÓGICAS DE
BOVINOS DA RAÇA NELORE SUBMETIDOS A DIFERENTES
GRAUS DE SOMBREAMENTO NO CERRADO BRASILEIRO
[manuscrito] / ALLAN RODRIGUES DA COSTA ; JOAO TEODORO
PADUA PADUA, FABIANA VILLA ALVES ALVES. - 2016.
LI, 51 f.: il.

Orientador: Profa. Dra. JOAO TEODORO PADUA PADUA; co
orientadora Dra. FABIANA VILLA ALVES ALVES; co-orientador Dr.
ALDI FERNANDES DE SOUZA FRANCA FRANCA.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola
de Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, Goiânia, 2016.

Bibliografia.

Inclui tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. TERMORREGULAÇÃO. 2. PELAGEM. 3. SOMBREAMENTO. I.
PADUA, JOAO TEODORO PADUA . II. ALVES, FABIANA VILLA
ALVES. III. PADUA, JOAO TEODORO PADUA, orient. IV. ALVES,
FABIANA VILLA ALVES, co-orient. V. Título.

CDU 635

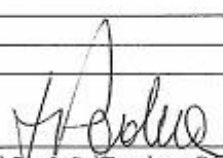
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA



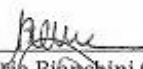
1 ATA NÚMERO 35/2016 DA SESSÃO DE JULGAMENTO DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
2 MESTRADO DO(A) ALUNO ALLAN RODRIGUES DA COSTA DO PROGRAMA DE PÓS-
3 GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA DA ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA DA
4 UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. Aos 26/08/2016, a partir das 14h00min, na sala
5 de Reuniões do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia
6 da Universidade Federal de Goiás, nesta Capital, realizou-se a sessão pública de Defesa de
7 Dissertação intitulada "Características tricológicas e fisiológicas de bovinos da raça
8 Nelore submetidos a diferentes graus de sombreamento no cerrado brasileiro",
9 apresentado para obtenção do título de Mestre em Zootecnia, junto à área de
10 Concentração: Produção Animal. Os trabalhos foram instalados pelo (a) Presidente da
11 Comissão Julgadora, Orientador (a) Prof. Dr. João Teodoro Pádua, com a participação
12 dos demais membros da Banca Examinadora, Profa. Dra. Eliandra Maria Bianchini
13 Oliveira - IFGoiano/Morinhos-GO e Prof. Dr. Jeferson Corrêa Ribeiro -
14 IFGoiano/Morinhos-GO. Iniciando os trabalhos, a Presidente concedeu a palavra ao (a)
15 candidato (a) ALLAN RODRIGUES DA COSTA, para exposição em QUARENTA MINUTOS
16 do seu trabalho. A seguir, o senhor Presidente concedeu a palavra, pela ordem, aos demais
17 membros da banca, os quais passaram a arguir o (a) candidato (a), durante o prazo
18 máximo de VINTE MINUTOS, assegurando-se ao mesmo, igual prazo para responder aos
19 Senhores Membros da Banca Examinadora. Ultimada a arguição, que se desenvolveu nos
20 termos regimentais, a Comissão, em sessão secreta, expressou seu Julgamento,
21 considerando o(a) candidato (a) APROVADO (aprovado/reprovado) pelos seus
22 membros. Proclamados os resultados da Banca Examinadora, foram encerrados os
23 trabalhos e, para constar lavrou-se a presente ata que, após lida e achada conforme vai
24 assinada pelos membros da Banca Examinadora.

25 A Banca Examinadora aprovou a seguinte modificação no título da dissertação:

26 _____
27 _____
28 _____
29 _____
30 _____



Prof. Dr. João Teodoro Pádua
(Presidente da Banca)



Profa. Dra. Eliandra Maria Bianchini Oliveira - IFGoiano/Morinhos-GO



Prof. Dr. Jeferson Corrêa Ribeiro - IFGoiano/Morinhos-GO

Dedico aos meus pais, que sempre me fizeram acreditar na realização de meus sonhos e trabalharam muito para que eu pudesse alcançá-los, Wilson e Vânia.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Aos orientadores Dr. João Teodoro e Dra Fabiana Villa.

Ao professor Jeferson Ribeiro pelo grande auxílio na estatística.

Ao Instituto Federal Goiano pela concessão da liberação importante para minha qualificação profissional .

A Embrapa Gado de Corte pelo espaço para execução da fase experimental

Aos funcionários da Embrapa Gado de Corte, Odivaldo, Paulino e a todos campeiros pela disposição em ajudar.

Aos colegas de pesquisa, estagiários, bolsistas em especial a Carol, Ariadne, Junior, Camilla, Alan, Denise, Maycon, Thyago, Lais e Dudu.

Aos professores, funcionários e colegas da Pós-Graduação em Zootecnia da UFG, os quais ajudaram no meu crescimento profissional e pessoal.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	xi
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 O ambiente e o animal.....	4
2.2 Homeotermia e estresse térmico	5
2.3 Zona de Conforto Térmico.....	7
2.4 Características da Pele e Pelame	8
2.5 Temperatura da Superfície Corporal	10
2.6 Índices de conforto térmico.....	11
2.61 Índice de Temperatura e Umidade (ITU)	11
2.62 Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU)	12
2.63 Carga Térmica Radiante (CTR)	12
2.7 Sistemas de integração	14
3. OBJETIVOS	16
3.1 Objetivo Geral.....	16
3.2 Objetivo Específico.....	16
4. HIPÓTESES	17
5. REFERÊNCIA	18
CAPÍTULO 2 - CARACTERÍSTICAS DE TERMOTOLERÂNCIA EM NOVILHAS NELORE RECRIADAS EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO NO CERRADO BRASILEIRO.....	23
1. INTRODUÇÃO.....	24
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
2.1 Período e área experimental	26
2.2 Animais	27
2.3 Características da pele e pelame.....	27

2.4 Microclima	28
2.5 Análise estatística.....	30
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4. CONCLUSÕES	37
5. REFERÊNCIAS	38

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- Centro termorregulador dos animais homeotérmicos (HAFEZ, 1973).....	6
FIGURA 2 - Apresentação esquemática das zonas de sobrevivência e homeotermia no que diz respeito às condições ambientais de ruminantes. Adaptado de Silanikove (2000)	8
FIGURA 3- Representação esquemática da área experimental.....	26
FIGURA 4 - Escala padrão para determinação da epiderme e do pelame de bovinos (Silva, 2000).....	27
FIGURA 5 - Imagem termo-higrômetros em ILPF e ILP ao sol e a sombra para mensuração das variáveis ambientais	30
FIGURA 6- Precipitação pluviométrica do entorno da área no ano experimental.....	31
FIGURA 7- Índice de Temperatura e Umidade em sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) e sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, à sombra e ao sol, em Campo Grande, MS	32
FIGURA 8- Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) em sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) e sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), à sombra e ao sol, em Campo Grande, MS.....	32

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- Médias, valores de P e coeficiente de variação dos índices de conforto térmico ao sol e à sombra em Sistema Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) e Lavoura Pecuária (ILP) em três períodos (Dezembro, Janeiro e Fevereiro).....	33
TABELA 2- Contrastes ortogonais e valores de P para as características de pele e pelame do dorso de novilhas Nelores criadas em sistemas de integração (ILP e ILPF) em três períodos (dezembro, janeiro e fevereiro) em Campo Grande-MS	34
TABELA 3- Contrastes ortogonais e valores de P para as características de pele e pelame da garupa de novilhas Nelores criadas em sistemas de integração (ILP e ILPF) em três períodos (dezembro, janeiro e fevereiro) em Campo Grande-MS	34
TABELA 4 - Médias, valores de P e coeficiente de variação das características de pele e pelame do dorso de novilhas Nelore em sistema de integração lavoura pecuária floresta (ILPF) e lavoura pecuária (ILP) em três períodos (dezembro, janeiro e fevereiro) em Campo Grande-MS	35
TABELA 5- Médias, valores de P e coeficiente de variação das características da pele e pelame da garupa de novilhas Nelore em sistema de integração lavoura pecuária floresta (ILPF) e lavoura pecuária (ILP) em três períodos (dezembro, janeiro e fevereiro) em Campo Grande-MS	36

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ILP	- Integração Lavoura Pecuária
ILPF	- Integração Lavoura Pecuária Floresta
CPM	- Coloração do Pelame
CPL	- Coloração da Pele
CP	- Comprimento médio dos pelos
NP	- Número de pelos
DM	- Densidade média de massa de pelos
DP	- Diâmetro médio de pelos
ITU	- Índice de Temperatura e Umidade
ITGU	- Índice de Temperatura de Globo e Umidade
CTR	- Carga Térmica Radiante

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. INTRODUÇÃO

A produção animal tem sofrido radical transformação, devido a necessidade de incrementar a produtividade e incorporar novas tecnologias para melhoria da eficiência, lucratividade, bem estar animal e qualidade do produto¹.

Considerando que a produtividade ou mesmo a sobrevivência do animal depende, principalmente, de sua capacidade de manter a temperatura corporal dentro de certos limites (homeotermia), a adaptabilidade é a habilidade que o animal apresenta em se ajustar às condições ambientais de climas adversos, com mínima perda de desempenho e conservando alta taxa reprodutiva, resistência às doenças e baixo índice de mortalidade². Dessa forma a temperatura interna do corpo é controlada pelo equilíbrio do calor produzido pelo seu metabolismo, e o calor ganho ou perdido para o ambiente externo.

O estresse térmico é um dos principais fatores envolvidos na redução da produtividade e desenvolvimento animal, com a falta de conforto térmico o animal procura maneiras de perder calor, acionando mecanismos fisiológicos e endócrinos que são importantes na determinação de adaptabilidade animal. A compreensão aprofundada dos aspectos adaptativos (tolerância ao calor) é cada vez mais importante, visto que a falta de raças termotolerantes é um entrave produtivo em vários países⁴. Outro fator com grande expressão no conforto térmico é o clima, o qual atua de forma direta sobre o animal que busca constantemente se adaptar às condições ambientais na busca de bem-estar⁵.

Os bovinos em clima tropical, principalmente os que são criados em regime de pastos, estão expostos ao sol e a outras intempéries por várias horas ao dia e tornam-se susceptíveis a um estado permanente de estresse, resultando em alterações fisiológicas que comprometem seu desempenho produtivo⁵. A zona de conforto térmico dos bovinos de corte encontra-se numa faixa de temperatura de 22°C a 26°C, e com temperatura crítica superior (TCS) acima de 35°C para os zebuínos³.

Na caracterização do conforto térmico, alguns fatores envolvidos são importantes, tais como: o ambiente (temperatura do ar, temperatura radiante, radiação solar, umidade do ar e pressão atmosférica), a capa externa do animal (espessura, estrutura, isolamento térmico, penetração pelo vento, ventilação, emissividade, absorvidade e refletividade), características corporais (forma do corpo, tamanho, área de superfície, área exposta à radiação solar, emissividade, absorvidade da epiderme)⁶.

De acordo com Prayaga et al.⁷ o tipo do pelame é um fator determinante no controle da temperatura corporal. Para bovinos em regiões tropicais é ideal que apresente uma capa de pelame branco, com pelos bem assentados sobre a epiderme altamente pigmentada. A transferência depende do número de pelos por unidade de área, do ângulo de inclinação dos pelos e quanto mais grossos forem os mesmos, maior a quantidade de energia térmica conduzida através da capa. Mata e Silva et al.⁸ relataram que as características do pelame possuem boa adequação às condições ambientais, facilitando a dissipação de calor e que pelame menos denso, com pelos bem assentados e curtos, favorecem as perdas de calor por meio da capa de pelame.

Além de perdas de calor por convecção e radiação, a habilidade dos animais em resistir a altas temperaturas é também proporcional à sua capacidade de eliminar calor latente através da evaporação de água. Este processo ocorre tanto na superfície cutânea como no sistema respiratório. De acordo com Maia et al.⁹ vacas leiteiras submetidas a altas temperaturas a evaporação cutânea tornou-se o principal mecanismo de perda de calor, chegando a 85 % do total, sendo os outros 15% corresponderam às perdas por evaporação cutânea, ressaltando assim, a grande importância da evaporação cutânea para aliviar o estresse térmico causado pelo ganho de calor por radiação solar direta.

Existem diversos indicativos para caracterização do conforto térmico e do bem estar animal, entre eles, a observação criteriosa de respostas fisiológicas (temperatura retal, frequência respiratória, taxa de sudação e concentrações hormonais) e comportamentais dos animais ao estresse¹⁰. Em bovinos os limites ideais de temperatura retal devem ser mantidos de 38,1°C a 39,1°C¹¹, e a frequência respiratória normal varia entre 12 e 36 movimentos respiratórios por minuto¹². Conforme Silva⁶ (2000), os mecanismos de controle térmico (termogênese e termólise) podem ser do tipo comportamental, fisiológico e adaptativo, apresentando os animais respostas homeostáticas que interferem diretamente em suas condições produtivas e reprodutivas.

O uso do sombreamento principalmente em regiões de climas quentes, localizadas nos trópicos, caracteriza-se por medida protetiva, pois favorece a perda de calor e a regulação da temperatura corporal. Os animais fazem seu uso nas horas mais quentes do dia, para que suas necessidades sejam atendidas, devendo ter sombra o suficiente para abrigar todos os animais ao mesmo tempo e a qualquer hora do dia⁶. Desse modo, Silva e Maia¹⁰ recomendam área de sombra de 5,6 m² por animal, o que garantiria 0,5 m de distância entre animais e evitaria “superlotação” e eventual formação de barro no período chuvoso. Assim, para

amenizar os efeitos deletérios do ambiente tropical, há necessidade de melhor entender as relações entre os elementos climáticos e a fisiologia animal.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O ambiente e o animal

A influência dos fatores ambientais, em torno do animal, vem sendo considerada um dos aspectos que mais influencia a produtividade no Brasil, devido a grande variação de microclimas e grande diversidade de raças produtoras. Cerca de dois terços do território brasileiro situam-se na faixa tropical do planeta, onde há predominância de alta exposição à radiação solar e por consequência alta temperatura, que quando associadas à umidade elevada são os principais elementos meteorológicos responsáveis pelo baixo desempenho animal¹³.

O ambiente térmico envolve a interação de um complexo de fatores (temperatura, umidade, radiação e vento) ou elementos que interagem para determinar a magnitude dos processos de troca de calor entre o animal e o ambiente. A interação ambiente animal deve ser considerada quando se busca maior eficiência na exploração pecuária, pois, o sucesso da atividade está relacionado às diferentes respostas fisiológicas do animal às peculiaridades de cada região.¹⁴

Os animais têm vários sistemas funcionais, os quais controlam a temperatura corporal, o estado nutricional, as interações sociais e outros. Em conjunto, estes sistemas funcionais permitem que o indivíduo controle suas interações com o meio ambiente, e desta forma, mantenha cada aspecto do seu estado dentro de uma faixa tolerável¹⁵.

Fatores como disponibilidade de água, sombreamento, temperatura corporal do animal, comportamentos em condições de temperaturas diferentes, que afetam diretamente as trocas térmicas de calor sensível (condução, radiação e convecção cutânea) e as perdas de calor latente (evaporação cutânea) para o ambiente, podem levar ao estresse térmico animal¹⁴.

Em ambientes de temperaturas elevadas, nas quais a produção de calor excede a dissipação pelos animais, todas as fontes de calor endógeno são inibidas, principalmente o consumo de alimento (incremento calórico) e o metabolismo basal e energético, enquanto a temperatura corporal, frequência respiratória e a taxa de sudação aumentam¹⁶.

As trocas térmicas que o animal realiza com o ambiente dependem da situação em que o animal e o ambiente se encontram, ou seja, se o ambiente se encontra com temperaturas mais elevadas do que aquelas em que o animal se encontra na zona de conforto térmico, o animal fica em uma condição de estresse térmico³.

Quando o organismo do animal conseguir compensar a ação desse estresse térmico, não haverá prejuízos para o desempenho do animal, a não ser que este processo de compensação do organismo cause prejuízos em outras funções realizadas por ele³.

Um ambiente é considerado confortável quando o animal está em equilíbrio térmico com ele, ou seja, o calor produzido (termogênese) pelo metabolismo animal é perdido (termólise) para o ambiente sem prejuízo apreciável ao seu rendimento¹⁷. Este aspecto reveste-se de importância, uma vez que, os nutrientes ingeridos pelos animais serão quase na totalidade utilizados para desenvolvimento das funções produtivas.

Nas criações a pasto, a incidência de radiação solar direta representa a maior fonte de calor recebida pelos animais do ambiente. Para evitar ou reduzir o estresse térmico provocado pela radiação solar, o uso do sombreamento é uma alternativa viável, beneficiando o conforto térmico e favorecendo a termorregulação dos animais².

2.2 Homeotermia e estresse térmico

A temperatura corporal dos animais depende da energia térmica armazenada por unidade de massa corporal, que pode ser aumentada pelos processos termogênico ou diminuída pela termólise. De acordo com Silva (2000) existem três mecanismos envolvidos na termogênese e termólise: Mecanismos Comportamentais (a fim de diminuir ou aumentar exposição à energia térmica); Mecanismos Autônomos (envolvem funções orgânicas); Mecanismos Adaptativos (características de pele e pelame).

Para que a atividade celular seja normal, o animal precisa ter seu ambiente interno estável com relação às flutuações externas, processo conhecido como homeotermia ou homeostase¹⁸. Os bovinos são animais homeotérmicos, uma vez que, possuem funções fisiológicas capazes de manter a temperatura corporal constante, independente da variação da temperatura ambiente, por meio de trocas de calor com o meio ambiente.

A temperatura fisiológica dos animais homeotérmicos é controlada pelo centro termorregulador situado no hipotálamo que funciona como um regulador térmico fisiológico recebendo sensações de frio e calor através do sistema nervoso central por células especializadas termo receptoras periféricas¹⁹. É o centro termorregulador que controla a produção e perda de calor (Figura 1).

Em condição tropical, a dissipação de calor assume grande importância no sentido de evitar os efeitos deletérios do estresse calórico e ocorre através de quatro mecanismos: condução, convecção, radiação e evaporação, que se manifestam através de mecanismos fisiológicos, comportamentais e metabólicos²⁰

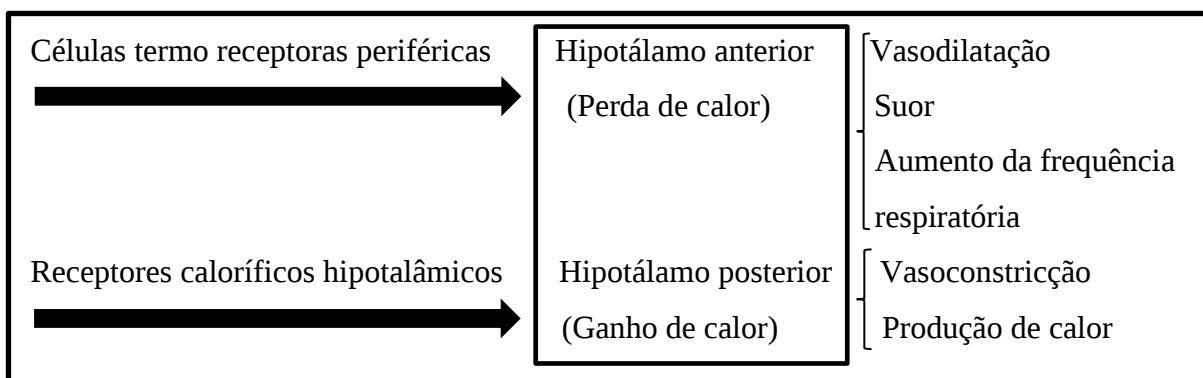


FIGURA 1- Centro termorregulador dos animais homeotérmicos (HAFEZ, 1973)

A ativação hormonal e do sistema nervoso autônomo tem por objetivo preservar a integridade do organismo visando a manutenção da homeostasia. A temperatura ambiente, por meio de sua ação sobre o sistema neuroendócrino, influencia o comportamento animal e os hormônios da tireóide, tiroxina (T4) e triiodotironina (T3), exercem importante papel na adaptação do animal as mudanças ambientais. Porém, a triiodotironina é o hormônio mais ligado a termogênese²¹.

Quando um animal homeotérmico é exposto ao estresse térmico, a resposta inicial é o aumento do fluxo sanguíneo na pele e membros (vasodilatação periférica). O aumento da temperatura superficial da pele gera um gradiente térmico entre a pele e o ambiente, facilitando a dissipação de calor por mecanismos não evaporativos (condução, convecção e radiação). Entretanto, quando a vasodilatação for insuficiente para manter a homeostase, aumenta-se a perda de calor latente pela taquipnéia e sudorese²². De acordo com Silva⁶, em bovinos sob estresse de calor, a evaporação respiratória responde por 30% do total da termólise evaporativa, enquanto os outros 70% restantes ficam a cargo da evaporação cutânea.

O estresse térmico é a força exercida pelos componentes do ambiente térmico sobre um organismo, causando nele uma reação fisiológica proporcional à intensidade da força aplicada e à capacidade do organismo em compensar os desvios causados pela força⁶, resultando em hiperfunção da glândula adrenal e do sistema nervoso simpático, com o objetivo de adaptar o indivíduo à nova situação de estresse. Assim, considera-se que o estresse térmico está relacionado com a resposta de adaptação²³.

A alta temperatura na região tropical e em consequência o estresse térmico afeta em 22% no consumo alimentar²⁴, na tentativa de minimizar o calor produzido pelas reações metabólicas do processo digestivo, e na perda embrionária devido ao efeito deletério da hipertermia uterina²⁵.

2.3 Zona de Conforto Térmico

A zona de conforto térmico é a faixa de temperatura ambiente em que o animal homeotérmico não utiliza o seu sistema termorregulador. Os bovinos em função da espécie, da adaptação da raça, nível de produção apresentam uma faixa de temperatura ambiente²⁶ na qual se encontram em conforto térmico. É quando ocorre maior eficiência produtiva e reprodutiva, devido ao mínimo gasto energético²⁷.

Uma Zona de Conforto Térmico (ZCT) para animais seria aquela delimitada pelas Temperaturas Crítica Superior (TCS) e Crítica Inferior (TCI), ótimas para a produção. A figura 2 mostra a curva de produção de calor, *versus* temperatura ambiental, onde se pode identificar a zona de termoneutralidade onde o balanço térmico é nulo, isto é, o calor que o organismo do animal produz, mais o que ele ganha do ambiente é igual ao calor perdido por intermédio da condução, da irradiação, da convecção, da evaporação e do calor contido nas substâncias corporais eliminadas⁶.

Quando a temperatura ambiente encontra-se fora da ZCT, o animal necessitará de ajustes fisiológicos, comportamentais e metabólicos para manter a temperatura corporal constante²⁸. Sendo que, quando a temperatura ambiente encontra-se abaixo da TCI, o animal precisa produzir calor corporal (termogênese), já quando acima da TCS necessitará de perder calor (termólise). Santos et al.²⁹ considera que, para bovinos zebuínos, as melhores condições climáticas seriam de temperatura entre 7 a 35°C.

Na figura 2 podemos observar a representação gráfica, que mostra a variação da temperatura corporal e da produção de calor do animal em função da temperatura ambiente efetiva. A faixa BB' representa a zona de termoneutralidade os pontos B e B' representam a temperatura críticas inferior e crítica superior, respectivamente, temperaturas ambientes fora da faixa provocam estresse por frio ou calor e o acionamento dos mecanismos termorregulatórios de produção e perda de calor visando manter a homeotermia. A faixa C e C' corresponde à zona de homeotermia, nela o sistema termorregulatório do animal consegue manter constante a temperatura corporal. Os pontos C e C' são os que iniciam as zonas de hipotermia e hipertermia, respectivamente, a partir deles os mecanismos de termorregulação não são suficientes em manter homeotermia, ocorrendo óbito por hipotermia ou hipertermia.

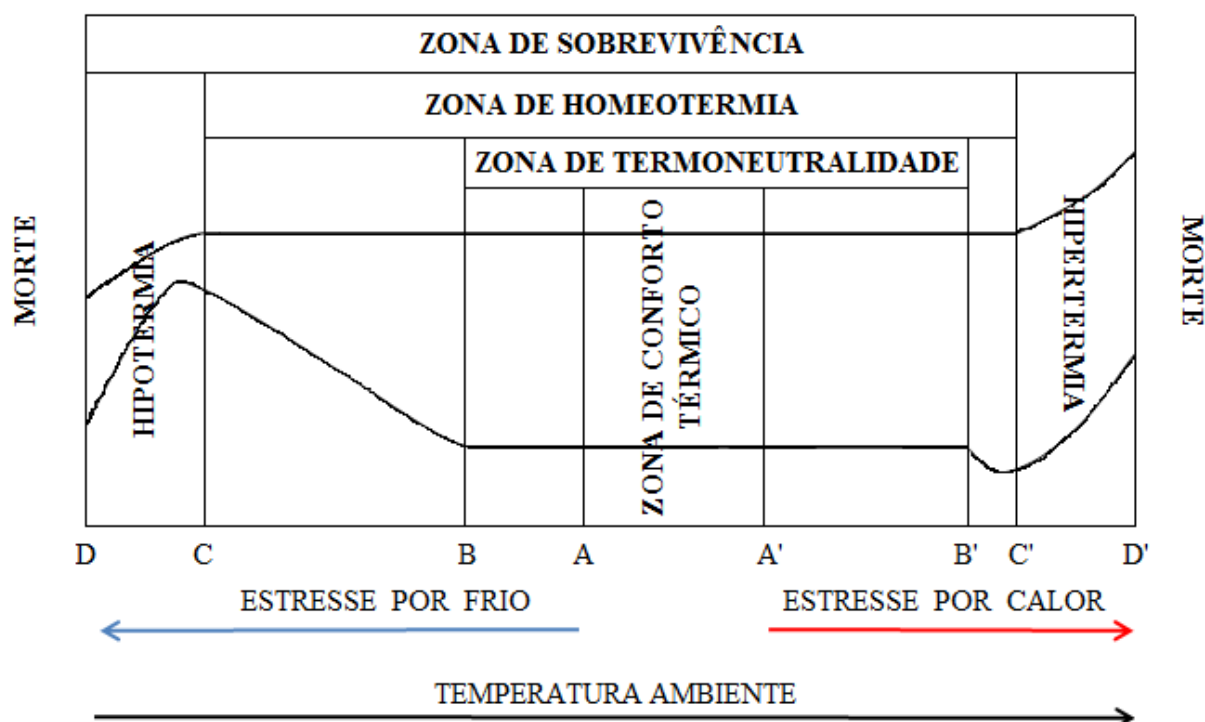


FIGURA 2 - Apresentação esquemática das zonas de sobrevivência e homeotermia no que diz respeito às condições ambientais de ruminantes. Adaptado de Silanikove (2000)

A fixação dos limites de temperaturas críticas da zona de conforto térmico dos animais depende de fatores ligados ao ambiente e ao animal, tais como: temperatura e a umidade relativa do ar, vento e radiação solar, que variam com a região, época do ano e a hora do dia; é diferente para uma mesma espécie, variando para a mesma espécie e subespécie, com a idade e fase de desenvolvimento do animal; também ocorre variação com o tipo de manejo (densidade animal, tipo de dieta) e com as instalações adotadas³².

Dentro da ZCT, a energia da dieta é utilizada para crescimento, manutenção e atividade física. Fora dessa zona térmica, energia adicional é necessária para manter a homeotermia³³.

2.4 Características da Pele e Pelame

A pele dos mamíferos representa uma barreira natural entre o organismo e o meio externo, cuja principal função é a de proteção contra os agentes físicos, químicos e microbiológicos. Constitui o maior órgão em extensão do corpo dos animais, e tem importância fundamental na manutenção da homeotermia, através da perda de calor por meio da sudorese. Formada por duas camadas distintas: a epiderme e pela derme³⁴.

A epiderme é constituída por um epitélio estratificado pavimentoso queratinizado, abrigando entre outras, células produtoras de queratina (proteína resistente e impermeável responsável pela proteção), de melanina (filtragem de raios UV), e, de células imunitárias, não possui vasos sanguíneos, com isso os nutrientes e o oxigênio chegam à epiderme por difusão a partir de vasos sanguíneos da derme³⁵.

A derme dispõe-se logo abaixo da epiderme e desta é separada por uma fina membrana basal de natureza complexa. A derme é composta por fibras de tecido conjuntivo, colágenas, elásticas e reticulares, que nos herbívoros abrange os folículos pilosos glândulas sudoríparas, glândulas sebáceas e o músculo eretor do pelo³⁶.

A eliminação de calor corporal e redução da entrada de calor por radiação são vitais aos animais criados em ambiente tropical, assim, bovinos com epiderme altamente pigmentada em combinação com pelame claro são altamente desejáveis para criação em campo aberto em regiões tropicais. Características essas que são em consequência do processo de seleção natural, visando proteger os tecidos profundos da ação perigosa da radiação ultravioleta de ondas curtas (<300nm), a qual atravessa facilmente a fina camada de pelame desses animais³⁷.

Silva et al.³⁸ observaram em vacas da raça Jersey uma pigmentação no verão (75,9%) e menos acentuada no inverno (71,5%). Essa pigmentação é devido a atividade dos melanócitos localizados na camada basal da epiderme. A melanina é produzida por essas células sob a forma de grãos, nos quais a tirosina (de origem alimentar) neles contida é oxidada pela tirosinase, e essa reação é catalisada pela ação da radiação ultravioleta que penetra nos tecidos. A pigmentação nos pelos é proporcionada pela quantidade de grânulos de melanina presentes na cutícula, córtex e medula. Esses grânulos são produzidos por melanócitos localizadas na raiz de cada pelo³⁹. De acordo com Udo⁴⁰ (1978) tanto no caso dos pelos como da epiderme o grau de pigmentação é consequência da atividade dos melanócitos, e sua atividade pode variar através do controle hormonal.

Segundo Maia et al.⁴¹, a quantidade de radiação efetivamente transmitida através da capa de pelame depende não somente da cor, mas em alto grau da sua estrutura física principalmente do número de pelos por unidade de área.

A capa externa do organismo constituída de pelame, ou pelo, assume importância fundamental para as trocas térmicas nos animais, de modo a influenciar profundamente o balanço térmico dos mesmos⁴². Bianchini et al.⁴³. relata que o pelame do animal é uma característica que está relacionada com a adaptação ao meio, em razão da fronteira entre o animal e o ambiente físico circundante, que interfere na resposta dos animais ao ambiente.

As características do pelame são fatores importantes que afetam diretamente as trocas térmicas de calor sensível (convecção cutânea e radiação) e as perdas de calor latente para a regulação do calor corporal, pois a capacidade evaporativa cutânea nos animais depende principalmente do tipo, cor e espessura da capa⁴⁴. Se a capacidade de um animal em suar for relativamente grande, o pelame ideal seria aquele que permite a circulação de ar sobre a pele, o que possibilita uma maior capacidade evaporativa.

Maia et al.⁴⁴, em estudo das características físicas de pelame de vacas holandesas em região tropical, verificaram que a epiderme despigmentada apresentou coeficiente de transmissão consideravelmente mais elevado do que a epiderme pigmentada, o que constitui uma característica desfavorável para animais em ambiente tropical. Façanha et al.⁴⁵ observaram em vacas mestiças a ocorrência de pelos mais curtos e assentados nas épocas em que se registraram maiores valores de temperatura radiante média, apresentando menor resistência ao fluxo de calor latente e sensível através da capa, ao mesmo tempo que apresentava menor transmissividade efetiva de radiação absorvida na superfície do animal. Esses autores ao considerarem a quantidade de radiação transmitida através da capa de pelame sugerem a inclusão de características como espessura da capa e densidade numérica do pelame, pigmentação do pelame e da epiderme, assim como o comprimento dos pelos nos protocolos de avaliação da adaptabilidade, uma vez que interferem nas trocas térmicas entre o animal e o ambiente e geralmente estão relacionadas a genes que conferem maior tolerância ao calor.

2.5 Temperatura da Superfície Corporal

A temperatura da superfície do pelame não é homogênea e apresenta variações de acordo com a região anatômica. De acordo com Silva⁶ a superfície corporal apresenta temperatura mais variável, já que está mais sujeita as influências do meio externo, sendo influenciada pela temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento e condições fisiológicas como vascularização e evaporação do suor.

O pelame representa a fronteira entre o ambiente e o corpo dos animais, e influencia diretamente as trocas térmicas⁴⁵. A temperatura do pelame depende principalmente das condições ambientais de umidade, temperatura do ar, velocidade do vento e das condições fisiológicas, como vascularização e sudação⁴⁷.

O redirecionamento do fluxo sanguíneo para a superfície corporal, pela vasodilatação, aumenta a temperatura da superfície do animal facilitando a dissipação de calor

por mecanismos não evaporativos (condução, convecção e radiação)⁴⁸. Porém, a eficácia desses mecanismos depende do gradiente térmico entre o corpo do animal e o ambiente.

A temperatura de superfície abaixo de 35°C é o suficiente para que haja trocas térmicas, pois o gradiente é grande o bastante para possibilitar perdas de calor entre o núcleo corporal e o pelame, utilizando-se da condução como mecanismo eficiente de troca⁴⁹.

2.6 Índices de conforto térmico

Os índices de conforto térmico foram criados para se avaliar o impacto do ambiente sobre os animais. Estas mensurações têm sido usadas para descrever mais precisamente os efeitos do ambiente térmico sobre a habilidade dos animais em dissipar calor⁵⁰. Geralmente, os dois parâmetros ambientais considerados na obtenção desse índice são a temperatura e a umidade relativa do ar.

2.61 Índice de Temperatura e Umidade (ITU)

O índice de temperatura e umidade foi desenvolvido por Thom⁵¹ em 1959 com a finalidade de mensurar a sensação térmica em humanos (Índice de desconforto), com base na temperatura de bulbo seco e bulbo úmido⁵². Esse índice de temperatura e umidade (ITU), inicialmente foi desenvolvido para humanos e mais tarde adaptado para os bovinos⁵³.

É responsável pelos efeitos combinados da temperatura ambiente e umidade relativa do ar, sendo uma maneira útil e fácil de avaliar o estresse por calor dos animais⁵⁴.

O valor aceito para conforto térmico é de até 72, acima disto significa que o animal se encontra em estresse devido ao calor, já que esse número significa o limite superior ao da zona de termoneutra⁵⁴. Para Akyus et al.⁵⁴ o estresse térmico leve é considerado com ITU de 72 para os bovinos, níveis moderados de estresse de ITU de 79 e níveis graves de 89.

Com o avanço das pesquisas foi possível evidenciar que as mesmas variáveis meteorológicas causam desconforto térmico nos animais de produção, onde foi observado queda significativas na produção associadas ao aumento dos valores de ITU.

O ITU pode ser obtido pela seguinte equação de acordo com Thom⁵¹:

$$ITU = t_{bs} + 0,36t_{po} + 41,5$$

Em que:

t_{bs} = temperatura de bulbo seco (°C);

t_{po} = temperatura de ponto de orvalho (°C).

2.62 Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU)

Nos países de clima tropical a radiação e suas trocas térmicas possuem grande importância e influência nos animais, com isso Buffington et al.⁵⁵ desenvolveu o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) que é considerado um dos melhores índices para representar o estresse térmico em áreas abertas, sob radiação térmica direta (global) e indireta (difusa)⁵⁶, pois incorpora a temperatura de bulbo seco, umidade relativa do ar, velocidade do vento e a radiação na forma de temperatura de globo negro em um único valor e cuja fórmula é:

$$ITGU = t_{gn} + 0,36t_{po} + 41,5$$

Em que:

t_{gn} = temperatura de globo negro (°C);

t_{po} = temperatura de ponto de orvalho (°C).

De acordo com Baccari Jr.⁵⁶, esse índice é considerado o melhor indicador do conforto térmico para bovinos sob condições severas de calor. Segundo o National Weather Service⁵⁷, os valores de ITGU e seus confortos térmicos são: até 74 animal em conforto, 75 a 78 indica alerta, 79 a 84 significa perigo, e acima de 84, situação de emergência.

2.63 Carga Térmica Radiante (CTR)

A carga térmica de radiação (CTR) é a quantidade de energia que o animal troca com as superfícies ao seu redor. Quantidade de energia térmica trocada por um indivíduo através de radiação com o meio ambiente⁶.

A Carga Térmica Radiante é um índice de conforto térmico muito utilizado nos estudos de avaliação do ambiente físico, para a utilização com animais e esta intimamente ligada às trocas térmicas entre o animal e o ambiente, que segundo Silva⁶, em muitos casos, fazem a diferença entre um ambiente tolerável ou insuportável. O mesmo autor afirma ainda que é fundamental considerar a carga térmica radiante sobre os animais mantidos em ambiente tropical.

Santos et al.⁵⁸, relataram que em condições de clima tropical, o animal pode estar exposto a uma carga térmica radiante maior que sua produção de calor metabólico, portanto, em alto nível de desconforto.

Para determinar a CTR de um ambiente, é necessário conhecer a temperatura média radiante (TMR), que é a temperatura correspondente ao fluxo radiante emitido pela atmosfera, utilizando-se a temperatura de globo negro, ou globo de Vernon⁶. A CTR foi proposta por Esmay⁵⁹, pela equação de Stefan-Boltzmann:

$$CTR = \sigma(TMR)^4$$

Em que :

CTR: Carga Térmica Radiante, $W.m^{-2}$

σ = constante de Stefan-Boltzmann, $5,67 \times 10^{-8}$, $W.m^{-2} K^{-4}$,

TRM = Temperatura Radiante Média, K

$$TRM = 100 \sqrt[4]{(2,51 \sqrt{V_v}(T_{gn} - T_{bs}) + \left(\frac{T_{gn}}{100}\right)^4}$$

Em que:

TRM = temperatura radiante média, em K;

v_v = velocidade do vento, em m/s;

t_{gn} = temperatura do globo negro ($^{\circ}C$); e

t_{bs} = temperatura de bulbo seco (do ar), em K.

2.7 Sistemas de integração

A demanda crescente por alimentos, bioenergia e produtos florestais, em contraposição à necessidade de redução de desmatamento e mitigação da emissão de gases do efeito estufa, requer soluções que permitam incentivar o desenvolvimento socioeconômico.

Os sistemas integrados de produção oferecem reais condições de superação dos impactos como a degradação de pastagens, queda da produtividade de lavouras, decorrentes do empobrecimento do solo, e o aumento da incidência de pragas, doenças e invasoras, bem como a redução dos riscos climáticos e mercadológicos, aumentando a sustentabilidade da produção agropecuária⁶⁰.

A intensificação do uso da terra em áreas agrícolas e o aumento da eficiência dos sistemas de produção podem contribuir para harmonizar esses interesses. É nesse cenário que a estratégia de integração lavoura-pecuária-floresta, que contempla os sistemas integração lavoura-pecuária, silviagrícolas, silvipastoris e agrossilvipastoris⁶¹, tem sido apontada como alternativa para conciliar esses conflitos de interesse da sociedade.

Sumariamente, os dois principais tipos de integração são: ILP e ILPF. A integração lavoura-pecuária (ILP) é uma denominação a sistemas produção que se caracterizam pela combinação de ciclos de agricultura com ciclos de pecuária, em sucessão na mesma área. Conforme Zimmer et al.⁶², o ILP é utilizado como principal estratégia de recuperação de solos de baixa fertilidade. Trata-se de um sistema em que os benefícios aportados pelo plantio direto, tais como a conservação estrutural do solo e o aumento da matéria orgânica, entre outras, são potencializados pela introdução de espécies forrageiras, que acumulam carbono em taxas maiores do que as culturas agrícolas. A rotação com plantas forrageiras, e mais especificamente a presença do animal em pastejo em ciclos entre culturas, modifica as rotas e a dinâmica da ciclagem de nutrientes no sistema, beneficiando a cultura em sucessão⁶³. A integração beneficia a produção, com aumento da capacidade suporte das pastagens, levando a uma maior produtividade animal, quando comparado aos sistemas de pastagens degradadas⁶⁴.

O Sistema Integração lavoura-Pecuária-floresta (ILPF), por sua vez, incorpora o componente arbóreo ou arbustivo, ao sistema ILP, acima descrito. Este, constitui uma prática agroflorestal planejada, no qual se obtêm benefícios das interações biológicas entre os componentes do sistema⁶⁵. De fato, o sistema promove benefícios ao solo, maior ciclagem de nutrientes e aumenta a infiltração de água pluvial⁶⁶, além de proporcionar melhoria nos índices de conforto térmico animal⁶⁷ e na qualidade nutricional das pastagens⁶⁸. Entre todos os benefícios citados, a oferta de sombra é a mais interessante do ponto de vista de bem-estar

animal. Isto porque, o componente arbóreo oferece benefícios ao microclima do sistema, reduzindo a incidência de radiação solar, com modificações na temperatura e umidade do ar, diretamente relacionadas com qualidade ambiental e o conforto térmico animal, e seus efeitos serão maiores e mais efetivos em proximidade à linha do Equador, onde a radiação solar que atinge a superfície terrestre atinge valores máximos e constantes ao longo do ano⁶⁹.

Silva et al.⁷⁰ avaliando a eficiência do sombreamento natural (*Acacia holosericea*), encontraram diferença nos valores de CTR e ITGU sob a copa das árvores e ao pleno sol, e demonstraram que o sombreamento das árvores reduziu em 26% a carga radiante. Leme et al.⁷¹ (2005) observaram que mesmo no verão os bovinos passassem aproximadamente 69% do tempo à sombra, parte desse tempo era dispendido para pastejo, melhorando o desempenho produtivo, já que em áreas sem sombreamento o consumo animal é comprometido em função do estresse térmico.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar a influência do microclima sobre as características de pele e do pelo de bovinos da raça Nelore mantidos em pastagens com diferentes graus de sombreamento, no Centro-Oeste brasileiro.

3.2 Objetivo Específico

Avaliar as características da capa de pelame (coloração dos pelos e da pele, número de pelos por unidade de área, densidade dos pelos, espessura da capa, comprimento médio dos pelos, diâmetros médios dos pelos) de novilhas Nelore mantidas em Sistema de Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) e Sistema Lavoura Pecuária (ILP).

Determinar as variáveis microclimáticas e índices de conforto térmico animal (Carga Térmica de Radiação, Índice de Temperatura de Globo e Umidade e Índice de Temperatura e Umidade) à sombra e ao sol, nos três períodos experimentais.

4. HIPÓTESES

Determinar se as características de adaptabilidade (características de pele e pelo) de novilhas Nelore submetidas a diferentes graus de sombreamento possa auxiliar no melhor entendimento de seus mecanismos morfofisiológicos de homeostase frente a situação de estresse e conforto térmico.

5. REFERÊNCIA

1. Perissonotto M, Moura DJ, Cruz VF. Avaliação da produção de leite em bovinos utilizando diferentes sistemas de climatização. *Rev Ciên Agrár.* 2007; 30:135-142.
2. Hafez ESE. *Adaptacion de los animales domésticos.* Barcelona: Labor; 1973. 563p.
3. Silva RG. *Biofísica Ambiental. Os animais e seu ambiente.* Jaboticabal: Funep; 2008; 393 p.
4. Gaughan JB, Mader TL, Holt SM, Sullivam ML, Hahn GL. Assessing the heat tolerance of 17 beef cattle genotypes. *Int J Biomet.* 2010;54(6):617-627 [acesso 21 mai 2014].
5. Marques JA, Caldas Neto SF, Groff AM, Simonelli SM, Corasa J, Romero L, Zawadski F, Araújo PF. Comportamento de bovinos mestiços em confinamento com e sem acesso a sombra durante o período de verão. *Campo dig.* 2006;1(1):54-59
6. Silva, RG. *Introdução a bioclimatologia animal.* São Paulo: Nobel; 2000. 286p.
7. Prayaga KC. Evaluation of beef cattle genotypes and estimation of direct and maternal genetic effects in a tropical environment. 1. Growth traits. *Aust. J. Agric. Res.* 2003; (54):1013-1025.
8. Mata e Silva BC, Marques LCG, Porto BR, Durães CRS, Carvalho Júnior IS, Colen F. Características morfológicas do pelame de vacas holandesas puras por cruza na região semiárida de Minas Gerais. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2013; 65(6): 1767-1772.
9. Maia ASC, Silva RG, Loureiro CMB. Sensible and latent heat loss from the body surface of Holstein cows in a tropical environment. *Int. J. Biomet.* 2005; 50:17-22.
10. Silva RG, Maia ASC. *Principles of Animal Biometeorology.* 1.ed. Heidelberg: Springer, 2012. v.1, 261p.
11. Ferreira F, Pires MFA, Martinez ML, Coelho SG, Carvalho AU, Ferreira PM, Facury Filho EJ, Campos WE. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2006, 58(5):732-38.
12. Terra RL. História, exame físico e registro dos ruminantes. In: Smith, B.P. *Tratado de medicina interna dos grandes animais.* São Paulo: Manole. 1993. p.3-15. Disponível em cópia impressa pela editora
13. Mendes, AMP, Azevedo, M, Lopes, PMO, Moura, GBA. Zoneamento bioclimático para a raça ovina Dorper no Estado do Pernambuco. *Pesq. Agropec. Bras.* 2014;49(12):986-93.
14. Navarini FC, Klosowski ES, Campos AT, Teixeira R de A, Almeida CP. Conforto térmico de bovinos da raça Nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno Sol. *Eng. Agríc., Jaboticabal,* 2006;29(4):508-17.
15. Broom, DM, Molento, CFM. Bem estar animal: Conceito e questões relacionadas-Revisão. *Arch. vet. sci.* 2004;9(2):1-11.

16. Souza, BD, Silva, RMN, Marinho, ML, Silva, GA, Silva, EMN, Souza, AP. Parâmetros fisiológicos e índice de tolerância ao calor de bovinos da raça Sindi no semiárido paraibano. *Ciênc. e Agrotec. Lavras*;2007;31(3):883-88.
17. Pires MFA, Campos AT. Relação dos dados climáticos com o desempenho animal.
18. Baeta FC, Souza CF. *Ambiência em Edificações Rurais – Conforto Animal*. Viçosa, Ed. UFV, 1997. 246p.
19. Hafez, E.S.E. *Adaptacion de los animales domésticos*. Barcelona: Labor, 1973. 563p.
20. Rodrigues, E. Conforto térmico das construções. 3. Fisiologia da homeotermia. Disponível em: Acesso: Agosto de 2006
21. Brumano, G. Fatores que influenciam as exigências de metionina + cistina para aves e suínos. *Rev. Eletr. Nutr.*, 2008;5(6):749-61.
22. Souza BB, Souza ED, Cezar MF, Souza WH, Santos JRS, Benicio TMA. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. *Ciênc. e Agrotec.*, 2008;32(1):275-80.
23. Lay Jr DC, Wilson ME. *Physiological indicators of stress in domestic livestock*. 2001.
24. Fernandes, A.C. Efeito do estresse térmico sobre a seleção de dieta por bovinos. 2005. 90 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.26. Hansen PJ Managing the heat stressed cow to improve reproduction. In: Western Dairy Management Conference, 7, Reno, NV. Proceedings. 2005, 63-76.
25. Hansen PJ. Managing the heat-stressed cow to improve reproduction. In: Western Dairy Management Conference, 7, 2005, Reno, NV. Proceedings...63-76
26. Antunes, M.M.; Pazinato, P.G.; Pereira, R.A.; Schneider, A.; Bianchi, I.; Corrêa, M.N. Efeito do estresse calórico sobre a produção e reprodução do gado leiteiro. Nupeec – Núcleo de Pesquisa, Ensino e Extensão em Pecuária. Pelotas, Universidade Federal de Pelotas, RS, 2009, 1-5.
27. Mellace, E. M. Eficiência da área de sombreamento artificial no bem-estar de novilhas leiteiras criadas a pasto. 2009. 95f. Dissertação (Mestrado em Física do ambiente agrícola) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2009.
28. Rodrigues, E. Conforto térmico das construções. 3. Fisiologia da homeotermia. Disponível em: . Acesso: Agosto de 2006.
29. Santos SA, Mcmanus C, Souza GS, Soriano BMA, Silva RAMS, Comastri Filho JA, Abreu UGP, Garcia JB. Variações da temperatura corporal e da pele de vacas e bezerros das raças Pantaneira e Nelore no Pantanal. *Arch. Zootec.*, 2005;54:237-44.

30. Curtis, S.E. Environmental management in animal agriculture. Ames, Iowa State University Press, 1983. 409 p
31. Silanikove, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Lives Prod Sci*, 2000;67(1):1-18.
32. Curtis SE. Environmental management in animal agriculture. Ames, Iowa State University Press, 1983:409p.
33. Collin A, van Milgen J, Dubois S, Noblet J. Effect of high temperature on feeding behaviour and heat production in group-housed young pigs. *Br J Nutr*, v.86, p.63-70, 2001.
34. Silva, EMN, Souza, BB, Sousa, OB, et al. Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semiárido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento. *Rev. Caat.*, Mossoró, 2010;23(2):142-48.
35. Ferreira LCB. Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de sombra. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Santa Catarina - Centro de Ciências Agrárias, Florianópolis – SC, 2010.
36. Oliveira, A. L. Mecanismos termorreguladores de cabras da raça Saanen. 2007. 78f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal – SP, 2007.
37. Silva RG, LA Scala JRN, Tonhati H. Radiative properties of the skin and hair coat of cattle and other animals. *Transactions of the ASAE*, 2003;46:913-18.
38. Silva, R.G., J.G. Arantes-Neto and S.V. HeltzFilho. Genetic aspects of the variation of the sweating rate and coat characteristics of Jersey cattle.. *Rev. Brazil. Genet.*, 1988;11: 335-47.
39. Zelickson, AS. Melanocyte, melanin granule and Langerhans cell. In: A.S. Zelickson (Ed). *Ultrastructure of normal and abnormal skin*. Lea & Febiger, Philadelphia, 1967:163-182.
40. Udo, H.M.J. Hair coat characteristics in Friesian heifers in the Netherlands and Kenya. Wageningen, H. Veenman & Zonen, B.V., 1978:135.
41. Maia ASC, Silva RG, Bertipaglia ECA. Genetic and environmental variation of the effective radiative properties of the coat in Holstein cattle. In: *World Congress of the Genetic Applied to Livestock Production, Montpellier. Proceedings...*2002
42. Silva RG, Guilhermino MM, Façanha DAE. Thermal radiation absorbed by dairy cows in the pasture. *Int J Biometeorol*, 2009;47.
43. Bianchini, E., McManus, C., Lucci, C. M., Fernandes, M. C. B., Prescott, E., Mariante, A. D. S., & Egito, A. A. D. (2006). Body traits associated with heat adaptation in naturalized Brazilian cattle breeds. *Pesq. Agrop. bras*, 2006;41(9):1443-48.
44. Maia AC, Silva RG, Bertipaglia ECA. Característica do Pelame de vacas Holandesas em ambiente Tropical: um estudo genético e adaptativo. *Rev. Bras. Zootec.*, 2003;32(4):843-53.

45. Façanha DAE, Silva RG, Maia ASC, Guilhermino MM, Vasconcelos AM. Variação anual de características morfológicas e da temperatura de superfície do pelame de vacas da raça Holandesa em ambiente semiárido. *Rev. Bras. Zootec.*, 2010;39(4):837-44.
46. Smith, T. R., Chapa, A., Willard, S., Herndon, C., Williams, R. J., Crouch, J., ... & Pogue, D. (2006). Evaporative tunnel cooling of dairy cows in the Southeast. II: Impact on lactation performance. *J. Dairy Sci.*, 2006;89(10):3915-23.
47. Nascimento GV, Cardoso EA, Batista NL, Souza BB, Cambuí GB. Indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais de vacas de leite. *ACSA*, 2013;9(4):28-36.
48. Habeeb ALM, Maray IFM, Kamal TH. *Farm animals and the environment*. Cambridge: CAB, 1992. 428 p.
49. Collier RJ, Dahl GE, Vanbaale MJ. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *J. Dairy Sc*, 2006;89:1244-53.
50. Silva ECL, Modesto EC, Azevedo M, Ferreira MA, Debeux Júnior JCB, Schuler ARP. Efeitos da disponibilidade de sombra sobre o desempenho, atividades comportamentais e parâmetros fisiológicos de vacas da raça Pitangueiras. *Acta Scient. An. Sc*, 2009;31(3):295-302.
51. Thom, EC. The discomfort index. *Weatherwise*, Philadelphia, 1959;12(1):57-59.
52. Collier RJ, Collier JL. *Environmental Physiology of Livestock*. [S.I]: Wiley-Blackwell, 2012.
53. Pires MFA, Campos AT. *Conforto Animal para maior produção de leite*, Viçosa-MG, CPT, 2008:254p.
54. Akyuz, A., Boyaco, S., & Cayli, A. Determination of critical period for dairy cows using temperature humidity index. *JAVA*, 2010;9(13):1824-27
55. Buffington DE, Collazo-Arocho A, Canton GH, Pitt D, Thatcher WW, Collier RJ. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *T ASAE*, 1981;24(3):711-14.
56. Baccari Junior, F. *Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes*. Londrina: UEL Editora, 2001. 141 p.
57. *National Environment Science*. 2012;3(1):42-50.
58. Santos FCB, Souza BB, Alfaro CEP, César MF, Pimenta Filho EC, Acosta AAA, Santos JRS. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do Nordeste brasileiro. *Ciênc. Agrotec.*, 2005;29(1):142-49.
59. Esmay ML. *Principles of animal environment*. Westport: AVI, 1979:358 p.

60. Neivo Kichel A, da Costa JAA, de Almeida RG, Paulino T. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPP)- Experiência no Brasil. Boletim de Indústria Animal, 2014;71(1):94-105.
61. Balbino LCOB, de Stone A, Fernando L, Balbino LC, de Oliveira Barcellos A, Stone LF. *Marco referencial integracao lavoura-pecuaria-floresta= Reference document crop-livestock-forestry integration*(No. SD418. 3 Em16). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília (Brasil), 2011.
62. Zimmer, A.H., Macedo, M.C.M., Kichel, A.N., Euclides, V.P.B. Integrated Agropastoral Production Systems. In: Guimarães, E. P. et al.(Eds.). Agrop. Syst Trop Sav Lat Am. Colombia, CIAT. 2004:253-90.
63. Carvalho PCF, Anghinoni I, Moraes A, Trein CR, Flores JPC, Cepik CCT, Levien R, Lopes MT, Baggio C, Lang CR, Sulc RM, Pelissari A. O estado da arte em integração lavoura-pecuária. In: Gottschall C S, Silva JLS, Rodrigues NC (Org.). Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia. Canoas-RS, 2005:7-44.
64. Nascimento RS, Carvalho NL. Integração lavoura-pecuária. Monografias ambientais, 2011;4:828-47.
65. Paciullo DSC, Gomide CAM, Castro CD, Fernandes PB, Müller MD, Pires MFA, Xavier DF. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. PAB, 2011;46(10):1176-83.
66. Neves CMN, Silva MLN, Curi N, Macedo RLG, Moreira FM, D'Andréa AF. Indicadores biológicos da qualidade do solo em sistema agrossilvipastoril no noroeste do Estado de Minas Gerais. Ciênc. Agrotec, 2009;33:105-12.
67. Paes Leme TMS, Pires MFA, Verneque RS, Alvim MJ, Aroeira LJM. Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu, em pastagem de Brachiaria decumbens em sistema silvipastoril. Ciênc. Agrotec, 2005;29:668-75.
68. Paciullo DSC, Carvalho CAB, Aroeira LJM, Morenz MJF, Lopes FCF, Rossiello ROP. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. PAB, 2007;42:573-79.
69. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta a produção sustentável. Capítulo: Componente animal em sistema de produção em integração. 2 edição. Brasília: Embrapa, 2012.
70. Silva LLGG, Resende AS, Dias PF, Souto SM, Azevedo BC, Vieira SM, Colombari AA, Torres AQA, Matta PM, Perin TB, Miranda CHB, Franco AA. Conforto térmico para novilhas mestiças em sistema silvipastoril. EMBRAPA, Boletim de Pesquisa e desenvolvimento, 2008;34:1-25.
71. Leme TMSP, Pires MFA, Verneque RS, Alvim MJ, Aroeira LJM. Comportamento de vacas mestiças holandês x zebu, em pastagemde brachiaria decumbens em sistema silvipastoril Ciênc Agrotec, 2005;29(3):668-75.

CAPÍTULO 2 - CARACTERÍSTICAS DE TERMOTOLERÂNCIA EM NOVILHAS NELORE RECRIADAS EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO NO CERRADO BRASILEIRO

RESUMO

Objetivou-se avaliar as características morfofisiológicas relacionadas a termorregulação de novilhas Nelore mantidas em diferentes condições de sombreamento no cerrado brasileiro. A pesquisa foi conduzida na Embrapa Gado de Corte em Campo Grande-MS. Foram utilizados 16 novilhas Nelore criadas em sistema de integração lavoura pecuária floresta (ILPF) e lavoura pecuária (ILP) divididos em quatro piquetes cada, sendo a unidade experimental o piquete com dois animais. O experimento foi realizado em três períodos (dezembro, janeiro e fevereiro) e o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo as parcelas constituídas pelos sistemas (ILP e ILPF) em três coletas (Dezembro, Janeiro e Fevereiro). Os parâmetros morfofisiológicos avaliados foram coloração dos pelos (CPM) e da pele (CPL), número de pelos por unidade de área (NP), densidade média dos pelos (DM), diâmetro médio dos pelos (DP), comprimento médio dos pelos (CP). A pigmentação do pelame das novilhas apresentou diferença estatística para os sistemas ILP e ILPF. Para caracterização do ambiente, foram coletadas a temperatura de bulbo seco, temperatura de globo negro, temperatura de ponto de orvalho, velocidade do vento e umidade relativa do ar, ao sol e à sombra, para a determinação dos seguintes índices de conforto térmico: índice de temperatura e umidade, índice de temperatura de globo e umidade, e carga térmica de radiação. Os sistemas ILP e ILPF apresentaram condições ambientais que indicam situação de estresse moderado a crítico e as características pele e pelame de novilhas Nelore criadas em sistemas ILP e ILPF não apresentaram diferenças ($P < 0,05$).

1. INTRODUÇÃO

Em regiões tropicais, as variações ambientais e o clima podem influenciar no desempenho fenotípico dos animais. Para manter competitividade é imprescindível aperfeiçoar as condições de conforto e investir em bem-estar capazes de melhorar o rendimento produtivo e reprodutivo dos animais de produção. Segundo Cezar et al.¹ o estresse calórico é um dos principais fatores limitantes à produção animal nos trópicos.

Quando expostos aos agentes estressores ambientais, os animais reagem com mudanças fisiológicas, comportamentais e produtivas em consequência do acionamento dos mecanismos termorregulatórios, e dependendo do nível e intensidade do estresse, o desconforto térmico pode ser brando, intermediário ou severo².

A ocorrência de altas taxas de radiação solar, em regiões tropicais, provoca grandes mudanças no mecanismo fisiológico dos animais, como a elevação da frequência respiratória, cardíaca, temperatura corporal e taxa de sudação³. Conforme Façanha et al.⁴, características de pele e pelo, reações como aumento da frequências respiratória e sudação em associação com respostas endócrinas, bioquímicas e hematológicas permitem a regulação da temperatura corporal, de modo a fornecer indicadores seguros de adaptabilidade do animal ao ambiente que está inserido.

O uso do sombreamento principalmente em regiões de climas quentes, localizadas nos trópicos, caracteriza-se por medida protetiva, pois favorece a perda de calor e a regulação da temperatura corporal. Para Titto et al.⁵ o efeito benéfico da disponibilidade de sombra para animais de produção está associados a melhoria das suas condições fisiológicas (frequência cardíaca, temperatura retal, frequência respiratória, taxa de sudação), no comportamento animal (consumo, ócio, ruminação) e no desempenho produtivo (carne e leite) percebendo diferenças mais acentuadas destas variáveis em animais menos tolerantes às temperaturas elevadas.

De acordo com Baêta e Souza⁶, a melhor sombra é a natural (árvores), pois a vegetação transforma a energia solar em energia química latente através do processo fotossintético, minimizando assim a incidência de insolação durante o dia.

A literatura mostra grande número de trabalhos sobre ambiência e conforto térmico em animais, no entanto, o entendimento das relações existentes entre animal e ambiente ainda não está totalmente definida, em virtude das características intrínsecas de cada espécie, e dentro de cada uma delas, a raça, o indivíduo, o sexo e idade, e as distinções ambientais em que estes indivíduos se inserem. Deste modo, o objetivo do trabalho foi avaliar

as características morfofisiológicas relacionadas a termorregulação de novilhas Nelore mantidas em diferentes condições de sombreamento no cerrado brasileiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Período e área experimental

O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte, localizada no município de Campo Grande-MS, situada a 20°27' de latitude sul, 54°37' de longitude oeste e 530 m de altitude. O padrão climático da região, de acordo com a classificação de Köppen, encontra-se na faixa de transição entre Cfa e Aw tropical úmido, com precipitação média anual de 1560 mm. A coleta de dados foi realizada nos meses de dezembro de 2015, janeiro e fevereiro de 2016. A área experimental, de 12 ha, consistiu de sistemas de integração, estabelecidos em 2008, com pastagem de capim-piatã (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã), sendo: sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), com espaçamento entre fileiras de árvores de 22 m e densidade de 227 árvores/ha; e sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), testemunha, com 5 árvores nativas remanescentes/ha. O componente arbóreo dos sistemas ILPF foi o eucalipto (*Eucalyptus urograndis*, clone H 13) com espaçamento de 2 m entre árvores, e que apresentavam altura média inicial e final do período experimental de 25 m. Cada sistema era constituído de quatro piquetes de 1,5 ha de área, perfazendo um total de 8 piquetes experimentais, com bebedouros e cochos para sal mineral.

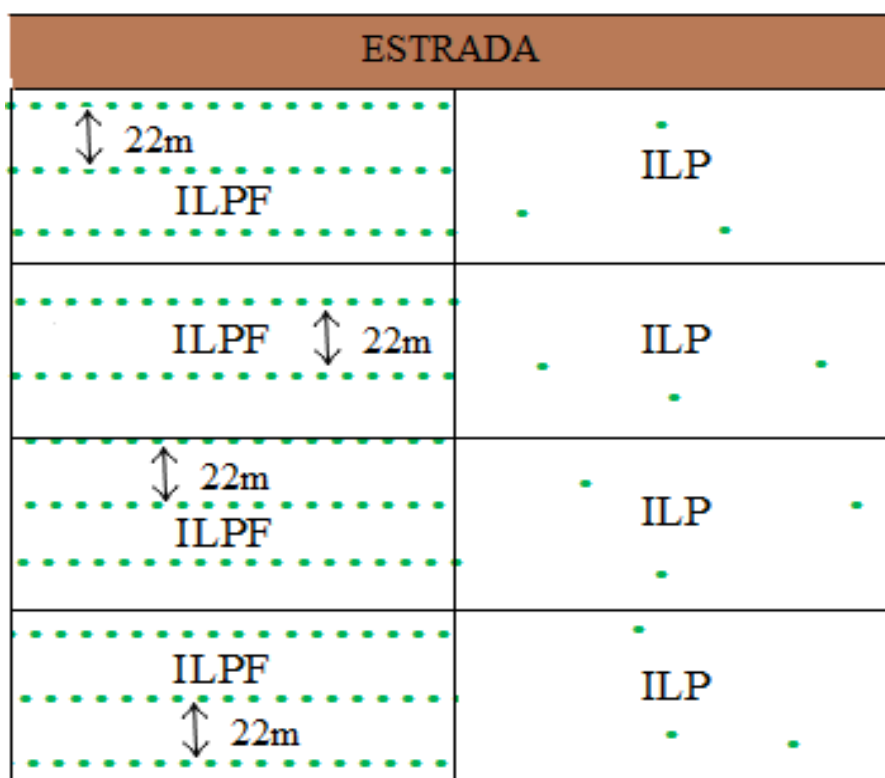


FIGURA 3- Representação esquemática da área experimental

2.2 Animais

Foram utilizadas 16 novilhas nelores, com idade de 24 meses e peso médio inicial de 335 kg. Em cada piquete foram mantidos dois animais *tester* e inserido animais reguladores para ajuste das alturas de pastejo.

2.3 Características da pele e pelame

Um dia antes das avaliações, as novilhas foram conduzidas ao centro de manejo (mangueiro), onde permaneceram em curral de espera, sem cobertura, até o momento das avaliações, que foram na manhã do dia seguinte, em tronco de contenção de área coberta por telhado de amianto, para coleta dos pelos e características da pele e pelame.

A determinação da pigmentação do pelame (CPM; 0 a 100%) foi realizada por meio de avaliação visual direta do animal na região do dorso e garupa, comparando-se com uma escala padrão colorida, originais de Silva²(2000), onde o padrão foi colocado sobre a superfície a ser avaliada, atribuindo-se um valor de 0 a 100 conforme a coincidência das tonalidades (do branco puro aos tons de cinza ao preto) do pelame à escala padrão (Figura 2). Para determinação da cor da pele (CPL; 0 a 100%), foi utilizada a mesma metodologia acima descrita, em área tricotomizada na região do dorso e garupa.

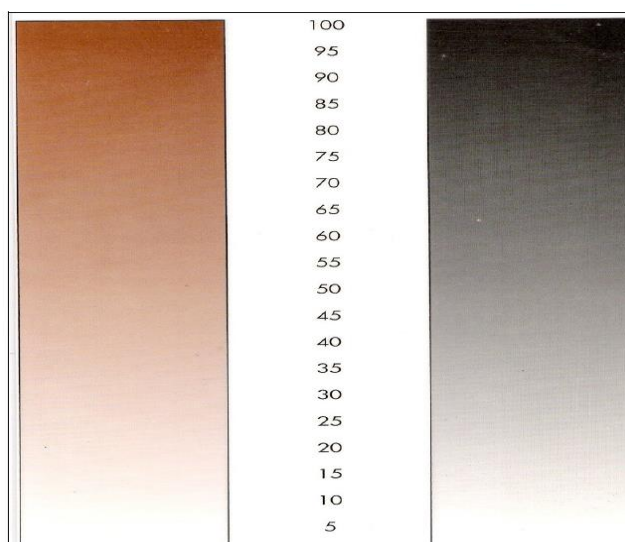


FIGURA 4 - Escala padrão para determinação da epiderme e do pelame de bovinos (Silva, 2000)

As amostras de pelos foram coletadas com auxílio de tricótomo (aparelho de barbear) na região do dorso, 20 cm abaixo da coluna vertebral, e garupa, ponto médio entre o osso ílio e ísquio, cuja área era de aproximadamente 1 cm². Os pelos foram colocados em envelopes de papel pardo (114mm x 162mm), devidamente identificados com o número, local

da amostra e data de coleta. Os envelopes foram pesados, individualmente, em balança de precisão (Mettler Toledo modelo AG 245) para obtenção do peso dos pelos por diferença. Em seguida os pelos de cada envelope foram espalhados sobre chapa metálica escura para serem contados com auxílio de contador e agulha. A partir das amostras de pelos coletados, foram avaliadas as seguintes características: comprimento médio dos pelos (CP; mm), número de pelos por unidade de área (NP; número de pelos/cm²), densidade de massa dos pelos (DM; g/cm³) e diâmetro médio dos pelos (DP; µm).

Para determinar o comprimento (cm) e o diâmetro (µm), foi calculada a média dos 10 maiores pelos da amostra, escolhidos por análise visual e medidos em paquímetro digital (modelo 799A-6/150, marca Starrett) e microscópio Zeiss modelo Axioplan com lente graduada, respectivamente, seguindo procedimento recomendado por UDO⁷ (1978). O número de pelos por unidade de área foi estimado pela contagem do número de fibras da amostra em uma área 1cm² de pele. A densidade de massa (g/ cm³) foi obtida através da relação da pesagem dos pelos de cada amostra com a espessura da capa de pelame que foi medida *in situ* utilizando paquímetro digital.

2.4 Microclima

Foram coletados os parâmetros microclimáticos (temperatura de bulbo seco, temperatura de globo negro, velocidade do vento e umidade relativa do ar) no sistema de produção (ILPF e ILP) ao sol e à sombra.

As temperaturas de bulbo seco, ponto de orvalho e umidade relativa do ar foram mensuradas com termohigrômetros digitais com *datalogger* (modelo HT – 500, Instrutherm), inseridos em canos de PVC perfurados, segundo metodologia de Trumbo⁸. As temperaturas de globo negro foram obtidas por termômetros de globo adaptados inseridos em esferas de plástico tipo boia de caixa d'água pintada com tinta spray preta fosca⁹.

A velocidade do vento foi mensurada com anemômetro portátil (marca Homis, modelo HMM 489), durante 1 minuto, obtendo-se a velocidade média do período, a 1,5 m de altura da superfície do solo.

O período da coleta de dados das variáveis microclimáticas no sistema ILPF e ILP, a avaliação foi realizada em quatro dias consecutivos, nos meses de dezembro de 2015 e janeiro e fevereiro de 2016, das 8h:00 às 16h:00 (horário local, GMT-4h00), a intervalos de uma hora.

Para cada mês, local e horário foram calculados o índice de temperatura e umidade, o índice de temperatura de globo e umidade, e a carga térmica de radiação, conforme equações a seguir:

(i) Índices de temperatura e umidade (ITU), segundo Thom¹⁰:

$$ITU = t + 0,36.t_{po} + 41,2$$

Em que:

t : temperatura de bulbo seco (°C);

t_{po} : temperatura do ponto de orvalho (°C);

(ii) Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), proposto por Buffington et al.¹¹:

$$ITGU = t_g + 0,36.t_{po} + 41,5$$

Em que:

t_g : temperatura de globo negro (°C);

t_{po} : temperatura do ponto de orvalho (°C), e,

(iii) Carga térmica de radiação (CTR), segundo Esmay¹²:

$$CTR = \sigma \times (T_m^4)$$

$$T_m = 100 \times \sqrt[4]{\left\{ 2,51 \times v^{0,5} \times ((t_g + 273) - (t + 273)) + \left(\frac{(t_g + 273)}{100} \right)^4 \right\}}$$

Em que:

σ : constante de Stefan-Boltzman, $5,67 \times 10^{-8} \text{ K}^4 (\text{W m}^{-2})$;

T_m : Temperatura Radiação Média (W.m^{-2});

v : velocidade do vento (m s^{-1});

t_g : temperatura de globo negro (°C);

t : temperatura do ar (°C).



FIGURA 5 - Imagem termo-higrômetros em ILPF e ILP ao sol e a sombra para mensuração das variáveis ambientais

2.5 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos pelos sistemas de produção ILP e ILPF com 8 repetições cada, em três coletas (Dezembro, Janeiro e Fevereiro). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância mediante os contrastes ortogonais: $C1 = (-1)\text{dez/ILPF} + (-1)\text{jan/ILPF} + (-1)\text{fev/ILPF} + (1)\text{dez/ILP} + (1)\text{jan/ILP} + (1)\text{fev/ILP}$; $C2 = (-1)\text{dez/ILPF} + (1)\text{dez/ILP}$; $C3 = (-1)\text{jan/ILPF} + (1)\text{jan/ILP}$; $C4 = (-1)\text{fev/ILPF} + (1)\text{fev/ILP}$. Os contrastes foram avaliados com base no quadrado médio do resíduo das análises de variância. Para isso, foi utilizado o aplicativo estatístico SAS, versão 9.4.

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética na Utilização de Animais da Embrapa Gado de Corte pelo protocolo número 013/2014.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados pluviométricos do entorno foram coletados, diariamente, por meio de estação meteorológica (A702 – IMET) distante 3 Km da área experimental (Figura 6).

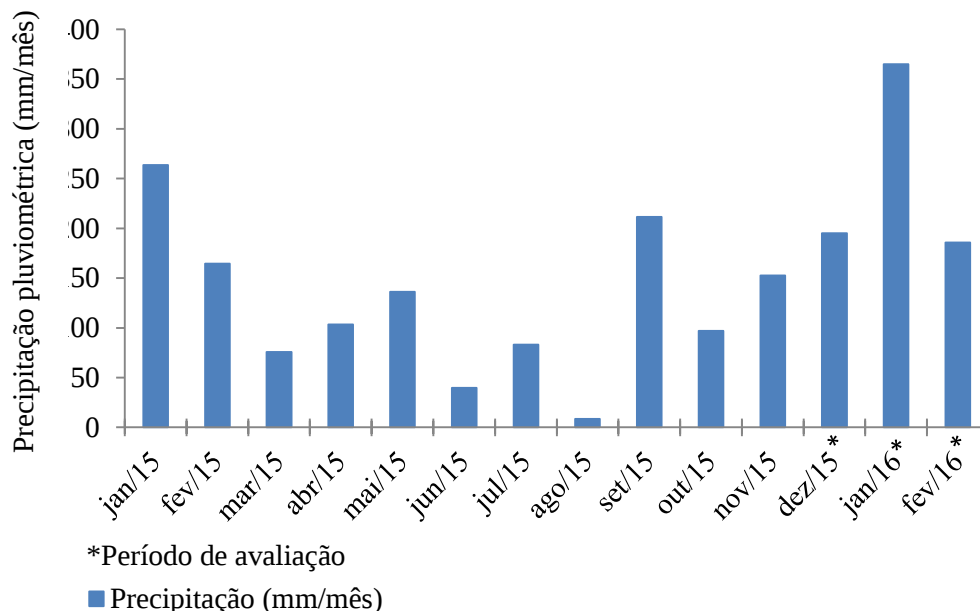


FIGURA 6- Precipitação pluviométrica do entorno da área no ano experimental

Fonte: Estação meteorológica (A702 – INMET), Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

O mês de janeiro de 2016 foi o com maior precipitação pluviométrica fato que contribuiu para diminuir os índices de conforto térmico nos dois sistemas (ILP e ILPF) no referido mês, devido menor incidência de raios solares.

As variações observadas nos índices de conforto térmico ao longo do período experimental podem ser observadas nas figuras 7, 8 e 9. Os índices de conforto térmico foram desenvolvidos para caracterizar e quantificar as zonas de conforto térmico adequada para cada espécie animal.

Segundo Armstrong¹³ (1994) podemos classificar a variação do ITU em leve (72 a 78), moderado (79 a 88) e severo acima de 88, para o ITGU Baêta¹⁴ (1985) considera situação de alerta para valores na faixa de 75 a 78, situação de perigo para valores de 79 a 84 e acima de 84 situação crítica. De acordo com os resultados apresentados na Figura 6, observam-se menores valores dos índices de conforto no mês de janeiro para os dois sistemas (ILP e ILPF), devido provavelmente à maior nebulosidade que diminui a incidência de raios solares.

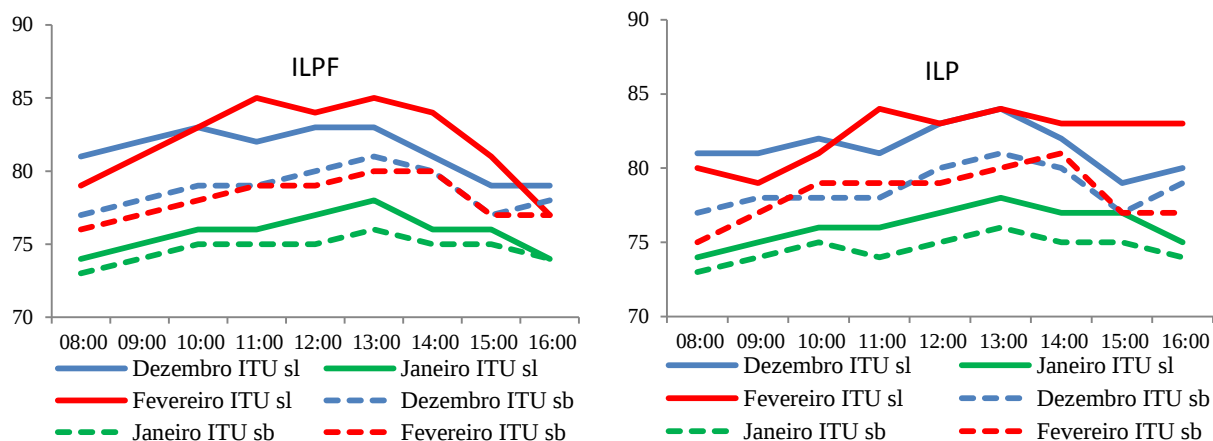


FIGURA 7- Índice de Temperatura e Umidade em sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) e sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, à sombra e ao sol, em Campo Grande, MS

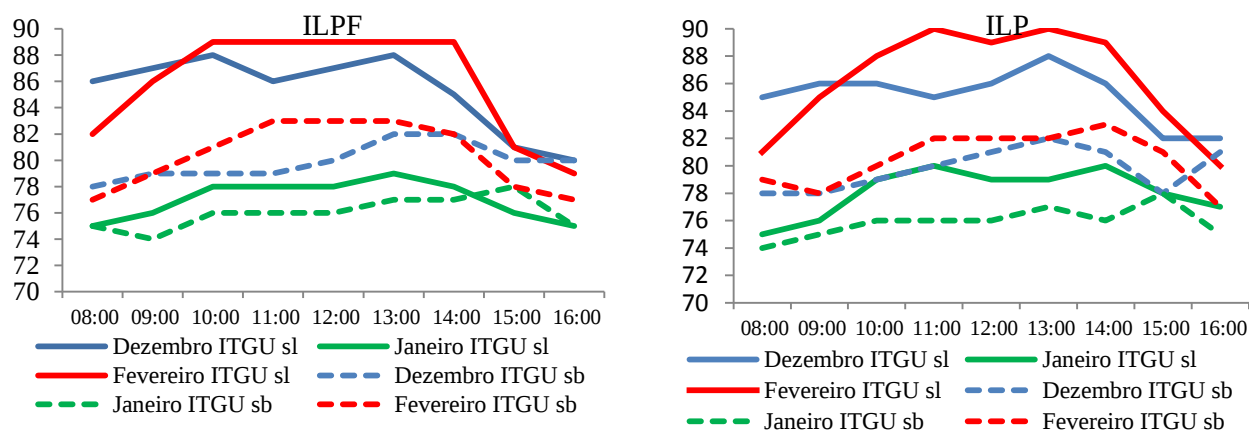


FIGURA 8- Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) em sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) e sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), à sombra e ao sol, em Campo Grande, MS

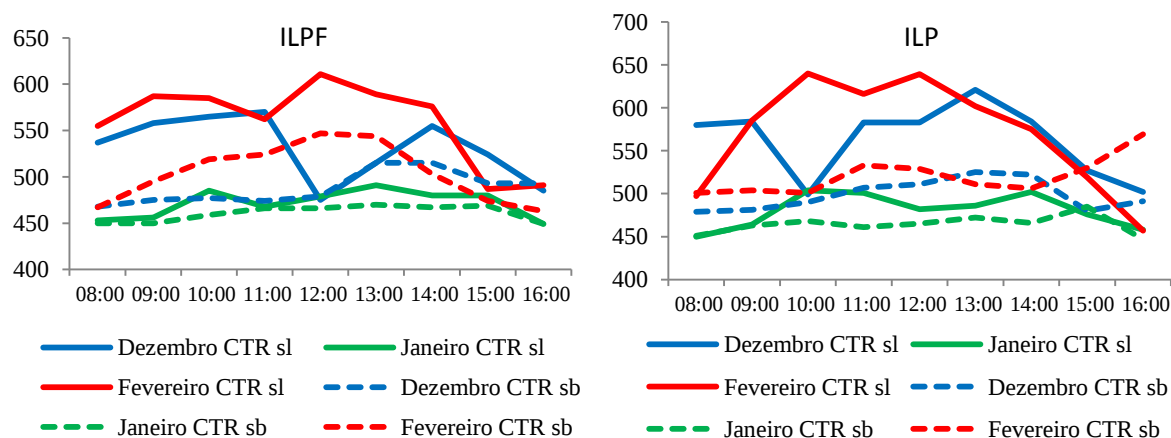


FIGURA 9- Carga térmica radiante (CTR) em sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) e sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), à sombra e ao sol, em Campo Grande, MS

A zona de termoneutralidade consiste na faixa limitada pelas temperaturas máximas e mínimas consideradas ótimas para a produção animal, nas quais a manutenção da homeotermia ocorre com a mínima mobilização de energia dos mecanismos responsáveis pela termorregulação. O uso do sombreamento é considerado uma técnica de manejo sustentável e eficiente para alcançar o bem-estar animal e as árvores apresentam-se como efeito mais atrativo para o controle e a redução dos efeitos da radiação.

A Tabela 1 apresenta os valores médios dos Índices de Conforto Térmico, onde foi encontrada diferença estatística ($P < 0,05$), no mês de janeiro, para ITU, ITGU e CTR ao sol e à sombra no ILPF e ILP.

Os índices de conforto térmico no período experimental apresentaram situação de alerta a crítica para ambos sistemas (ILP e ILPF) ao sol e à sombra. O Sistema de Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) o ITU, ITGU e CTR apresentaram seus maiores valores 82, 86 e 560 $W.m^{-2}$, ao sol, e 79, 80 e 504 $W.m^{-2}$, à sombra. Já no Sistema de Integração Lavoura Pecuária (ILP) os maiores valores obtidos de ITU, ITGU e CTR foram de 82, 86 e 574 $W.m^{-2}$, ao sol, e 79, 80 e 509 $W.m^{-2}$ à sombra. Observa-se que a redução dos índices de conforto térmico promovida pelo sombreamento das árvores não foi suficiente para promover um conforto térmico às novilhas conforme Baeta¹⁴ (1985).

TABELA 1- Médias, valores de P e coeficiente de variação dos índices de conforto térmico ao sol e à sombra em Sistema Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) e Lavoura Pecuária (ILP) em três períodos (Dezembro, Janeiro e Fevereiro)

VARIÁVEIS	TRATAMENTOS						P	C.V(%)
	ILPF dez.	ILP dez.	ILPF jan.	ILP jan.	ILPF fev.	ILP fev.		
ITU sl	81 ^a	81 ^a	75 ^b	76 ^b	82 ^a	82 ^a	<0,0001	5,40
ITGU sl	85 ^a	85 ^a	77 ^b	78 ^b	85 ^a	86 ^a	<0,0001	6,82
CTR sl	554 ^a	574 ^a	469 ^b	480 ^b	560 ^a	570 ^a	<0,0001	11,12
ITU sb	79 ^a	79 ^a	75 ^b	74 ^b	78 ^a	78 ^a	<0,0001	4,05
ITGU sb	80 ^a	80 ^a	76 ^b	76 ^b	80 ^a	80 ^a	<0,0001	4,45
CTR sb	488 ^a	498 ^a	461 ^b	464 ^b	503 ^c	509 ^c	<0,0001	6,68

Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ILPF (Integração Lavoura Pecuária Floresta); ILP (Integração Lavoura Pecuária); dez.(Dezembro); jan.(Janeiro); fev.(Fevereiro); ITU(Índice de Temperatura e Umidade); ITGU(Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade); CTR (Carga Térmica Radiante); sl(Sol); sb(Sombra)

Sousa et al. (2015) comparando sistema silvipastoril com sistema controle sem árvores no Cerrado brasileiro, encontraram em ambos sistemas valores de ITU quase sempre dentro da escala de estresse térmico extremamente grave.

A CTR está intimamente relacionada às trocas térmicas entre o animal e o ambiente, portanto em ambiente tropical é desejável os menores valores possíveis de CTR (SILVA, 2000)².

Os animais do sistema ILPF apresentaram menor pigmentação do pelame no dorso e garupa, devido possivelmente a menor radiação solar. A radiação solar influencia efetivamente os animais pela radiação ultravioleta que fica retida nos grânulos de melanina presentes em pele pigmentada (Tabelas 2 e 3).

TABELA 2- Contrastes ortogonais e valores de P para as características de pele e pelame do dorso de novilhas Nelores criadas em sistemas de integração (ILP e ILPF) em três períodos (dezembro, janeiro e fevereiro) em Campo Grande-MS

Contrastes	CP	DP	NP	DM	CPM	CPL
C1	0,0986	0,5048	0,1900	0.1776	0.0206*	0.1150
C2	0,3067	0,6491	0,6983	0.6251	0.1913	0.1486
C3	0,1513	0,4127	0,9082	0.3286	0.1913	0.3822
C4	0,7219	0,8737	0,0746	0.4039	0.1655	0.7164

* significativo pelo teste F a 5%. C1=ILPF vs ILP; C2= dez/ILPF vs dez/ILP; C3=jan/ILPF vs jan/ILP; C4=fev/ILPF vs fev/ILP; CP= comprimento médio (mm); DP= diâmetro médio (µm); NP= número médio; DM= densidade média (g/cm³); CPM= cor do pelame(%); CPL= cor da pele (%); dez.(Dezembro); jan.(Janeiro); fev.(Fevereiro).

TABELA 3- Contrastes ortogonais e valores de P para as características de pele e pelame da garupa de novilhas Nelores criadas em sistemas de integração (ILP e ILPF) em três períodos (dezembro, janeiro e fevereiro) em Campo Grande-MS

Contrastes	CP	DP	NP	DM	CPM	CPL
ILPF vs ILP	0.7662	0.1851	0.5914	0.5073	0.0318*	0.1504
dez/ILPF vs dez/ILP	0.1945	0.4224	0.7244	0.8973	0.7211	0.6120
jan/ILPF vs jan/ILP	0.8569	0.9683	0.2711	0.2128	0.0548	0.3126
fev/ILPF vs fev/ILP	0.3146	0.1461	0.5717	0.7890	0.1444	0.3465

*Contraste significativo pelo teste F a 5%. C1=ILPF vs ILP; C2= dez/ILPF vs dez/ILP; C3=jan/ILPF vs jan/ILP; C4=fev/ILPF vs fev/ILP; CP= comprimento médio ; DP= diâmetro médio ; NP= número médio; DM= densidade média ; CPM= cor do pelame; CPL= cor da pele; dez.(Dezembro); jan.(Janeiro); fev.(Fevereiro).

Para as características comprimento do pelo e número de pelos das duas regiões avaliadas (dorso e garupa) não houve diferença estatística. O comprimento dos pelos é uma característica importante para melhor dissipação de calor corporal. Pelos mais curtos favorecem o mecanismo de termólise convectiva e evaporativa¹⁶.

Não houve diferença estatística para diâmetro e densidade média do pelame entre os sistemas de produção (ILP e ILPF), porém o pelame foi mais espesso ($p < 0,0001$) nos meses de janeiro (ILPF:108,98µm; ILP:114,06µm) e fevereiro (ILPF:104,14µm; ILP:103,12µm) no dorso, assim como na garupa, janeiro (ILPF:112,27 µm; ILP:112,58 µm) e fevereiro (ILPF:98,83µm; ILP:110,80µm), tabelas 4 e 5.

Quanto a densidade, esta foi menor em janeiro (ILPF:0,098 g/cm³; ILP:0,138 g/cm³) e fevereiro (ILPF:0,072 g/cm³; ILP:0,11 g/cm³) no dorso e na garupa em janeiro (ILPF: 0,12 g/cm³; ILP:0,18 g/cm³) e fevereiro (ILPF:0,09 g/cm³; ILP:0,08 g/cm³). Estes resultados foram interpretados como indicativo de adaptação ao ambiente, pois como as avaliações do presente experimento aconteceram no fim da primavera e início do verão, os animais possivelmente apresentaram transição das características do pelame. O maior diâmetro aliado a menor densidade de massa de pelame denota uma característica positiva para troca térmica entre o animal e o ambiente.

TABELA 4 - Médias, valores de P e coeficiente de variação das características de pele e pelame do dorso de novilhas Nelore em sistema de integração lavoura pecuária floresta (ILPF) e lavoura pecuária (ILP) em três períodos (dezembro, janeiro e fevereiro) em Campo Grande-MS

VARIÁVEIS	TRATAMENTOS						P	C.V(%)
	ILPF dez.	ILP dez.	ILPF jan.	ILP jan.	ILPF fev.	ILP fev.		
CP	6,59	6,06	6,39	5,66	6,00	5,82	0,2500	16,32
DP	56,72 ^a	59,53 ^a	108,98 ^b	114,06 ^b	104,14 ^b	103,12 ^b	<0,0001	13,26
NP	401,38	418,63	374,75	379,88	392,75	476,43	0,2000	21,71
DM	0,21 ^{ab}	0,23 ^a	0,098 ^c	0,138 ^{bc}	0,072 ^c	0,11 ^c	0,0002	55,22
CPM	48,75 ^a	55,00 ^a	41,86 ^b	48,13 ^b	43,13 ^{ab}	50,00 ^{ab}	0,0209	19,23
CPL	95,00 ^a	98,13 ^a	91,25 ^b	93,13 ^b	90,63 ^b	91,43 ^b	0,0016	4,47

Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem estatisticamente pelo teste F a 5% de probabilidade. CP= comprimento médio (mm); DP= diâmetro médio (μm); NP= número médio; DM= densidade média (g/cm³); CPM= cor do pelame(%); CPL= cor da pele (%); dez.(Dezembro); jan.(Janeiro); fev.(Fevereiro).

Segundo Façanha et al.¹⁷ pelames menos densos, com pelos curtos podem ocorrer em épocas em que se registram maiores valores de temperatura média radiante. A maior variação no diâmetro do pelame também foi observada por Nicolau et al.¹⁸ ao avaliarem animais da raça Caracu nos meses mais frios do ano, encontrando valores de 45,2 μm e 41,3 μm para os meses de maio e julho, respectivamente.

A pigmentação da pele e do pelame do dorso e garupa não diferiu entre os sistemas (ILP e ILPF) dentro de cada mês. A pigmentação da pele do garupa apresentou menores valores em fevereiro (ILPF: 93,13; ILP: 90,71). Já a pigmentação do pelame da garupa apresentou menores valores no mês de janeiro (ILPF: 38,13%; ILP: 45%). Isso demonstra uma associação negativa entre pigmentação da pele e do pelame para bovinos da Raça Nelore. Silva et al.¹⁹ demonstraram que essa característica também é independente em bovinos da Raça Jersey, e observaram pigmentação epidérmica mais acentuada no período de janeiro a março (75,9%) e menos acentuada em julho e setembro (71,5%).

TABELA 5- Médias, valores de P e coeficiente de variação das características da pele e pelame da garupa de novilhas Nelore em sistema de integração lavoura pecuária floresta (ILPF) e lavoura pecuária (ILP) em três períodos (dezembro, janeiro e fevereiro) em Campo Grande-MS

VARIÁVEIS	TRATAMENTOS						P	C.V(%)
	ILPF dez.	ILP dez.	ILPF jan.	ILP jan.	ILPF fev.	ILP fev.		
CP	6,43	7,00	6,94	7,01	6,69	6,24	0,4716	13,00
DP	56,88 ^a	63,20 ^a	112,27 ^b	112,58 ^b	98,83 ^b	110,80 ^b	<0,0001	16,78
NP	419,13	402,38	446,00	393,38	375,88	403,71	0,7601	23,03
DM	0,23 ^a	0,24 ^a	0,12 ^b	0,18 ^b	0,09 ^b	0,08 ^b	0,0003	54,20
CPM	49,38 ^a	50,63 ^a	38,13 ^b	45,00 ^b	47,50 ^a	52,86 ^a	0,0007	14,65
CPL	95,00	93,75	93,75	91,25	93,13	90,71	0,2468	5,14

Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem estatisticamente pelo teste F a 5% de probabilidade. CP= comprimento médio (mm); DP= diâmetro médio (μm); NP= número médio; DP= densidade média (g/cm^3); CPM= cor do pelame; CPL= cor da pele; dez.(Dezembro); jan.(Janeiro); fev.(Fevereiro).

Essa pigmentação é devido à atividade dos melanócitos que sintetizam melanina pela ação da enzima tirosinase, sendo importante para controle da temperatura corporal, uma vez que determina a proporção de radiação que é absorvida. A pigmentação do pelame é proporcionada pela quantidade de grânulos de melanina presentes na cutícula, córtex e medula. Santos et al.²⁰ observaram em ovinos de pelame branco maior tempo de ruminação ao sol do que os castanhos e pretos.

4. CONCLUSÕES

- Os sistemas ILP e ILPF apresentaram condições ambientais que indicam situação de estresse moderado a crítico.
- Características morfofisiológicas (pele e pelame) de novilhas Nelore criadas em sistemas ILP e ILPF apresentaram diferenças para a pigmentação do pelame.
- A espessura de pelo e a densidade do pelame de novilhas Nelore sofreram alteração no período compreendido entre o final da primavera e início do verão, independente do sistema de criação.

5. REFERÊNCIAS

1. Cezar MF, Souza BBD, Souza WHD, Pimenta Filho EC, Tavares GDP, Medeiros GX. (2004). Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. *Ciênc Agrotec*, 2004;28(3):614-20.
2. Silva, RG. Introdução a bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel; 2000. 286p.
3. Pinheiro AC, Saraiva EP, Saraiva CAS, Fonseca VDFC, Almeida MEV, Santos SGGC, Neto PJR. (2015). Características anatomofisiológicas de adaptação de bovinos leiteiros ao ambiente tropical. *Agropecu. Tec.*, 2015;36(1):280-93.
4. Façanha DAE, Chaves DF, Morais JHG. Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. *RBSPA*, 2013;14(1):91-103.
5. Titto EAL, Pereira AMF, Vilela RA, Titto CG, Amadeu CCB. Manejo ambiental e instalações para vacas leiteiras em ambiente tropical. In: *WORKSHOP DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE*, I., 2008, Nova Odessa. Palestras. Nova Odessa: Centro Apta - Bovinos de Leite do Instituto de Zootecnia, 2008:1-24.
6. Baeta FC, Souza CF. *Ambiência em edificações rurais: conforto animal*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; Viçosa. 1997: 246.
7. Udo HMJ. Hair coat characteristics in Friesian heifers in the Netherlands and Kenya. 407 Wageningen: Meded. Landbou whoge school Wageningen, 1978. 135p.
8. Trumbo BA, Wise LM, Hudy M. Influence of protective shielding devices on recorded air temperature accuracy for a rugged outdoor thermal sensor used in climate change modeling. *Nat. Envir Sc*, 2012;3(1):42-50.
9. Souza CF, Tinôco IFF, Baêta FC, Ferreira WPM, Silva RS. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. *Ciênc. Agrotec*, 2002;26(1):157-64.
10. Thom EC. The discomfort index. *Weatherwise*, Philadelphia, 1959;12(1):57-59.
11. Buffington DE, Colazzo-Arocho A, Caton GH. Black globe humidity comfort index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *T ASAE*. 1981;24(4):711-714.
12. Esmay ML. *Principles of animal environment*. Westport: AVI, 1979:358 p.
13. Armstrong DV. Heat stress interaction with shade and cooling. *J. Dairy Sc*. 1994;77:2044-50.
14. Baêta FC. Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season. 1985. 218 f. Thesis (Ph.D.) - University of Missouri, Columbia, 1985.

15. Hayman RH, Nay T. Observation on hair growth and shedding in cattle . Aust. J. Biol. Sci. Melbourne. 1961;4(4):7-12.
16. Maia ASC, Silva RG, Bertipaglia EA. Características do pelame de vacas Holandesas em ambiente tropical. Um estudo genético adaptativo. R. Bras. de Zootec. 2003;32(4):843-53.
17. Façanha DAE, Silva RG, Maia ASC, Guilhermino MM, Vasconcelos AM. Variação anual de características morfológicas e da temperatura de superfície do pelame de vacas da raça Holandesa em ambiente semiárido. R. Bras. de Zootec. 2010;39(4):837-44.
18. Nicolau CVJ, Silva RG, Mota LSLS, Veríssimo CJ. Características da pele e do pelame em bovinos da raça Caracu. Arch. Zootec, 2004;53:25-34.
19. Silva RG, Arantes Neto JG, Heltz Filho SV. Genetic aspects of the variation of the sweating rate and coat characteristics of Jersey cattle. Rev. Brazil. Genet., 1988;11: 335-347.
20. Santos MM, Azevedo M, Costa LAB, Filho FPS, Modesto EC, Lana AMQ. Comportamento de ovinos da raça Santa Inês, de diferentes pelagens, em pastejo. Acta Scient. An. Sc, 2011;33(3): 287-94.