

**UFRRJ  
INSTITUTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DISSERTAÇÃO**

**ESTUDO DO TEGUMENTO DE BOVINOS E BUBALINOS PARA  
ADAPTAÇÃO AO CLIMA TROPICAL**

**Alline Aparecida Fernandes Malvão Luciano Batista**

**2012**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ESTUDO DO TEGUMENTO DE BOVINOS E BUBALINOS PARA  
ADAPTAÇÃO AO CLIMA TROPICAL**

**ALLINE APARECIDA FERNANDES MALVÃO LUCIANO BATISTA**

*Sob a orientação do Professor*  
**Victor Cruz Rodrigues**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal.

Seropédica, RJ  
Julho de 2012

636.20891

B333e

T

Batista, Alline Aparecida Fernandes  
Malvão

Luciano, 1982-

Estudo do tegumento de bovinos e  
bubalinos para adaptação ao clima  
tropical / Alline Aparecida Fernandes  
Malvão Luciano Batista - 2012.

43 f.: il.

Orientador: Victor Cruz  
Rodrigues.

Dissertação (mestrado) -  
Universidade Federal Rural do Rio  
de Janeiro, Curso de Pós-Graduação  
em Zootecnia.

Bibliografia: f. 39-43.

1. Bovino - Anatomia - Teses. 2.  
Búfalo - Anatomia - Teses. 3.  
Bovino - Cor - Teses. 4. Búfalo -  
Cor - Teses. 5. Pele de animais -  
Teses. 6. Glândulas sudoríparas -  
Teses. 7. Glândulas sebáceas -  
Teses. I. Rodrigues, Victor Cruz,  
1952- II. Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro. Curso de  
Pós-Graduação em Zootecnia. III.  
Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ALLINE APARECIDA FERNANDES MALVÃO LUCIANO BATISTA**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Concentração em Produção Animal.

**DISSERTAÇÃO APROVADA EM 30/ 07/ 2012**

---

Victor Cruz Rodrigues. Dr. UFRRJ  
(Orientador)

---

Nivaldo de Faria Sant'Ana. Dr. UFRRJ

---

Bonifácio Benicio de Souza. Dr. UFCG

## DEDICATÓRIA

À Deus que vem me sustentando, guardando e guiando em todo decorrer da minha vida.

À minha avó Lieti Catharino Malvão (*in memoriam*), um exemplo admirável de filha, esposa, mãe e avó.

Ao meu amado filho Heitor Malvão Luciano Batista, com quem aprendo muito mais do que ensino.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por me amar mais que meu merecimento, por se levantar todo o tempo em meu favor, por não abrir mão de mim.

Ao meu filho Heitor, por me dedicar um amor tão puro e grande, e principalmente por me permitir dedicar a ele o todo amor que existe dentro de mim. Sem você meu filho não existiria sentido!

Ao meu marido Breno, pelas palavras de incentivo que vem destinando a mim no decorrer dessa empreitada.

Aos meus pais Ademir e Valeria, e a minha mais do que madrinha Cirlei, por todo apoio durante minha formação. Muito Obrigada!

Aos meus irmãos Marcello e Fellipe, por além de serem irmãos maravilhosos, são pra mim um exemplo de determinação, força e dedicação. Homens que me ensinaram desde o ensino básico a gostar e almejar uma formação de qualidade, pessoas que tento sempre seguir o exemplo. Vocês foram fundamentais em toda minha educação!

À minha linda cunhada Alzira, que além de ser uma doce e confiável amiga me proporcionou o privilégio de ser tia duas vezes, da minha amada Caroline e de uma nenenzinha abençoada que ainda mora em seu ventre.

À minha sogra Heloiza, que no momento mais difícil da realização desse trabalho me ofereceu seu carinho generoso e me apoiou totalmente. Tudo estava nebuloso e você me ofereceu a luz, você foi sem dúvida nenhuma fundamental para a realização deste trabalho. Muito, muito obrigada!

Ao meu sogro Marcos Antônio, meus cunhados Brenda Luíza, Leonardo, Marcus Vinicius e Michelle, que me aceitaram no seio de sua família como se dela fizesse parte desde sempre. Vocês me proporcionaram sempre momentos muito felizes!

Ao meu orientador Professor Victor Cruz Rodrigues, por todos os anos de confiança e por ter sido um orientador generoso e paciente, sendo acima de tudo um amigo querido.

À UFRRJ, por proporcionar belos e inesquecíveis anos em minha vida! Ao Instituto de Zootecnia que me ofereceu a oportunidade e o prazer de me tornar Zootecnista.

À CAPES, ao Departamento de Reprodução e Avaliação Animal e ao PPGZ, que me concederam o prazer de iniciar e concluir meu curso de mestrado.

À área de Histologia e Embriologia, do Departamento de Biologia Animal, ao Instituto de Veterinária, em especial ao Professor Armando Sales pelo grande apoio oferecido na realização dessa dissertação. Muito obrigada! E a Ilza Coelho, por ter me apoiado, ensinado muito e dedicado uma amizade muito linda nos meses em que trabalhamos juntas!

Aos Professores Jorge Carlos Dias de Sousa, Carlos Augusto de Oliveira, Pedro Antônio Muniz Malafaia e Jairo Pinheiro da Silva, por todo apoio e auxílio no decorrer do experimento e na minha formação.

A todos os professores do Instituto de Zootecnia que de alguma forma contribuíram para a realização dessa dissertação.

Ao amigo Douglas Mena do Couto que foi meu diferencial na reta final do curso, sem sua ajuda e força tudo seria muito mais complicado! Obrigada pela dedicação e amizade!

Aos amigos Denis dos Reis Carvalho e Paulo Henrique Xavier da Silva, que foram muito importantes em todo percurso do meu mestrado!

As amigas Ana Virgília Paiva, Rafaela Ferreira, Patrícia Fortes, Caroline da Cruz Bessa, Fabrícia da Cunha e Natália Muricy pelos anos de amizade e cumplicidade!

E aqueles que por ventura possa ter esquecido, o meu muito obrigada!

## RESUMO

LUCIANO, A.A.F.M. **Estudo do tegumento de bovinos e bubalinos para adaptação ao clima tropical**. 2012. 43p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

A pesquisa foi conduzida na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em Seropédica (RJ). Foram coletadas duas amostras de pele da face, pescoço, espádua, garrote, lombo, abdome, canela e cauda de sete bovinos da raça Sindi, sete bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore e sete bubalinos da raça Mediterrâneo, todos machos, inteiros e com idade aproximada de dois anos. Imediatamente após a coleta, com a utilização de uma das amostras coletadas, foi determinada a cor da pele e pelame, entre negro e não negro através de análise visual, e a espessura da pele medida com auxílio de um paquímetro. Para a aferição do número de pêlos, foi delimitada uma área de um centímetro quadrado no centro das amostras, a contagem foi feita manualmente com auxílio de lupa e agulha. A segunda amostra foi fixada em solução tamponada 10% de formaldeído por 24 horas. As amostras foram mantidas em álcool 70% para posterior processamento pela técnica histológica de rotina. As amostras processadas foram submetidas a cortes de 5 µm de espessura e coradas em Hematoxilina e Eosina. As lâminas histológicas foram analisadas em microscópio de luz. O estudo teve como objetivo estudar as diferenças no número de pêlos, glândulas sebáceas e sudoríparas; coloração dos pêlos e epiderme assim como na espessura da epiderme de bovinos Sindi, F<sub>1</sub> Simental x Nelore e búfalos Mediterrâneo. Os resultados mostram que os bubalinos apresentam pele e pêlos escuros, assim como os bovinos Sindi, porém os bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore apresentaram pele e pelame claro. Os bubalinos Mediterrâneo obtiveram as maiores médias para espessura de pele, seguidos dos bovinos Sindi e as menores médias foram encontradas no bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore. Para número de pêlos em um centímetro quadrado os búfalos Mediterrâneo receberam menores médias do que bovinos, que não diferiram entre si. Para quantidade de glândulas sudoríparas e sebáceas os bubalinos receberam as menores médias do que bovinos, que não diferiram entre si. Considerando os resultados os bovinos da raça Sindi indicam as melhores condições de adaptação para o clima tropical.

**Palavras-chave:** Epiderme. Pêlos. Glândulas sudoríparas. Glândulas sebáceas.

## ABSTRACT

LUCIANO, A.A.F.M. **Study of the tegument of cattle and buffaloes to adaptation to the tropical climate.** 2012. 43p. Dissertation (Master of Science in Animal Science). Animal Science Institute. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

The research has been conducted at Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro in Seropédica (RJ). Two skin's samples were collected from the face, neck, shoulder, withers, back, abdomen, tail and cinnamon of seven Sindhi cattle, seven F1Simental x Nelore cattle and seven Mediterranean buffaloes, all males, not castrated and with about two years old. Immediately after collection, by using one of the samples, it was determined skin and hair coat color, between dark or not dark, through visual analysis, and the skin thickness was measured with a caliper. To measure the amount of hair, was defined an area of one square centimeter at the center of the samples, the counting was done manually with magnifying glass and needle. The second sample was fixed in buffered 10% formaldehyde for 24 hours. The samples were stored in 70% ethanol for later processing by routine histologic technique. The processed samples were cut in 5µm thick and stained with hematoxylin and eosin. The histological slides were examined by light microscope. The study aimed to investigate the differences in the number of hairs, sebaceous and sweat glands, hair and skin color as well as the thickness of the epidermis of Sindhi cattle, cattle F1Simental x Nelore and Mediterranean buffaloes. The results show that the buffalo have dark skin and hair, as well as Sindhi cattle, but cattle F1Simental x Nelore had light colored skin and coat. The Mediterranean buffaloes had the highest averages for skin thickness, followed by Sindhi cattle and the smallest averages were found in F1Simental x Nelore cattle. About number of hairs in a square centimeter, buffalo Mediterranean received the lowest average than cattle, which did not differ from each other. For the amount of sweat and sebaceous glands, buffaloes received lowest average than cattle, which did not differ from each other. Considering the results, Sindhi cattle indicate the best conditions to adapt to the tropical climate.

**Keywords:** Epidermis. Hair. Sweat glands. Sebaceous glands.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Variações e média das temperaturas retais de bovinos taurinos e bovinos zebuínos em condição de termoneutralidade, dentro da amplitude delimitada pela temperatura crítica inferior (TCI) e temperatura crítica superior (TCS) .....	10
Tabela 02. Médias dos componentes da capa externa relativas às raças e épocas estudadas .....	16
Tabela 03. Médias estimadas das características comprimento dos pêlos (CP), espessura do pelame (EP), número dos pêlos/cm <sup>2</sup> (NP), ângulo de inclinação dos pêlos (INCL) e densidade de massa dos pêlos (DM) nos grupos genéticos estudados .....	17
Tabela 04. Formulação da ração utilizada no experimento .....	19
Tabela 05. Dados agroclimatológicos nos meses de duração do experimento .....	20
Tabela 06. Média da espessura da pele de acordo com as diferentes áreas corporais de bovinos e bubalinos .....	22
Tabela 07. Média de número de pêlos em um centímetro quadrado, de acordo com a área corporal de bovinos e bubalinos .....	24
Tabela 08. Quantidade de glândulas sudoríparas em bovinos da raça Sindi e mestiços Simental x Nelore e bubalinos da raça Mediterrâneo .....	26
Tabela 09. Quantidade de glândulas sebáceas em bovinos da raça Sindi e mestiços Simental x Nelore e bubalinos da raça Mediterrâneo .....	31

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Camadas da epiderme .....	03
Figura 02. Representação esquemática de um melanócito inserido entre as células da camada basal da epiderme .....	04
Figura 03. Representação esquemática de três tipos de pelos .....	05
Figura 04. Relação entre produção de calor animal e temperatura ambiente .....	09
Figura 05. Centro termorregulador dos animais homeotérmicos .....	11
Figura 06. Trocas de energia entre os animais e o meio .....	12
Figura 07. Efeito da Temperatura sobre a Perda de Calor por Condução, Radiação, Convecção e Evaporação .....	12
Figura 08. Espessura da pele na face, pescoço, garrote, espádua, lombo, abdome, canela, cauda e média das áreas corporais para búfalos Mediterrâneos, bovinos Sindi e bovinos Simental x Nelore .....	22
Figura 09. Quantidade de pêlos por um centímetro quadrado na face, pescoço, garrote, espádua, lombo, abdome, canela, cauda e a média das áreas corporais para búfalos Mediterrâneo, bovinos Sindi e bovinos Simental x nelore .....	25
Figura 10. Quantidade de glândulas sudoríparas por um centímetro na face, pescoço, garrote, espádua, lombo, abdome, canela, cauda e a média das áreas corporais para búfalos Mediterrâneo, bovinos Sindi e bovinos Simental x nelore .....	27
Figura 11. Fotomicrografia da pele da região da face de bubalino da raça Mediterrâneo .....	28
Figura 12. Fotomicrografia da pele da região da espádua de bovino F <sub>1</sub> Simental x Nelore .....	28
Figura 13. Fotomicrografia da pele da região da espádua de bovino da raça Sindi .....	29
Figura 14. Fotomicrografia de glândula sudorípara de bubalino Mediterrâneo .....	29
Figura 15. Fotomicrografia de glândula sudorípara de bovino Sindi .....	30
Figura 16. Fotomicrografia de glândula sudorípara de bovino F <sub>1</sub> Simental x Nelore .....	30
Figura 17. Quantidade de glândulas sebáceas por um centímetro na face, pescoço, garrote, espádua, lombo, abdome, canela, cauda e a média das áreas corporais para búfalos Mediterrâneo, bovinos Sindi e bovinos Simental x nelore .....	32
Figura 18. Fotomicrografia da pele da região do abdome de bubalino da raça Mediterrâneo .....	33
Figura 19. Fotomicrografia da pele da região do garrote de bovino da raça Sindi .....	34
Figura 20. Fotomicrografia da pele da região da espádua de bovino F <sub>1</sub> Simental x Nelore .....	34
Figura 21. Fotomicrografia de glândula sebácea de bubalino Mediterrâneo .....	35
Figura 22. Fotomicrografia de glândula sebácea de bovino F <sub>1</sub> Simental x Nelore .....	35
Figura 23. Fotomicrografia de glândula sebácea de bovino F <sub>1</sub> Simental x Nelore .....	36
Figura 24. Fotomicrografia de glândula sebácea de bovino F <sub>1</sub> Simental x Nelore .....	36
Figura 25. Fotomicrografia de glândula sebácea de bovino Sindi .....	37

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	01
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	02
2.1. O Clima Brasileiro .....	02
2.2. A Pele e a Melanina .....	02
2.3. Alguns Problemas Associados a Pouca Pigmentação da Pele .....	04
2.4. Pêlo e Glândulas da Pele .....	04
2.5. Absorção e Reflexão da Radiação Solar .....	06
2.6. O Aclimamento e os Fatores Envolvidos no Conforto Térmico .....	06
2.7. Mecanismos de Controle Térmico .....	07
2.8. A Homeotermia, a Hipertermia e Conceitos Correlatos .....	07
2.9. A Dissipação do Calor em Clima Tropical .....	10
2.10. Considerações Gerais Sobre Bovinos Sindi e Bubalinos Mediterrâneo .....	13
2.10.1. A Raça Sindi .....	13
2.10.2. Os Búfalos Mediterrâneos .....	14
2.11. Considerações Sobre a Pele e o Pelame de Bovinos .....	15
2.12. Considerações Sobre a Pele e o Pelame de Bubalinos .....	17
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	19
3.1. Determinação da Cor do Pêlo e Pele, Aferição do Número e Comprimento dos Pêlos e Aferição da Espessura da Pele .....	19
3.2. Confeção de Lâminas Histológicas .....	20
3.3. Delineamento Experimental .....	20
3.4. Dados Agroclimatológicos .....	20
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	21
4.1. Cor da Pele .....	21
4.2. Espessura da Pele .....	21
4.3. Quantidade de Pêlos por Centímetros Quadrado em diferentes Áreas Corporais .....	23
4.4. Quantidade de Glândulas Sudoríparas e Sebáceas em Diferentes Áreas Corporais .....	26
4.4.1. Glândulas Sudoríparas .....	26
4.4.2. Glândulas Sebáceas .....	31
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	38
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	39

## 1 INTRODUÇÃO

A forma de criar animais vem sendo modificada constantemente, cujos criadores não arriscam perder capital investindo em negócios de duvidosa rentabilidade.

A adaptação em clima tropical dos animais domésticos voltados à produção deve ser sempre um destaque da pesquisa, pois um animal em estresse térmico deixa de expressar todo seu potencial para a produção, que é mais interessante ao criador, mesmo possuindo outros caracteres que lhe forneçam uma boa média produtiva, como seu potencial genético por exemplo.

Animais manejados em condição de conforto apresentam maior bem-estar, têm uma relação harmoniosa com o ambiente e são capazes de otimizar suas condições fisiológicas e assim apresentam um índice produtivo mais elevado do que aqueles que não estão em conforto.

Para o estabelecimento de um sistema de criação economicamente viável para uma determinada região é necessário o conhecimento das condições ambientais, da zona de conforto térmico animal e das características raciais ou étnicas que são benéficas ao seu bem-estar. Com essas informações é possível a elaboração de um zoneamento pecuário, que se constitui na escolha de espécies ou raças que são mais bem adaptadas às condições ambientais locais, de modo que os animais estejam a maior parte do tempo em conforto térmico.

O estudo das diferenças nos pelames e epiderme de bovinos da raça Sindi, bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore e bubalinos da raça Mediterrâneo (coloração dos pêlos, número de pêlos, tamanhos dos pêlos, espessura e coloração da epiderme) fornecem indicadores para avaliar as condições de adaptação dos diferentes grupos genéticos ao clima tropical.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O Clima Brasileiro

A grande diversidade climática do Brasil, influenciada entre outras coisas pela sua configuração geográfica, extensão costeira, relevo e dinâmicas das massas de ar, determina seis diferentes tipos de clima: Clima equatorial úmido, que abrange a maior parte da Amazônia; Clima tropical semiárido, predominante em grande parte do Nordeste brasileiro - no sertão- e no norte de Minas Gerais; Clima subtropical úmido, que ocorre em toda Região Sul e na porção meridional dos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul; Clima tropical de altitude, abrange as terras altas do Sudeste, nas regiões serranas do Rio de Janeiro, São Paulo, Espírito Santo e Minas Gerais; Clima litorâneo úmido, que se estende pela faixa litorânea do Nordeste ao Sudeste; Clima tropical, predominante na maior parte do país, em grande parte das regiões Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste e ainda no estado do Tocantins (Terra *et al.*, 2010).

Verifica-se que o estado do Rio de Janeiro sofre a ação de dois tipos diferentes de clima Tropical, na região serrana do estado o clima Tropical de Altitude, que é caracterizado por verões brandos e invernos mais rigorosos, e o Litorâneo úmido que apresenta elevadas médias térmicas e alta pluviosidade (Terra *et al.*, 2010). Sendo este último de maior interesse para este trabalho, já que é o clima predominante na região onde a experimentação foi realizada.

Neste clima, o estresse calórico é o fator limitante de maior importância para a produção. Barbosa & Silva (1995) registram que o estresse é um estado fisiológico causado por uma combinação de condições ambientais. Assim, a necessidade do conhecimento da capacidade de adaptação das diferentes espécies ou raças exploradas no Brasil é de grande importância para viabilizar economicamente a produção. Segundo Baccari Júnior *et al.* (1986) a adaptabilidade pode ser avaliada pela habilidade do animal de se ajustar às condições ambientais médias, assim como aos extremos climáticos.

Em ambientes de altas temperaturas tanto o excesso como a falta de umidade é prejudicial. Nos ambientes quente e seco, a evaporação ocorre muito rápido, causando irritação cutânea e desidratação; num ambiente quente e demasiadamente úmido, a evaporação torna-se muito lenta ou até nula, reduzindo desta forma a termólise, e aumentando o estresse de calor.

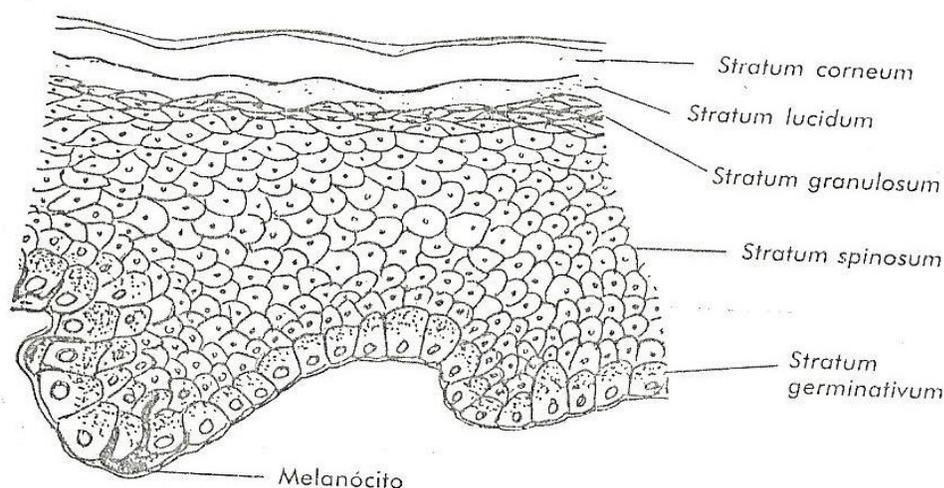
### 2.2 A Pele e a Melanina

A pele, assim como seus anexos (pêlos, glândulas sudoríparas e sebáceas, nos mamíferos), atuam como uma barreira de proteção e de percepção do meio externo, sendo a mais extensa linha de contato entre o animal e o ambiente.

A pele e seus anexos não podem constituir um conjunto de estruturas estáticas e fixas, mas sim reguláveis e dinâmicas, a fim de se adaptar às variações climáticas que ocorrem nas diversas regiões do globo. Por exemplo, animais que vivem em desertos e locais extremamente secos devem possuir uma proteção extra contra a perda de água e a intensa radiação solar; enquanto aqueles que vivem em regiões frias necessitam de uma barreira contra a perda de calor corporal. Os animais que vivem em regiões muito quentes devem ser capazes de eliminar o excesso de calor e ao mesmo tempo se proteger da entrada do calor externo; mas aqueles que vivem em regiões onde o clima é instável devem possuir características externas apropriadas à compensação para as mudanças climáticas (SILVA, 2000).

A pele está diretamente relacionada com a troca de calor entre o corpo do animal e o meio ambiente. A influência da pele nessa troca é determinada por duas características: a pigmentação e a espessura. O grau de pigmentação está associado ao clima, mais especificamente com a radiação solar. Animais de regiões quentes e úmidas apresentam maior pigmentação que os de zonas frias e secas. Quanto à espessura da pele esta varia de acordo com as diferentes regiões do corpo e é influenciada pela idade, pelo estado nutricional e pela raça. Nos trópicos, principalmente em climas quentes e úmidos, a pele mais recomendada seria a negra e fina que reduz os efeitos da radiação solar e favorece a perda de calor (FALCO, 1991).

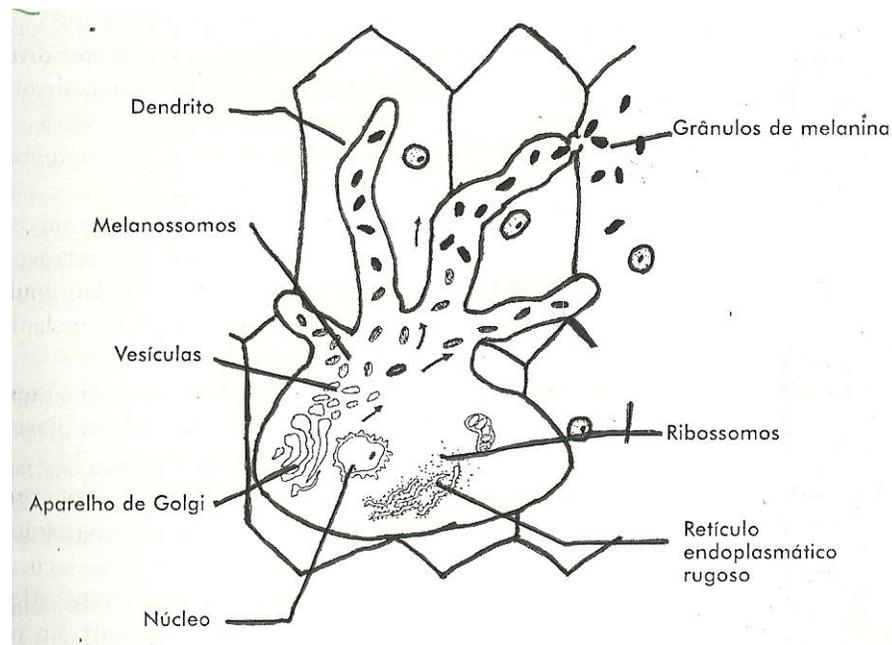
A pele é constituída por uma série de camadas: capa externa que é a região cornificada mais externa, epiderme, derme e hipoderme. A epiderme ainda se divide em cinco outras camadas, *stratum corneum*, *stratum lucidum*, *stratum granulosum*, *stratum sínosum*, *stratum germinativum* ou camada basal (Figura 01).



**Figura 01:** Camadas da epiderme. Fonte: Silva (2000).

De acordo com Silva (2000) o termo melanina é utilizado para denotar diversos pigmentos negros e marrons que ocorrem naturalmente em diversos tecidos, como epiderme, pêlos, olhos. A melanina é formada da oxidação de um composto ortodihidroxifenílico do aminoácido da tirosina, proveniente da digestão de proteínas, resultando em um polímero insolúvel de elevado peso molecular. A única função conhecida da melanina é a proteção contra a radiação ultravioleta, sendo esta uma função fundamental para os animais que vivem em regiões tropicais (THOMSON, 1962, SILVA, 2000).

A melanina é formada nos melanócitos da camada basal da epiderme e na base dos folículos pilosos (Figura 02). A maior ou menor pigmentação da pele deve-se a quantidade de grânulos de melanina produzidos e inseridos nas células da epiderme, e não ao número de melanócitos (SILVA, 2000). Alguns autores (AMAKIRI, 1979, HAFEZ *et al.*, 1955, YANG, 1952, SILVA, 2000) afirmaram não existir diferença entre o número de melanócitos por unidade de área da epiderme entre bovinos zebuínos e europeus, mesmo tendo os animais tropicais pele muito mais pigmentada que aqueles de clima temperado. De forma que mesmo nas áreas despigmentadas nos bovinos europeus há presença de melanócitos, porém sua atividade está bloqueada por fatores gênicos.



**Figura 02:** Representação esquemática de um melanócito inserido entre as células da camada basal da epiderme. (SILVA, 2000)

### 2.3 Alguns Problemas Associados a Pouca Pigmentação da Pele

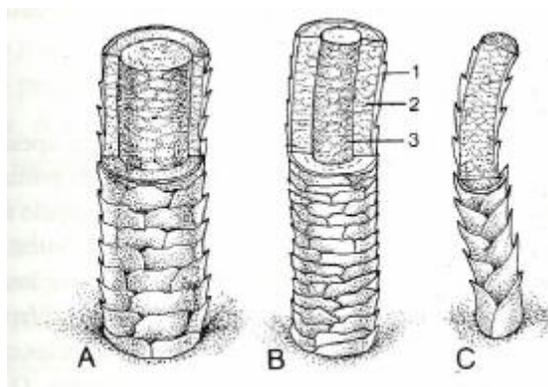
Animais com epiderme despigmentada ou com baixa pigmentação estão mais susceptíveis a alguns problemas relacionados a incidência de radiação solar e ao menor índice de melanogênese. Animais com pouca pigmentação podem apresentar algumas doenças como o melanoma maligno ou melanocarcinoma, carcinoma escamoso da vulva, carcinoma escamoso da pele e o carcinoma escamoso periocular de bovinos. Este último, o carcinoma escamoso periocular de bovinos, segundo Silva (2000), é muito comum e de grande importância econômica, já que carcaças de animais com esse problema são rejeitadas nos abatedouros, o fator predisponente é a ausência de pigmentação cutânea na região periocular.

### 2.4 Pêlo e Glândulas da Pele

A cobertura pilosa representa papel preponderante na adaptação dos animais aos trópicos. A eficiência da cobertura, ao que se refere à reflexão dos raios solares, está ligada a sua constituição, cor e tipo. O folículo piloso é constituído de: cutícula, que delimita o pêlo; córtex, que é responsável pela cor; medula, que é a parte central do pêlo, o músculo erector do pêlo que é responsável pela capacidade do pêlo se tornar ereto; e o bulbo, que contém os melanócitos (FALCO, 1991). Nos bovinos, os folículos se formam por volta do 78º dia de gestação, um animal já nasce com um número definitivo de folículos, estabelecidos geneticamente (SILVA, 2000).

Segundo Falco (1991) existem três tipos de pêlos: compridos e grossos, curtos, lisos e suaves, e os suaves e lanados (Figura 03). Um pêlo comprido e grosso retém muito ar entre a pele e o pelame, formando uma camada isolante e dificultando a perda de calor, além de dificultar a

reflexão, ao passo que o pêlo curto, liso e suave reflete melhor a radiação solar e facilita a perda por convecção desde a superfície da pele.



**Figura 03:** Representação esquemática de três tipos de pelos: A - pêlo de revestimento com medula espessa. B - pêlo de revestimento com córtex espesso e medula final. C - pêlo lanoso, medula ausente. 1 - cutícula; 2 - córtex; 3 - medula (DYCE, 2004).

De acordo com Silva (2000) existem alguns aspectos que relacionam o pelame e a termorregulação, por exemplo: o isolamento térmico efetuado pelo pelame na termólise por condução, convecção e radiação; a eficiência da termólise evaporativa na transferência de calor latente de evaporação da epiderme para a atmosfera; os atributos termorreguladores correlacionados que são as características do pelame associadas aos mecanismos termorreguladores. Um exemplo é a associação entre o tipo de pelame e as dimensões e nível de atividade das glândulas sudoríparas; e os atributos não termorreguladores associados, quando é feita a associação do tipo do pelame com produção, ganho de peso, reprodução e outras características não diretamente ligadas à termorregulação.

O efeito do vento é maior em um pelame constituído por pêlos curtos. Já que pêlos curtos favorecem a renovação da camada de ar entre a pele e os pêlos, retirando mais facilmente o ar saturado e o substituindo por uma camada de ar mais seco. O folículo piloso dos animais zebuínos possui um núcleo central relativamente duro, que tendem a manter o pêlo numa posição mais ereta que dos bovinos europeus (BAVERA, 2006). É a presença da medula que confere essa capacidade aos pêlos de se manter mais verticalmente, facilitando a evaporação na superfície do corpo.

Antes de 1955 acreditava-se que os animais domésticos, com exceção do cavalo, não suavam, atribuíam ao aumento da frequência respiratória, dos animais em estresse térmico, a tentativa de eliminação do calor pela evaporação respiratória. Hoje é sabido que os animais domésticos não apenas possuem glândulas sudoríparas ativas, como essas glândulas atuam como um importante mecanismo na termorregulação através da sudorese.

A quantidade de suor produzido depende do número de glândulas sudoríparas ativas; dessa forma o número de glândulas por unidade de área epidérmica constitui dado importante: os

animais originários de ambientes com altas temperaturas tendem a apresentar um maior número de glândulas sudoríparas (SILVA, 2000).

De acordo com Falco (1991) o melhor desempenho termorregulatório dos zebuínos em comparação aos taurinos, em ambientes de clima tropical, é devido à maior quantidade de glândulas sudoríparas espalhadas pelo corpo, e ao maior volume dessas glândulas (cerca de quatro vezes maior nos zebuínos), já que quanto maior o volume, maior a secreção de suor. Associado à maior concentração e ao maior volume, o gado zebu apresenta outra importante característica, suas glândulas são mais superficiais, o que facilita a secreção e excreção do suor.

Em ambiente tropical as glândulas sebáceas demonstram maior capacidade secretória, o que evita o ressecamento excessivo da camada superficial da pele e representa vantagem na reflexão da radiação solar e na capacidade de repelir insetos (BAVERA, 2006).

O tamanho e extensão da superfície do corpo também expressam uma adaptação aos fatores do meio. Uma superfície corporal extensa proporciona uma maior perda de calor na forma sensível, quando a temperatura do meio está abaixo da temperatura corporal. Em temperatura ambiente igual ou superior a corporal, esta superfície mais extensa se torna desvantajosa (FALCO, 1991).

## **2.5 Absorção e Reflexão da Radiação Solar**

Nas regiões intertropicais a incidência da radiação solar é significativamente maior que nas regiões temperadas. De acordo com Silva *et al.* (2001) a maior transmissão da radiação ultravioleta através da capa de pelame é proporcionada por pelame claro, ao passo que pelames escuros, em geral, são menos permeáveis. Ou seja, pelames claros apresentam maior penetração e maior reflexão da radiação solar, enquanto os escuros têm reflexão muito baixa da radiação térmica, sendo assim mais sujeitos ao estresse de calor que os animais de pelame claro. Segundo Maia *et al.* (2003) os animais predominantemente pretos são mais protegidos contra radiação solar que os brancos e essa característica torna o animal mais resistente às condições de ambiente tropical, principalmente à forte radiação solar direta, como os sistemas de produção à campo aberto. Porém em vista da tensão térmica causada pela absorção de radiação térmica, a combinação ideal para os trópicos é um pelame branco sobre uma epiderme escura, uma combinação dificilmente encontrada em taurinos. A cor vermelha absorve uma grande quantidade de raios ultravioletas, e quando referida a epiderme é comparável às regiões despigmentadas (SILVA *et al.*, 2001).

Gebremedhin *et al.* (1997) sugeriram a importância do número de pêlos, por unidade de área, para a proteção da epiderme contra a radiação ultravioleta. A proteção contra a radiação solar é naturalmente efetuada pela camada de pêlos e pela melanina dos pêlos e da pele. Desse modo, a quantidade de radiação solar transmitida através do pelame depende da sua coloração e também das características estruturais e ainda da coloração da epiderme (SILVA *et al.*, 1999).

Maia *et al.* (2002) confirmaram que 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 pêlos por unidade de área.

## **2.6 O Aclimamento e os Fatores Envolvidos no Conforto Térmico**

A influência do clima sobre os animais pode ser de ordem direta ou indireta. A forma direta decorre através da interferência da radiação, da temperatura, da velocidade e da umidade

relativa do ar, sobre a manutenção da temperatura corporal. A forma indireta processa-se através da qualidade e quantidade do alimento encontrado na natureza e do favorecimento ou não de doenças infectocontagiosas e parasitárias (TEIXEIRA, 2005).

Em regiões de clima tropical, a melhora nos índices produtivos estão diretamente relacionados ao conforto térmico do animal. Segundo Nääs (1995), o principal fator de desconforto animal é a condição térmica inadequada.

Silva (2000) afirma que alguns fatores envolvidos na determinação do conforto térmico são: 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) e características corporais (forma corporal, tamanho, área de superfície, área exposta à radiação solar, emissividade e absorvidade da epiderme).

## **2.7 Mecanismos de Controle Térmico**

A temperatura corporal dos animais depende da energia térmica armazenada por unidade de massa corporal. Essa energia pode ser aumentada pelos processos de termogênese, ou diminuída através da termólise. São três os mecanismos envolvidos na termogênese e termólise: Mecanismos Comportamentais; Mecanismos Autônomos; Mecanismos Adaptativos (SILVA, 2000).

Os mecanismos Comportamentais são aqueles onde o comportamento do animal é alterado a fim de diminuir ou aumentar sua exposição à energia térmica ambiental. Por exemplo, quando um animal procura abrigo após ter ficado exposto a uma grande quantidade de radiação solar, de modo a evitar o superaquecimento corporal.

Os mecanismos autônomos envolvem várias funções orgânicas, como o fluxo sanguíneo, a variação da posição dos pêlos, o funcionamento das glândulas sudoríparas, o controle do sistema respiratório, a ingestão de água e alimentos, entre outras.

Os mecanismos adaptativos diz respeito as alterações a médio ou longo prazo em certas características, como tipo e coloração do pelame, pigmentação da epiderme, entre outras.

## **2.8 A Homeotermia, a Hipertermia e Conceitos Correlatos**

De acordo com Silva (2000) os animais que possuem uma alta taxa metabólica são os taquimetabólicos. Se a quantidade de energia térmica estocada nos animais depender essencialmente dessa elevada taxa metabólica, estes são considerados endotérmicos. E são mais independentes do meio ambiente, podendo se adaptar a uma gama maior de lugares com diferentes climas. Os animais endotérmicos nos quais as variações de calor estocado são mantidas dentro de limites específicos e geralmente bastante estreitos, independentemente das variações térmicas do ambiente externo, são chamados de homeotérmicos. Quando os limites da variação de calor estocado são muito estreitos, dentro do valor de um desvio-padrão da temperatura corporal média da espécie, temos a condição de cenotermia. As aves e os mamíferos são homeotérmicos, já o homem é cenotérmico. Nos animais ectotérmicos, sua energia térmica estocada depende mais da proveniente do ambiente externo, apresentando temperatura corporal mais próxima daquela do meio ambiente.

Existem espécies de animais taquimetabólicos nos quais a variação do calor estocado é maior que os estreitos limites permitidos pela homeotermia, são os animais heterotérmicos.

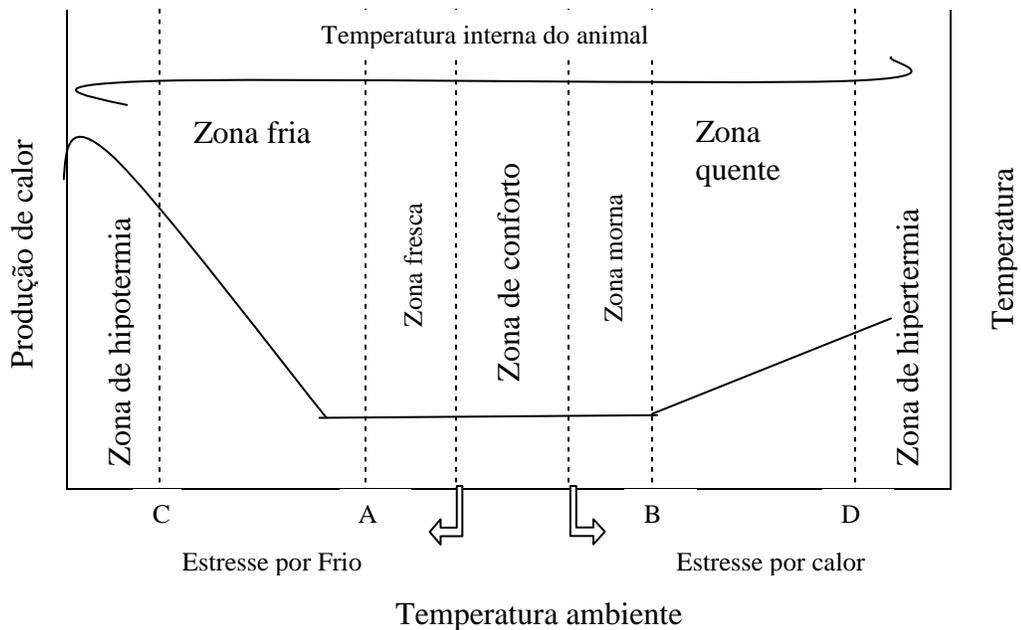
Outras espécies exibem grande variação na quantidade de calor estocado, que varia proporcionalmente a temperatura ambiente, são os termoconformistas e entre eles incluem os répteis, peixes e anfíbios. De um modo geral, os termoconformistas apresentam taxas metabólicas oito a dez vezes mais baixas que as dos homeotérmicos, explicando sua dependência de temperatura ambiente. Tanto os heterotérmicos como os termoconformistas podem ser euritérmicos, organismos que toleram uma ampla gama de temperaturas ambientes, ou estenotérmicos, são tolerantes a uma gama muito estreita de temperaturas ambientes (SILVA, 2000).

Sob determinadas condições, alguns animais homeotérmicos apresentam características heterotérmicas. Algumas espécies de mamíferos de regiões frias, como as marmotas e os ursos, com exceção dos polares, reduzem muito a produção de calor corporal nos meses de inverno, seu metabolismo cai muito passando apenas a sustentar a vida dos tecidos, todo o organismo entra em dormência nutrindo-se apenas das reservas de energia acumulada. Dessa forma dizemos que estes animais estão em estado de hibernação, e isso ocorre devido à dificuldade de se conseguir todo o alimento necessário para sustentá-los em atividade durante o inverno (SILVA, 2000).

Os animais homeotérmicos são aqueles que conseguem manter sua temperatura corporal, dentro de estreitos limites, apesar das grandes variações na temperatura ambiente. Os ruminantes são animais classificados como homeotérmicos, ou seja, apresentam funções fisiológicas que se destinam a manter a temperatura corporal constante. Assim, estes animais conseguem sobreviver em uma ampla diversidade de ambientes. Essa temperatura é mantida dentro de determinada faixa, denominada zona de termoneutralidade, de modo que a manutenção da homeotermia ocorre com mínima mobilização dos mecanismos termorreguladores (NÄÄS, 1989). Portanto, ao se considerar esta classificação, bovinos e bubalinos são homeotérmicos.

Quando o animal tem um ganho líquido de calor do metabolismo ou do ambiente, surge a hipertermia e a temperatura corporal ultrapassa o limite superior normal. Para manter a homeotermia o animal adota respostas fisiológicas que poderão levar a queda na produção e na eficiência reprodutiva. Dessa forma, o desempenho animal em ambientes quentes está diretamente relacionado com sua eficiência em dissipar o calor corporal excedente, preservando seu equilíbrio térmico.

Na Figura 04 podemos observar a representação gráfica da equação do balanço térmico, mostrando a variação da temperatura corporal e da produção de calor do animal, em função da temperatura ambiental efetiva, que incorpora os efeitos combinados da radiação, vento e umidade relativa do ar.



**Figura 04.** Relação entre produção de calor animal e temperatura ambiente (adaptado de TEIXEIRA, 2005).

A faixa de C a D corresponde à zona de homeotermia, nela o aparelho termorregulatório do animal consegue manter constante a temperatura interna do corpo. A faixa AB corresponde à zona de termoneutralidade, nesta faixa de temperatura o animal apresenta superávit de energia e maximiza a produtividade. Os pontos A e B são chamados de temperatura crítica inferior e crítica superior, respectivamente. Temperaturas ambientes fora da zona de conforto ocasionam estresse por frio ou por calor, fazendo com que o animal acione os mecanismos termorregulatórios, de modo a manter o equilíbrio térmico do corpo. Os pontos C e D são os que iniciam as zonas de hipotermia e hipertermia, respectivamente, nestas regiões os mecanismos termorregulatórios de produção e perda de calor não conseguem mais alcançar a demanda ambiental, ocorrendo óbito, seja por hipotermia ou hipertermia (TEIXEIRA, 2005; CLARK, 1981; SEVEGNANI, 2000).

A Tabela 01 indica a temperatura retal média para bovinos zebuínos e taurinos, assim como a temperatura crítica inferior e superior desses animais. A temperatura média retal em estado de homeotermia dos bovinos zebuínos é mais elevada que dos bovinos taurinos. A zona de termoneutralidade nos bovinos zebuínos vai de 7 °C até 35 °C enquanto que dos bovinos taurinos essa faixa vai de - 6 °C até 27 °C, de forma que em se tratando de clima tropical os bovinos taurinos vão ativar seus mecanismos físicos e químicos de termorregulação a partir dos 27 °C, ao passo que os zebuínos só ativaram esses mecanismos quando a temperatura ambiental passar dos 35 °C. O que nos permite dizer que os bovinos taurinos entram em situação de estresse por calor sob temperaturas inferiores quando comparados aos bovinos zebuínos. Esses são valores gerais para zona de termoneutralidade de taurinos e zebuínos, ficando entendido que existe bastante variação entre raças conforme as regiões de origem aos quais foram adaptados.

**Tabela 01:** Variações e média das temperaturas retais de bovinos taurinos e bovinos zebuínos em condição de termoneutralidade, dentro da amplitude delimitada pelas temperaturas críticas inferior (TCI) e temperaturas críticas superior (TCS)

Bovinos	Temperatura retal °C	TCI °C	TCS °C
Taurinos	37,5 – 39,3 (38,3)	- 6	27
Zebuínos	38,5 – 39,7 (39,1)	7	35

Fonte: Adaptado de BIANCA (1970), HAHN (1976), SALEM *et al.* (1982) citado por SILVA (2000).

Os animais homeotérmico estão constantemente em termogênese, que é a geração de um aporte térmico devido aos processos metabólicos que produzem a energia necessária à síntese de novas moléculas e ao trabalho muscular, glandular e nervoso. Em um mamífero doméstico em repouso os níveis típicos de consumo de oxigênio em mm\*minuto<sup>-1</sup>/100 gramas de tecido é: Tecido cerebral: 10,0; Adrenais, baço e pâncreas: 4,0 a 5,0; Fígado: 1,1; Músculo esquelético: 0,4 (SILVA, 2000).

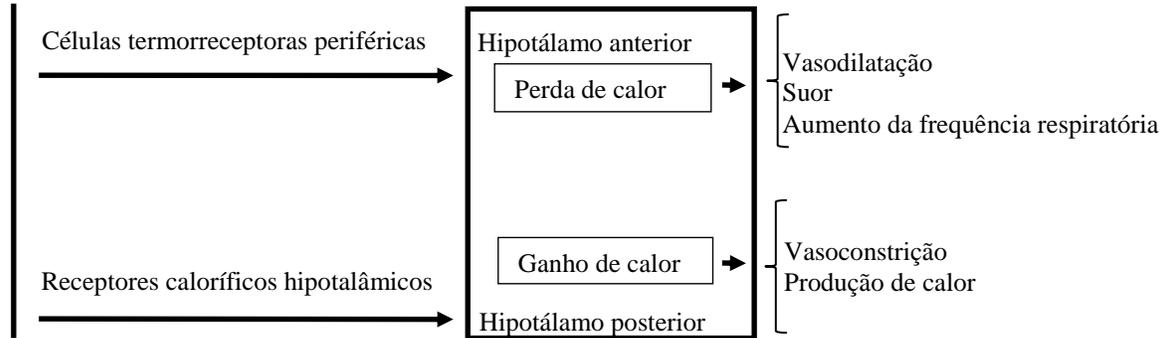
O consumo de oxigênio nos bovinos varia de acordo com a temperatura. Finch (1985, citado por SILVA, 2000) num estudo com animais zebuínos, taurinos e mestiços observou que a medida que aumentava a temperatura ambiente de 25 °C a 45 °C, o consumo de oxigênio diminuía significativamente. Nos animais taurinos a partir dos 25 °C já iniciava essa diminuição, nos mestiços a partir de 28 °C e nos animais zebuínos essa diminuição do consumo de oxigênio só foi evidenciada a partir dos 41 °C.

Os bovinos de origem européia possuem níveis de metabolismo mais elevados que os animais de raças zebuínas e utilizam-se da variação da termogênese como um meio de termorregulação, por isso a queda do consumo de oxigênio é sensível e se inicia no momento em que a temperatura crítica superior é ultrapassada. Já os animais zebuínos podem sustentar seus níveis metabólicos até temperaturas bem mais elevadas, por terem um metabolismo normalmente mais baixo e disporem de mecanismos mais eficientes de termólise (SILVA, 2000).

## 2.9 A Dissipação do Calor em Clima Tropical

Para que o animal consiga manter sua estabilidade térmica, uma vez que o corpo produz calor continuamente, o animal deve perder calor. Como a transferência da energia térmica ocorre das camadas mais quentes para as mais frias, a temperatura corporal do animal deve estar acima da temperatura ambiental, senão o animal ganha calor do meio ao invés de dissipar calor para o ambiente.

A temperatura fisiológica dos animais homeotérmicos é controlada pelo centro termorregulador situado no hipotálamo que funciona como termostato fisiológico ao receber sensações de frio e calor através do sistema nervoso central através de suas células especializadas termorreceptoras periféricas. É o centro termorregulador que controla a produção de calor (através do hipotálamo posterior), ou a perda de calor (através do hipotálamo anterior) (Figura 05).

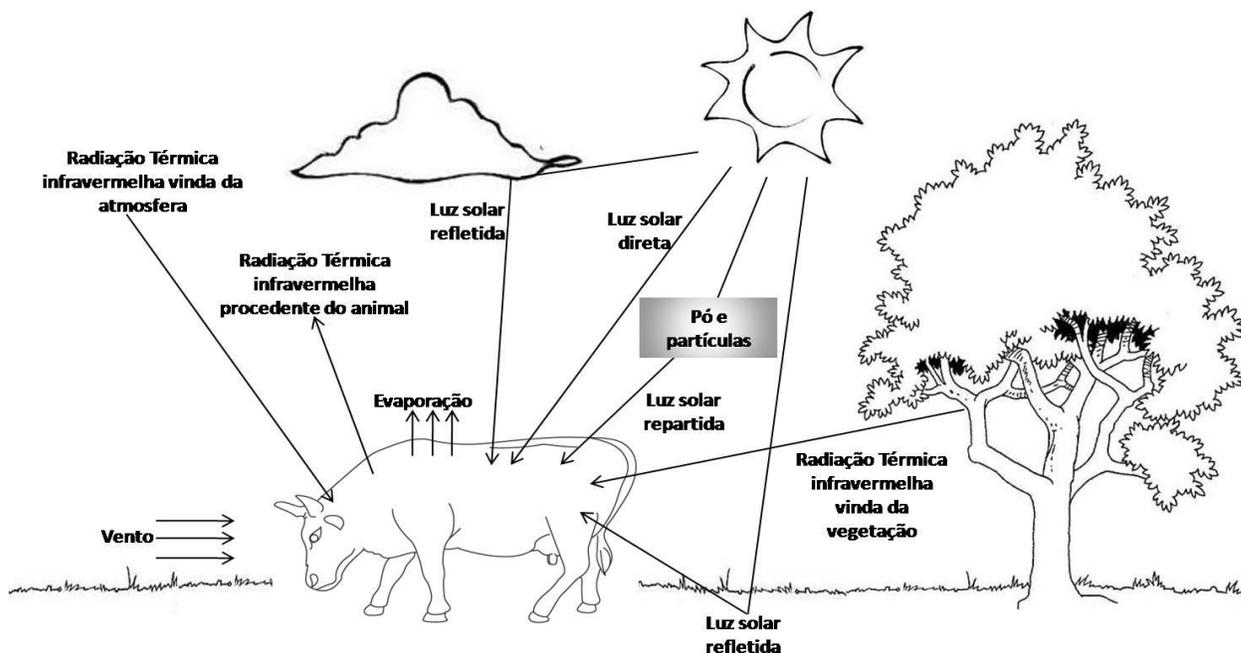


**Figura 05:** Centro termorregulador dos animais homeotérmicos (HAFEZ, 1973).

Em condição tropical, a dissipação do calor assume grande importância no sentido de evitar os efeitos deletérios do estresse calorífico e ocorre através de quatro mecanismos: condução, convecção, radiação e evaporação, que se manifestam através de mecanismos fisiológicos, metabólicos e comportamentais. As perdas por condução são aquelas que ocorrem através do contato físico do corpo do animal com superfície de temperatura mais baixa. O resfriamento por convecção ocorre quando a camada de ar mais quente existente ao redor do animal é renovada, retirando calor da superfície do corpo. As perdas de calor por radiação ocorrem quando o animal emite ondas eletromagnéticas (radiação infravermelha, calorífica) do corpo a outros objetos contidos no ambiente, sem aquecer o ar por onde passa. O meio evaporativo seria outra via de perda de calor, correspondendo à evaporação d'água por meio da sudorese ou através da ofegação das vias respiratórias (SOUZA, 2003; PERISSINOTTO, 2003).

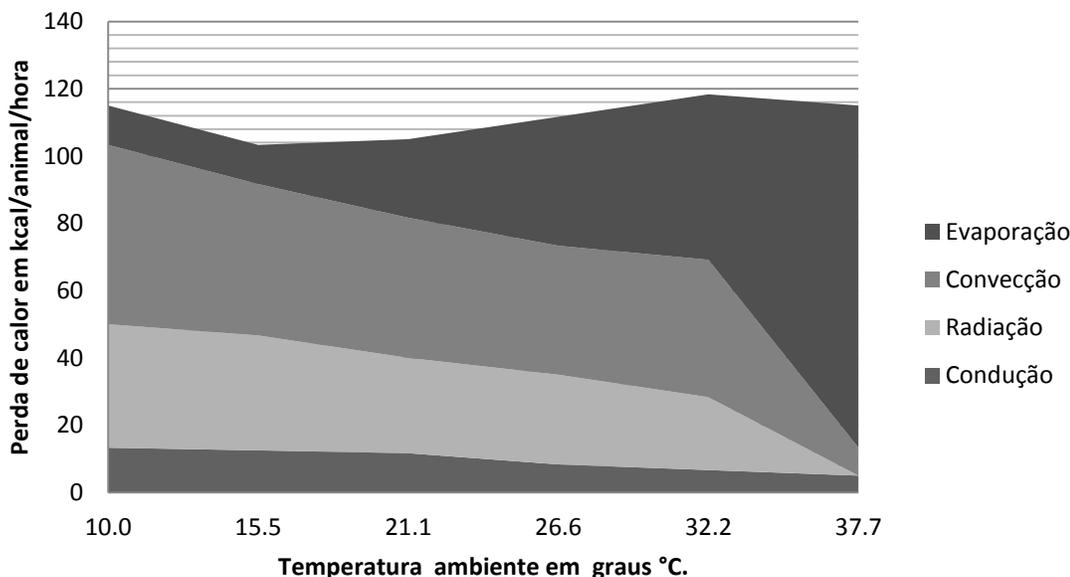
De acordo com Silva (2000), em bovinos sob estresse de calor, a evaporação respiratória responde por 30% do total da termólise evaporativa, enquanto os outros 70% restantes ficam a cargo da evaporação cutânea.

Para que um animal sobreviva por um grande espaço de tempo, num dado meio, a energia absorvida deve ser igual à liberada (Figura 06). O balanço energético de um animal se expressa com a seguinte equação: Radiação absorvida – radiação emitida +/- convecção +/- condução +/- evaporação +/- calor metabólico = 0 (HAFEZ, 1973).



**Figura 06.** Trocas de energia entre os animais e o meio (adaptado de HAFEZ, 1973)

Conforme a Figura 07, acima dos 35 °C a principal forma de dissipação do calor passa a ser a evaporação e são as glândulas sudoríparas e as vias respiratórias os responsáveis pelo processo de evaporação. Segundo Maia *et al.* (2003), as características morfológicas e a cor do pelame em bovinos também afetam diretamente as trocas térmicas de calor sensível (convecção cutânea e radiação) e as perdas de calor latente (evaporação cutânea) para o ambiente.



**Figura 07.** Efeito da Temperatura sobre a Perda de Calor por Condução, Radiação, Convecção e Evaporação. (KOLB, 1984).

Segundo vários autores (YANAGI JÚNIOR *et al.*, 2006; ZANOLLA *et al.*, 1998 e BAIÃO *et al.*, 1995), altos valores de umidade relativa do ar, associado a altas temperaturas são danosos à produção zootécnica, já que afetam negativamente a dissipação do calor pelos animais. A evaporação é uma forma eficiente de efetuar troca de calor entre os animais e o meio. Altos valores de umidade relativa implicam num ar mais saturado por vapor d'água diminuindo a eficiência da evaporação (CUNNINGHAM, 1992).

O mecanismo evaporativo é o mais eficiente em ambiente tropical, mesmo porque não depende do diferencial de temperatura entre o organismo e a atmosfera. Os mecanismos de condução e convecção em ambiente tropical se tornam ineficazes, visto que nesses ambientes a temperatura do ar tende a ser próxima ou até superior à corporal. Desta maneira se a temperatura ambiental for superior a corporal, deve-se proteger o animal contra o ganho de calor externo por condução e convecção (SILVA, 2000).

Cena & Monteith (1975) e Holmes (1981) já haviam sugerido que animais com pelames mais espessos e densos apresentam maior dificuldade para eliminar calor latente via evaporação cutânea. Esses autores concluíram que quanto menor o número de pêlos por unidade de área, mais facilmente o vento penetra na capa e remove o ar aprisionado entre os pêlos, o que favorece a transferência térmica. Este problema seria tanto mais acentuado quanto maior fosse a espessura da capa.

Segundo Nicolau (2004), os pêlos tendem a se acamar sobre a superfície da epiderme quando há necessidade de facilitar a transferência de energia térmica do interior do organismo para o exterior; e de elevar-se, quando ocorre estresse pelo frio, a fim de aumentar o termoisolamento proporcionado pelo pelame. Porém um pêlo de pequeno comprimento possui vantagem sobre um de maior comprimento, já que estes se posicionam num ângulo maior, havendo assim um contato mais amplo entre o ar circulante e a superfície da epiderme, desde que isso não implique na exposição de uma epiderme pouco pigmentada ou despigmentada à ação da radiação solar. Um pelame menos denso com pêlos bem assentados, grossos e curtos, favorecem as perdas de calor latente e sensível através dessa camada, tornando os pêlos de menor comprimento um indício favorável à adaptação ao ambiente tropical.

O calor conduzido através dos pêlos é maior do que o conduzido pelo ar, assim, quanto maior o número de pêlos por unidade de área e quanto mais grossos forem, maior será a quantidade de energia conduzida através da capa de pelame. Por outro lado, fibras mais finas, compridas e menos numerosas, formando uma trama mais fechada, resultam em passagem mais limitada de calor devido à maior resistência térmica das fibras. A posição inclinada das fibras resulta em contato mais frequente entre elas, reduzindo o volume de ar no interior da capa e sua espessura, aumentando a condução térmica. Finalmente, a resistência térmica pode ser aumentada pela presença de fibras finas e lanosas entremeadas com as mais grossas e compridas. Diversos estudos mostram as diferenças destas características entre animais taurinos e zebuínos (TURNER, 1980; SILVA *et al.*, 2001; MAIA *et al.*, 2003), que favorecem os animais zebuínos em ambiente tropical.

## **2.10 Considerações Gerais Sobre Bovinos Sindi e Bubalinos Mediterrâneo**

### **2.10.1 A raça Sindi**

O gado zebuíno (*Bos taurus indicus*) apresenta expressiva rusticidade, suportando bem as variações edafo-climáticas e demonstram, em épocas secas, uma condição corporal considerada

boa, possuindo alta capacidade de transformar alimentos fibrosos em carne e leite (COSTA, 1998).

A raça Sindi é classificada por Joshi & Philips (1954) como pertencente ao terceiro grupo das raças indianas, onde o principal representante é o gado Gir. É originária do Paquistão, numa região de clima semi-árido com precipitação anual média entre 250-300 mm<sup>3</sup>, muito semelhante ao semi-árido da região nordeste do Brasil. Os animais desta raça são em geral pequenos, com cabeças pequenas de perfis subconvexos, chifres grossos e curtos, orelhas de tamanho médio e largas, pelagem vermelha, vermelha escura, retinta ou castanha, rústica e com bom comportamento em regime de pasto (TORRES & JARDIM, 1975).

A sua introdução no país se concentrou na Amazônia tropical úmida, região que se caracteriza por altas precipitações e elevada umidade, ou seja, condições climáticas distintas de seu local de origem. Atualmente sua criação é amplamente difundida no Nordeste Brasileiro onde provou seu desempenho sob condições de carência, má qualidade dos pastos, altas temperaturas e difícil acesso às aguadas, respondendo com bom número de crias, boa cobertura muscular, grande aptidão maternal, bom rendimento de carcaça, precocidade e boa produção leiteira (LEITE *et al.*, 2001).

O Sindi é o animal ideal para as regiões ou fazendas tropicais, onde os problemas com o meio ambiente exigem preservação ambiental, então se tenham que criar bovinos que sobrevivam sob condições naturais de pastagem e sob adversas condições climáticas, onde a rusticidade tenha que ser considerada como principal condição para o sucesso da exploração (LEITE *et al.*, 2001).

Segundo Souza *et al.* (2007), os bovinos Sindi são altamente tolerantes ao calor, já que quando submetidos a teste de tolerância ao calor proposta por Baccari Jr, alcançaram índice de tolerância ao calor (ITC) de 9,83, onde a nota máxima para o teste é 10,00.

### **2.10.2 Os búfalos Mediterrâneo**

Os bubalinos são animais da espécie *Bubalus bubalis*, e as principais raças encontradas no Brasil são a Murrah, Jafarabadi, Carabao e Mediterrâneo (OLIVEIRA, 1993). A raça Mediterrâneo, também conhecida como “preto” ou “italiano” é pertencente a variedade *bubalis*, e é denominado como búfalo de rio, pelo fato de serem originários de regiões de rio e possuem o hábito de despender parte de seu tempo dentro da água ou lama. São animais de porte médio a grande caracterizando-se por apresentar pelagem e mucosas completamente negras, chifres negros, grossos e fortes (TORRES & JARDIM, 1975).

Segundo Nascimento & Carvalho (1993) quando comparado aos bovinos, os búfalos apresentam maior capacidade de ingestão e aproveitamento de forragens grosseiras, de baixa qualidade, e de apreensão de plantas existentes em locais de difícil acesso, como áreas inundadas e atoladiças, ou seja, em locais onde os bovinos mal conseguem sobreviver os bubalinos atingem produtividade extraordinariamente satisfatória.

O búfalo se destaca pela sua notável capacidade adaptativa aos mais diversos tipos de ambientes, haja vista sua ampla distribuição geográfica, habitando desde regiões de baixíssima temperatura como a Rússia, até locais quentes e úmidos como o norte do Brasil. São capazes de manter uma boa condição corporal em ambientes adversos, onde os bovinos não se desenvolvem bem, como pastagens de baixo valor nutritivo e campos alagados (TURTON, 1991).

Os búfalos se mostram sensíveis ao calor e em condições de temperaturas ambientais elevadas, apresentam alterações nos parâmetros fisiológicos e queda na produção e eficiência reprodutiva. Estes animais possuem baixa eficiência na perda de calor pelas vias cutâneas

(CHIKAMUNE *et al.*, 1986), sendo a via respiratória de grande relevância na dissipação térmica (VILLARES *et al.*, 1979a, VILLARES *et al.*, 1979b). Na tentativa de reduzir a produção de calor endógeno, ocorre queda no consumo de alimentos (YOUSEF, 1987). Dollah & Robertshaw (1991) concluíram que a taxa de sudorese é um bom indicador de adaptabilidade de Búfalos ao calor. Por outro lado, a temperatura retal tem sido considerada melhor indicador de estresse calórico (BLACKSHAW & BLACKSHAW, 1994), mas estudo com búfalas leiteiras mostrou que, nesse sentido, a frequência respiratória foi superior (AZEVEDO, 2004).

Bubalinos são sensíveis em temperaturas acima de 36,1°C e à exposição direta ao sol, apresentando alterações fisiológicas acentuadas, para a adaptabilidade ao ambiente. Assim, nessas condições, aumentam a temperatura corporal, a frequência respiratória e cardíaca, deprimindo a atividade metabólica e a atividade da glândula tireoide, com conseqüente redução da ingestão de alimentos e do nível de produção, ou seja, pior desempenho produtivo. Sabe-se também que existem formas diversas de dissipação do calor corporal por radiação, condução, convecção e evaporação, utilizadas com maior ou menor intensidade em função das oscilações das variáveis climáticas como um todo, todas com impacto sobre a produção dos animais.

## **2.11 Considerações Sobre a Pele e o Pelame de Bovinos**

O folículo piloso do gado zebuino possui um núcleo central relativamente duro para manter o pêlo em uma posição mais ereta do que a do gado europeu, até mesmo quando o comprimento dos pêlos é aproximadamente o mesmo, o que é conveniente para a perda de calor corporal através da evaporação (MC DOWELL *et al.*, 1972). Tal fato determina uma certa vantagem dos zebuínos em relação aos taurinos, quando submetidos ao ambiente tropical.

Em estresse calórico elevado, bovinos de raças zebuínas e suas cruzas possuem melhor capacidade termorreguladora que os de raças taurinas, pelas diferenças na taxa metabólica, consumo de água e alimento, taxa de sudorese e características do pelame e pele (BLACKSHAW e BLACKSHAW, 1994).

Os bovinos da raça Sindi apresentam pele escura, brilhosa e lisa. Seus pêlos são de cor vermelha, curtos e grossos. Animais zebuínos possuem pêlos curtos, pois essa é uma das características de adaptação dos animais às regiões tropicais, onde as temperaturas são elevadas e os pêlos curtos contribuem para perda de calor (SILVA, 2000).

Em geral, nas raças taurinas, a coloração do pelame segue a da epiderme, inclusive em raças malhadas, onde a única exceção parece ser a raça Jersey que tem pigmentação do pelame e epiderme distintas, ou seja, a maior parte dos exemplares desta raça apresentam pele preta e pêlos vermelhos (SILVA *et al.*, 2001). De acordo com Udo (1978) em animais oriundos de clima temperado não há necessidade de pigmentação da epiderme, já que eles apresentam pelagem espessa, como proteção contra as baixas temperaturas; o que também acaba agindo como uma barreira eficaz contra a pouca radiação ultravioleta nestes ambientes. Porém nos trópicos essa característica dificulta as trocas de calor com o ambiente atuando como um agente estressor, e ainda a camada de pêlos e pele com pouca pigmentação ou até mesmo despigmentada confere baixa proteção dos animais da grande quantidade de raios ultravioleta presente nas áreas de clima tropical.

Bovinos Sindi têm as melhores condições para clima tropical, pois sua pele é preta que garante proteção contra radiação ultravioleta e sua densidade pilosa e seus pêlos grossos facilitam a troca térmica.

Existem raças, hoje consideradas nativas, que são oriundas dos animais trazidos no período colonial e desenvolveram-se em regiões delimitadas, onde a seleção natural ao longo dos séculos resultou em animais muito rústicos e com elevado nível de adaptação ao clima e condições do ambiente em que se desenvolveram. São exemplos as raças Crioulo Lageano, Junqueira, Pantaneira e Curraleiro.

De acordo com Bianchini *et al.*, (2006) num estudo com raças de bovinos naturalizados brasileiros, a raça influencia a espessura do pelame, espessura do pêlo, comprimento do pêlo, pigmentação da epiderme, pigmentação do pelame e área ocupada pela parte secretora da glândula sudorípara. Os autores encontraram a menor média da espessura de pele para a raça Holandesa que diferiu das demais raças, fato que não foi esperado já que a raça Holandesa é a menos adaptada ao clima tropical por ser *Bos taurus taurus*. A raça Mocho Nacional apresentou a maior espessura de pele não diferindo das demais raças exceto da Holandesa. Quanto ao número de pêlos não foi encontrada diferença significativa entre as raças estudadas. Em relação ao comprimento do pêlo houve diferença significativa, entre as raças Junqueira (6,12 cm) e a Pantaneira (11,61 cm), sendo a raça Mocho Nacional a com menor comprimento de pêlos, que não diferiu das raças Curraleiro, Holandesa, Junqueira e Nelore. Em relação a Pigmentação da epiderme e do pelame, nas raças malhadas (Crioulo Lageano e Holandesa) não foram encontradas diferenças significativas. Já a raça Nelore apresentou maior pigmentação da epiderme diferindo apenas da raça Pantaneira (24,5 e 12,7 % respectivamente), quanto à pigmentação do pelame a raça Nelore apresentou menor pigmentação, não diferindo das raças Curraleiro e Pantaneira. As maiores médias para pigmentação do pelame foram nos animais das raças Lageano, Holandesa, Junqueira e Mocho Nacional. Quanto à área de tecido ocupada pela parte secretora da glândula sudorípara a raça Holandesa é a que possui menor área de tecido ocupada por glândulas sudoríparas, indicando maior dificuldade de adaptação. Concluindo dessa forma que as raças Nelore, Curraleiro e Junqueira apresentam características mais condizentes com a tolerância ao calor, ao passo que a raça Crioula Lageano e a Holandesa são as menos adaptadas a região Centro-Oeste do Brasil (Tabela 02).

**Tabela 02.** Médias dos componentes da capa externa relativas às raças e épocas estudadas<sup>(1)</sup>

Raça <sup>(2)</sup>	Espessura do pelame (mm)	Espessura do pêlo (mm)	Número dos pêlos (pêlos/cm <sup>2</sup> )	Comprimento dos pêlos (cm)	Pigmentação da epiderme (%)	Pigmentação do pelame (%)	Área da glândula (%)
CL	11,20a	13,00a	726,07	12,19b	20,00ab	21,71a	33,23a
CURR	7,18a	6,83bc	590,81	7,73bab	16,90ab	12,14bc	31,41ab
HOL	6,57b	6,67bc	718,55	11,16b	16,92ab	20,42a	23,63c
JUN	11,14a	5,80c	509,97	6,12a	19,60ab	20,20a	31,79a
MN	13,93a	6,00bc	789,25	5,40a	18,00ab	18,00ab	29,72abc
NEL	9,60a	6,17c	621,25	7,43ab	24,50a	10,00c	23,65bc
PAN	7,93a	12,33ab	819,13	11,61b	12,17b	12,83c	34,40a
Época 1	-	-	963,10a	10,96a	-	-	-
Época 2	-	-	344,21b	8,11b	-	-	-

<sup>(1)</sup> Médias com letras diferentes, na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup> CL Crioulo Lageano; CURR Curraleiro; HOL holandesa; JUN Junqueira; MN Mocho Nacional; NEL Nelore; PAN Pantaneira; Época 1: outubro de 2002; Época 2: julho de 2004. (BIANCHINI *et al.*, 2006).

Nicolau *et al.* (2004) em pesquisa sobre as características do pelame de bovinos da raça Caracu constataram que a pigmentação epidérmica e a coloração do pelame foram bastante variáveis, entre marrom e branco sujo, havendo uma correlação alta e positiva entre essas características. Perceberam também que o grau de pigmentação da epiderme e do pelame variavam conforme a estação do ano, sendo mais claras durante o inverno e mais escuras no verão, indicando uma reação de proteção contra a maior radiação solar neste período. Os pêlos eram bem assentados, de modo que a espessura da capa do pelame não ultrapassou cinco mm, e no verão foi ainda menor (3,23 mm em média), indicando boa adequação do pelame para o ambiente tropical.

Ribeiro *et al.* (2008), buscando avaliar as características do pelame de bovinos Nelore puros e cruzados com Aberdeen Angus e Senepol, verificaram que os animais cruzados Angus x Nelore apresentavam características de pelame menos adaptadas para condições tropicais do que os animais Nelore e cruzados Senepol x Nelore, os animais cruzados Angus x Nelore possuem pêlos mais longos e pelame mais espesso quando comparados ao Nelore puro e Senepol x Nelore (Tabela 03).

**Tabela 03.** Médias estimadas das características comprimento dos pêlos (CP), espessura do pelame (EP), número dos pêlos/cm<sup>2</sup> (NP), ângulo de inclinação dos pêlos (INCL) e densidade de massa dos pêlos (DM) nos grupos genéticos estudados

Grupo Genético	CP (mm)	EP (mm)	NP (cm <sup>2</sup> )	INCL (graus)	DM (g/cm <sup>2</sup> )
Nelore	6,07 ± 0,3a	2,62 ± 0,17ab	2120,00 ± 102,7a	26,40 ± 1,67a	0,010 ± 0,003a
Senepol x Nelore	5,20 ± 0,3a	1,81 ± 0,16a	1425,23 ± 100,3b	21,06 ± 1,63b	0,017 ± 0,003ab
Angus x Nelore	13,61 ± 0,4b	4,66 ± 0,18b	2078,15 ± 108,3a	20,89 ± 1,76b	0,020 ± 0,003b

Médias com letras diferentes, na coluna, diferem estatisticamente pelo teste T (P<0,05), (adaptado de RIBEIRO *et al.*, 2008)

## 2.12 Considerações Sobre a Pele e o Pelame de Bubalinos

A pele e a pelagem preta dos bubalinos absorvem mais os raios solares, tornando-os menos eficazes para a dissipação de calor por reflexão da radiação. Além disso, segundo Villares (1990), o búfalo possui apenas 1/16 das glândulas sudoríparas existentes na superfície da pele dos bovinos, implicando em maior dificuldade de dissipar calor através da sudorese, a insuficiência numérica e talvez a deficiência funcional das glândulas sudoríparas levaram o búfalo a desenvolver o hábito etológico de contato com a água, simulando o desempenho fisiológico termorregulador da glândula sudorípara.

As glândulas sebáceas dos bubalinos são volumosas e possuem maior atividade secretória que as de bovinos. No calor, o sebo por elas produzido se fluidifica tornando a pele mais oleosa e favorecendo a reflexão da radiação solar. As glândulas sudoríparas são do tipo apócrinas, com uma densidade por unidade de área da superfície corporal 10 vezes menor que nos bovinos (MASON, 1974).

A epiderme do bubalino é mais grossa que dos bovinos e usualmente escura em virtude da alta concentração de melanina. O número de pêlos/cm<sup>2</sup> da superfície corporal dos búfalos decresce com a idade, tornando o animal quase galbro na idade adulta, os pêlos são relativamente longos e grossos e se implantam na pele, associados às glândulas sudoríparas e sebáceas, formando o aparelho pilo-sebáceo-músculo-sudoríparo (VILLARES *et al.*, 1979b).

No Bubalino, o pêlo tem implantação levemente inclinada ao plano superficial da epiderme. A pigmentação melânica revelou-se bastante rica em granulações, na camada basal da epiderme, na sua expansão mais profunda e em torno do folículo piloso, sem deixar transparecer diferenças entre os indivíduos de pele e pêlos negros das raças bubalinas. O músculo eretor do pêlo aparece especialmente delicado, como se fosse um simples filete de fibras, de duvidosa habilidade de provocar ampla movimentação do pêlo, seja para torná-lo hirsuto ou assentado sob temperatura baixa ou alta. Os bubalinos sofrem alta tensão térmica, pois possuem pele e pêlos pretos, muito pigmentados, e pelo fato da sua epiderme ser mais espessa (VILLARES *et al.*, 1981).

Sob a reduzida densidade de pêlos dos bubalinos, não se forma uma camada de ar isolante como acontece nos bovinos, favorecendo, portanto, a dissipação do calor corporal. Por outro, lado a pele escura protege os búfalos da radiação ultravioleta do sol, mas a ausência de uma camada de pêlos reflectiva sobre a pele torna o animal susceptível às radiações infravermelhas que são absorvidas devido à cor escura da pele. Desta forma o búfalo é muito sensível quando exposto à radiação solar direta (HARVEY, 1963; TRIPATHI, 1972; PANT & ROY, 1982), mas em condições de sombra, ele atua como um típico “corpo negro” radiador de calor, pois recupera seu equilíbrio térmico rapidamente (MANSON, 1974).

Em virtude das características da pele, como baixo número de glândulas sudoríparas e reduzida quantidade de pêlos, o búfalo procura a imersão na água ou chafurdamento na lama para manter a homeotermia (LOYPETJRA *et al.*, 1987).

No Brasil, Villares (2003) encontrou 114, 124 e 149 glândulas/cm<sup>2</sup> da superfície da pele de búfalos Jafarabadi, Murrah e Mediterrâneo, respectivamente. Devido à escassez de glândulas sudoríparas, a perda de calor pelas vias cutâneas, que é a maior via de dissipação térmica para a maioria dos animais nos trópicos (CHUTIKUL, 1975), é menor em bubalinos que nos bovinos (LOYPETJRA *et al.*, 1987), entretanto, os búfalos apresentam altas taxas de sudação sob condições de temperaturas elevadas (PANT & ROY, 1982).

De acordo com Villares *et al.*, (1981) a pele do búfalo é 57% mais espessa que dos bovinos taurinos e 45% mais espessas que de bovinos zebrinos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizado no município de Seropédica, estado do Rio de Janeiro, cujas coordenadas geográficas do local são: 22°45' de latitude sul, estando a uma longitude oeste de 43°41' e uma altitude de 33 metros, sob clima Aw na classificação de KÖPPEN caracterizado por altas temperaturas e elevadas taxas de umidade relativa do ar.

Foram utilizados 21 animais inteiros, com idade aproximada de dois anos (primeira dentição), sendo sete bovinos Sindi, sete bovinos mestiços F<sub>1</sub> Simental X Nelore e sete búfalos Mediterrâneo. Os animais receberam a mesma dieta, à vontade, com 13% de proteína bruta, 2,36 K de FDN, 4,74 K de NDT, 17,14 Mcal de energia metabolizável e 6,6 k de matéria seca atendendo as exigências nutricionais recomendadas pelo NRC (1996) para o ganho de peso diário de um K. Todo alimento fornecido foi pesado diariamente de acordo com a formulação proposta e misturado no próprio cocho. Os alimentos utilizados foram capim elefante, resíduo de cervejaria, milho, farinha de peixe e sal mineral (Tabela 4). A dieta foi fornecida duas vezes ao dia, às 8:00 horas e às 16:00 horas. O sal mineral foi fornecido à vontade em cocho separado.

**Tabela 04.** Formulação da ração utilizada no experimento.

RAÇÃO		
COMPONENTES	K	% na MS
Capim elefante	7,0	31,3
Resíduo de cervejaria	13,0	58,2
Milho	2,00	8,9
Farinha de peixe	0,30	1,4
Sal mineral	0,04	0,2
TOTAL	22,34	100,0

Cada grupo genético de sete animais ficou em baia coletiva própria. Os animais foram provenientes de confinamento com duração de 112 dias e abatidos aproximadamente com 470 kg de peso vivo médio. Após o abate, logo após a esfolagem, o couro foi esticado sobre uma mesa e assim foram coletadas duas amostras de quatro centímetros quadrados cada, de oito partes do corpo do animal: face, pescoço, garrote, espádua, lombo, abdome, canela e base da cauda, com a utilização de uma navalha.

#### 3.1 Determinação da Cor do Pêlo e Pele, Aferição do Número e Comprimento dos Pêlos e Aferição da Espessura da Pele

A identificação da cor da pele e do pelame foi determinada imediatamente após a coleta, através de observação visual, bem como a espessura da pele que foi aferida com auxílio de paquímetro. A cor da pele foi determinada de modo bastante simples entre o negro e não negro, entendendo que essas foram os dois padrões de cores.

A quantidade total de pêlos foi determinada por contagem manual numa área de um centímetro quadrado, com auxílio de agulha e lupa. O tamanho do pêlo foi medido com utilização de um paquímetro.

### 3.2 Confeção de Lâminas Histológicas

Das amostras de quatro cm<sup>2</sup> foram coletados fragmentos de um cm<sup>2</sup>, identificados e fixados em solução 10 % de formaldeído e 90% de solução tampão fosfato pH 7,4 por 24 horas. As amostras foram enviadas em álcool 70%, ao laboratório de Histologia e Embriologia da UFRRJ para o processamento pela técnica histológica de rotina que inclui: desidratação (em uma série crescente de etanol - 70° GL a 100° GL), diafanização em xilol, impregnação e inclusão em parafina (Lillie & Fulmer, 1976).

Após a inclusão os blocos com as amostras foram levados ao micrótomo e submetidos a cortes transversais, sucessivos, delgados e uniformes de 5µm.

Na coloração das lâminas histológicas foi usado os corantes Hematoxilina e Eosina (HE). As lâminas foram examinadas em microscópio de luz para a mensuração da concentração de glândulas sudoríparas e sebáceas numa área linear de um cm.

### 3.3 Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com sete repetições em cada grupo genético, cujo teste de média utilizado foi o Scott-Knott. Os dados coletados foram preparados e analisados estatisticamente conforme o pacote computacional SISVAR (FERREIRA, 2000).

### 3.4 Dados Agroclimatológicos

De acordo com os dados agroclimatológicos durante o período experimental, de janeiro a março de 2005 (Tabela 05), o ambiente possui elevadas temperaturas associada à altos índices de umidade relativa do ar conferindo um ambiente altamente estressante para produção animal. De acordo com Yanagi Júnior *et al.*, 2006; Zanolla *et al.*, 1998 e Baião *et al.*, 1995, um ambiente com alta umidade relativa do ar e temperaturas elevadas prejudicam a dissipação do calor pelos animais. Isso porque quanto maior a umidade do ar maior será a saturação do ar por vapor d'água, o que diminui a eficiência da evaporação (CUNNINGHAM, 1992).

**Tabela 05:** Dados agroclimatológicos nos meses de duração do experimento.

Meses	Umidade relativa do ar	Temperatura média		
		Máxima	Mínima	Média
Janeiro	60,3 %	31,8 °C	23,1 °C	26,8 °C
Fevereiro	57,0 %	31,7 °C	21,1 °C	26,1 °C
Março	63,0 %	32,0 °C	22,3 °C	26,3 °C
Média	60,1 %	31,8 °C	22,2 °C	26,4 °C

Fonte: Estação Ecologia Agrícola Km 47 – Seropédica – INMET/PESAGRO – RIO

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Cor da Pele

A pele dos bubalinos da raça Mediterrâneo é preta, lustrosa, lisa e espessa. Dentre as espécies estudadas os bubalinos são os que sofrem maior tensão térmica, de acordo com registros de Silva *et al.*, (2001), devido à coloração do pêlo e pele serem escuros e também por apresentar epiderme mais espessa. Segundo Macfarlane (1973), a radiação ultravioleta tem pouco efeito sobre as camadas mais profundas da pele devido à grande quantidade dos grãos de melanina presentes na pele dos bubalinos.

Os bovinos mestiços F<sub>1</sub> Simental x Nelore apresentam pele clara, característica indicativa de pouca pigmentação. Nesses bovinos, os pêlos seguiram a cor da epiderme, isto é, onde a pele tinha malhas de coloração cinza, amarela, marrom, os pêlos seguiram essas tonalidades, sendo quase sua totalidade de pêlos claros ou pouco pigmentados, semelhante às características citadas por Silva *et al.*, (2001) para bovinos de origem européia. Os animais da raça Nelore têm pele de cor preta uniforme, porém não imprimiu esta característica na pele dos mestiços F<sub>1</sub> Simental x Nelore em estudo. O fato de haver correlação positiva entre a cor dos pêlos e da pele nos mestiços, demonstrou que este padrão foi seguido como nos animais puros da raça Simental. A epiderme dos bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore é muito pouco pigmentada, seus pêlos são uniformes, abundantes, longos, finos, de inclinação tendenciosa a horizontalidade cobrindo toda a epiderme. Tal organização do pelame promove uma fonte de estresse calórico, já que segundo Maia (2003) animais com pelames mais espessos e densos apresentam maior dificuldade para eliminar calor latente via evaporação cutânea.

Os bovinos da raça Sindi apresentam pele escura, brilhosa e lisa. Seus pêlos são de cor vermelha, curtos e grossos. Animais zebuínos possuem pêlos curtos, pois essa é uma das características de adaptação dos animais às regiões tropicais, onde as temperaturas são elevadas e os pêlos curtos contribuem para perda de calor (SILVA, 2000), não fugindo a regra os animais da raça Sindi.

### 4.2 Espessura da Pele

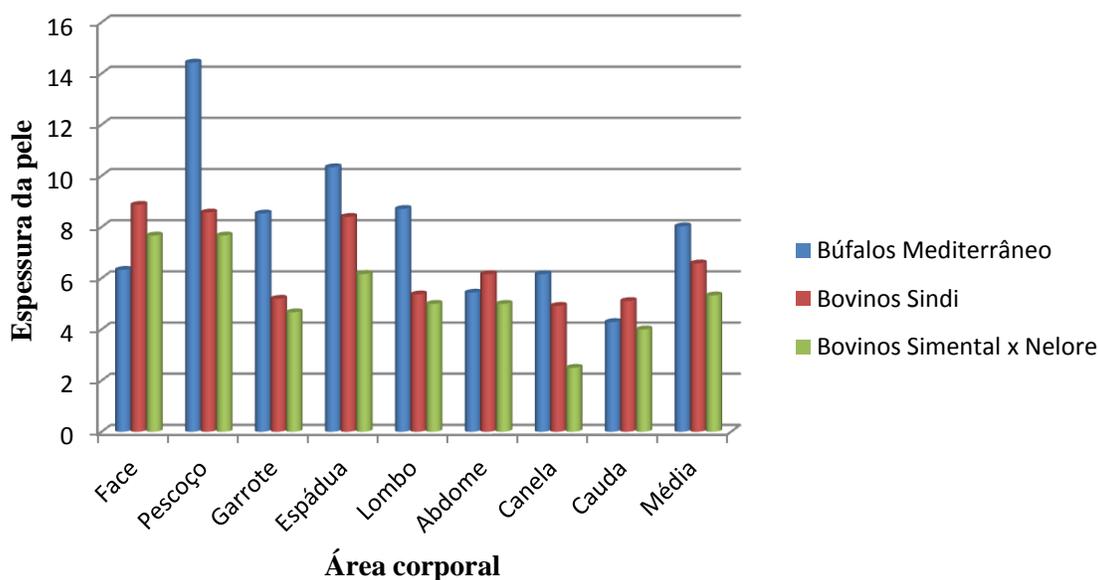
De acordo com a Tabela 06 e Figura 08, pode-se observar que na média os búfalos da raça Mediterrâneo possuem a pele mais espessa se comparados aos bovinos, corroborando com Villares *et al.*(1979b). Os búfalos da raça Mediterrâneo têm pele 22,0 % mais espessa que a pele dos bovinos da raça Sindi na média das oito regiões, e 50,7 % mais espessa do que a pele dos bovinos Simental x Nelore, também pela análise de média. De acordo com Villares *et al.*(1981) a pele do búfalo é cerca de 45% mais espessa que de bovinos zebuínos, e 57% mais espessa que bovinos taurinos. Em ambos estudos os animais zebuínos expressaram espessura da pele com valores intermediários entre bubalinos e bovinos taurinos. Mc Dowell, (1972) apresentou valores médios entre 5,46 a 8,15 mm para diferentes bovinos taurinos e 5,75 mm para bovinos zebuínos.

**Tabela 06.** Média da espessura da pele em milímetros de acordo com as diferentes áreas corporais de bovinos e bubalinos.

Área coletada	Grupo Genético		
	Búfalos Mediterrâneo	Bovinos Sindi	Bovinos Simental x Nelore
Face	6,33 d A	8,87 a A	7,67 a A
Pescoço	14,43 a A	8,57 a B	7,67 a B
Garrote	8,53 c A	5,20 b B	4,67 c B
Espádua	10,34 b A	8,40 a A	6,17 b B
Lombo	8,71 c A	5,37 b B	5,00 c B
Abdome	5,44 d B	6,16 b A	5,00 c B
Canela	6,16 d A	4,92 b A	2,50 e B
Cauda	4,29 d A	5,11 b A	4,00 d A
Média	8,03 c A	6,58 b B	5,33 c C

Médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ) pelo teste Scott-Knott, maiúscula na linha e minúscula na coluna.

Na Figura 08 estão dispostas as espessuras da pele encontradas para os bovinos Sindi, F<sub>1</sub> Simental x Nelore e Búfalos Mediterrâneo. Os Búfalos Mediterrâneos apresentaram a maior espessura de pele, seguido pelos bovinos Sindi, já os bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore foram os que obtiveram epiderme menos espessa quando comparados os três grupos genéticos.



**Figura 08** Espessura da pele na face, pescoço, garrote, espádua, lombo, abdome, canela, cauda e a média das áreas corporais para búfalos Mediterrâneo, bovinos Sindi e Bovinos Simental x Nelore.

Os bovinos mestiços F<sub>1</sub> Simental x Nelore apresentaram as menores médias para espessura de pele em todos os ensaios feitos. Porém diferindo estatisticamente (P<0,05) dos bovinos da raça Sindi, apenas nas regiões da espádua, abdome e canela, assim como na média geral. Os bovinos da raça Sindi apresentaram pele 36,14% mais espessa que bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore na espádua, 23,2% no abdome, 96,8% na canela e 23,5 % na média de todas as regiões. As outras áreas analisadas não diferiram estatisticamente (P>0,05) entre estes grupos genéticos.

Os bubalinos apresentaram as maiores médias para espessura de pele, diferindo estatisticamente (P<0,05) dos bovinos em todas as áreas estudadas com exceção da região do abdome, da face e da cauda, as regiões da face e da cauda não diferiram (P>0,05) entre os grupos genéticos, já o abdome foi a única região onde houve diferença estatística (P<0,05) indicando a maior espessura de pele para bovinos da raça Sindi, que demonstraram 13,2 % pele mais espessa que os bubalinos da raça Mediterrâneo, entre bubalinos e bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore a região do abdome não diferiu estatisticamente (P>0,05). Quando comparada a espessura das demais regiões em bubalinos e bovinos Sindi e F<sub>1</sub> Simental x Nelore, respectivamente, encontramos 68,4 % e 88,1 % mais espessa para região do pescoço; 64,4 % e 82,7 % mais espessa no garrote; 23,1 % e 67,6 % mais espessa na espádua e 62,2 % e 74,2 % mais espessa no lombo. A região da canela bubalinos Mediterrâneos e bovinos Sindi não diferiram entre si (P > 0,05), porém os bubalinos tiveram pele 146,40% mais espessa que os bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore.

A pele mais fina encontrada nos mestiços F<sub>1</sub> Simental x Nelore denota uma característica positiva, já que quanto mais espessa a epiderme mais difícil se torna as trocas de calor corporal com o ambiente (FALCO, 1991). Deste modo essa característica vêm a auxiliar a troca de calor já prejudicada pelo tamanho, disposição e densidade dos pêlos nesses animais.

Para búfalos Mediterrâneo as áreas corporais com as menores médias foram a face, o abdome, a canela e a cauda, em seguida o garrote, o lombo e a espádua, a maior média foi no pescoço. A média ficou numa posição intermediária comparável ao garrote e ao lombo.

Nos bovinos da raça Sindi as áreas com as menores espessuras foram, o garrote, o lombo, o abdome, a canela e a cauda. As médias mais altas foram para face, pescoço e espádua. Ficando a média equiparada às regiões com menores médias.

Os bovinos mestiços F<sub>1</sub> Simental x Nelore a menor média foi na região da canela, seguida da cauda. O garrote, abdome e lombo tiveram médias intermediárias. A região da espádua diferiu (P<0,05) das áreas anteriormente citadas, porém não é considerada dentre as áreas mais espessas, que foram a face e o pescoço. A média de todas as regiões ficou numa posição intermediária comparável ao garrote, ao lombo e ao abdome.

O pescoço foi a região que em todos os grupos genéticos apresentaram as maiores médias e a canela as menores médias para espessura de pele.

#### **4.3 Quantidade de Pêlos por Centímetro Quadrado em Diferentes Áreas Corporais**

Analisando a Tabela 07 e a Figura 09 verificou-se que os bubalinos da raça Mediterrâneo apresentaram as menores médias para número de pêlos por centímetro quadrado em todas as áreas analisadas. Havendo diferença estatística (P<0,05) em todas as regiões quando comparados com os bovinos.

Analisando a média das áreas corporais estudadas os bovinos não diferiram entre si (P > 0,05) em relação ao número de pêlos por centímetro quadrado, porém os bubalinos diferiram dos bovinos (P<0,05), os bovinos da raça Sindi tiveram em média 877,5 % de pêlos a mais por

centímetro quadrado quando comparados aos bubalinos enquanto bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore, 923,9 % a mais.

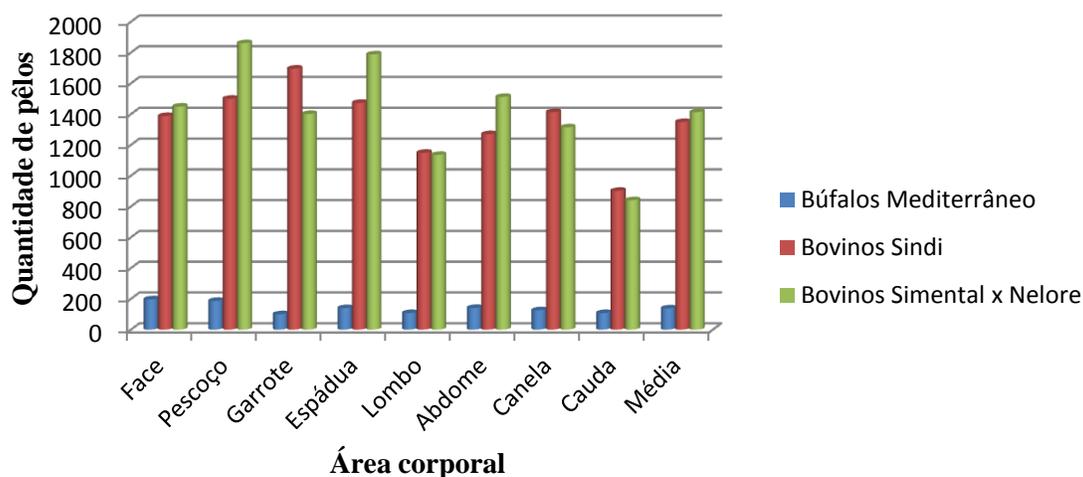
Entre os bovinos as únicas regiões que diferiram estatisticamente (P<0,05) foram o pescoço e o garrote, no pescoço os bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore tiveram 24,1 % número de pêlos a mais que os bovinos da raça Sindi, já no garrote os bovinos Sindi tiveram 21,1 % a mais pêlos por centímetro quadrado quando comparados com os mestiços.

Analisando o número médio de pêlos em todas as regiões estudadas não houve diferença significativa (P>0,05) entre os bovinos, que apresentam maior concentração de pêlos em relação aos búfalos. Não havendo diferença na quantidade de pêlos entre os bovinos mestiços e Sindi.

**Tabela 07.** Média de número de pêlos, em um cm<sup>2</sup>, de acordo com a área corporal de bovinos e bubalinos.

Área coletada	Grupo Genético		
	Búfalos Mediterrâneo	Bovinos Sindi	Bovinos Simental x Nelore
Face	197 a B	1388 a A	1449 b A
Pescoço	187 a C	1500 a B	1861 a A
Garrote	100 c C	1696 a A	1401 b B
Espádua	140 b B	1473 a A	1788 a A
Lombo	108 c B	1149 b A	1135 c A
Abdome	141 b B	1270 a A	1512 b A
Canela	126 b B	1413 a A	1314 b A
Cauda	108 c B	902 b A	841 c A
Média	138 b B	1349 a A	1413 b A

Médias seguidas por letras diferentes minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem (P < 0,05), pelo teste de Scott-Knott.



**Figura 09** Quantidade de pêlos por 1 cm<sup>2</sup> na face, pescoço, garrote, espádua, lombo, abdome, canela, cauda e a média das áreas corporais para búfalos Mediterrâneo, bovinos Sindi e bovinos Simental x Nelore.

Das regiões estudadas para os mestiços o pescoço e a espádua foram às áreas que apresentaram em média um maior número de pêlos já o lombo e a cauda foram as que apresentaram menor número. As demais regiões apresentaram uma concentração intermediária, assim como a média geral do número de pêlos nas diversas regiões estudadas.

A pelagem densa dos mestiços confere uma barreira de proteção contra os raios ultravioleta, porém pouco eficiente em ambiente tropical, já que possui uma elevada incidência dessa radiação na região. Sendo assim seus pêlos se caracterizam como uniformes, abundantes, longos, finos, se acamando sobre toda a epiderme. Embora essa característica se mostre como uma proteção contra a radiação é um causador de estresse calórico, pois diminuem a eficiência da troca térmica com o ambiente.

Nos bovinos Sindi as características dos pêlos indicam que as trocas de calor com o meio são satisfatórias, já que estes são curtos e grossos demonstrando superioridade tanto na termólise convectiva como a evaporativa na superfície cutânea, já que animais com pelames longos e espessos apresentam maior dificuldade para eliminar calor latente via evaporação cutânea (MAIA *et al.*, 2003). Além de que o calor conduzido através dos pêlos individualmente é maior do que o conduzido pelo ar que o envolve, assim quanto mais grossas forem estas fibras tanto maior será a quantidade de energia térmica conduzida através da capa.

As áreas de maior concentração de pêlos para os bovinos Sindi foram face, pescoço, garrote, espádua, abdome, e canela e a menor concentração foi no lombo e cauda. A média geral dos pêlos está enquadrada junto às áreas de maior concentração de pêlos.

Nos búfalos a face e o pescoço foram as áreas de maior concentração de pêlos e o garrote, o lombo e a cauda de menor. A média do número de pêlos obtiveram valores intermediários (138 pêlos/cm<sup>2</sup>) corroborando com Müller (1989) que registrou número médio de 148 pêlos/cm<sup>2</sup>. Na literatura há relatos da região do pescoço com 79 pêlos/cm<sup>2</sup> para os exemplares Jafarabadi, 92 para os búfalos Murrah e 70 para os Mediterrâneos (Villares *et al.*, 1979b). Neste estudo o número de pêlos nesta região foi de 187 pêlos/cm<sup>2</sup>, mostrando que

embora não tenha havido direcionamento no processo de melhoramento genético ocorreu um aumento no número de pêlos, o que implica numa maior ineficiência de troca térmica.

O menor número de pêlos na região do lombo em todos os grupos genéticos estudados é favorável à dissipação da energia térmica já que facilita a circulação do ar entre os pêlos e epiderme.

O pescoço foi a única área que apresentou uma maior concentração de pêlos dentre todos os grupos analisados, quando comparado com as outras áreas corpóreas.

#### 4.4 Quantidade de Glândulas Sudorípara e Sebáceas em Diferentes Áreas Corporais

##### 4.4.1 Glândulas sudoríparas

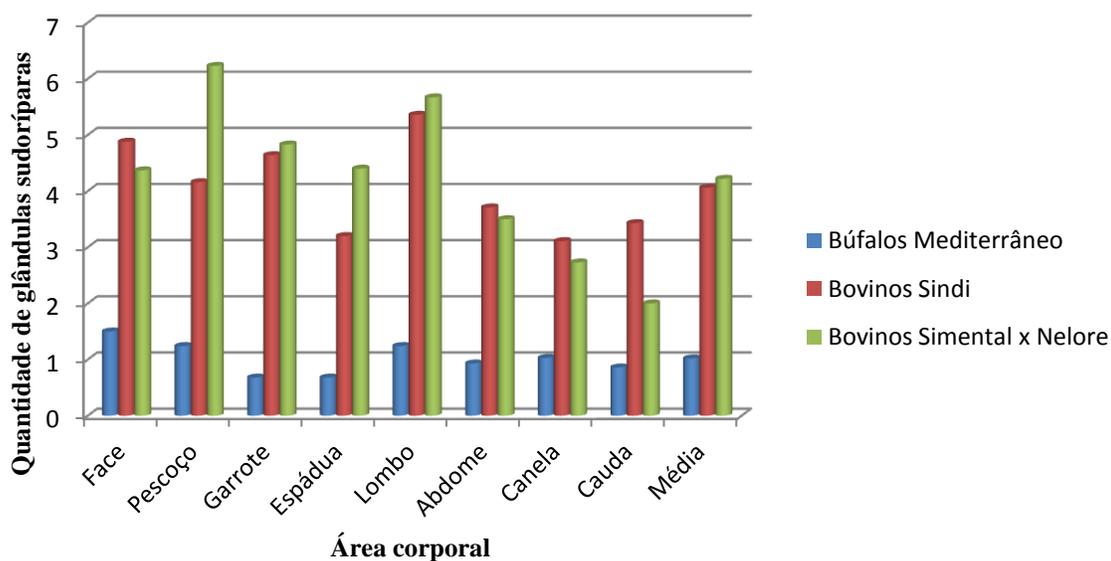
Entre as espécies estudadas os bubalinos da raça Mediterrâneo foram os que tiveram as menores quantidades de glândulas sudoríparas por centímetro. Todas as áreas analisadas tiveram diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre bubalinos e bovinos, com exceção da cauda onde não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os bubalinos e os bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore. Em relação a média de todas as regiões estudadas os bovinos da raça Sindi tiveram 298,04% glândulas sudoríparas a mais que os búfalos e os bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore, 313,72% a mais (Tabela 08 e Figura 10).

Entre os bovinos houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) apenas na região do pescoço e da cauda, no pescoço os mestiços Simental x Nelore tiveram média 49,76% maior quando comparada à média dos Sindi, já na cauda onde os bovinos da raça Sindi lograram média 71,5% superior à dos bovinos mestiços. A ausência de diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os bovinos puros zebuínos e os mestiços indica que os F<sub>1</sub> Simental x Nelore demonstraram essa característica como nos animais puros zebuínos, logo o grau de sangue Nelore imprimiu esta característica favorável ao clima tropical nos mestiços.

**Tabela 08** Quantidade de glândulas sudoríparas em bovinos da raça Sindi e mestiços Simental x Nelore e bubalinos da raça Mediterrâneo.

Área coletada	Grupo Genético		
	Búfalos Mediterrâneo	Bovinos Sindi	Bovinos Simental x Nelore
Face	1,50 b	4,88 a	4,37 a
Pescoço	1,24 c	4,16 b	6,23 a
Garrote	0,68 b	4,64 a	4,83 a
Espádua	0,68 b	3,20 a	4,40 a
Lombo	1,24 b	5,36 a	5,67 a
Abdome	0,93 b	3,71 a	3,50 a
Canela	1,03 b	3,11 a	2,73 a
Cauda	0,86 b	3,43 a	2,00 b
Média	1,02 b	4,06 a	4,22 a

Médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ) pelo teste Scott-Knott.



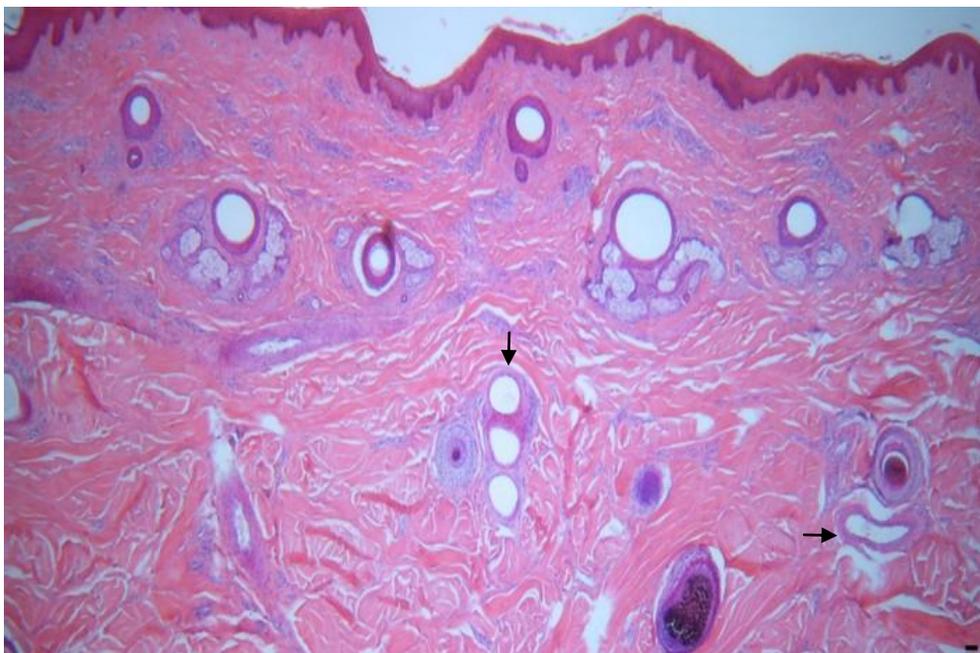
**Figura 10** Quantidade de glândulas sudoríparas por centímetro na face, pescoço, garrote, espádua, lombo, abdome, canela, cauda e a média das áreas corporais para búfalos Mediterrâneo, bovinos Sindi e bovinos Simental x Nelore.

De acordo com Falco (1991) o melhor desempenho dos animais zebuínos em comparação aos taurinos em clima tropical é devido à maior quantidade de glândulas sudoríparas espalhadas pelo corpo.

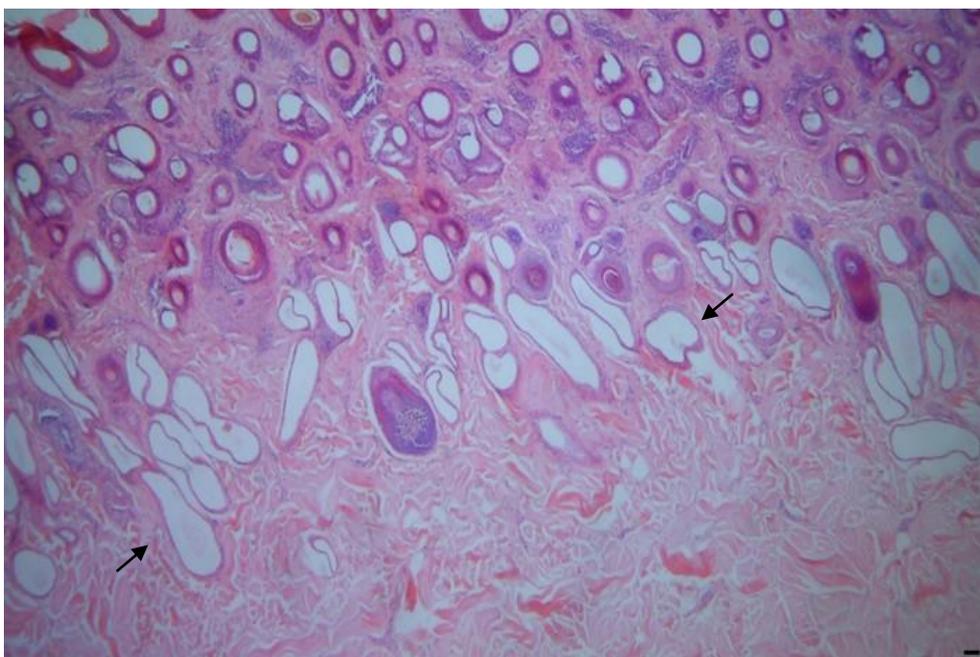
Na média de todas as áreas analisadas houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre bovinos e bubalinos, em geral os búfalos da raça Mediterrâneo apresentam menor concentração de glândulas sudoríparas quando comparados aos bovinos da raça Sindi e mestiços Simental x Nelore que não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre si. Como os bubalinos da raça Mediterrâneo apresentaram menor quantidade de glândulas sudoríparas o processo de termorregulação via evaporação se torna menos eficiente do que nos bovinos, já que a quantidade de suor produzido está relacionada com a quantidade de glândulas sudoríparas presente na área epidérmica. Um maior número de glândulas sudoríparas é uma característica presente em animais sujeitos a altas temperaturas (SILVA, 2000).

Na Figura 11, Fotomicrografia da pele de bubalinos da raça Mediterrâneo, pode-se observar a diminuta quantidade de glândulas sudoríparas presente na área de um centímetro de epiderme, principalmente se a figura for comparada as Figuras 12 e 13, Fotomicrografia da pele de bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore e Sindi, respectivamente.

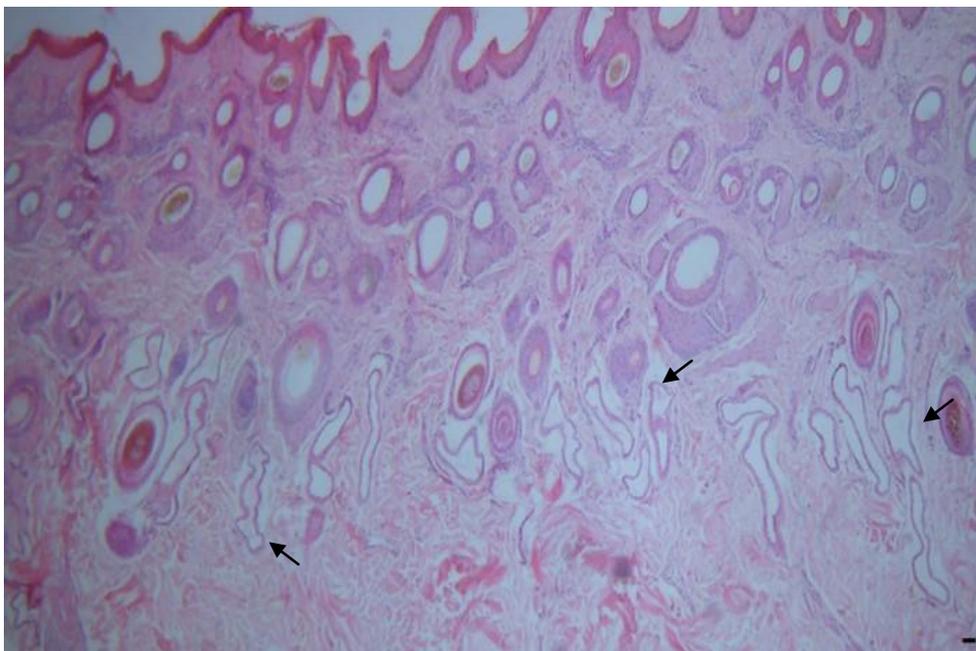
Nas Figuras 14, 15 e 16 pode-se visualizar a fotomicrografia de glândula sudorípara de bubalinos Mediterrâneo, bovinos Sindi e bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore.



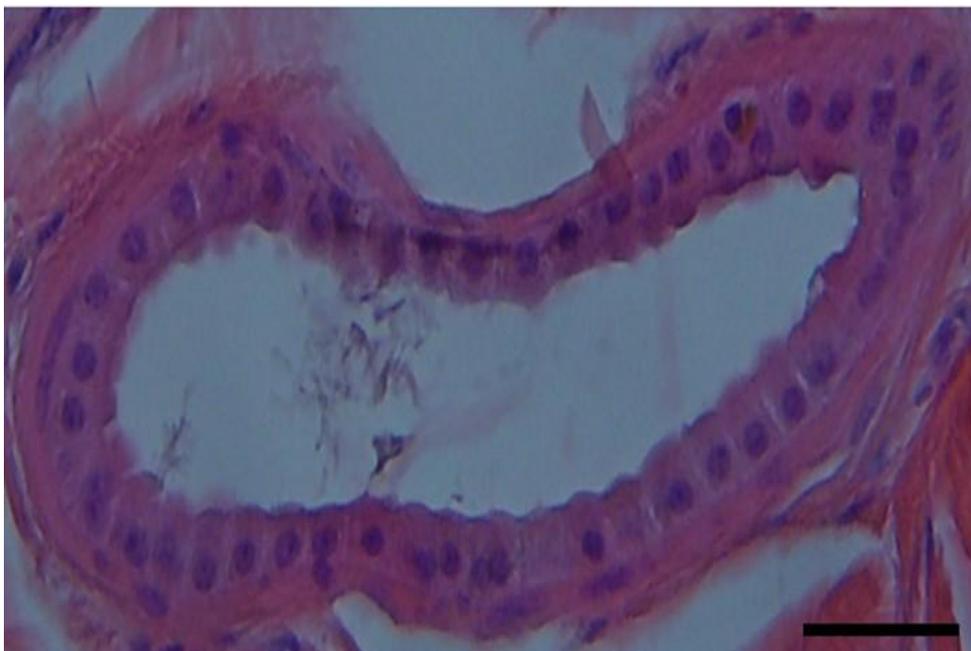
**Figura 11** Fotomicrografia da pele da região da face de bubalinos da raça Mediterrâneo. As setas indicam as glândulas sudoríparas presentes. Objetiva de 4x, zoom de 1x, escala 50 $\mu$ m.



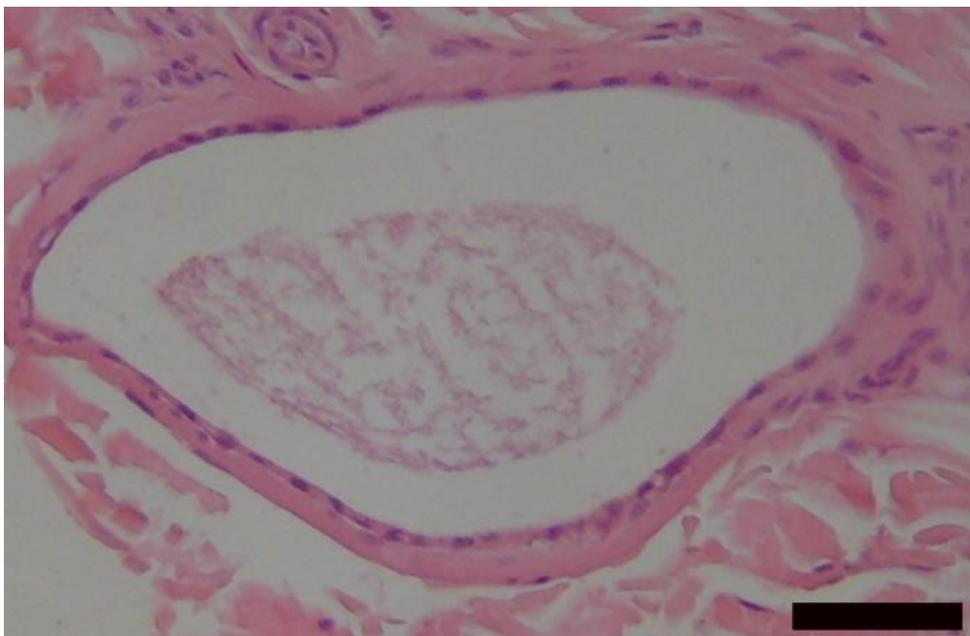
**Figura 12** Fotomicrografia da pele da região da espádua de bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore. As setas indicam algumas das glândulas sudoríparas presentes. Objetiva de 4x, zoom de 2x, escala 50 $\mu$ m.



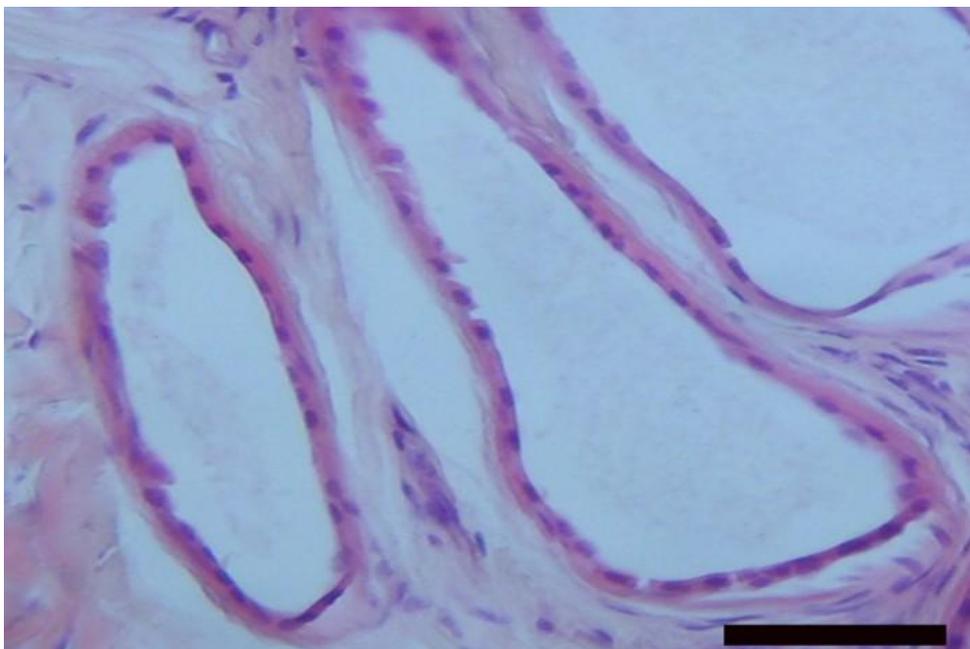
**Figura 13** Fotomicrografia da pele da região da espádua de bovinos da raça Sindi. As setas indicam algumas das glândulas sudoríparas presentes. Objetiva de 4x, zoom de 1x, escala 50 $\mu$ m.



**Figura 14** Fotomicrografia de glândula sudorípara de bubalino Mediterrâneo. Objetiva de 20x, zoom de 1x, escala 50 $\mu$ m.



**Figura 15** Fotomicrografia de glândula sudorípara de bovino Sindi. Objetiva de 20x, zoom de 2x, escala 50 $\mu$ m.



**Figura 16** Fotomicrografia de glândula sudorípara de bovino F<sub>1</sub> Simental x Nelore. Objetiva de 20x, zoom de 2x, escala 50 $\mu$ m.

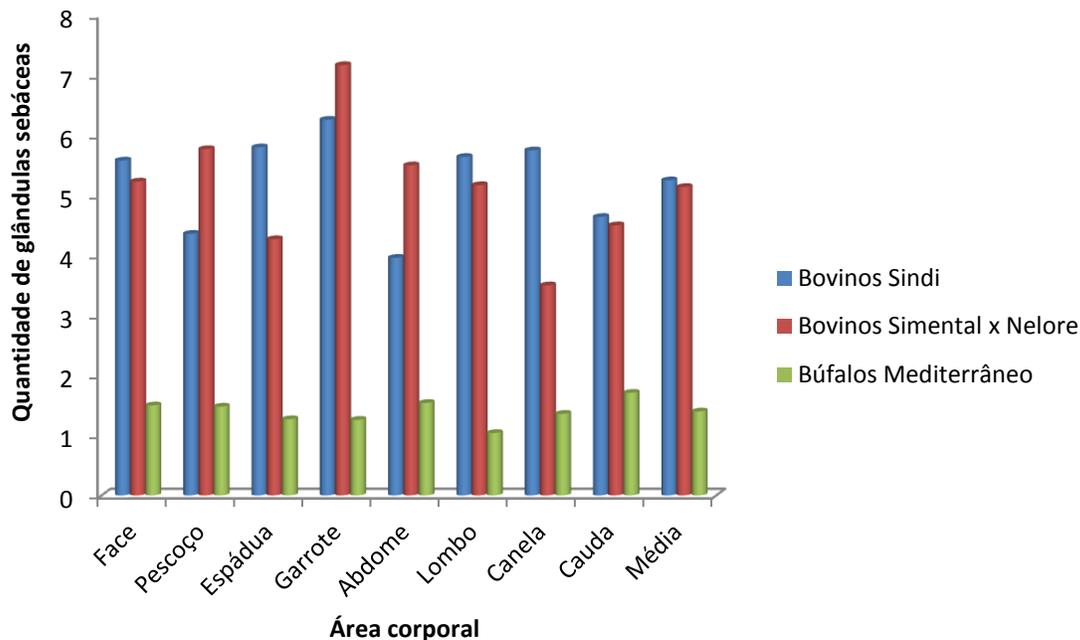
#### 4.4.2 Glândulas sebáceas

Os bubalinos Mediterrâneo tiveram as menores médias para quantidade de glândulas sebáceas por centímetro de epiderme em todas as áreas estudadas, havendo assim diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre bovinos e bubalinos. Na análise da média geral das áreas os bovinos da raça Sindi tiveram média 275% superior a dos bubalinos, enquanto bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore 267,1 % superior (Tabela 09 e Figura 17).

**Tabela 09.** Quantidade de glândulas sebáceas em bovinos da raça Sindi e mestiços Simental x Nelore e bubalinos da raça Mediterrâneo.

Área coletada	Grupo Genético		
	Búfalos Mediterrâneo	Bovinos Sindi	Bovinos Simental x Nelore
Face	1,50 b	5,58 a	5,23 a
Pescoço	1,48 c	4,36 b	5,77 a
Garrote	1,26 b	6,26 a	7,17 a
Espádua	1,27 b	5,80 a	4,27 a
Lombo	1,04 b	5,64 a	5,17 a
Abdome	1,54 c	3,96 b	5,50 a
Canela	1,36 c	5,75 a	3,50 b
Cauda	1,71 b	4,64 a	4,50 a
Média	1,40 b	5,25 a	5,14 a

Médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ) pelo teste Scott-Knott.



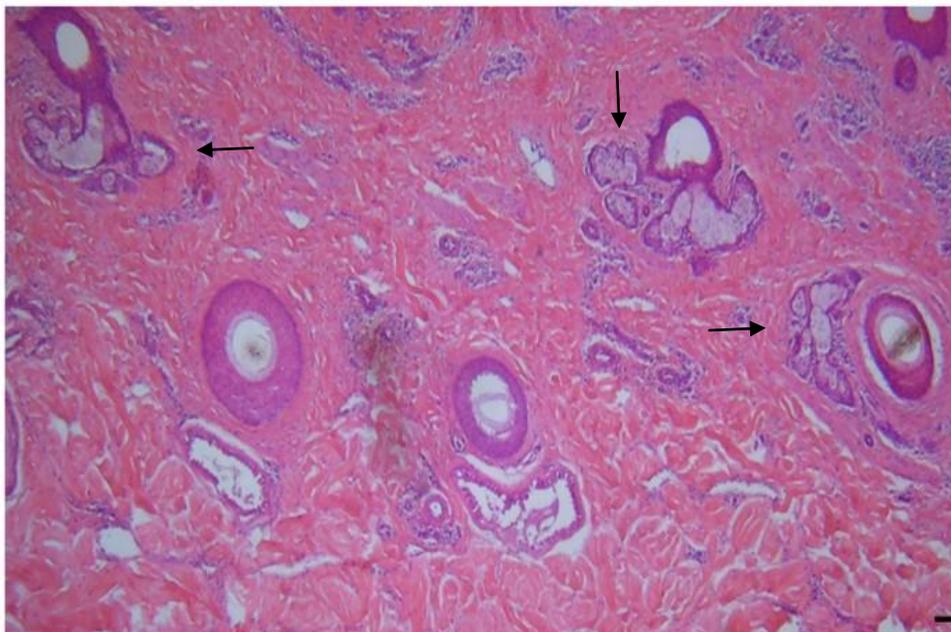
**Figura 17** Quantidade de glândulas sebáceas por centímetro na face, pescoço, garrote, espádua, lombo, abdome, canela, cauda e a média das áreas corporais para búfalos Mediterrâneo, bovinos Sindi e bovinos Simental x Nelore.

Entre os bovinos na região do pescoço e abdome houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os bovinos Sindi e  $F_1$  Simental x Nelore as maiores médias para essas áreas foram para os mestiços, no pescoço os  $F_1$  Simental x Nelore lograram média 32,3 % maior que os bovinos Sindi e para abdome 38,89%. A região da canela também diferiu significativamente porém neste caso os bovinos Sindi tiveram a maior média, 64,3 % superior aos mestiços. Assim como nas glândulas sudoríparas houve a ausência de diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os bovinos puros zebuínos e os mestiços indicando que os mestiços se mostraram como os animais puros zebuínos, provavelmente decorrente da influência do tronco zebuínos nesses animais.

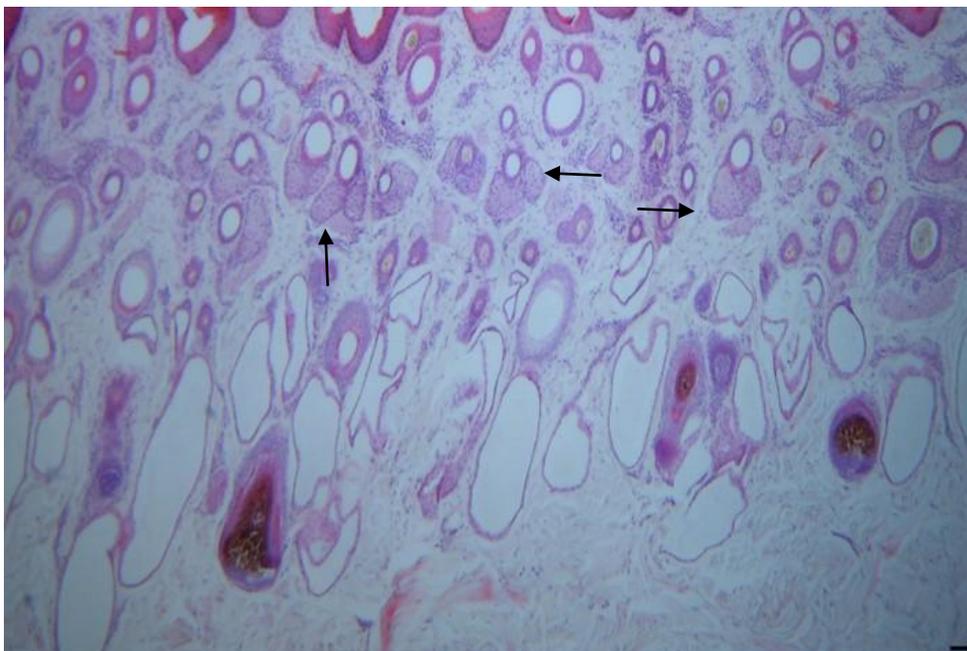
Na média de todas as áreas analisadas houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre bovinos e bubalinos, em geral os búfalos da raça Mediterrâneo apresentam menor concentração de glândulas sebáceas quando comparados aos bovinos da raça Sindi e mestiços Simental x Nelore que não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre si. A secreção produzida pelas glândulas sebáceas exerce importante função na proteção da pele, pois evita o ressecamento excessivo da camada superficial da pele e representa vantagem na reflexão da radiação solar (BAVERA, 2006). Desta forma os bovinos demonstraram maior eficiência na reflexão da radiação solar assim como estão melhor protegidos dos efeitos deletérios desta radiação.

Na Figura 18, fotomicrografia da pele de bubalinos da raça Mediterrâneo, pode-se observar de glândulas sebáceas presente na área de um centímetro de epiderme, observando as Figura subsequentes, 19 e 20, fotomicrografia da pele de Bovinos Sindi e  $F_1$  Simental x Nelore, respectivamente, observamos uma quantidade bem mais expressiva de glândulas sebáceas na epiderme de bovinos que na de bubalinos.

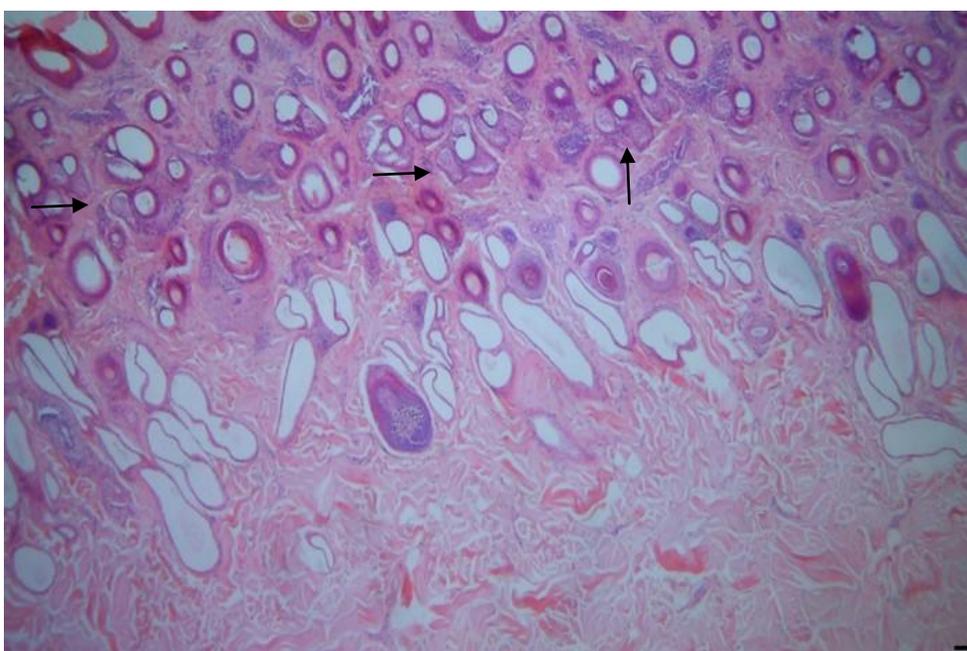
Na Figura 21 pode-se visualizar a fotomicrografia de glândula sebácea de bubalino Mediterrâneo. Nas Figuras 22, 23 e 24 fotomicrografia de glândula sebácea de bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore. Na Figura 25 fotomicrografia de glândula sebácea de bovino Sindi.



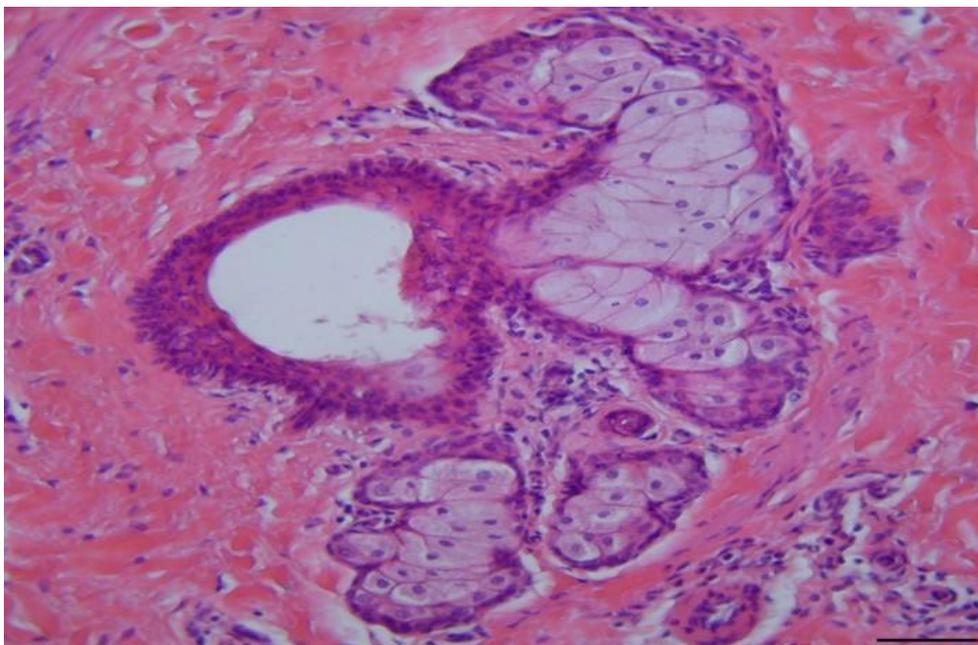
**Figura 18** Fotomicrografia da pele da região do abdome de bubalinos da raça Mediterrâneo. As setas indicam as glândulas sebáceas presentes. Objetiva de 4x, zoom de 2x, escala 50µm.



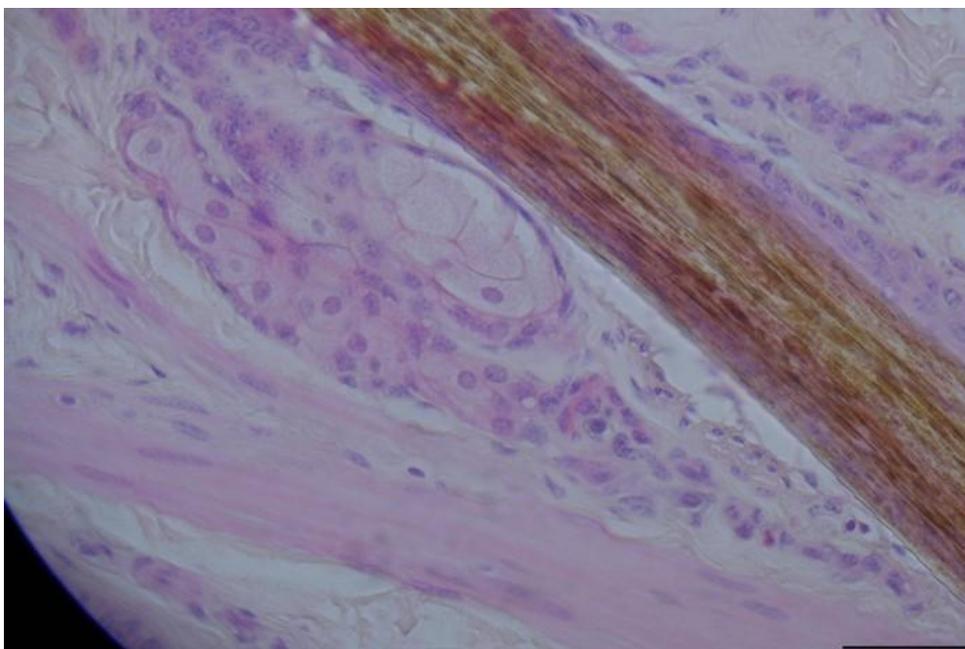
**Figura 19** Fotomicrografia da pele da região do garrote de bovinos da raça Sindi. As setas indicam algumas das glândulas sebáceas presentes. Objetiva de 4x, zoom de 4x, escala 50 $\mu$ m



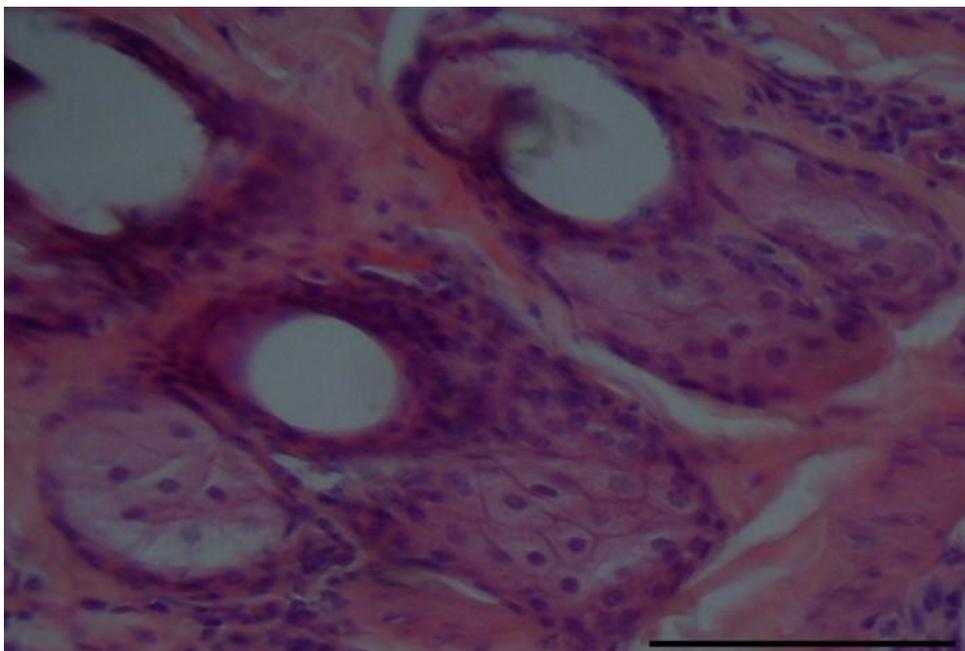
**Figura 20** Fotomicrografia da pele da região da espádua de bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore. As setas indicam algumas das glândulas sebáceas presentes. Objetiva de 4x, zoom de 2x, escala 50 $\mu$ m



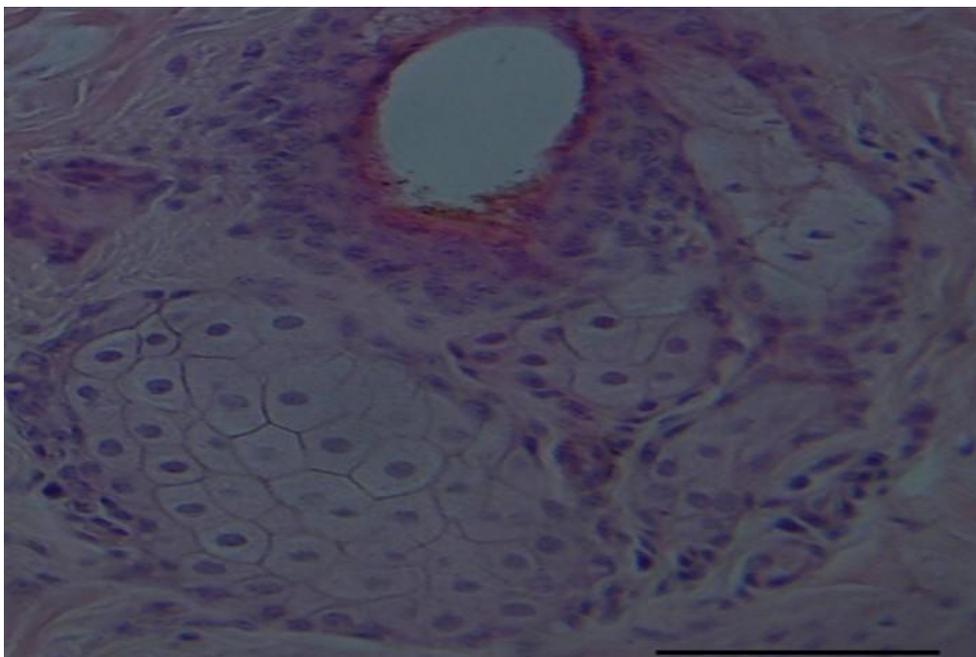
**Figura 21** Fotomicrografia de glândula sebácea de bubalino Mediterrâneo. Objetiva de 20x, zoom de 1x, escala 50 $\mu$ m.



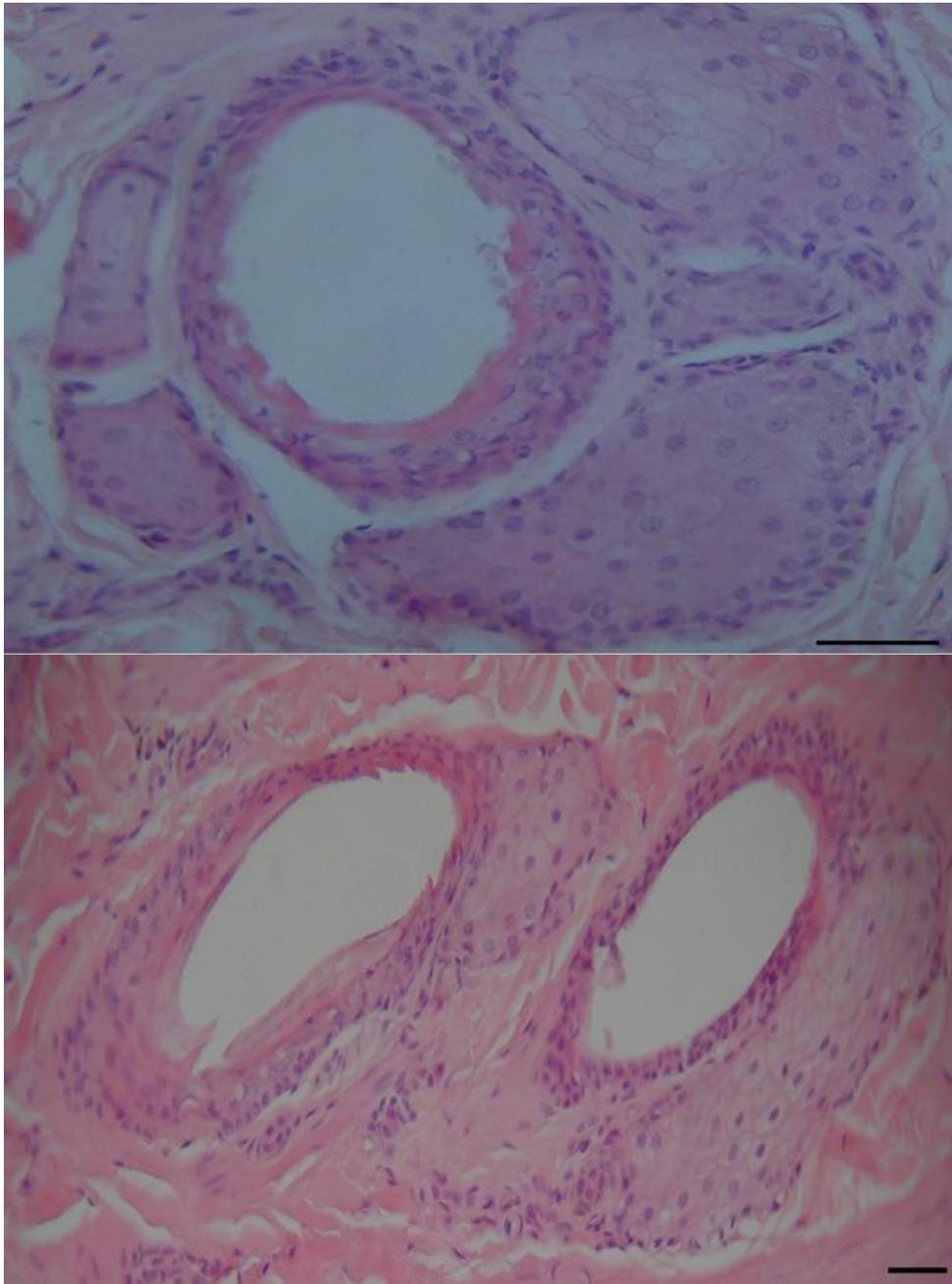
**Figura 22** Fotomicrografia de glândula sebácea de bovino F<sub>1</sub> Simental x Nelore. Objetiva de 40x, zoom de 1x, escala 50 $\mu$ m.



**Figura 23** Fotomicrografia de glândula sebácea de bovino F<sub>1</sub> Simental x Nelore. Objetiva de 20x, zoom de 5x, escala 50µm.



**Figura 24** Fotomicrografia de glândula sebácea de bovino F<sub>1</sub> Simental x Nelore. Objetiva de 20x, zoom de 3x, escala 50µm.



**Figura 25** Fotomicrografia de glândula sebácea de bovinos Sindi. A primeira fotomicrografia da área do espádua e a segunda da área do lombo. Objetiva de 20x, zoom de 1x, escala 50 $\mu$ m.

## 5 CONCLUSÕES

Bovinos da raça Sindi possuem características de tegumento mais favoráveis a adaptação em clima tropical, pois sua pele é preta; que garante proteção contra radiação ultravioleta, fina, possuem uma elevada quantidade de glândulas sebáceas e sudoríparas, sua densidade pilosa e seus pêlos curtos e grossos facilitam a troca térmica. Esses animais são protegidos contra os efeitos deletérios da intensa radiação ultravioleta que incide em ambiente tropical. Suas características anatômicas facilitam as trocas de calor entre o animal e o ambiente sendo de papel relevante nos menores níveis de estresse desses animais sob clima tropical.

Entre os três grupos estudados, os bovinos F<sub>1</sub> Simental x Nelore têm a menor proteção contra a radiação ultravioleta, visto que geralmente sua pele é clara e a camada pilosa fornece uma proteção insuficiente, deixando os animais a mercê de algumas doenças causadas pela exposição direta aos fortes níveis de radiação ultravioleta. São animais que mesmo com características positivas em relação a espessura da pele, quantidade de glândulas sudoríparas e sebáceas; a concentração dos pêlos associado ao comprimento e a disposição destes na superfície da pele dificulta as trocas térmicas do animal com o ambiente fazendo com que o animal sofra as consequências do estresse por calor. Os búfalos da raça Mediterrâneo possuem ótima proteção contra a radiação, em virtude de possuírem epiderme e pelagem preta, porém é a espécie que sofre maior estresse calórico sob ação da radiação direta, já que possuem pele espessa e a menor concentração de glândulas sebáceas e sudoríparas.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAKIRI, S.F. Melanin and DOPA-positive cells in the skin of tropical cattle. **Acta anatomica**, v.103, p.434-444, 1979

AZEVEDO, M. **Efeitos do verão e inverno sobre os parâmetros fisiológicos de vacas mestiças Holandês-Zebu, em lactação, na região de Coronel Pacheco**, MG. 2004. 85p. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

BACCARI JÚNIOR, F.; POLASTRE, R.; FRÉ, C.A. et al. Um novo índice de tolerância ao calor para bubalinos: correlação com o ganho de peso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23., 1986, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1986. p. 316.

BAIÃO, N. C. Efeitos da alta densidade populacional sobre o ambiente das instalações avícolas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÕES NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995, São Paulo. **Anais...** Campinas: FACTA, 1995. p. 67-75.

BARBOSA, O.R.; SILVA, R.G. Índice de conforto térmico para ovinos. **Boletim de Indústria Animal**, v.52, n.1, p.29-35, 1995.

BAVERA, G.A. **El pelaje Del bovino y su importância em la producci3n**. Rio Cuarto: Grafica del Sur SRL, 2006. 180p.

BIANCHINI, E.; MCMANUS, C.; LUCCI, C.M.; FERNANDES, M.C.B.; PRESCOTT, E.; MARIANTE, A.S.; EGITO, A.A. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 41, n. 9, p.1443-1448, 2006.

BLACKSHAW, J.K. & BLACKSHAW, A.W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavior: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. v. 34, p.285-295, 1994.

CENA, K.; MONTEITH, J.L. Transfer processes in animal coats. III. Water vapor diffusion. **Procedure Royal Society London**, v.188, p.413-423, 1975.

CHIKAMUNE, T. Energy-saving characteristics of buffaloes. **Buffalo Bulletin**, Bangkok, v.6, n.2, 1986.

CHUTIKUL, K. Ruminant (Buffalo) nutrition. In: **The asiatic water buffalo**. Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region. Taiwan, p.23-35, 1975.

CLARK, J.A. **Environmental aspects of housing for animal production**. Butterworths, London. 1981. 503 p.

COSTA, M.V.A. **Avaliação do comportamento produtivo de vacas Sindi no Semi-árido da Paraíba**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia), CCA/UFPB, 1998, 51p.

CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. Editora Guanabara Koogan S.A. Rio de Janeiro, 1992. p. 427-435.

DOLLAH, M.A.; ROBERTSHAW. Relationship between skin colour and sweating rate in regulation of body temperature in swamp buffaloes subjected to heat and sudden cooling. In: WIRLD Buffalo Congress, 3. 1991, Sofia, **Proceedings...** Sofia, International Buffalo Federation. 1991. v.1. 227p.

DYCE, K.M.; SACK, M.O.; WENSING, C.J.G. **Tratado de anatomia veterinária**. Editora Elsevier. Rio de Janeiro, 2004. p.872.

FALCO, J.E. **Bioclimatologia**. ESAL/FAEPE. Lavras, 1991. p.56.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 2000. p. 255-258.

FINCH, V.A. Comparison of non-evaporative heat transfer in different cattle breeds. **Australian Journal Agriculture Resersch**, v.36, p.497-508, 1985

GEBREMEDHIN, K.G.; NI, H.; HILLMAN, P.E. Temperature profile and heat flux through irradiated fur layer. In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, 5., 1997, Bloomington. **Proceedings**. Bloomington: ASAE, 1997. v.1, p.226-233.

HAFEZ, E.S.E. **Adaptación de los animals domesticos**. Barcelona: Labor, 1973. p. 563.

HAFEZ, E.S.E.; BADRELDIN, A.L.; SHAFEI, M.M. The hair coat in bovinæ. **Emp. Journal. Exp. Agric.**, v. 23, p. 34-39, 1955.

HARVEY, D. Some aspects of the importance of buffaloes as farmstock. **Nutrition Abstract and Reviews**, England, v.33, n.7, p.931-936, 1963.

HOLMES, C.W. A note on the protection provided by the hair coat or fleece of the animal against the thermal effects of simulated rain. **Animal Production**, v.32, p.225-226, 1981.

JOSHI, N.R.; PHILLIPS, R. W. **El ganado cebu de la India y del Pakistan**. Roma: Food and Agriculture Organization, 1954. 256 p.

KOLB, E.S.E. **Fisiologia veterinária**. 4. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1984.612p.

LEITE, P.R. de M.; SANTIAGO, A.A.; FILHO, H. R. N.; ALBUQUERQUE, R.P. de F.; LEITE, R. de M. H. **Sindi: Gado vermelho para o semi-árido**. 1 ed. João Pessoa: EMEPA/ Banco do Nordeste, 2001. 174 p.

- Lillie RD, Fullmer HM. 1976. **Histopathologic Technique and Practical Histochemistry**. Ed. 4, New York: Mac Graw-Hill Book Co, p. 208-701.
- LOYPETJRA, P.; CHAIYABUTR,N.; USANAKORNKUL, S.; ICHAICHARNARONG, A. Water buffalo. In: Bioclimatology and the adaptation of livestock - **World Animal Science. Disciplinary Approach B5**. Ed. JOHNSON, H.D. Amsterdam, Elsevier, p.107-125, 1987.
- McDowell, R.E. **Bases biológicas de la producción animal em zonas tropicales**. Espanha: Acribia, 1972. 692p. Traduzido do inglês por PEDRO DUCAR MALUENDA.
- McFARLANE, W.V. Adaptation of ruminantes to tropics and deserts. **In: adaptation of domestic animals** (E.S.E. Hafez, ed.). Filadélfia: Lea & Febiger, 1968.
- MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; BERTIPAGLIA, E.C.A. Genetic and environmental variation of effective radiative properties of coat in Holstein cattle. In: WORLD CONGRESS OF THE GENETIC APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 7., 2002, Montpellier. **Proceedings...** Montpellier, 2002.
- MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G. da; BERTIPAGLIA, E. C. A. Características do pelame de vacas Holandesas em ambiente tropical: Um estudo genético adaptativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 843-853, 2003.
- MASON, I.L. Environmental physiology. In: **The husbandry and health of the domestic buffalo**. Rome. W. Ross Cockrill. FAO. p.89-104, 1974.
- MÜLLER, P.B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. Porto Alegre: Sulina, 1989. 262p.
- NÄÄS, L. A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ícone, 1989. 183p.
- NÄÄS, L. A. Estresse calórico - Meios artificiais de condicionamento. In: Simpósio Internacional de Ambiência e Instalação na Avicultura Industrial, 1995, Campinas. **Anais...** Campinas - SP: FACTA, 1995. p. 109-112.
- NASCIMENTO, C.N.B.do; CARVALHO, L.O.D.de M. **Criação de búfalos: Alimentação, manejo, melhoramento e instalações**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1993. 403p.
- NICOLAU, C.V.J.; SILVA R.G.; MOTA, L.S.; VERÍSSIMO, C.J. Características da pele e do pelame em bovinos da raça Caracu. **Archivos de zootecnia**. v. 53, p. 25-34, 2004.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requeriments of Beef Cattle**. 7. ed. rev. Washington, 1996. 242p.
- OLIVEIRA, A. de L. Aproveitamento industrial de búfalos. In: SAMARA, S.I; DUTRA, I. dos S.; FRANCESCHINI, P. H.; MOLERO FILHO, J.R.; CHAWR, M. G.M. **Sanidade e produtividade em búfalos**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. p. 185-202.

PANT, H.C.; ROY, Y.A. El bufalo de agua y su futuro. In: **Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales**. Editorial Acribia, Zaragoza. p.567-600, 1982.

PERISSINOTTO, M. **Avaliação da eficiência produtiva e energética de sistemas de climatização em galpões tipo “Freestall” para confinamento de gado leiteiro**. Piracicaba, 2003. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

RIBEIRO, A.R.B.; ALENCAR, M.M.; OLIVEIRA, M.C.S. Características do pelame de bovinos Nelore, Angus x Nelore e Senepol x Nelore. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 45, 2008. Lavras. **Anais...** da 45a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Lavras. 2008.

SEVEGNANI, K. B. **Avaliação dos efeitos fisiológicos causados pela ventilação artificial em frangos de corte, em dispositivos de simulação climática**. Campinas, 2000. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.

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

SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.

SILVA, R.G. da; LA SCALA JÚNIOR, N.; POCAI, P.L.B. Transmissão de radiação ultravioleta através do pelame e da epiderme de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1939-1947, 2001.

SOUZA, B.B. de; SILVA, R.M.N. da; MARINHO, M.L.; SILVA, G. de A.; SILVA, E.M.N. da; SOUZA, A.P. de. Parâmetros fisiológicos e índice de tolerância ao calor de bovinos da raça Sindi no semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, p.883-888, 2007.

SOUZA, S.R.L. **Análise do ambiente físico de vacas leiteiras alojadas em sistema de Freestall**. Campinas, 2003. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.

TEIXEIRA, E.V. **Determinação de variáveis bioclimáticas de projeto para o estado do Rio de Janeiro**. 2005. 89 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

TERRA, L.; ARAÚJO, R.; GUIMARÃES, R. B. **Conexões – Estudos de Geografia Geral e do Brasil**. V.2. São Paulo, ed. Moderna, 2010.

THOMSON, M.L. Melanins. In: **Comparative biochemistry**, vol.3 (M.Florkin & H.S. Manson, eds.). Nova York: Academic Press, 1962.

TORRES, A.P.; JARDIM, W.R. **Manual de Zootecnia: Raças que interessam ao Brasil**. 1 ed. São Paulo: Ceres, 1975. 299 p.

TRIPATHI, V.N.; THOMAS, C.K.; SASTRY, N.S.R. et al. Effect of shelter and water sprinkling on buffaloes: growth rate. **Indian Journal of Animal Science**. v.42, n.9, p.745- 749, 1972.

TURNER, J. W. Genetic and biological aspects of zebu adaptability. **Journal of Animal Science**. v. 50, p. 1201 – 1205, 1980.

TURTON, J.D. Morden needs for diferent genetic types. In: **Cattle genetic resource, world animal science B7**, Elsevier. Amsterdam, p.21-35, 1991.

UDO, H.M.J. **Hair coat characteristics in Friesian heifers in the Netherlands and Kenya**. Wageningen, H. Veenman & Zonen, B.V., 135 p. 1978.

VILLARES, J.B.; RAMOS, A. de A.; ROCHA, G.P. As vias cutâneas e respiratórias na termólise de bubalinos sob extrema tensão térmica. In: RAMOS, A. de A.; VILLARES, J.B.; MOURA. J.C. de. **Bubalinos**. Campinas: Fundação Cargil, 1979a , p.118-132.

VILLARES, J. B.; MONTENEGRO, M. R.; RAMOS, A. A. As Estruturas anexas à pele de búfalos Jafarabadi, Murrah e Mediterrâneo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 16, 1979, Campinas. **Anais...** Campinas: SBZ, 1979 b. p. 9-29.

VILLARES, J. B.; ROCHA, G. P.; RAMOS, A. A.; OLIVEIRA, J. S. BLASI, A. C. Espessura da pele de bubalinos, bovinos e zebuínos. In: JORNADA CIENTÍFICA DA ASSOCIAÇÃO DOS DOCENTES DO CAMPUS DE BOTUCATU, 10, 1981, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 1981. p.34.

VILLARES, J.B. Potencial da bubalinocultura para produção de carne e leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27, 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: SBZ, 1990. p. 681-710.

VILLARES, J.B. Potencial da bubalinocultura para produção de leite. In: **Contribuição ao estudo dos bubalinos**: Período de 1972 – 2001: Palestras. Ramos, A. A. Botucatu, p.389- 423, 2003.

YANAGI JUNIOR, T. . Inovações tecnológicas na bioclimatologia visando aumento da produção animal: relação bem estar animal x clima,. In: **IV Congresso Brasileiro de Biometeorologia**, 2006, Ribeirão Preto. Mudanças climáticas: impacto sobre o homem, a planta e o animal, 2006.

YANG, S.H. A method of assessing cutaneous pigmentation in bovine skin. **Australian Journal Agriculture Reserch**. v. 6, p.891-902, 1952.

YOUSEF, M.K. Principles of bioclimatology and adaptation. In: Bioclimatology and the adaptation of livestock – **World Animal Science**. Disciplinary Approach B5. Ed. JOHNSON, H.D. Amsterdam, Elsevier, p.17-31. 1987.

ZANOLLA, N. Sistema de ventilação em túnel e sistema de ventilação lateral na criação de frangos de corte em alta densidade. 1998. 81 p. **Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiência)** – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG.