

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

DISSERTAÇÃO

**CARACTERÍSTICAS DA CAPA EXTERNA DE CAPRINOS EM
AMBIENTE TROPICAL**

Lia Souza Coelho

2014

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

**CARACTERÍSTICAS DA CAPA EXTERNA DE CAPRINOS EM
AMBIENTE TROPICAL**

LIA SOUZA COELHO

Sob a Orientação do Professor
Carlos Elycio Moreira da Fonseca

e Co-orientação da Professora
Ana Lucia Puerro de Melo

e Co-orientação do Professor
Marcelo Azevedo Neves

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
Agosto de 2014

636.39

C672c

T

Coelho, Lia Souza, 1986-

Características da capa externa
de caprinos em ambiente tropical /
Lia Souza Coelho. - 2014.

84 f.: il.

Orientador: Carlos Elysio Moreira
da Fonseca.

Dissertação (mestrado) -
Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro, Curso de Pós-Graduação
em Zootecnia, 2014.

Bibliografia: f. 76-84.

1. Caprino - Teses. 2. Pele de
animais - Teses. 3. Cashmere -
Teses. 4. Fibras têxteis - Teses.
I. Fonseca, Carlos Elysio Moreira
da, 1967- 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**

LIA SOUZA COELHO

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 11/08/2014.

Carlos Elysio Moreira da Fonseca. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Alexandre Herculano Borges de Araujo Dr. UFRRJ

Ricardo José Bottecchia Dr. USS

DEDICATÓRIA

Dedico este Mestrado a minha mãe Silvia Maria de Marins e Souza e a minha tia Léa Coelho, pelo incentivo e apoio em todas as minhas escolhas e decisões.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que me concedeu a bolsa de mestrado.

Ao orientador Dr. Carlos Elycio Moreira da Fonseca, pela orientação e por ter acreditado em mim e no potencial desse Projeto de Pesquisa.

À co-orientadora Dr. Ana Lucia Puerro de Melo, pela orientação, dedicação em seus ensinamentos, pela grande ajuda nas análises estatísticas e pela amizade.

Ao co-orientador Dr. Marcelo Azevedo Neves, pela orientação, confiança depositada em mim e por contribuir de forma direta e exaustiva nas análises no LMDS, construção de equipamento e pela paciência em transmitir seus conhecimentos.

A minha tia Léa pelo incentivo a cada dia, a não desistir.

A minha mãe Silvia, irmã gêmea Rachel pela parceria, carinho e força nos momentos difíceis.

Ao meu companheiro Carlos Alberto e a minha filha Sophie pelo grande amor e sorriso me dado todos os dias.

Ao Laboratório de Materiais e Dispositivos Supercondutores (LMDS) da UFRRJ através do Projeto D712 SUPERCABO P&D ANEEL, pela participação indispensável nesse estudo, cumprimento a todos, em especial ao Marco Antonio Pereira do Rosário, Prof. Artur Jorge da Silva Lopes, Rafael Ribeiro da Silva e ao coordenador do LMDS, Prof. Marcelo Azevedo Neves.

Ao Professor Marcelo Teixeira Rodrigues pelo empréstimo dos animais do Setor de Caprinocultura da UFV e aos seus alunos Lais e Nadson pela ajuda indispensável nas coletas.

Ao senhor Lauro Floriano dos Santos do Sítio Lago dos Imperadores em Miguel Pereira-RJ, pela doação de cabras a UFRRJ possuindo cashmere.

As estagiárias da UFRRJ Tais Terra, Brenna Vasconcelos e Ana Clara pela grande ajuda nas coletas e nas análises.

MUITO OBRIGADA!

**“A mente que se abre a uma nova
idéia jamais voltará ao seu tamanho
original.”
Albert Einstein**

RESUMO GERAL

COELHO, Lia Souza. **Características da capa externa de caprinos em ambiente tropical**. 2014. 83p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

Os caprinos estão inseridos em diversas regiões, principalmente em ambientes de clima rigoroso, que exercem forte pressão de seleção nos animais. A mudança de animais de origem de clima temperado e frio para ambientes de clima quente e úmido podem provocar mudanças morfológicas nas estruturas da capa externa destes animais. Ainda são escassas análises sobre modificações que ocorrem nas características morfológicas do pelame e pele de caprinos oriundos de climas temperados e frios. Neste trabalho os objetivos foram caracterizar a estrutura da capa externa de caprinos leiteiros e avaliar os efeitos de diferentes raças, estações do ano e idades sobre as características da pele e pelame destes animais em ambiente tropical. Outro objetivo foi reconhecer fibras finas como possível aparecimento de cashmere em cabras no Brasil e caracterizá-las, o que até a presente data ainda não foi relatado pela literatura. Foram utilizados 129 animais, sendo 68 da raça Alpina, 49 da raça Saanen, seis mestiços (7/8 Alpina + 1/8 Boer) e quatro da raça Boer, pertencentes ao rebanho da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG e dois da raça Boer pertencentes ao rebanho da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/RJ. As coletas foram realizadas nas seguintes estações: primavera de 2013, verão e outono de 2014. Construimos um equipamento de refletância digital de baixo custo para análise de pigmentação da epiderme e pelame. Um microscópio eletrônico de varredura e um paquímetro digital foram utilizados para a caracterização do pelo e da fibra fina. A idade, estação e raça têm efeito sobre as características do pelame e pele. Cabras Saanen apresentaram características mais favoráveis para criação em ambiente tropical. Através da análise descritiva dos dados observou-se que o diâmetro médio da fibra fina de cashmere produzida por cabras Saanen (11,06 μm), Alpina (11,15 μm), 7/8 Alpina 1/8 Boer (11,38 μm) e Boer (8,75 μm) apresentou diâmetro médio inferior as produzidas por raças caprinas especializadas em outros países. A frequência da escama de cashmere produzida por cabras Saanen, Alpina, 7/8 Alpina + 1/8 Boer e Boer foi de 7,52/100 μm , 7,42/100 μm , 6,62/100 μm e 6,60/100 μm , respectivamente. A espessura da escama foi de 0,38 μm , 0,39 μm , 0,42 μm e 0,32 μm , respectivamente. Os resultados descritivos das análises apontam o reconhecimento de fibra fina de cashmere em cabras Saanen, Alpina, 7/8 Alpina + 1/8 Boer e Boer em ambiente tropical. Foi proposto que as características genéticas são as mais relevantes para se obter estes resultados, o que não tem sido relacionado com qualquer outra modificação nas características originais dos animais.

Palavras-chave: Cashmere. Pelame. Fibra.

GENERAL ABSTRACT

COELHO, Lia Souza. **Characteristics of the external coat of goats in a tropical environment.** 2014. 83p. Dissertation (Master Science in Zootecnia) Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

The goats are present into various regions, especially in severe weather environments, which exert strong selection pressure on animals. Changing animals from temperate and cold environments to hot and humid ones can cause morphological changes in the structures of the external coat of those animals. There are nowadays few analyses on changes that occur in the morphological characteristics of the hair coat and skin of goats from temperate and cold climates. In this work, the objectives were to characterize the structure of the external coat of dairy goats and to evaluate the effects of different breeds, ages and seasons on the characteristics of the skin and hair of these animals in a tropical environment. Another objective was evaluate if fine fibers can be recognized as an appearance of fine cashmere fiber in goats in Brazil and characterize them, because such fact is not yet reported in the literature. Exactly 129 animals were used, 68 of the Alpine breed, 49 of the Saanen breed, six crossbred (7/8 Alpine + 1/8 Boer) and four of the Boer breeding, belonging to the flock of the Federal University of Viçosa, Viçosa / MG and two Boer belonging to the flock of the Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica / RJ. The collections were made in the following seasons: spring 2013, summer and fall of 2014. We built a low cost digital reflectance meter for analysis of pigmentation of the skin and hair coat. A scanning electron microscope and a digital caliper were used for the characterization of the fiber and skin. The results had show that age, breed and season have an effect on the characteristics of the hair coat and skin. Saanen goats showed better characteristics for breeding in tropical environment. Through descriptive analysis it was observed that the average diameter of the fine fiber produced by cashmere goats Saanen, Alpine, 1/8 Alpine + 7/8 Boer, and Boer were, respectively, 11,06 μm , 11,15 μm , 11,38 μm and 8,75 μm . All those results presented lower mean diameter than the ones produced by specialized goat breeds in other countries. The frequency scales of cashmere produced by Saanen, Alpine, Alpine 7/8 + 1/8 Boer and Boer were respectively 7.52 / 100 μm , 7.42 / 100 μm , 6.62 / 100 μm and 6.60 /100 μm , and the thickness of the scales were 0,38 μm , 0,39 μm , and 0,42 μm 0,32 μm respectively. The descriptive analysis allowed the recognition of fine cashmere fiber in goats Saanen, Alpine, Alpine 7/8 + 1/8 Boer and Boer in a tropical environment. It was proposed that the genetic features are the most relevant ones to achieve those results, which has not been related to any other modification on the original features of these animals.

Key-words: Cashmere. Peltry. Fiber.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Média geral \pm desvio padrão para variáveis meteorológicas da região de Viçosa referentes à primavera, verão e outono de 2013 e 2014.	27
Tabela 2. Valores médios das características de massa corporal e área de superfície corporal nas três estações coletadas.....	28
Tabela 3. Número de observações (N), médias gerais observadas e coeficiente de variação (CV) das características morfológicas da capa externa de diferentes partes do corpo de cabras.	29
Tabela 4. Resumo da análise de variância para as características avaliadas.	30
Tabela 5. Médias ajustadas (<i>lsmeans</i>) para a espessura da capa externa (mm) (EC), conforme a idade, raça e estação.	31
Tabela 6. Médias ajustadas (<i>lsmeans</i>) para a densidade do pelame (pelos/cm ²) (DP), conforme a idade, raça e estação.	32
Tabela 7. Médias ajustadas (<i>lsmeans</i>) para o comprimento do pelo (mm) (CP), conforme a idade, raça e estação.	33
Tabela 8. Médias ajustadas (<i>lsmeans</i>) para o ângulo de inclinação do pelo em relação à epiderme (° graus) (AIP), conforme a idade, raça e estação.	34
Tabela 9. Médias ajustadas (<i>lsmeans</i>) para o diâmetro médio do pelo (μ m) (DMP), conforme a idade, raça e estação.	35
Tabela 10. Médias ajustadas (<i>lsmeans</i>) para a refletância do pelame (%) (RPela), conforme a idade, raça e estação.....	36
Tabela 11. Médias ajustadas (<i>lsmeans</i>) para a refletância da pele (%) (RPele), conforme a idade, raça e estação.	37
Tabela 12. Médias ajustadas (<i>lsmeans</i>) para a refletância da pele da orelha (%) (ROrelha), conforme a idade, raça e estação.	39
Tabela 13. Padrões cuticulares do tipo 1 encontrados em pelos-guarda de caprinos com base nos seis caracteres abaixo:.....	62
Tabela 14. Padrões cuticulares tipo 2 encontrados em pelos-guarda de caprinos com base nos seis caracteres abaixo:.....	62
Tabela 15. Características da medula de pelo-guarda de caprino.....	63
Tabela 16. Número de observações (n), médias gerais observadas e coeficiente de variação (CV) das características morfológicas das fibras finas de cabras.....	68
Tabela 17. Resumo da análise de variância para as características da fibra fina de cabras.	68
Tabela 18. Número de cabras produzindo fibra fina conforme a idade.....	69
Tabela 19. Número e porcentagem de cabras produzindo fibra fina conforme a raça.	69
Tabela 20. Número e porcentagem de cabras produzindo fibra fina conforme a estação. .	70
Tabela 21. Médias calculadas por quadrados mínimos para características de fibra fina de cashmere, conforme a idade, raça e estação.	70

Tabela 22. Médias calculadas por quadrados mínimos para características de fibra fina de cashmere em animais da raça Boer, conforme a estação..... 71

Tabela 23. Padrões cuticulares encontrado em fibra fina de cashmere com base nos seis caracteres abaixo: 73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cabras da raça Alpina, pertencentes à Universidade Federal de Viçosa – MG...	2
Figura 2. Cabra da raça Saanen.	3
Figura 3. Cabra da raça Boer com pelame contendo subpelo (<i>undercoat</i>), pertencente à Universidade Federal de Viçosa – MG.....	4
Figura 4. Amostra de pelo-guarda e fibra fina, coletada em cabras da raça Boer.....	5
Figura 5. Esquema da morfologia da fibra fina e do pelo-guarda de cashmere.	6
Figura 6. Esquema de fluxo luminoso refletido ρ e absorvido α	16
Figura 7. Esquema de refletância difusa (A) e especular (B).....	16
Figura 8. Espectro eletromagnético percebida pelo olho humano, com comprimentos de onda em nanômetros (nm).	17
Figura 9. Alicates adaptado com prego limitador de abertura (A) e alicate montado pronto para coleta (B).	19
Figura 10. Coleta dos pelos com alicate adaptado na região do pescoço (A) e garupa (B) de cabras.	19
Figura 11. Esquema de medição da capa externa (A) e imagem de paquímetro com dispositivo de profundidade, para análise da espessura da capa externa (B).	20
Figura 12. Esquema da ponta de prova de refletômetro construído no LMDS/UFRRJ.....	21
Figura 13. Circuitos elétricos do refletômetro construído no LMDS/UFRRJ, com simbologia: (1) voltímetro, (2) resistor de 10 k Ω , (3) bateria de 9 V, (4) LDR, (5) chave <i>on/off</i> , (6) mini lâmpada, (7) pilhas de 1,5 V e (8) chave <i>on/off</i> :	22
Figura 14. Imagem de equipamento refletômetro finalizado composto de ponta de prova, gabinete de controle (A) e bolsa para transporte (B), para análise da refletância da pele e pelame.....	22
Figura 15. Análise da refletância do pelame (A) e pele (B) de cabra Alpina por meio de refletômetro construído a baixo custo LMDS/UFRRJ.	23
Figura 16. Tricotomia em cabras em três regiões centrais do pescoço (A), costado (B) e garupa (C), para análise de refletância da pele.	23
Figura 17. Medição de comprimento do pelo com paquímetro.....	24
Figura 18. Região do corte de fragmentos da porção do meio de três amostras de pelos, para análises do pelo-guarda.....	25
Figura 19. MEV- HITACHI TM-3000 com EDS OXFORD SWIFT ED (LMDS/UFRRJ) (A) e <i>Stub</i> com amostras de pelo-guarda colocados sobre fita de carbono (B), para análises das características do pelo.	25
Figura 20. Pele cinza esbranquiçada no pescoço (A), costado (B) e garupa (C). Pelo marrom claro (A) e (C) e pelo preto na base (B).....	38
Figura 21. Orelha preta de cabra Alpina (A) e rosada de cabra Saanen (B).	38
Figura 22. Representação esquemática das características analisadas na cutícula da fibra fina.....	46

Figura 23. Representação esquemática de corte longitudinal da medula nodosa do tipo b.	48
Figura 24. Microscópio eletrônico de varredura marca e modelo HITACHI TM-3000 com EDS OXFORD SWIFT ED (LMDS/UFRRJ), para análises das características da fibra fina e do pelo-guarda.	52
Figura 25. Imagem do MEV de medidas de diâmetro da fibra e altura da escama, com ampliação de 1000X.....	53
Figura 26. Imagem do MEV com medidas de diâmetro da fibra fina e frequência da escama com ampliação de 1000X.	54
Figura 27. Imagens do MEV da fibra fina de cashmere, as setas indicam a localização onde foram feitas as medidas de espessura da escama com ampliação de 2500X (A) e 4000X (B).	54
Figura 28. Imagem de MEV com ampliação de 1000X com fibra fina e pelo-guarda encontrados em cabras.....	59
Figura 29. Fibra fina de coloração mais clara crescendo abaixo do pelo-guarda em cabra da raça Alpina no verão.	60
Figura 30. Imagem do MEV 500X da cutícula dos pelos-guarda de cabras das raças Alpina (A), 7/8 Alpina + 1/8 Boer (B), Saanen (C) e Boer (D).	61
Figura 31. Imagem do MEV da cutícula de pelo-guarda de caprino com ampliação de 500X (A) e 3000X (B), com escamas em posição transversal, ondeadas regulares e ornamentação das bordas das escamas lisas (Tipo 1).....	62
Figura 32. Imagem do MEV da cutícula de pelo-guarda de caprino com ampliação de 500X (A) e 2000X (B), com escamas de posição irregular, ondeadas irregulares e ornamentação crenada nas bordas das escamas (Tipo 2).	63
Figura 33. Imagens de MEV de medula de pelo-guarda de caprinos em corte longitudinal (A) 2000X e (B) 1500X.....	64
Figura 34. Esquema do provável caminho percorrido pelo calor pelas células do córtex da fibra e pela medula nodosa tipo b.....	64
Figura 35. Imagens de MEV de medula de pelo-guarda de caprinos em corte transversal, demonstrando o achatamento dos espaços da medula (A) 500X e (B) 2500X.	65
Figura 36. Imagens de MEV de pelo guarda de caprinos com fissura longitudinal com ampliação de 1200X (A) e 500X (B).....	65
Figura 37. Imagem de MEV da cutícula de pelo-guarda de caprinos com ampliação de 1000 X, mostrando a fissura longitudinal da fibra.	66
Figura 38. Imagem de MEV de pelo-guarda de caprinos contendo calosidade nos dois lados (A) e em um dos lados (B).	67
Figura 39. Imagem de MEV de pelo-guarda de caprinos apresentando calosidade sem deformação das escamas.....	67
Figura 40. Imagem do MEV da fibra fina de cashmere em ampliação de (A) 1000 X demonstrando a forma coronal das escamas e (B) 4000X, onde se demonstra claramente a borda lisa das escamas.....	72

Figura 41. Imagem do MEV de corte transversal de fibra fina de cashmere com ausência de medula em ampliação de 2500X (A) e 4000X (B). 73

LISTA DE ABREVIações

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
°C	Graus centígrados
°	Graus
μm	Micrômetro
mm	Milímetro
nm	Nanômetro
m ²	Metro quadrado
cm ²	Centímetro quadrado
V	Volt
K	Kelvin
PVC	Polivinilcrlato
ρ	Luz refletida
α	Luz absorvida
kg	Quilogramas
LDR	<i>Light Dependent Resistor</i>
ICR	Índice de Reprodução de Cores
n	Número de observações
A	Área de superfície corporal
kΩ	Quiloohm
φ	Fi
hPa	Hectopascal
m/s	Metro por segundo
kJ/m ²	Quilojoule por metro quadrado
EC	Espessura da capa externa
CP	Comprimento do pelo
AIP	Ângulo de inclinação do pelo
DP	Densidade do pelame
R. Pela	Refletância do pelame
R. Pele	Refletância do pelo
DMP	Diâmetro médio do pelo

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
1 REVISÃO DE LITERATURA GERAL	2
1.1 Origem e Características das Raças Alpina, Boer e Saanen	2
1.2 Características Estruturais das Fibras de Origem Animal	4
CAPÍTULO I.....	7
CARACTERÍSTICAS DO PELAME E PELE DE CABRAS SAANEN, ALPINA E 7/8 ALPINA + 1/8 BOER EM AMBIENTE TROPICAL.....	7
RESUMO.....	8
ABSTRACT	9
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Estresse Calórico e Produção de Leite.....	12
2.2 Características Morfofisiológicas do Pelame.....	12
2.3 Pigmentação da Epiderme e Coloração do Pelame.....	14
2.4 Refletância e Equipamento de Refletância	15
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Localização	18
3.2 Animais e Manejo	18
3.3 Protocolo de Coleta de Dados a Campo	18
3.4 Mensuração da Área de Superfície Corporal	18
3.5 Coleta dos Pelos.....	19
3.6 Mensuração da Espessura da Capa Externa.....	20
3.7 Construção de Refletômetro	20
3.8 Mensuração da Refletância do Pelame e da Epiderme	22
3.9 Análise dos Pelos em Laboratório	24
3.10 Análise do Comprimento Médio dos Pelos-Guarda	24
3.11 Medição do Diâmetro dos Pelos-Guarda	24
3.12 Densidade Numérica de Pelos	25
3.13 Ângulo de Inclinação dos Pelos em Relação à Superfície da Epiderme.....	26
3.14 Variáveis Metereológicas.....	26
3.15 Análises Estatísticas.....	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1 Variáveis Metereológicas.....	27
4.2 Área da Superfície Corporal	27
4.3 Características Morfológicas da Capa Externa	28
5 CONCLUSÕES	40
CAPÍTULO II.....	41
RECONHECIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE CASHMERE EM CABRAS NO BRASIL	41
RESUMO.....	42
ABSTRACT	43
1 INTRODUÇÃO.....	44
2 REVISÃO DE LITERATURA	45
2.1 Definição de Cashmere	45
2.2 Propriedades Estruturais e Físicas da Cashmere.....	45
2.3 Características das Células da Cutícula	46
2.4 Características das Fibras de Pelo-Guarda de Caprinos	47

2.5	Reconhecimento de Cashmere Através do Microscópio Eletrônico de Varredura	48
2.6	Influência das Estações na Produção de Fibra de Cabra.....	48
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	50
3.1	Localização	50
3.2	Animais e Manejo	50
3.3	Análises estatísticas	51
3.4	Preparação e Medição das Características da Fibra Fina de Cashmere	51
3.5	Análise da Estrutura Morfológica da Cutícula do Pelos-Guarda e Fibra Fina	55
3.5.1	Quanto à posição da escama em relação ao eixo longitudinal	55
3.5.2	Quanto ao imbricamento das bordas das escamas.....	55
3.5.3	Quanto à forma das escamas	55
3.5.4	Quanto à dimensão das escamas.....	55
3.5.5	Quanto à ornamentação das bordas das escamas.....	56
3.5.6	Quanto à continuidade das bordas das escamas	56
3.6	Análise da Medulação dos Pelos-Guarda	56
3.6.1	Quanto à presença de medula	56
3.6.2	Quanto à continuidade da medula	56
3.6.3	Quanto ao número de fileiras de células medulares	57
3.6.4	Quanto à posição do conjunto de células medulares	57
3.6.5	Quanto à disposição entre as células medulares	57
3.6.6	Quanto à ornamentação das margens da medula.....	57
3.6.7	Quanto à forma das células da medula	57
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
4.1	Estrutura Morfológica da Cutícula dos Pelos-Guarda	61
4.2	Estrutura Morfológica da Medula dos Pelos-Guarda.....	63
4.3	Características Diferenciadas Observadas nas Cutículas dos Pelos-Guarda	65
4.4	Características das Fibras Finas de Caprinos.....	68
5	CONCLUSÕES	74
	CONCLUSÕES GERAIS.....	75
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76

INTRODUÇÃO GERAL

A criação de caprinos no Brasil foi iniciada no período da colonização, trazidos pelos colonizadores portugueses, franceses e holandeses em torno de 1535. Historicamente, as cabras têm papel social importante nas populações de baixa renda, principalmente quando o clima é rigoroso, o qual exerce pressão de seleção nestes animais. O termo adaptação não pode ser definido de forma simples, é o ajustamento dos sistemas fisiológicos, morfológicos através de mudanças genéticas, estruturais, funcionais ou comportamentais relacionadas com mudanças no ambiente, objetivando a sobrevivência, reprodução e produção em condições adversas.

A capa externa nos mamíferos, constituída pela epiderme e seus anexos (pelos, lã, glândulas sudoríparas e glândulas sebáceas) e juntamente com a camada limite representa a mais extensa linha de contato entre o organismo e o ambiente. Estas estruturas estão diretamente relacionadas à capacidade do animal em perder ou ganhar calor do ambiente, por isso os diversos tipos de pelames podem influenciar no isolamento térmico e na eficiência de termólise evaporativa e conseqüentemente apresentar associação com a produção, ganho de peso e reprodução do animal. As mudanças nestas estruturas estão envolvidas na capacidade do animal de aclimatar-se e posteriormente ser capaz de adaptar-se as situações impostas pelo meio.

O trabalho foi conduzido sob as hipóteses de que existe a produção da fibra fina de cashmere nas raças e no rebanho avaliado e de que os fatores estação do ano, idades e raças poderiam influenciar no aparecimento desta fibra, assim como nas características do pelame e pele das cabras. Os objetivos da pesquisa foram: caracterizar os tipos de pelame nas diferentes estações, idades e raças; desenvolver equipamento, a baixo custo, para avaliação da refletância do pelame e reconhecer a existência de cashmere em cabras Saanen, Alpina, Boer.

O reconhecimento de cashmere no Brasil poderá contribuir para a formação de um mercado textil de fibra fina, desenvolvimento de técnicas nacionais, treinamento de mão de obra qualificada tanto para a produção quanto para a certificação de qualidade e autenticidade das fibras finas de alto valor.

Espera-se com este estudo ampliar o conhecimento sobre as estruturas morfológicas do pelame e pele de caprinos e ajudar a entender como estas estruturas atuam para manter a homeotermia, o que é fundamental para a capacidade de produção dos caprinos.

1 REVISÃO DE LITERATURA GERAL

1.1 Origem e Características das Raças Alpina, Boer e Saanen

A raça Alpina é originária da parte meridional dos Alpes Suíços (JARDIM, 1973). É criada em regiões da França, Itália, Alemanha, Estados Unidos e Canadá. No sudeste do Brasil ao final de 2010, o rebanho caprino do Estado do Rio de Janeiro era constituído por 31.860 cabeças (IBGE, 2010), sendo um número expressivo de animais da raça Alpina, especializada na produção de leite. Os pelos são curtos e lisos e os animais podem ou não ter brincos, barbas e chifres. Essa raça apresenta vários padrões de pelagem: chamoisèe, noir, policromada, repartida e mantelèe. Segundo Mason (1988) a pelagem chamoisèe possui o pelo das patas e da linha do dorso pretos e a pele preta (Figura 1).



Figura 1. Cabras da raça Alpina, pertencentes à Universidade Federal de Viçosa – MG.

A raça Saanen é originária da Suíça, criada especialmente nos vales de Saanen, Cantões de Berna e Appenzell, onde as temperaturas médias anuais são de 9,5°C (JARDIM, 1973). A raça tem, portanto, ajustes fisiológicos indicados para as regiões frias.

A pelagem é preferencialmente branca, mas existem animais de coloração creme, com pelos curtos e finos, podendo ser mais longos no fio do lombo e nas coxas. Para o registro genealógico, são aceitas pequenas manchas de coloração escura na pele. A pele é rosada e as aberturas naturais amarelas. São toleradas manchas escuras na pele, mas não nos pelos (JARDIM, 1973) (Figura 2).



Figura 2. Cabra da raça Saanen.

A raça Boer é originária da África do Sul, resultado do cruzamento de animais criados por nativos africanos, das tribos Namaqua e Fooku, com caprinos de origem indiana e européia. Segundo Adametz (1943) a pelagem do rabo pode ser vermelha, o pelo é curto e macio. O nome deriva da palavra holandesa "Boer", que significa "fazendeiro". A raça chegou ao Brasil apenas na segunda metade da década de 1990, após a abertura econômica sul-africana, com o fim do regime de segregação racial vigente naquele país.

A pelagem é branca em todo o corpo, exceto nas orelhas e na cabeça, que são de coloração vermelha, variando do claro ao escuro, com faixa branca na face (RIBEIRO, 1997) (Figura 3).



Figura 3. Cabra da raça Boer com pelame contendo subpelo (*undercoat*), pertencente à Universidade Federal de Viçosa – MG.

1.2 Características Estruturais das Fibras de Origem Animal

Caprinos criados em regiões frias produzem essas fibras que os protegem do frio. É composto por fibras mais grosseiras denominadas de pelo-guarda (*overhairs*) e por fibras finas denominadas de subpelo (*undercoat*) (TEERINK, 1991) (Figura 4).



Figura 4. Amostra de pelo-guarda e fibra fina, coletada em cabras da raça Boer.

Os subpelos apresentam frisos e ondulações compostos por somente duas regiões; cutícula e córtex (DAY, 1966). Os pelos-guarda são formados por três regiões concêntricas de células queratinizadas, a cutícula, o córtex e a medula. A cutícula, a região mais externa, composta por células em formato de escamas que se sobrepõem longitudinalmente e perifericamente apontam para a ponta da fibra; o córtex, a região intermediária que pode ser formada por três tipos de célula, ou seja, as ortocorticais, paracorticais e mesocorticais; e a região da medula, a mais interna, depende da espécie animal e possui diferentes formas (TEERINK, 1991; FEUGHELMAN, 1997; POPESCU; HÖCKER, 2007) (Figura 5).

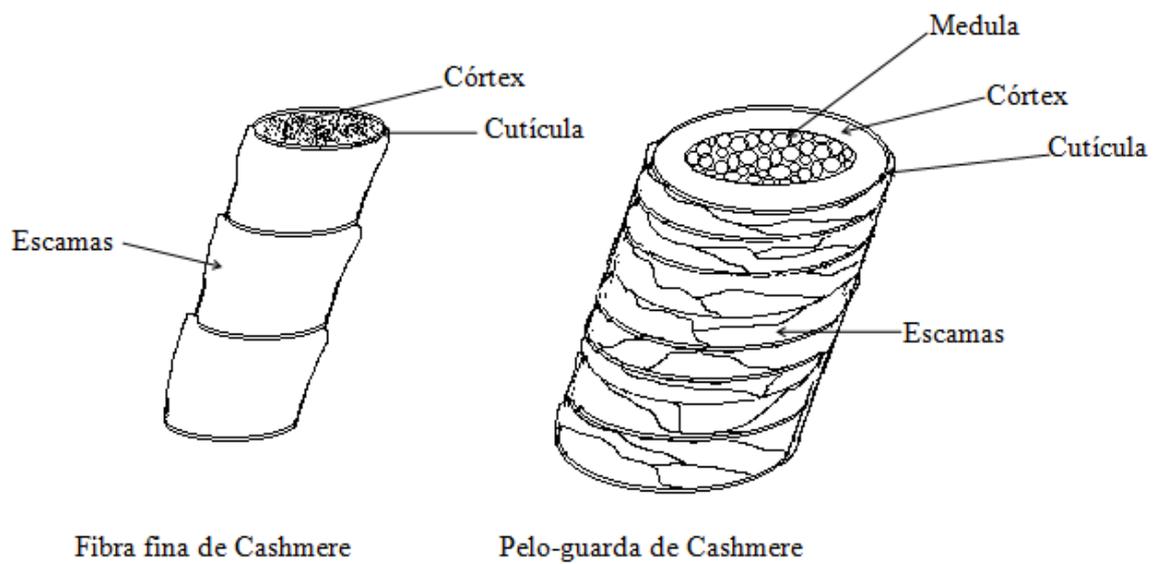


Figura 5. Esquema da morfologia da fibra fina e do pelo-guarda de cashmere.

O pelo por possuir diâmetro espesso e medula, o torna inviável para a fiação pela indústria têxtil (PATIL et al., 2012). Segundo Allain e Roguet (2006), o pelo-guarda de grande diâmetro tende a ter uma secção transversal colapsada e achatada.

CAPÍTULO I

CARACTERÍSTICAS DO PELAME E PELE DE CABRAS SAANEN, ALPINA E 7/8 ALPINA + 1/8 BOER EM AMBIENTE TROPICAL

RESUMO

O experimento foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar a estrutura da capa externa de raças caprinas através da análise de espessura da capa externa, densidade do pelame, comprimento do pelo, ângulo de inclinação do pelo em relação a epiderme, diâmetro do pelo, refletância do pelame, refletância da pele e refletância da orelha. Foram utilizadas 123 cabras, 68 da raça Alpina, 49 da raça Saanen e seis mestiças com grau de sangue 7/8 Alpina x 1/8 Boer, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 3 x 3 x 5, sendo três raças, três estações e cinco classes de idades. As características foram coletadas nas estações da primavera de 2013, verão e outono de 2014. As medições e amostras foram coletadas em três regiões do corpo do animal; pescoço, costado e garupa e foi produzida uma média destas regiões. Construímos um refletômetro digital a baixo custo para as análises de refletância do pelame e pele. Um microscópio eletrônico de varredura foi utilizado para a medição do diâmetro e um paquímetro digital foi utilizado para a medição da espessura da capa externa e do comprimento do pelo. O efeito da idade foi significativo para a espessura da capa externa nas três regiões coletadas ($P<0,01$), o comprimento do pelo no pescoço ($P<0,01$), a média do comprimento do pelo ($P<0,01$), o ângulo de inclinação do pelo nas três regiões coletadas ($P<0,01$) e o diâmetro da fibra fina ($P<0,05$). Animais com idades maiores que oito anos apresentaram maior espessura da capa externa e maior ângulo de inclinação do pelo. O efeito da raça foi significativo para a média densidade do pelame ($P<0,01$), diâmetro médio do pelo ($P<0,01$) e refletância do pelame, pele e orelha ($P<0,01$). Cabras das raças Alpina e mestiças (7/8 Alpina x 1/8 Boer) apresentaram pelame mais denso. Os pelos das cabras da raça Saanen apresentaram maior diâmetro entre as raças avaliadas, o que pode contribuir para a condução do calor pela fibra. A refletância do pelame e pele foi maior em cabras Saanen por apresentarem a coloração do pelame branco e pigmentação mais clara em relação às outras raças analisadas. O efeito da estação foi significativo para quase todos os caracteres, exceto para diâmetro do pelo do pescoço, espessura da escama da fibra fina, refletância média do pelame e refletância da pele no costado. O comprimento do pelo no verão foi menor do que no outono e primavera, o que facilita a condução térmica. No verão os pelos encontravam-se acamados facilitando a transferência de energia térmica por condução e convecção do corpo para a o exterior. Houve diferença entre as regiões do corpo coletadas para os efeitos de idade, raça e estação para as características avaliadas. Estes resultados fornecem subsídios para que se escolha a raça Saanen, a cabra leiteira mais favorável para criação em ambiente tropical. Sendo ainda necessárias coletas em diferentes partes do corpo do animal para que possa ser representativo para as avaliações de atributos adaptativos da capa externa do animal.

Palavras-chave: Atributos adaptativos. Pelo. Pelame.

ABSTRACT

The experiment was performed in order to characterize the structure of the outer layer of goat breeds. It was analyzed the thickness of the hair coat, peltry density, length hair, angle of inclination of the hair related to the epidermis, the diameter, the reflectance of peltry, skin reflectance and reflectance of the ear. Exactly 123 goats, 68 of the Alpine breed, 49 Saanen and crossbred with six degree of blood Alpine 7/8 x 1/8 Boer, distributed in a completely randomized design with factorial 3 x 3 x 5, three breeds, three seasons and five age classes. The characteristics were collected in spring 2013, summer and fall 2014 seasons. Measurements and samples were collected in three regions of the body of the animal: neck, sides, and rump. The mean values of each regions were calculated. It was built a low cost digital reflectometer in order to perform the analysis of reflectivity and skin. A scanning electron microscope was used to measure the diameter and a digital caliper was used to measure the thickness of the hair coat and the hair length. The effect of age was significant for the thickness of hair coat collected in those three regions ($P < 0.01$), and it was relevant in the length of the hair neck ($P < 0.01$), in the average length of the hair ($P < 0.01$), in the angle of inclination of the hair collected in the three regions ($P < 0.01$) and in the diameter of the fine fiber ($P < 0.05$). Animals older than eight years had greater thickness of the hair coat and larger angle of inclination of the hair. The effect of breed was significant for the average density of the peltry ($P < 0.01$) by the average diameter ($P < 0.01$) and reflectivity, skin and ear ($P < 0.01$). Alpine goat breeds and crossbred (Alpine 7/8 x 1/8 Boer) had denser hair. The hairs of Saanen goats had greater diameter measured between breeds, which may contribute to the conduction of heat by the fiber. The reflectivity and skin was higher in Saanen goats, which presented white hair and lighter pigmentation compared to other analyzed breeds. The effect of season was significant for almost all the characters except for the diameter of the neck hair thickness, of the scale of the fine fiber, average reflectivity and reflectance of the skin on the side. The length of the hair in the summer was lower than in the fall and spring, which facilitates thermal conduction. In summer, the bedridden is found by facilitating the transfer of heat energy by conduction and convection to the outer body. For the characteristics evaluated, it was not seen any influence of the body regions used to collect samples on the results related to age, breed, and season. Those results indicated the Saanen should be chosen as the most favourable breeding animals in tropical environment. Collections are still needed in different parts of the animal body for it to be representative for the evaluations of adaptive attributes of the hair coat of the animal.

Key-words: Adaptive attributes. Hair. Peltry.

1 INTRODUÇÃO

Algumas raças de caprinos leiteiros são consideradas mais tolerantes para temperaturas elevadas em comparação com bovinos leiteiros por causa de seu tamanho metabólico e alta capacidade de conservação da água (SILANIKOVE, 2000), o que torna esses animais resistentes a climas rigorosos e mantenedores de uma eficiente produção. A capacidade de aclimação desses animais e posteriormente de adaptação ao clima quente e úmido está, em parte, na modificação das características do pelame durante as diversas estações e nas diferenças existentes entre espécies e raças, que podem estar relacionadas a esta habilidade.

Animais de pequeno porte possuem maior relação superfície/volume corporal, perdendo calor mais rapidamente para o ambiente, ou seja, uma retirada mais rápida do calor aprisionado no corpo; aliado com características no pelame possibilitam uma maior sobrevivência em temperaturas críticas superiores; e para se manterem em temperaturas críticas inferiores necessitam produzir maior quantidade de calor por unidade de massa, aumentando o seu metabolismo (MOYES e SCHULTE, 2010).

Dentre os mecanismos adaptativos que influenciam diretamente os caprinos que vivem em ambientes tropicais, destacam-se os relacionados à proteção contra radiação solar e à eficiência de termólise. Além dos fatores ambientais que interferem no equilíbrio térmico dos caprinos, o pelame exerce uma importância fundamental para as trocas térmicas entre o organismo e o ambiente.

Em um estudo com cabras Saanen, Alpina e $\frac{1}{2}$ Boer : $\frac{1}{2}$ Saanen, Ligeiro et al. (2006) observaram que estes animais apresentaram pelame menos denso e pelos mais finos e compridos em comparação as medidas encontradas em trabalhos com bovinos, os autores salientaram ainda que a menor densidade do pelame seria uma característica favorável em ambientes quentes, por facilitar a remoção do ar entre os pelos.

A coloração do pelame possui importância fundamental para a menor elevação da temperatura corporal. Ovinos de pelame branco apresentaram maior tempo de ruminação ao Sol do que os castanhos e pretos (SANTOS et al., 2011). Em vacas Holandesas o pelame branco possui características morfológicas diferentes do pelame preto e o valor de eficácia de transmissividade é maior naqueles com pelos mais curtos e menos denso (MAIA et al., 2005a).

Paim et al. (2013) com o objetivo de avaliar o uso da termografia infravermelha para a separação de ovinos em diferentes grupos genéticos e avaliação das características da capa externa, concluíram que as três características fenotípicas mais importantes para a tolerância ao calor, foram a densidade de pelo, a altura da capa externa e o comprimento dos pelos.

Deve-se salientar que o desprendimento normal dos pelos e da lã é um processo constante, com maior crescimento em temperaturas frias e menor crescimento e maior desprendimento à medida que aumenta a temperatura (BLOOD; HENDERSON, 1978), sendo muito provável que a pigmentação da pele e coloração do pelame exerçam influência neste sentido.

As características morfológicas do pelame poderiam ser usadas como critério de seleção de animais mais resistentes, sobretudo, com maior capacidade de aclimatar-se ao ambiente estressante, o que pode determinar a escolha da raça, uma vez que a adaptabilidade pode ser fundamental para a viabilidade da produção e o bem-estar animal em ambiente restritivo. Logo estudos que busquem a identificação de características associadas a uma melhor adaptação a ambientes muito diferentes dos de origem da raça,

como aquelas relacionadas ao pelame e pele, são de fundamental importância para a sobrevivência e produção dos animais.

Este trabalho teve como objetivo avaliar e caracterizar a estrutura da capa externa de caprinos leiteiros e avaliar os efeitos de diferentes raças, estações do ano e idades sobre as características da pele e pelame destes animais em ambiente tropical.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Estresse Calórico e Produção de Leite

Para o metabolismo do animal a homeotermia é prioridade em relação a outras funções produtivas, como, por exemplo, a lactação (BACCARI JR., 2001). Cabras Saanen expostas ao estresse térmico moderado e grave por quatro dias diminuíram a produção de leite em 3% e 13%, respectivamente (SANO et al. , 1985).

Brown et al. (1988) relataram que a exposição de cabras leiteiras à condições de estresse térmico moderado por cinco semanas (34°C e 25% de umidade) reduziu a produção de leite em cabras Alpinas, contudo este efeito não foi observado em cabras Anglo Nubianas, o que indica que a resposta ao estresse térmico varia de acordo com a raça.

A diminuição na produção de leite de vacas sob estresse térmico acontece primeiramente pela redução no consumo de alimentos, que é devido à inibição do centro do apetite pela hipertermia corporal (BACCARI JR., 2001). Segundo Marai et al. (2007) e Costa et al. (1992), o consumo de ração por ovelhas diminui no calor, especialmente quando são oferecidos alimentos de baixa qualidade devido a tentativa de reduzir a produção de calor e a diminuição do trânsito alimentar através do aparelho digestório.

A variação no ambiente térmico dos ruminantes induz respostas fisiológicas específicas no sistema digestório, como diminuição do fluxo sanguíneo para o rúmen, redução da motilidade ruminal e da atividade ruminatória (CHISTHOPHERSON, 1985).

Além da redução no consumo de alimentos, as respostas dos animais em lactação ao estresse térmico incluem: redução na produção e porcentagem de gordura no leite; redução no consumo de forragem como porcentagem do total de alimento, quando oferecida separadamente; aumento das necessidades de manutenção; diminuição da atividade, especialmente durante o dia; aumento da frequência respiratória e hipertermia (BACCARI JR., 2001).

Segundo Baêta e Souza (2010), a faixa de termoneutralidade para caprinos está em torno de 20 a 30°C. Animais criados fora da faixa de termoneutralidade estarão submetidos ao estresse pelo calor ou pelo frio e apresentarão diminuição no ganho de peso, na produção de leite e falhas na reprodução (BACCARI JR., 1998). Ao ultrapassar a termoneutralidade por estresse calórico o organismo ativa mecanismos de termorregulação, como vasodilatação periférica, sudorese e ofego (CURTIS, 1983). A persistência desta situação por longo tempo poderá ocorrer à intensificação da termorregulação, e o animal irá reduzir seu metabolismo por meio da depressão da atividade da tireóide, com menor produção de tiroxina (SILVA, 2000). Pode ocorrer também um momento em que os mecanismos de defesa se tornam insuficientes, com quadro de hipertermia acentuada que, se persistir por horas, provoca a morte do animal (HAFEZ, 1973) ou o estresse poderá mover à adaptação do animal por uma seleção natural.

2.2 Características Morfofisiológicas do Pelame

As características morfofisiológicas do pelame dos animais são fatores importantes a serem estudados, pois afetam diretamente as trocas térmicas de calor sensível e latente (MAIA et al., 2003; BERTIPAGLIA et al., 2007). Segundo Silva (1988), a ação da radiação térmica sobre o corpo do animal depende da estrutura, coloração, dimensões e ângulo de inclinação dos pelos.

Segundo Maia et al. (2005b), a seleção de vacas da raça Holandesa com capa externa que apresentam alta resistência aos efeitos da radiação solar de onda curta, juntamente com o aumento da capacidade de dissipação de calor da capa externa, pode ser um caminho para o melhoramento genético do gado leiteiro em zonas intertropicais.

Segundo Dowling e Nay (1960) e Turner e Scheleger (1970), o pelame de inverno é um novo pelame, e não um alongamento dos pelos de verão. Segundo Veríssimo et al. (2006), bovinos têm os pelos de inverno com menor diâmetro e mais longos que os de verão, o período de transição do pelame de inverno para um de verão é de aproximadamente quatro meses.

Segundo Nicolau et al. (2004), ocorrem duas mudas anuais no pelame de bovinos: no outono, onde são observados pelos de inverno, mais compridos, diferentes dos pelos de verão que são mais curtos e outra muda na primavera, onde os pelos de inverno são substituídos por pelos mais curtos. Esse resultado mostra que em épocas onde ocorre temperatura mais elevada e fotoperíodo mais longo há uma tendência de ocorrer queda dos pelos longos do inverno, com substituição por pelos mais curtos no verão (VEIGA et al., 1964).

A densidade de pelame possui papel importante na proteção da radiação direta (SILVA, 2001), de forma que quanto menor a densidade menor é a proteção contra a radiação, no entanto facilita a retirada do ar aprisionado na capa externa pelo vento (BIANCHINI et al., 2006; LIGEIRO et al., 2006).

Maia et al. (2003) avaliaram vacas Holandesas e encontraram densidade de 932 pelos/cm² e 1309 pelos/cm² em pelos preto e branco, respectivamente e demonstraram que pelos brancos nesses animais tinham maior densidade, provavelmente pela necessidade de proteção da pele despigmentada. Ligeiro et al. (2006) encontraram densidade de 558 pelos/cm² em caprinos da raça Saanen e 491 pelos/cm², valores inferiores aos encontrados em vacas Holandesas por Maia et al. (2003), o que pode indicar que o pelame menos denso dos caprinos é uma característica favorável em climas tropicais, uma vez que favorece a dissipação do calor aprisionado entre as fibras de pelo. Segundo Veríssimo et al. (2006), quanto mais denso o pelame, pior o desempenho dos bovinos em condições de calor tropical.

O comprimento dos pelos é uma característica importante para a melhor dissipação do calor corporal. Pelos mais curtos favorecem o mecanismo de termólise convectiva, como a evaporação cutânea (MAIA et al., 2003).

Ligeiro et al. (2006) encontraram comprimento médio de pelo de 29,16 mm em cabras Saanen e 27,11 mm em cabras Alpina sendo superior aos valores encontrados por Maia et al. (2003) em vacas Holandesas (12,05 mm) e por Silva et al. (1988) em vacas da raça Jersey (15,41 mm). Segundo Maia et al. (2003), o calor conduzido através dos pelos individualmente é maior do que o conduzido pelo ar que os envolve. Logo, quanto maior o diâmetro do pelo maior será a energia térmica conduzida, para que o animal possa resistir a grandes cargas térmicas radiantes.

Fibras mais finas, como a lã formam uma trama mais fechada, e resulta em passagem mais limitada de calor devido à maior resistência térmica das fibras, sendo importantes em climas temperados para a manutenção do calor corporal, e também como proteção contra a radiação da pele despigmentada.

Udo (1978) encontrou diâmetro médio do pelo 39,3 µm e 37,7 µm em pelames preto e branco, respectivamente, de vacas Holandesas criadas na Holanda. Enquanto Maia et al. (2003) encontraram diâmetro médio de pelos de 63,6 µm e 60,5 µm em vacas da mesma raça criadas em ambiente tropical. Estes resultados sugerem que os diferentes fatores climáticos favoreceram a modificação do pelame em cada região. O diâmetro

encontrado por Ligeiro et al. (2006) foi de 8 μm para cabras da raça Saanen, o que indica a existência de diferenças entre as espécies.

Segundo Silva (2000), a inclinação do pelo se define como o ângulo de inclinação do pelo em relação à epiderme do animal e possui importância na proteção contra a radiação térmica e a dissipação do calor, tanto o calor contido entre as fibras quanto o calor interno do animal.

Nicolau et al. (2004) encontraram em bovinos da raça Caracu ângulo de inclinação dos pelos menor no inverno $21,31^\circ$ que no verão $23,56^\circ$. De modo geral, os pelos tendem a se inclinar sobre a superfície da epiderme quando há necessidade de facilitar a termólise; e de se eriçar, quando ocorre estresse pelo frio, a fim de aumentar o isolamento térmico proporcionado pelo pelame (NICOLAU et al., 2004). Entretanto, se o comprimento dos pelos for pequeno e existir a presença de vento, o eriçamento dos pelos pode favorecer a termólise, uma vez que se os pelos estiverem em posição mais ereta, haverá um contato mais amplo entre o ar circulante e a superfície da epiderme. Este recurso é vantajoso desde que o animal não possua uma epiderme despigmentada, podendo sofrer à ação da radiação solar.

2.3 Pigmentação da Epiderme e Coloração do Pelame

O constituinte químico responsável pela pigmentação da epiderme e coloração do pelame é a melanina, denominação genérica de uma classe de compostos poliméricos de coloração castanha escura, derivados do aminoácido tirosina, cuja principal função é a pigmentação e proteção contra a radiação ultravioleta (BLOIS, 1978). Quando um animal é exposto à radiação ultravioleta os melanossomas no citoplasma dos melanócitos sintetizam a melanina devido à ação da enzima tirosinase tendo como produto final a melanina, podendo ser de coloração marrom ou preta (BLOIS, 1978).

A síntese de melanina dos melanócitos foliculares está estritamente ligada à fase de crescimento do ciclo do cabelo (anagênica) e cessa durante a regressão do folículo (catágena), e está ausente durante toda a fase de repouso (telógena) (SLOMINSKI et al., 1994). As eumelaninas e/ou feomelanina são os componentes de melanina da haste do pelo.

A melanogênese folicular envolve sequencialmente a atividade melanogênica de melanócitos foliculares, a transferência de pigmentos de melanina pelos queratinócitos corticais e medulares, e a formação de fibras de pelo pigmentados. Segundo Hearing, (1999), esta atividade é por sua vez regulada por um conjunto de enzimas, proteínas estruturais e regulatórias, transportadores e receptores e seus ligantes, atuando principalmente nos estágios do folículo piloso em desenvolvimento. A melanogênese folicular é rigidamente vinculada com a fase anágena do ciclo do pelo, sendo desativada na fase catágena (SLOMINSKI et al., 2005).

No interior do folículo piloso os melanócitos derivados da crista neural no bulbo capilar produzem e transportam melanina para os queratinócitos da zona precortical que se diferenciam para formar a haste de cabelo pigmentada. A pigmentação do folículo se regenera ciclicamente em sincronismo com o ciclo de crescimento da haste do cabelo.

Os compartimentos de melanócitos no folículo do pelo proporcionam também um reservatório para a repigmentação da epiderme e para a formação de novos cíclicos anágenos dos bulbos capilares. A síntese de melanina e transferência de pigmento para os queratinócitos dos bulbos são dependentes da disponibilidade de precursores de melanina, regulação dos caminhos de transdução de sinais intrínsecos à pele e do folículo piloso, que são tanto receptores dependentes e receptores independentes (SLOMINSKI; PAUS, 1993).

Segundo Silva (2000), vacas holandesas também apresentam melanócitos nas áreas despigmentadas da epiderme, mas a atividade desses está bloqueada por fatores gênicos.

Maia et al. (2002) demonstraram que a transmitância do pelame não depende somente da coloração do pelame, mas da densidade de pelos. Maia et al. (2005b) confirmaram que a absorvidade efetiva é maior em pelame preto e denso com pelos grossos e longos, em comparação aos pelames brancos e menos densos, com pelos curtos e finos. Silva (2000) e Kazama et al. (2008) reafirmam que o pelame escuro adquire maior ou menor quantidade de calor dependendo de um conjunto complexo de propriedades do organismo e do ambiente.

Segundo Nicolau et al. (2004), a pigmentação da epiderme e a pigmentação do pelame de bovinos da raça Caracu foram afetadas significativamente tanto pela idade, como pela época do ano. Nestes bovinos na primavera (outubro), os animais apresentaram a maior pigmentação da epiderme (91,18%) e do pelame (86,50%). No outono (maio), verificou-se a menor pigmentação (60,9%) da epiderme e (57,85%) do pelame. Silva et al. (1988) observaram em vacas da raça Jersey uma pigmentação da epiderme no verão (janeiro a março) de 75,9 % e no inverno (julho a setembro) 71,5%, ao passo que a pigmentação do pelame foi mais intensa no inverno (julho a setembro) 48,9 % do que na primavera (outubro a dezembro) 43,1 %.

Bianchini et al. (2006) encontraram níveis de pigmentação da epiderme de animais da raça Nelore de 24,50% e coloração do pelame de 10,0%, ao utilizarem o mesmo refletômetro descrito por Silva et al. (1988). Os níveis de pigmentação do pelame diferem dos outros estudos, pois os animais da raça Nelore possuem o pelame branco, o que apresenta maior refletividade, por exemplo, neste estudo estes animais apresentaram refletividade do pelame de 90%.

Estes resultados reforçam a afirmação de Silva et al. (2001), a saber, que a melhor proteção para ambientes tropicais é proporcionada por pelame branco com baixa densidade sobre uma epiderme negra. Silva et al. (2001) estudaram a transmissão da radiação ultravioleta através do pelame e da epiderme de bovinos das raças Holandesa e Nelore, com amostras de couro de animais recém abatidos e relataram que a quantidade de radiação transmitida por meio do pelame depende da coloração e das características estruturais do pelame (espessura da capa externa, comprimento, diâmetro, densidade e ângulo de inclinação dos pelos).

Segundo Santos et al. (2011), a cor das diferentes pelagens de ovinos da raça Santa Inês influenciou o comportamento dos animais, sendo que os animais brancos apresentaram maior tempo de ruminação que os castanhos e pretos. De acordo com os autores, isso ocorreu provavelmente pelo fato do pelame branco ser mais reflexivo e assim não aumentar o calor corporal, diferente dos pelames escuros.

2.4 Refletância e Equipamento de Refletância

A refletividade dos materiais expostos à luz se comporta de várias maneiras. Quando a luz incide em uma superfície uma fração ρ do total incidente é refletida, isto é, retorna ao hemisfério de procedência sem penetrar na matéria; outra porção, α , é absorvida dentro do material, configurando-se num ganho de energia (KAUFMAN; CHRISTENSEN, 1985) (Figura 6).

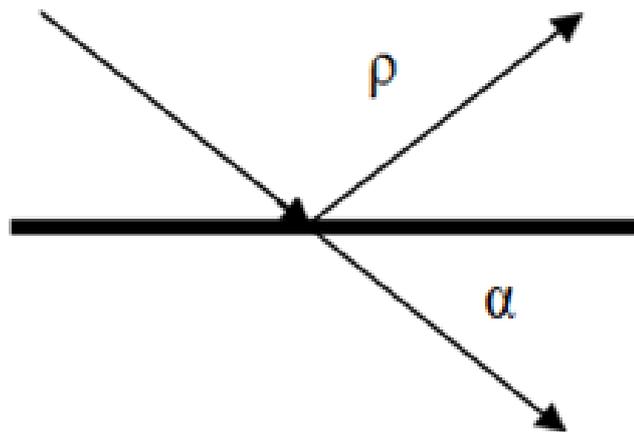


Figura 6. Esquema de fluxo luminoso refletido ρ e absorvido α .

O comportamento refletivo de um material depende da refletância especular e da refletância difusa. A refletância especular ocorre quando a superfície da amostra consegue refletir toda a luz incidente num mesmo ângulo como se fosse um "espelho". Já a refletância difusa ocorre quando a superfície da amostra reflete a luz incidente em diversos ângulos dispersos devido à irregularidade da superfície (Figura 7 A e B).

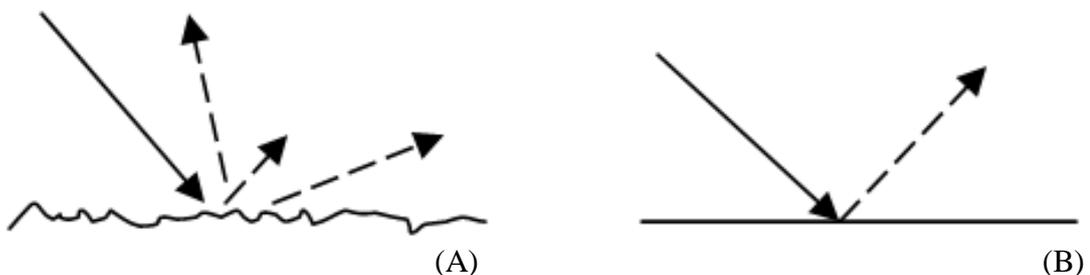


Figura 7. Esquema de refletância difusa (A) e especular (B).

Superfícies com valores altos de refletância apresentam alta refletividade na luz visível (381 a 780 nm) e, portanto teoricamente, apresentam cores mais claras (THEVENARD; HADDAD, 2006; SAILOR et al., 2006).

O espectro eletromagnético cobre uma grande variedade de energia radiante de acordo com a magnitude de suas frequências ou comprimento de onda. Apenas uma pequena parte desta energia radiante é percebida pelo olho humano; sendo denominada "luz". Esta radiação visível situa-se no espectro entre 380 nm a 780 nm. O sistema olho e cérebro não só percebe a radiação dentro desta faixa, mas também é capaz de discriminar diferentes comprimentos de onda para produzir a sensação de cor (Figura 8).

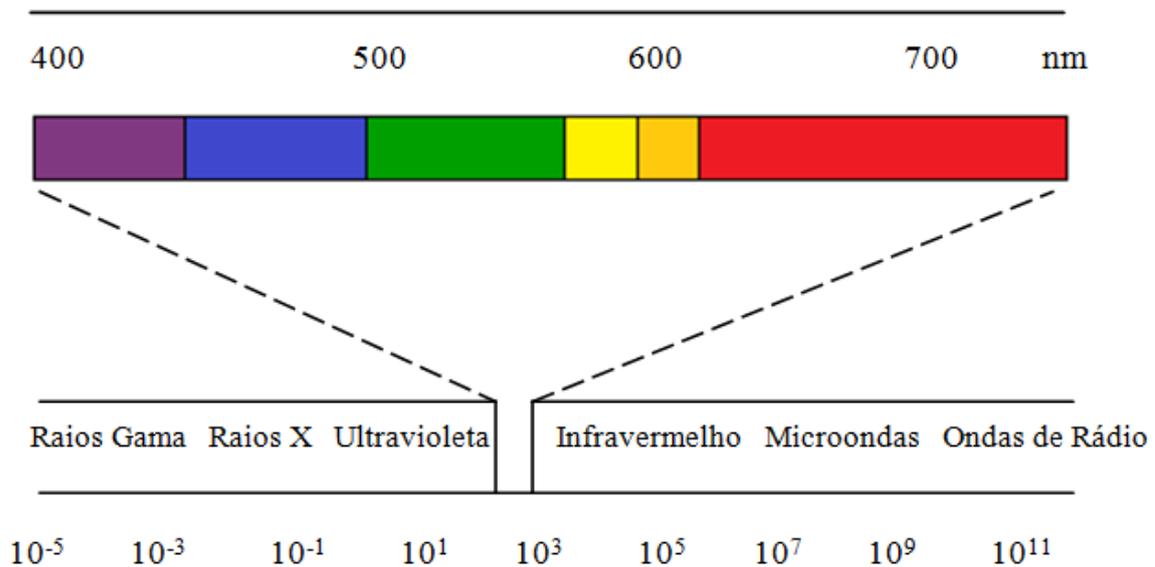


Figura 8. Espectro eletromagnético percebida pelo olho humano, com comprimentos de onda em nanômetros (nm).

Matias et al. (2003) desenvolveram um refletômetro de baixo custo para medidas de refletância difusa colorimétrica, para isso utilizaram um LED –Diodo Emissor de Luz (*Light Emitter Diode*) verde como fonte e um LDR - Resistor Dependente de Luz (*Light Dependent Resistor*) como detector.

Tubino e Souza (2006) desenvolveram um instrumento de refletância difusa para determinação de diclofenaco em preparações farmacêuticas sólidas e líquidas na região do visível. A reação ocorre diretamente na célula de medida. LED vermelho foi usado como fonte e LDR como fotodetector. Lau et al. (2006) construíram sensores de pH com membrana de verde de bromo cresol. Dois sensores com LED e LDR foram comparados. Ambos os sensores responderam a variações de pH de soluções tampão de forma similar obtendo-se curvas sigmodais. Os valores de pKa obtidos com estes sensores foram concordantes com o valor oficial disponível na literatura. Ambos apresentaram baixo consumo de energia, alta sensibilidade e baixo custo para confecção.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

O experimento foi realizado no período de outubro de 2013 a abril de 2014, no Setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, na Zona da Mata de Minas Gerais, a 20°45' S de latitude e 42°51' W, altitude média de 692,73 metros, clima CWA de acordo com a classificação de Köppen (inverno seco e verão úmido), com temperatura média anual de 20,9°C e pluviosidade anual de 1.203 mm.

3.2 Animais e Manejo

Foram utilizadas 123 cabras, 68 da raça Alpina de pelagem chamoisée e policromada, 49 da raça Saanen e seis com composição genética de 7/8 Alpina x 1/8 Boer, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com cinco grupos de idade (≤ 2 anos, $> 2 \leq 4$ anos, $> 4 \leq 6$ anos, $> 6 \leq 8$ anos, > 8 anos), três grupos raciais e três estações (primavera de 2013, verão e outono de 2014). As análises de refletância do pelame e pele foram coletadas somente nas estações do verão e outono.

A instalação é amplamente aberta com telha de fibrocimento. Os animais foram mantidos em baias coletivas, com piso de cama e livre acesso à água, sal mineral e solário, de acordo com o manejo normal do rebanho. A área das baias é de 25 m² e dos solários é de 9 m². As cabras são ordenhadas duas vezes ao dia, com ordenhadeira mecânica, e é feito o controle leiteiro e pesagem semanal dos animais. A dieta é composta de feno de *Cynodon dactylon* (capim Tifton-85) ou silagem de *Pennisetum purpureum* (capim elefante) e mistura concentrada, a base de fubá de milho, farelo de trigo, e farelo de soja, fornecida duas vezes ao dia, formuladas para atender às exigências de animais em lactação de acordo com o AFRC (1993).

3.3 Protocolo de Coleta de Dados a Campo

Foram realizadas três coletas e mensurações (outubro de 2013, fevereiro e abril de 2014), correspondendo às estações de primavera, verão e outono para todas as características analisadas, exceto para refletância da pele e pelame para as quais foram realizadas somente duas medições, em fevereiro e abril de 2014.

3.4 Mensuração da Área de Superfície Corporal

Estudos sobre caracterização do pelame e transferência térmica entre animal e ambiente requerem o conhecimento da superfície corporal.

Foi utilizada a equação de Bernnett (1973), citado por Silva (2000), em que W é o peso do animal em quilos (kg), e que apresentou uma estimativa bastante satisfatória para ovinos, tendo sido estabelecida de forma experimental, a partir da avaliação direta da área de peles extraídas.

$$A = 0,094 W^{2/3} \quad (1)$$

3.5 Coleta dos Pelos

A coleta de pelos foi realizada nas regiões centrais do pescoço (P), costado (C) e garupa (G) do animal. Para coleta dos pelos foi utilizado o método divulgado por Lee (1953), o qual consiste no uso de um alicate de bico chato sem frisos, com um afastador metálico no seu eixo para que a abertura permaneça a mesma quando este é fechado, sendo empregada uma abertura de 0,2 cm², e assim padronizar a área de coleta (Figura 9).

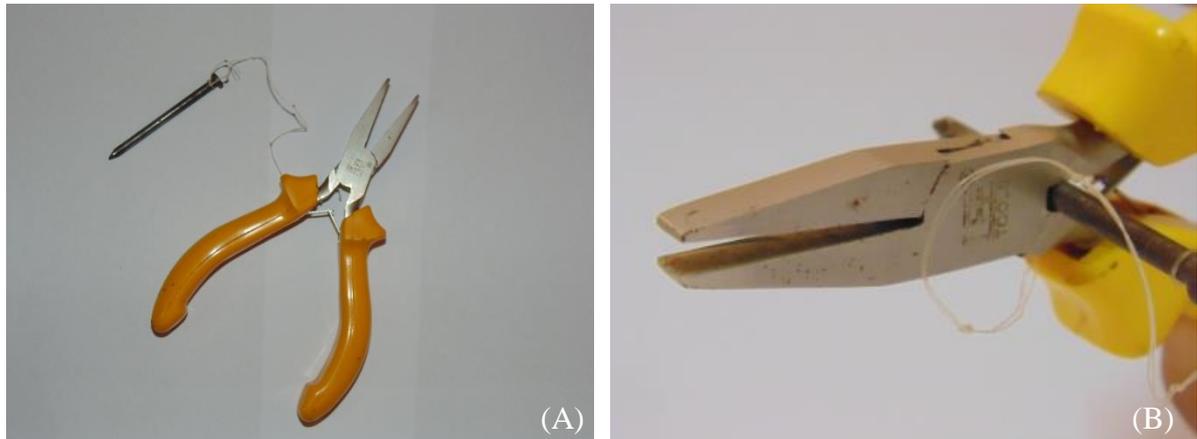


Figura 9. Alicate adaptado com prego limitador de abertura (A) e alicate montado pronto para coleta (B).

O alicate foi posicionado em um ângulo reto com a pele do animal, até que o bico do alicate encostasse-se à epiderme. O afastador foi removido, ao mesmo tempo em que se apertou o alicate, desta forma, em um movimento rápido os pelos foram coletados (Figura 10 A e B).



Figura 10. Coleta dos pelos com alicate adaptado na região do pescoço (A) e garupa (B) de cabras.

A amostra então coletada foi colocada em uma pequena embalagem de plástico adesivo e identificada com o número do animal e a região coletada.

3.6 Mensuração da Espessura da Capa Externa

A espessura da capa externa foi mensurada nas regiões centrais do pescoço, costado e garupa do animal, utilizando-se um paquímetro digital com dispositivo de profundidade, levemente encostado na pele do animal e aberto até que a altura máxima do pelo chegasse à base do dispositivo de profundidade (Figura 11 A e B).

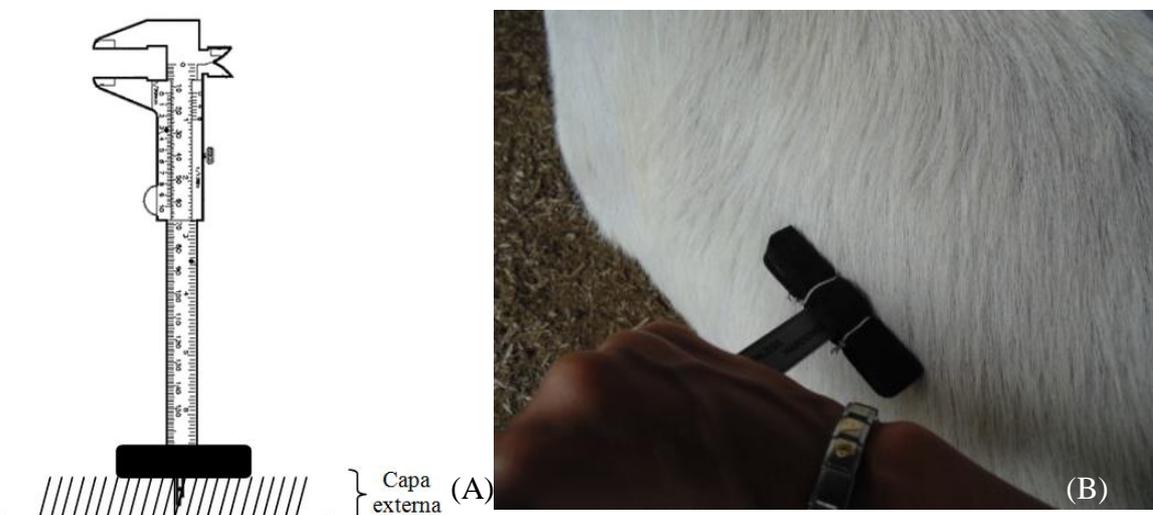


Figura 11. Esquema de medição da capa externa (A) e imagem de paquímetro com dispositivo de profundidade, para análise da espessura da capa externa (B).

3.7 Construção de Refletômetro

A etapa de construção do equipamento foi desenvolvida no Laboratório de Materiais e Dispositivos Supercondutores da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Construiu-se um protótipo de refletômetro através da leitura de um LDR-.Resistor Dependente de Luz (*Light Dependent Resistor*)

O LDR é um dispositivo eletrônico acessível comercialmente, sendo usado como fotodetector (ROSSI; TUBINO, 1991; SENG; KITA, 2007; TUBINO; QUEIROZ, 2007). O LDR em espectrometria é também chamado de fotoresistor, tratado como um dispositivo de estado sólido que tem como propriedade a variação da resistência elétrica em função da absorção de radiação eletromagnética (TUBINO; QUEIROZ, 2007), ou seja, LDR é um sensor que converte a luz em valores de resistência. É feito de sulfeto de cádmio (CdS) ou seleneto de cádmio (CdSe). Sua resistência diminui quando a luz é muito alta, e quando a luz é baixa, a resistência no LDR aumenta sendo assim apto para medida da “quantidade” de luz: pequenas variações na intensidade da luz irão provocar pequenas variações no valor da resistência, permitindo, assim, saber exatamente o quanto de intensidade luminosa há sobre o LDR.

Durante a construção do refletômetro, priorizaram-se materiais de baixo custo e facilmente encontrados em casas comerciais (o refletômetro teve um orçamento de aproximadamente R\$ 40,00, tanto em estrutura quanto nos dispositivos eletrônicos utilizados).

O equipamento é constituído de duas partes, uma parte composta pela ponta de prova que contém o sensor e o emissor de luz; e outra parte correspondente ao sistema de

controle, em um gabinete que contém dois circuitos independentes, um para prover a lâmpada de energia e outro para condicionamento do sinal elétrico vindo do LDR.

Como a cor é um estímulo proveniente da interação energia-matéria, para o estudo da refletância do sistema pelame e pele foi necessário o isolamento do meio a fim de evitar a influência de outras fontes de energia radiante. Assim sendo, a ponta de prova do refletômetro foi construído com cano de polivinilcrlato (PVC) de $\frac{1}{2}$ polegadas, dotado de corte de 45 graus e posicionamento da lâmpada e do LDR em ângulo também de 45 graus em relação à qualquer superfície a ser analisada. Com esta configuração, se isola totalmente a área a ser estudada após a ponta de prova ser colocada no pelame ou pele do animal.

A superfície interna do cano de PVC foi pintada com tinta preta fosca, para que não houvesse influência relevante desta superfície na refletância. Para a ponta de prova foi utilizado uma mini lâmpada de tungstênio de 12 Volts (V) como fonte luminosa, com índice de reprodução de cores (IRC) de 100%, o que corresponde à avaliação do grau de aproximação entre a aparência cromática dos objetos iluminados por uma fonte considerada, e aquela dos mesmos objetos iluminados por um iluminante de referência, em condições de observação especificadas. Lâmpadas com IRC de 100% apresentam as cores com total fidelidade e precisão, conforme recomendações da NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013).

A lâmpada utilizada possui temperatura de cor de aproximadamente 2.700 Kelvin (K) e LDR de 10mm como sensor capaz de medir a variação da intensidade luminosa. O LDR foi encaixado de forma que toda luz após ser emitida pela lâmpada e refletida pelo pelame ou pele chegasse de forma uniforme por toda a área do LDR (Figura 12).

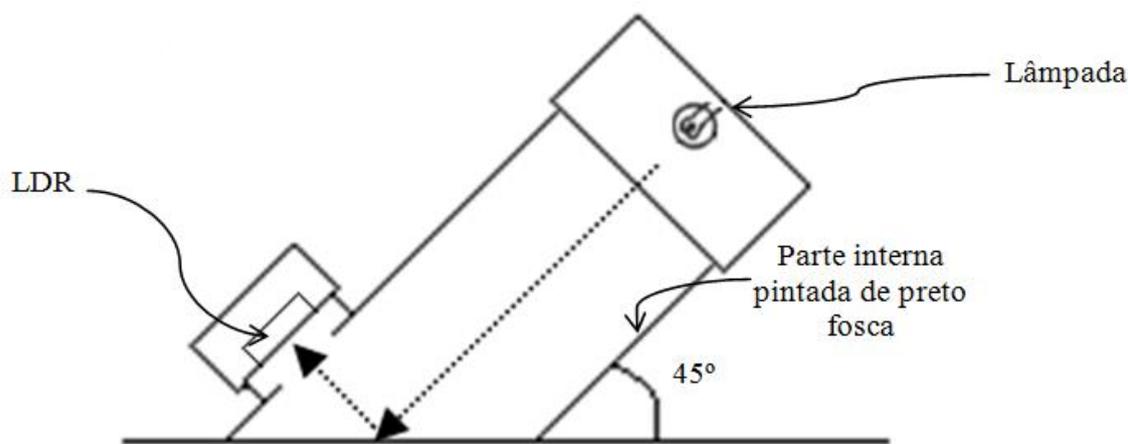


Figura 12. Esquema da ponta de prova de refletômetro construído no LMDS/UFRRJ.

Para o gabinete de controle, se usou uma caixa para circuitos, multímetro digital da marca ICEL modelo IK -1000, um resistor de 10 k Ω , duas chaves de *on/off* (liga/desliga): uma para acionar a lâmpada e outra para acionar o circuito do LDR, bateria de 9 V, conjunto de pilhas de 1,5 V, caixa de plástico preta de circuito e fios eletrônicos (Figura 13).

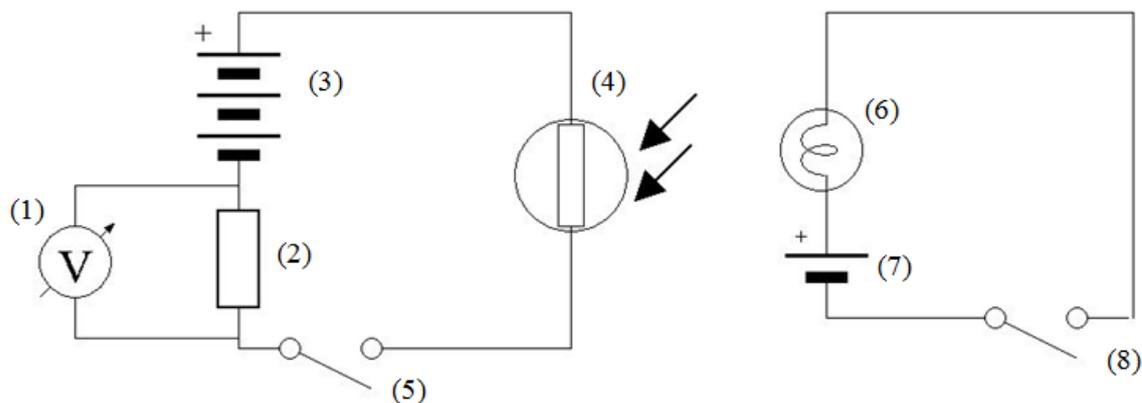


Figura 13. Circuitos elétricos do refletômetro construído no LMDS/UFRRJ, com simbologia: (1) voltímetro, (2) resistor de 10 k Ω , (3) bateria de 9 V, (4) LDR, (5) chave on/off, (6) mini lâmpada, (7) pilhas de 1,5 V e (8) chave on/off:

O refletômetro foi calibrado para a refletância máxima, através da utilização de padrão branco composto de substância de hidróxido de magnésio prensado e foi realizado testes com diferentes pelames de animais e padrão comercial preto fosco. Foi confeccionada uma bolsa de tecido para o transporte do equipamento para facilitar a coleta da refletância (Figura 14 A e B).

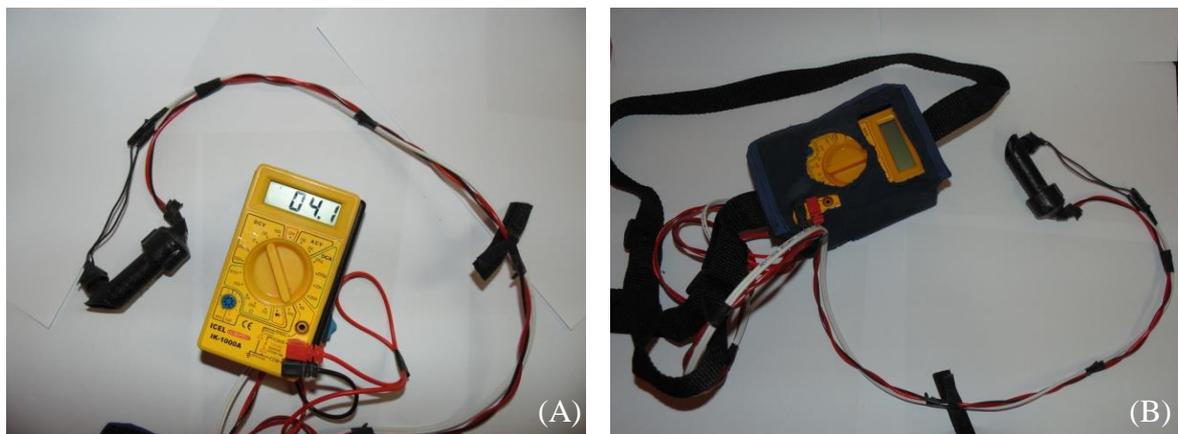


Figura 14. Imagem de equipamento refletômetro finalizado composto de ponta de prova, gabinete de controle (A) e bolsa para transporte (B), para análise da refletância da pele e pelame.

3.8 Mensuração da Refletância do Pelame e da Epiderme

As refletâncias do pelame e da epiderme foram avaliadas mediante refletômetro construído no Laboratório de Materiais e Dispositivos Supercondutores da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, a baixo custo, onde um foco de luz de tungstênio é dirigido para a epiderme e a intensidade da luz é detectada por um fotorresistor LDR (Resistor Dependente de Luz) e foi interpretado com o auxílio de um multímetro ICEL modelo IK -1000 a incerteza do equipamento 0,5% da leitura mais dois dígitos na última casa decimal foi considerada para a análise (Figura 15 A e B).

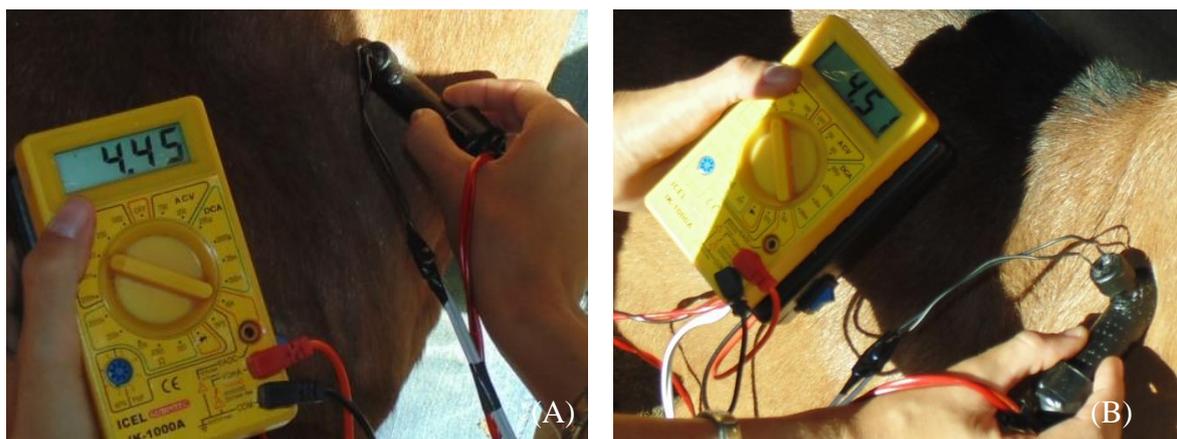


Figura 15. Análise da refletância do pelame (A) e pele (B) de cabra Alpina por meio de refletômetro construído a baixo custo LMDS/UFRRJ.

A refletância da superfície do pelame foi avaliada nas três regiões centrais do pescoço, costado e garupa. Após uma tricotomia do mesmo local foi avaliada a refletância da epiderme. Além dessas regiões, também foi avaliada a refletância da epiderme na parte interna da orelha como uma alternativa de mensuração desta característica sem a necessidade de tricotomia (Figura 16 A, B e C).



Figura 16. Tricotomia em cabras em três regiões centrais do pescoço (A), costado (B) e garupa (C), para análise de refletância da pele.

Para a análise da refletância foi utilizado o fator de reflexão (ρ) que é definido pela relação entre o fluxo luminoso refletido por uma superfície (φ_r) e o fluxo luminoso incidente (φ_i) sobre ela (KAUFMAN; CHRISTENSEN, 1985):

$$\rho = \frac{\varphi_r}{\varphi_i} \quad (2)$$

O valor da refletância (R) é normalmente dado em porcentagem. Essa refletância corresponde a um valor médio dentro de um espectro visível.

A metodologia empregada para obtenção da refletância determinada para comprimentos de onda de 350 a 850nm está de acordo com (SILVA et al., 1988; ROSSI; TUBINO, 1991; NOVO, 1992; TUBINO; QUEIROZ, 2007) onde se supõe que a energia refletida por uma superfície branca e uniforme é aproximadamente igual à energia incidente sobre a mesma; desta forma, as refletâncias foram calculadas pela razão entre os

valores obtidos com o refletômetro sobre as amostras de pelame e epiderme e os valores obtidos com o refletômetro sobre a amostra de hidróxido de magnésio prensado, de acordo com a seguinte fórmula:

$$R(\%) = 100 \frac{V_s}{V_p} \quad (3)$$

Em que:

- R é a refletância
- V_s é a tensão de saída obtida nos terminais do sensor para uma amostra qualquer,
- V_p é a tensão de saída obtida nos terminais do sensor para o padrão de branco.

Desta forma obtém um padrão de intensidade, atribuindo-se um valor entre zero (para a menor refletância) e 100 (para a maior refletância).

3.9 Análise dos Pelos em Laboratório

As análises foram realizadas no Laboratório de Materiais e Dispositivos Supercondutores (LMDS) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro com a utilização de microscópio eletrônico de varredura (MEV) e paquímetro digital.

3.10 Análise do Comprimento Médio dos Pelos-Guarda

O comprimento dos pelos foi medido com paquímetro digital, os pelos foram esticados para a melhor medição do comprimento real do pelo (Figura 17). Consideraram apenas os dez pelos mais longos de cada amostra e posteriormente o cálculo da média aritmética desses comprimentos de pelos, de acordo com o procedimento de Udo (1978).

Essa metodologia se utiliza os maiores pelos, uma vez que já completaram seu crescimento e estão efetivamente no limite entre a superfície do animal e o ambiente. Com isso, elimina-se o risco de subestimar essa variável e considera pelos recém-emergidos dos folículos.



Figura 17. Medição de comprimento do pelo com paquímetro.

3.11 Medição do Diâmetro dos Pelos-Guarda

Foi utilizada para esta medida amostras de fragmentos da porção do meio de três pelos da região do pescoço (P), costado (C) e garupa (G) de cada animal e posteriormente foi calculada a média das três amostras para cada região (Figura 18).

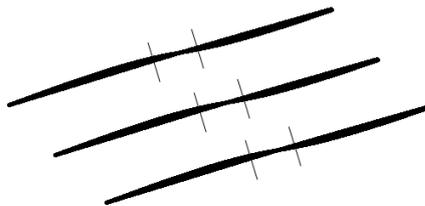


Figura 18. Região do corte de fragmentos da porção do meio de três amostras de pelos, para análises do pelo-guarda.

A medição microscópica do diâmetro do pelo, foi realizada com auxílio do microscópio eletrônico de varredura (MEV) da marca e modelo HITACHI TM-3000 (Figura 19A), em uma tensão de aceleração de 5kV e 5,5-6,3 mm de distância de trabalho. Os pelos foram cortados em fragmentos de 0,4 mm de comprimento segundo procedimento do método (IWTO-08, 2004) descrito na Organização Internacional Têxtil de Lã (*International Wool Textiles Organization*), fixados em porta amostra *STUB* de alumínio com fita de carbono dupla face. As medidas foram realizadas através do software próprio do equipamento (Figura 19B).



Figura 19. MEV- HITACHI TM-3000 com EDS OXFORD SWIFT ED (LMDS/UFRRJ) (A) e *Stub* com amostras de pelo-guarda colocados sobre fita de carbono (B), para análises das características do pelo.

3.12 Densidade Numérica de Pelos

O número de pelos por unidade de área da epiderme (pelos/cm²) foi avaliada através da contagem do número de pelos da amostra, correspondente a área de abertura entre as mandíbulas do alicate (0,20 cm²), conforme Silva (2000).

$$Densidade = \frac{N^{\circ} \text{ pelos coletados}}{\text{Área de abertura do alicate (cm}^2\text{)}} \quad (4)$$

3.13 Ângulo de Inclinação dos Pelos em Relação à Superfície da Epiderme

O ângulo de inclinação dos pelos em relação à superfície da epiderme (graus) foi obtido conforme Silva (2000):

$$\hat{\text{Ângulo}} = \text{arc sen} \frac{\text{Espessura da capa externa (mm)}}{\text{Comprimento médio dos pelos (mm)}} \quad (5)$$

3.14 Variáveis Meteorológicas

Foram consultados os dados meteorológicos de Temperatura (°C), Umidade Relativa (%), Ponto de Orvalho (°C), Pressão (hPa), Vento (m/s), Radiação (kJ/m²) e Chuva (mm) da região, referentes aos anos de 2013 e 2014 pela estação meteorológica automática do Instituto de Meteorologia (INMET-Viçosa-MG), para a produção das médias dos meses correspondentes as estações da primavera de 2013, verão e outono de 2014.

3.15 Análises Estatísticas

Foram realizadas análises de variância, teste de Tukey a 5% de significância para verificar a influência das estações do ano, raças e idades nas características morfológicas medidas na pele e pelos dos animais.

Os dados foram analisados pelo método dos quadrados mínimos generalizados segundo o procedimento *lsmeans* do programa computacional SAS[®] (2002).

O modelo estatístico utilizado para as características avaliadas foi:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + R_j + I_k + e_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} = observação correspondente à espessura de pelame, densidade numérica, comprimento, diâmetro médio e ângulo de inclinação dos pelos, e refletância do pelame, pele e orelha, medidos na raça j , na estação i , na idade k ;

μ = média geral de cada uma das variáveis;

R_j = efeito da raça j (j = Alpina, mestiça (7/8 Alpina x 1/8 Boer) e Saanen)

E_i = efeito da estação i (i = verão e outono para a refletância e i = primavera, verão e outono para as demais características)

I_k = efeito da idade k (k = ≤ 2 anos, $> 2 \leq 4$ anos, $> 4 \leq 6$ anos, $> 6 \leq 8$ anos, > 8 anos)

e_{ijk} = erro aleatório associado à observação Y_{ijk} .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variáveis Meteorológicas

Na Tabela 1 são sumarizados as médias gerais e valores mínimos e máximos das variáveis meteorológicas registradas durante a primavera de 2013 e verão e outono de 2014 em Viçosa-MG.

As médias das temperaturas encontradas para as três estações estão dentro da faixa de termoneutralidade para caprinos (BAÊTA e SOUZA, 2010).

Tabela 1. Média geral \pm desvio padrão para variáveis meteorológicas da região de Viçosa referentes à primavera, verão e outono de 2013 e 2014.

Variáveis	Estações					
	Primavera - 2013		Verão - 2014		Outono - 2014	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
TAr (°C)	20,23 \pm 3,8	21,42 \pm 4,30	21,84 \pm 3,51	23,27 \pm 4,13	21,34 \pm 4,20	22,20 \pm 1,20
UR (%)	72,92 \pm 18,43	78,43 \pm 16,10	71,49 \pm 19,56	77,79 \pm 17,02	65,40 \pm 16,2	66,35 \pm 16,74
TPO (°C)	15,44 \pm 2,27	16,25 \pm 2,20	16,66 \pm 1,40	17,75 \pm 0,97	16,50 \pm 2,25	16,67 \pm 2,36
Patm (hPa)	935,47 \pm 2,80	935,96 \pm 2,76	936,04 \pm 143	936,49 \pm 141	935,78 \pm 1,3	935,80 \pm 1,6
VV (m/s)	0,92 \pm 1,03		1,06 \pm 0,92		0,80 \pm 1,01	
Radiação (kJ/m ²)	743,73 \pm 1046,41		1050,72 \pm 1442,09		725,40 \pm 1020,01	
Chuva (mm)	0,11 \pm 0,48		0,03 \pm 0,14		0,13 \pm 0,54	

TAr= Temperatura do ar (°C), UR = Umidade relativa do ar, TPO=Temperatura do ponto de orvalho (°C), Patm= Pressão atmosférica (hPa), VV = Velocidade do vento (metro/segundo), Radiação (kJ/m²), Mín= mínimo, Máx=máximo.

4.2 Área da Superfície Corporal

Os valores médios de massa corporal e área da superfície corporal estão apresentados na Tabela 2. No verão, os animais apresentaram uma área de superfície corporal 95,17cm² diminuindo proporcionalmente a superfície (área) de perda e elevando o volume de produção de calor, uma vez que um animal menor perde proporcionalmente mais calor que um corpo maior, por apresentar uma maior relação superfície/volume. Isto acontece porque enquanto as superfícies variam numa proporção quadrática, os volumes variam numa proporção cúbica. Com a redução proporcional da área de perda de calor as cabras provavelmente tiveram menores gastos de energia no verão para manter a temperatura corporal em relação às outras estações do ano e, portanto, menores requerimentos de nutrientes energéticos.

A produção de calor varia com a massa corporal e a perda de calor varia com a área de superfície corporal.

Tabela 2. Valores médios das características de massa corporal e área de superfície corporal nas três estações coletadas.

Estação	Média do massa corporal (kg)	Área da Superfície Corporal (cm²)
Primavera - 2013	55,48	99,38
Verão - 2014	54,50	95,17
Outono - 2014	55,49	99,21

4.3 Características Morfológicas da Capa Externa

As características da capa externa como: espessura da capa do pelame, comprimento médio do pelo, diâmetro do pelo, ângulo de inclinação dos pelos, densidade numérica dos pelos, refletância da pele e refletância do pelame estão fortemente ligadas, podendo facilitar ou não a termólise, como forma do animal manter a homeostase. Devendo então ser analisadas em conjunto.

Pelas médias gerais observadas para as características do pelame (Tabela 3) verificamos que o pelame de cabras Alpina, Saanen e 7/8 Alpina + 1/8 Boer é espesso, pouco denso, com pelos compridos e mais eretos, se comparados com bovinos Holandeses (MAIA et al. 2003, BIANCHINI et al., 2006) e mais assentado quando comparados com pelame de bovinos Caracu (NICOLAU et al. 2004). O pelame foi considerado mais espesso, comprido, menos denso do que o relatado por Ligeiro et al.(2006) onde a média geral para caprinos foi de 5,80 μm de espessura da capa externa, 28,47 mm de comprimento do pelo e 527 pelos/cm² de densidade.

O pelame pouco denso favorece a evaporação do calor aprisionado entre as fibras de pelo e juntamente com pelos grossos irá ajudar a termólise, pois o calor conduzido através dos pelos individualmente é maior do que o conduzido pelo ar que os envolve (MAIA et al., 2003). Logo, o maior diâmetro do pelo irá favorecer a condução da energia térmica, para que o animal possa resistir a grandes cargas térmicas radiantes.

Observamos o aparecimento de fibras finas nas cabras Alpina, Saanen e 7/8 Alpina + 1/8 Boer que se situava por baixo dos pelos. As fibras finas apresentaram diâmetro médio de 10,63 μm (Tabela 3) e características especiais que serão mais elucidadas no capítulo seguinte. As características de finura e ondulação destas fibras finas como ocorre na lã formam uma trama mais fechada, que dificulta a saída do ar na capa externa do pelame, aprisiona o calor corporal, e também poderia servir como proteção contra a radiação em animais com pele despigmentada e pouca densidade de pelo.

Tabela 3. Número de observações (N), médias gerais observadas e coeficiente de variação (CV) das características morfológicas da capa externa de diferentes partes do corpo de cabras.

Característica	n	Média	CV (%)
EC - Pescoço (mm)	330	6,506	59,56
EC – Costado (mm)	330	8,377	64,48
EC – Garupa (mm)	330	8,904	56,22
Média da espessura da capa do pelame (EC)	330	7,929	55,45
Densidade – Pescoço (pelos/cm ²)	330	154,08	49,52
Densidade – Costado (pelos/cm ²)	330	159,41	48,91
Densidade – Garupa (pelos/cm ²)	330	195,61	46,55
Média da densidade do pelame (DP) (pelos/cm ²)	330	169,70	32,78
CP – Pescoço (mm)	329	25,80	24,68
CP – Costado (mm)	329	35,21	21,99
CP – Garupa (mm)	329	33,42	23,25
Média do comprimento do pelo (CP)	329	31,48	19,97
AIP – Pescoço (graus)	327	14,32	38,57
AIP – Costado (graus)	327	13,75	53,35
AIP – Garupa (graus)	327	15,47	53,48
Média do ângulo de inclinação (AIP)	327	14,90	38,95
Rpelame –Pescoço (%)	205	49,29	20,15
Rpelame – Costado (%)	205	48,78	22,67
Rpelame – Garupa (%)	205	48,09	22,92
Média refletância do pelame (Rpelame) (%)	205	48,72	21,49
Rpele –Pescoço (%)	205	50,21	14,14
Rpele – Costado (%)	205	48,15	18,24
Rpele – Garupa (%)	205	48,76	17,26
Média refletância da pele (Rpele) (%)	205	49,04	16,12
Refletância – Orelha (%)	205	44,01	18,70
DMP – Pescoço (µm)	329	104,05	21,17
DMP – Costado (µm)	329	117,74	20,11
DMP – Garupa (µm)	329	119,43	17,76
Média do diâmetro do pelo (DMP) (µm)	329	113,74	15,94
Diâmetro – Fibra fina (µm)	91	10,63	17,39
Frequência de escama (/100 µm)	91	7,57	17,27
Espessura da escama (nm)	91	383,16	14,29

Os resultados da análise da variância para as 11 características das três regiões coletadas estão apresentados na Tabela 4. O efeito da idade foi significativo para as características da espessura da capa nas três regiões coletadas ($P < 0,01$), para o comprimento do pelo no pescoço ($P < 0,01$), para o ângulo de inclinação nas três regiões coletadas ($P < 0,01$) e para o diâmetro da fibra fina ($P < 0,05$). Quando avaliamos a média de cada característica para as três regiões de coleta, observa-se o efeito da idade sobre a espessura da capa, comprimento e ângulo de inclinação do pelo ($P < 0,01$).

O efeito da raça foi significativo para a densidade dos pelos no pescoço e na garupa ($P < 0,01$), para o diâmetro do pelo nas três regiões de coleta ($P < 0,01$) e para a refletância do pelame, pele no pescoço, costado, garupa e orelha ($P < 0,01$) (Tabela 4).

O efeito da estação foi significativo para quase todos os caracteres, exceto para diâmetro do pelo do pescoço, espessura da escama da fibra fina, refletância do pelame no costado ($P > 0,05$). Ao considerar a média das características para as três regiões de coleta não houve efeito da estação apenas sobre a refletância do pelame (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para as características avaliadas.

Características	Fontes de Variação		
	Idade	Raça	Estação
G.L.	4	2	2
EC - Pescoço (mm)	**	NS	**
EC - Costado (mm)	**	NS	**
EC - Garupa (mm)	**	NS	**
Média da espessura da capa externa (EC)	**	NS	**
Densidade - Pescoço (pelos/cm ²)	NS	**	**
Densidade - Costado (pelos/cm ²)	NS	NS	**
Densidade - Garupa (pelos/cm ²)	NS	**	**
Média da densidade do pelame (DP) (pelos/cm ²)	NS	**	**
CP - Pescoço (mm)	**	NS	**
CP - Costado (mm)	NS	NS	**
CP - Garupa (mm)	NS	NS	**
Média do comprimento do pelo (CP)	**	NS	**
AIP - Pescoço (graus)	**	NS	**
AIP - Costado (graus)	**	NS	**
AIP - Garupa (graus)	**	NS	**
Média do ângulo de inclinação do pelo (AIP)	**	NS	**
DMP - Pescoço (µm)	NS	**	NS
DMP - Costado (µm)	NS	**	**
DMP - Garupa (µm)	NS	**	*
Média do diâmetro do pelo (DMP) (µm)	NS	**	*
Diâmetro - Fibra fina (µm)	*	NS	**
Frequência de escama (/100 µm)	NS	NS	**
Espessura da escama (nm)	NS	NS	NS
G.L.	4	2	1
Rpelame - Pescoço (%)	NS	**	*
Rpelame - Costado (%)	NS	**	NS
Rpelame - Garupa (%)	NS	**	NS
Média refletância do pelame (Rpelame) (%)	NS	**	NS
Rpele - Pescoço (%)	NS	**	**
Rpele - Costado (%)	NS	**	NS
Rpele - Garupa (%)	NS	**	**
Média refletância da pele (Rpele) (%)	NS	**	**
Refletância - Orelha (%)	NS	**	*

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; NS = não significativo; G.L = graus de liberdade.

Os efeitos da idade, raça e estação sobre as médias ajustadas (*lsmeans*) para espessura da capa do pelame, podem ser observadas na Tabela 5. Observou-se que os efeitos da idade sobre a espessura da capa externa em cada região de coleta (Tabela 5)

foram bastante semelhantes entre si, de forma que não há necessidade de avaliar esta característica por local de coleta separadamente. Quando avaliamos a média das três regiões de coleta observamos maiores valores da espessura da capa nas cabras com idades maiores que oito anos (12,01 mm), em comparação com as cabras com idade entre 2 e 4 anos (7,07 mm) (Tabela 5).

A capa externa espessa encontrada nas cabras pode dificultar a dissipação do calor, característica indesejável em clima quente e úmido. Entretanto podem apresentar importância positiva nas épocas mais frias do ano.

Não foi encontrada diferença entre as raças quanto à espessura da capa externa em nenhuma das regiões coletadas, e também não houve efeito das raças sobre a média da espessura da capa (Tabela 5). O mesmo foi encontrado por Aiura et al. (2010), que não encontraram diferenças significativas para cabras das raças Saanen e Alpina para a espessura da capa externa.

As cabras Saanen, Alpina e mestiças (7/8 Alpina x 1/8 Boer) apresentaram média da espessura da capa de 8,84 mm, 9,12 mm e 8,32mm, respectivamente. Sendo estas cabras consideradas com pelame mais espesso do que animais Jersey (SILVA et al., 1988) com espessura da capa do pelame de 4,11 mm, animais Caracu (NICOLAU et al., 2004) onde a espessura da capa externa foi de 3,69 mm e cabras observadas por Ligeiro et al. (2006), que apresentaram média geral de 5,80 mm.

No verão foram encontradas as menores medidas de espessura da capa externa para as regiões do pescoço 4,98 mm, costado 6,57 mm e garupa 6,86 mm, diferindo das estações de primavera e outono, nas quais a capa externa foi mais espessa. Na primavera permanece muito do pelame de inverno e deve ocorrer uma muda do pelame, com a aproximação do verão. A menor espessura da capa externa pode esta relacionada com o menor comprimento do pelo e com o menor ângulo de inclinação.

Tabela 5. Médias ajustadas (*lsmeans*) para a espessura da capa externa (mm) (EC), conforme a idade, raça e estação.

Efeitos		Características			
Idade	n	EC – Pescoço	EC - Costado	EC - Garupa	Média da EC
≤ 2 anos	8	6,41 ab	8,19 ab	8,78 ab	7,79 ab
> 2 ≤ 4 anos	131	5,47 b	7,77 b	7,98 b	7,07 b
> 4 ≤ 6 anos	145	6,31 ab	8,05 b	8,86 ab	7,74 ab
> 6 ≤ 8 anos	35	6,98 ab	10,15 ab	10,42 ab	9,19 ab
> 8 anos	11	9,27 a	13,74 a	13,02 a	12,01 a
Grupo Racial					
Alpina	183	7,38 a	9,38 a	9,75 a	8,84 a
Saanen	129	7,20 a	10,03 a	10,14 a	9,12 a
7/8 Alpina + 1/8 Boer	18	6,09 a	9,32 a	9,55 a	8,32 a
Estação					
Primavera - 2013	122	7,79 a	10,47 a	11,23 a	9,83 a
Verão - 2014	109	4,98 b	6,57 b	6,86 b	6,13 b
Outono - 2014	99	7,90 a	11,70 a	11,35 a	10,32 a

Médias com a mesma letra para cada efeito e dentro da mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0.05$).

Os efeitos da idade, raça e estação sobre as médias ajustadas (*lsmeans*) para densidade do pelame estão apresentados na Tabela 6. Não houve efeito da idade dos animais sobre a densidade do pelame, como já havia sido observado nos resultados da tabela 4. Nicolau et al. (2004) observaram diferenças significativas em relação a idade e vacas da raça Caracu vacas mais novas (menos que 3 anos) apresentaram pelame mais denso.

O efeito de raça só não foi significativo para a densidade do pelame do costado. Além disso, observou-se que os efeitos dos grupos raciais sobre a densidade do pelame foram diferenciados para cada região de coleta (pescoço, costado e garupa), indicando que os efeitos da raça sobre a densidade do pelame por ser influenciada pela região de coleta e forma de análise. Se considerarmos a média das três regiões de coleta, observamos que os grupos raciais Alpina e 7/8 Alpina + 1/8 Boer apresentaram maior densidade de pelos em comparação com a Saanen. Diferente do encontrado por Aiura et al. (2010) onde as cabras Saanen (217 pelos/cm²) apresentaram pelame mais denso do que as cabras Alpina (187 pelos/cm²).

Na primavera os animais apresentaram as maiores médias de densidades para as regiões do pescoço 187,15 pelos/cm², costado 184,68 pelos/cm² e garupa 238,59 pelos/cm². Entretanto essas médias foram inferiores as encontradas por Ligeiro et al. (2006) com densidade de 543 pelos/cm² para cabras Saanen e 491 pelos/cm² para cabras Alpina.

A densidade do pelame foi menor no verão e outono do que na primavera. Este resultado difere daquele obtido por Pinheiro e Silva (1988), que observaram em vacas Holandesas maiores densidades do pelame no outono do que na primavera. O pelame menos denso de verão facilita a movimentação do ar entre os pelos, ou seja, a melhor penetração do vento na capa externa do pelame removendo ao ar aprisionado entre os pelos, favorecendo a transferência térmica.

Tabela 6. Médias ajustadas (*lsmeans*) para a densidade do pelame (pelos/cm²) (DP), conforme a idade, raça e estação.

Efeitos		Características			
Idade	n	DP - Pescoço	DP - Costado	DP - Garupa	Média da DP
≤ 2 anos	8	144,01 a	190,48 a	226,19 a	186,90 a
> 2 ≤ 4 anos	131	157,53 a	164,95 a	214,87 a	179,12 a
> 4 ≤ 6 anos	145	143,64 a	164,20 a	215,34 a	174,39 a
> 6 ≤ 8 anos	35	169,14 a	159,57 a	214,84 a	181,18 a
> 8 anos	11	200,33 a	138,95 a	221,15 a	186,81 a
Grupo Racial					
Alpina	183	172,40 a	163,48 a	197,36 b	177,75 a
Saanen	129	146,54 b	147,25 a	186,09 b	159,96 b
7/8 Alpina + 1/8 Boer	18	169,85 ab	180,17 a	217,98 a	207,33 a
Estação					
Primavera - 2013	122	187,15 a	184,68 a	238,59 a	203,47 a
Verão - 2014	109	143,51 b	154,47 b	221,81 ab	173,26 b
Outono - 2014	99	158,12 b	151,76 b	195,05 b	168,31 b

Médias com a mesma letra para cada efeito e dentro da mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0.05).

Os efeitos da idade, raça e estação sobre as médias ajustadas (*lsmeans*) para o comprimento do pelo estão apresentados na Tabela 7. Onde animais com idades maiores que seis anos e menores ou iguais a oito anos ($> 6 \leq 8$ anos) apresentaram pelo mais comprido no pescoço, seguidos de animais com idades maiores que dois anos e menores ou iguais a seis ($> 2 \leq 6$ anos) e com pelos mais curtos no pescoço animais com idades menores ou iguais a 2 anos (≤ 2 anos) juntamente com animais maiores de oito anos (> 8 anos). Para as características de comprimento do pelo do costado e da garupa não houve diferença nas idades. Diferente do encontrado por Nicolau et al. (2004) onde observaram diferenças significativas em relação a idade das vacas da raça Caracu, apresentando pelo mais comprido os animais mais jovens com menos de 3 anos de idade.

Não foi encontrada diferença significativa entre as raças estudadas e as características de comprimento dos pelos do pescoço, costado e garupa. Em contrapartida Ligeiro et al. (2006) e Aiura et al. (2010) encontraram diferenças significativas entre a raças Saanen e Alpina para esta característica.

Os pelos coletados na região do pescoço na estação do outono apresentaram as maiores médias de comprimento 29,01 mm, diferindo significativamente dos coletados na primavera 26,36 mm e no verão 23,78 mm. Os pelos de cabra encontrados em todas as estações são considerados pelos compridos, em relação às vacas Holandesas observadas por Bertpaglia et al. (2007) que apresentaram comprimento do pelo de 12,81 mm.

O comprimento do pelo no verão foi menor do que no outono e primavera (Tabela 7), o pequeno comprimento juntamente com um pelame pouco espesso de verão e pouca densidade de pelos facilita a termólise.

Tabela 7. Médias ajustadas (*lsmeans*) para o comprimento do pelo (mm) (CP), conforme a idade, raça e estação.

Efeitos	Características				
	n	CP- Pescoço	CP - Costado	CP - Garupa	Média do CP
≤ 2 anos	8	23,98 ab	34,18 a	30,81 a	29,66 ab
$> 2 \leq 4$ anos	131	24,29 b	34,28 a	32,25 a	30,27 b
$> 4 \leq 6$ anos	145	25,96 b	36,05 a	33,56 a	31,86 ab
$> 6 \leq 8$ anos	35	29,50 a	37,12 a	35,45 a	34,02 a
> 8 anos	11	28,19 ab	36,96 a	33,04 a	32,73 ab
Grupo Racial					
Alpina	183	26,48 a	35,35 a	32,88 a	31,57 a
Saanen	129	26,80 a	35,40 a	33,96 a	32,05 a
7/8Alpina + 1/8 Boer	18	25,87 a	36,39 a	32,24 a	31,50 a
Estação					
Primavera - 2013	122	26,36 b	38,40 a	35,11 a	33,29 a
Verão - 2014	109	23,78 c	31,52 b	29,28 b	28,20 b
Outono - 2014	99	29,01 a	37,23 a	34,68 a	33,64 a

Médias com a mesma letra para cada efeito e dentro da mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0.05$).

Os efeitos da idade, raça e estação sobre as médias ajustadas (*lsmeans*) para o ângulo de inclinação do pelo em relação à epiderme, estão apresentados na Tabela 8. Houve diferença significativa em relação ao ângulo de inclinação do pelo em relação à epiderme de cabras de diferentes idades. Quando avaliamos a média das três regiões de

coleta observamos maiores valores da espessura da capa nas cabras com idades maiores que 8 anos, apresentando ângulo de 22,17° (Tabela 8). Em vacas da raça Caracu, Nicolau et al. (2004) observaram um menor ângulo de inclinação do pelo em vacas com idades menores que 3 anos.

Não foi encontrada diferença entre as raças estudadas e as características de ângulo de inclinação dos pelos do pescoço, costado e garupa. Contudo foi encontrado por Aiura et al. (2010) que cabras da raça Saanen localizadas em Viçosa-MG apresentaram maior ângulo de inclinação (12,04°), talvez pela maior densidade de pelos de 217 pelos/cm².

Na primavera e outono foram encontrados os maiores valores de ângulo de inclinação 18,39° e 17,82°, respectivamente (Tabela 8), podendo ser devido ao sub pelo que cresce por baixo e empurra o pelo, deixando-o mais ereto. Bovinos da raça Caracu (NICOLAU et al., 2004) avaliados em todas as estações do ano, apresentaram ângulo de inclinação do pelo de inverno menor (21,31°) do que no verão (23,56°). No verão foi encontrado o menor ângulo de inclinação, juntamente com o a menor espessura da capa externa. Estas características de pelos acamados facilitam a transferência de energia térmica do corpo do organismo para a o exterior.

Tabela 8. Médias ajustadas (*lsmeans*) para o ângulo de inclinação do pelo em relação à epiderme (°graus) (AIP), conforme a idade, raça e estação.

Efeitos		Características			
Idade	n	AIP - Pescoço	AIP - Costado	AIP - Garupa	Média do AIP
≤ 2 anos	8	16,21 ab	14,44 ab	19,08 a	16,56 ab
> 2 ≤ 4 anos	131	13,58 b	13,35 b	14,90 b	13,92 b
> 4 ≤ 6 anos	145	13,69 b	12,43 b	15,36 b	13,81 b
> 6 ≤ 8 anos	35	13,69 b	16,50 a	17,93 ab	16,04 b
> 8 anos	11	19,31 a	22,23 a	24,98 a	22,17 a
Grupo Racial					
Alpina	183	15,93 a	15,24 a	18,11 a	16,44 a
Saanen	129	15,99 a	16,90 a	18,39 a	17,07 a
7/8 Alpina + 1/8 Boer	18	13,98 a	15,30 a	18,85 a	16,04 a
Estação					
Primavera - 2013	122	17,76 a	16,67 a	20,80 a	18,39 a
Verão - 2014	109	12,72 c	12,55 b	14,78 b	13,35 b
Outono - 2014	99	15,41 b	18,16 a	19,82 a	17,82 a

Médias com a mesma letra para cada efeito e dentro da mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0.05).

Os efeitos da idade, raça e estação sobre as médias ajustadas (*lsmeans*) para o diâmetro médio do pelo, estão apresentados na Tabela 9. Não houve diferença para o efeito de idade para os pelos coletados no costado e na garupa assim como para a média do diâmetro do pelo. Os pelos coletados na região do pescoço dos animais com idade maior que quatro anos e menor ou igual a seis anos ($> 4 \leq 6$ anos) apresentaram diâmetro médio do pelo de 104,82 μm sendo maiores que os animais com idade maior que seis anos e menor ou igual a oito anos ($> 6 \leq 8$ anos) (Tabela 9).

Observou-se que os efeitos da raça sobre o diâmetro do pelo em cada região de coleta (Tabela 5) foram bastante semelhantes entre si, de forma que não há necessidade de avaliar esta característica por local de coleta separadamente. Quando avaliamos a média

das três regiões de coleta observamos maiores valores de diâmetro do pelo em cabras da raça Saanen apresentando média geral de diâmetro do pelo de 122,45 μm (Tabela 9), sendo considerado mais grosso do que de vacas Holandesas encontrados por Bertipaglia et al. (2007), com diâmetro do pelo de 62,98 μm . Desta forma, cabras obtêm maior condução molecular através dos pelos, do que vacas e, portanto, maior condutividade térmica, de tal modo que, cabras com pelames constituídos por pelos espessos seriam criações mais vantajosas em ambientes quentes do que animais com pelos finos.

Não foi encontrada diferença significativa das estações estudadas para as características de diâmetro do pelo observados nas regiões do pescoço e costado. Sendo encontrada diferença na região da garupa, com diâmetro médio do pelo no verão de 119,94 μm e 112,77 μm na primavera (Tabela 9). Para a média das três regiões coletadas, o verão foi a estação com maior diâmetro de pelo (112,89 μm), característica importante para a maior condução do calor corporal para fora do corpo através da fibra.

O pelo de cabras da raça Saanen foi mais grosso do que cabras das raças Alpina e 7/8 Alpina x 1/8 Boer, o que facilita a condução do calor do corpo pela estrutura do pelo.

As médias encontradas para idade, grupo racial e estação diferiram de Aiura et al. (2010) onde foi encontrado diâmetro de 0,218 mm (2180 μm) para cabras Saanen e 0,191 mm (1910 μm) para cabras Alpina e descrita por Ligeiro et al. (2006) com média do diâmetro de pelos de caprinos Saanen e Alpina de 8 μm . Esta diferença encontrada pode estar relacionada com o equipamento de medição utilizado. O micrômetro utilizado por diversos autores que analisaram diâmetro do pelo (MAIA et al., 2003, NICOLAU et al., 2004, BIANCHINI et al., 2006, LIGEIRO et al., 2006, BERTIPAGLIA et al., 2007, AIURA et al., 2010) pode ter influenciado nas medidas. O microscópio eletrônico de varredura e o software de medição utilizado foram escolhidos por possuírem capacidade de produzir imagens com resolução na ordem de nanômetros, sendo possíveis medições com maior precisão.

Tabela 9. Médias ajustadas (*lsmeans*) para o diâmetro médio do pelo (μm) (DMP), conforme a idade, raça e estação.

Efeitos	Características				
	n	DMP - Pescoço	DMP - Costado	DMP - Garupa	Média do DMP
≤ 2 anos	8	98,92 ab	105,50 a	117,03 a	107,15 a
$> 2 \leq 4$ anos	131	101,84 ab	111,85 a	117,07 a	110,25 a
$> 4 \leq 6$ anos	145	104,82 a	117,49 a	118,02 a	113,44 a
$> 6 \leq 8$ anos	35	92,95 b	119,02 a	117,46 a	109,81 a
> 8 anos	11	101,18 ab	117,73 a	112,33 a	110,42 a
Grupo Racial					
Alpina	183	96,84 b	110,86 b	112,43 b	106,71 b
Saanen	129	110,91 a	127,55 a	128,91 a	122,45 a
7/8 Alpina + 1/8 Boer	18	92,08 b	104,54 b	107,80 b	101,47 b
Estação					
Primavera - 2013	122	97,40 a	111,58 a	112,77 b	107,25 b
Verão - 2014	109	100,51 a	118,22 a	119,94 a	112,89 a
Outono - 2014	99	101,91a	113,15 a	116,43 ab	110,50 ab

Médias com a mesma letra para cada efeito e dentro da mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0.05$).

Os efeitos da idade, raça e estação sobre as médias ajustadas (*lsmeans*) para a refletância do pelame, estão apresentados na Tabela 10. Não houve diferença da refletância do pelame para as diferentes idades.

Cabras das raças Saanen apresentaram maiores valores de refletância para as três regiões coletadas, com média de refletância do pelame de 59,71%, pelo fato do pelo ser de coloração branca, assim tendo maior reflexão do que os animais da raça Alpina 41,34% e 7/8 Alpina + 1/8 Boer 40,06% em que o pelos se apresenta na cor marrom e preto (Tabela 10). A refletância não depende somente da coloração do pelame e sim da densidade de pelos e da pigmentação da pele para que adquira maior ou menor quantidade de calor dependendo de um conjunto complexo de propriedades do organismo e do ambiente.

A refletância do pelame no pescoço foi maior na estação do verão 48,55% do que no outono 46,92%. Não havendo diferença do efeito da estação para as médias das regiões coletadas (Tabela 10). Diferente do relatado por Silva et al. (1988) que vacas Jersey aumentaram a pigmentação de janeiro a setembro, e menor pigmentação de outubro a dezembro, ou seja, menor refletância no final do verão e maior refletância no final da primavera e início do verão. Pigmentação do pelame também foi obtida por Nicolau et al. (2004) que avaliaram bovinos da raça Caracu com maior pigmentação na primavera e menor pigmentação no outono, ou seja, a refletância foi maior no outono (42,15%) do que na primavera (13,5%).

A Refletância da capa externa teve influência significativa sobre a temperatura corporal de ovinos das raças Santa Inês, Bergamácia, Ile de France X Santa Inês e Bergamácia X Santa Inês (PAIM et al., 2013).

Tabela 10. Médias ajustadas (*lsmeans*) para a refletância do pelame (%) (RPela), conforme a idade, raça e estação.

Efeitos		Características			
Idade	n	RPela - Pescoço	RPela - Costado	RPela - Garupa	Média da RPela
≤ 2 anos	4	49,32 a	47,89 a	46,68 a	47,96 a
> 2 ≤ 4 anos	75	48,54 a	47,33 a	47,27 a	47,71 a
> 4 ≤ 6 anos	94	48,63 a	47,30 a	47,23 a	47,72 a
> 6 ≤ 8 anos	25	47,37 a	46,27 a	45,54 a	46,39 a
> 8 anos	7	44,83 a	45,36 a	46,02 a	45,40 a
Grupo Racial					
Alpina	115	42,45 b	41,34 b	40,23 b	41,34 b
Saanen	78	58,89 a	60,45 a	59,80 a	59,71 a
7/8 Alpina + 1/8 Boer	12	41,88 b	38,69 b	39,62 b	40,06 b
Estação					
Verão - 2014	107	48,55 a	47,27 a	46,93 a	47,59 a
Outono - 2014	98	46,92 b	46,39 a	46,16 a	46,49 a

Médias com a mesma letra para cada efeito e dentro da mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0.05$).

Os efeitos da idade, raça e estação sobre as médias ajustadas (*lsmeans*) para a refletância da pele, estão apresentados na Tabela 11. Não houve diferença da refletância da pele para o efeito de idades. Houve diferença para efeito de raça, cabras da raça Saanen apresentaram maior refletância média da pele 56,78% do que cabras da raça Alpina 43,57% e 7/8 Alpina + 1/8 Boer 41,69%. Este resultado é devido a pele das cabras Saanen

serem de cor rósea esbranquiçada, enquanto que a pele das cabras Alpina e 7/8 Alpina + 1/8 Boer apresentam pele cinza esbranquiçada (Figura 20 A, B e C). Estas observações diferem do relatado por Mason (1988) que cita que cabras da raça Alpina possuem pele preta.

A média da refletância da pele das cabras analisadas apresentou-se maior no verão 48,95% do que no outono 46,49% (Tabela 11). Diferindo do relatado por Silva et al. (1988) com bovinos Jersey a pigmentação da pele no verão foi de 75,9% com refletância da pele de 24,1% e no inverno de 71,5% de pigmentação da pele com refletância da pele de 28,5%. Diferindo também de Nicolau et al. (2004) com bovinos da raça Caracu onde a menor refletância foi encontrada na primavera com 8,82%, mas a pigmentação da pele no verão de 68,58% com refletância da pele de 31,42% e no outono 60,80% com refletância da pele de 39,2%, ou seja, a pele das cabras no outono obteve maior refletância do que o verão. A maior refletância no verão favoreceria o menor aquecimento corporal pela radiação.

Tabela 11. Médias ajustadas (*lsmeans*) para a refletância da pele (%) (RPele), conforme a idade, raça e estação.

Efeitos	Características				
	N	RPele - Pescoço	RPele - Costado	RPele - Garupa	Média da RPele
Idade					
≤ 2 anos	4	49,75 a	46,88 a	48,45 a	48,52 a
> 2 ≤ 4 anos	75	49,74 a	47,57 a	48,40 a	48,57 a
> 4 ≤ 6 anos	94	49,04 a	46,85 a	47,70 a	47,86 a
> 6 ≤ 8 anos	25	48,11 a	44,85 a	46,01 a	46,32 a
> 8 anos	7	45,43 a	45,02 a	45,87 a	45,44 a
Grupo Racial					
Alpina	11	45,44 b	42,06 b	43,21 b	43,57 b
	5				
Saanen	78	56,44 a	56,85 a	57,04 a	56,78 a
7/8 Alpina + 1/8Boer	12	43,36 b	39,78 b	41,91 b	41,69 b
Estação					
Verão - 2014	10	49,42 a	46,78 a	48,39 a	48,9 a
	7				
Outono - 2014	98	47,41 b	45,69 a	46,38 b	46,49 b

Médias com a mesma letra para cada efeito e dentro da mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0.05$).

Nota-se também que a cor da base do pelo na região do costado de cabras da raça Alpina é preta e o meio e a ponta é marrom claro (Figura 20 B), já nas regiões do pescoço e garupa (Figura 20 A e C) o pelo é inteiramente na cor marrom claro.



Figura 20. Pele cinza esbranquiçada no pescoço (A), costado (B) e garupa (C). Pelo marrom claro (A) e (C) e pelo preto na base (B).

Os efeitos da idade, raça e estação sobre as médias ajustadas (*lsmeans*) para a refletância da pele da orelha, estão apresentados na Tabela 12. Não houve diferença significativa da refletância da orelha para as diferentes idades.

Cabras da raça Saanen apresentaram maior refletância da pele da orelha 50,88% diferente das cabras Alpina 39,73% e 7/8 Alpina + 1/8 Boer 39,15% por apresentar coloração rósea (Tabela 12). A pigmentação era visivelmente diferente, resultando nas seguintes refletâncias: refletância da pele das cabras Alpina 43,57%, constatado na Tabela 11 e a refletância da pele da orelha das cabras Alpina 39,73% constatado na Tabela 12, pelo fato da pele da orelha apresentar coloração preta e não cinza esbranquiçada como a da pele nas diferentes regiões do corpo.

A média da refletância da pele da orelha das cabras analisadas foi maior no outono 44,36% do que no verão 42,15%. Não podendo ser utilizada como substituição para a análise na cor da pele, pois a pele da orelha das cabras Saanen visualmente é rosada e não esbranquiçada como a da pele do corpo. A pele da orelha das cabras da raça Alpina é preta visualmente difere da pele do corpo que é cinza esbranquiçada, também não podendo ser utilizada como análise substitutiva (Figura 21).

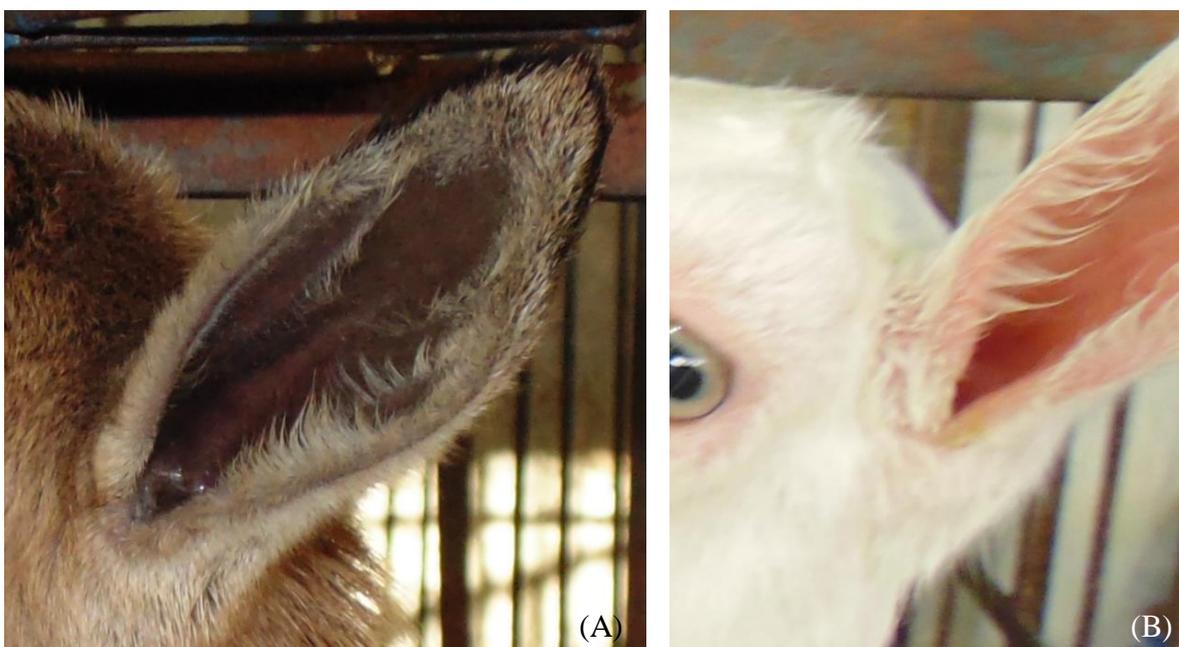


Figura 21. Orelha preta de cabra Alpina (A) e rosada de cabra Saanen (B).

Tabela 12. Médias ajustadas (*lsmeans*) para a refletância da pele da orelha (%) (ROrelha), conforme a idade, raça e estação.

Efeitos	n	Característica
Idade		Refletância da Pele da Orelha
≤ 2 anos	4	43,21 a
> 2 ≤ 4 anos	75	43,53 a
> 4 ≤ 6 anos	94	43,42 a
> 6 ≤ 8 anos	25	42,77 a
> 8 anos	7	43,34 a
Grupo Racial		
Alpina	115	39,73 b
Saanen	78	50,88 a
7/8Alpina + 1/8Boer	12	39,15 b
Estação		
Verão - 2014	107	42,15 b
Outono - 2014	98	44,36 a

Médias com a mesma letra para cada efeito e dentro da mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0.05$).

5 CONCLUSÕES

- a. Existe efeito da idade sobre tais características: espessura da capa externa, comprimento do pelo e ângulo de inclinação do pelo.
- b. Existe efeito da estação do ano sobre espessura da capa externa, densidade do pelame, comprimento do pelo, ângulo de inclinação do pelo, diâmetro do pelo, refletância da pele e refletância da pele da orelha.
- c. Animais da raça Saanen apresentam características de densidade do pelame, diâmetro médio do pelo, refletância do pelame, refletância da pele e refletância da pele da orelha mais favoráveis para a criação em clima tropical.

CAPÍTULO II

RECONHECIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE CASHMERE EM CABRAS NO BRASIL

RESUMO

A cashmere é conhecida como uma fibra fina de alto valor comercial pela suas características de isolamento térmico, finura, suavidade ao toque e raridade, sendo considerada a “Fibra dos Reis”. A cashmere crua é composta por: pelos grossos; os chamados pelos-guarda, que são fibras finas que crescem abaixo dos pelos grossos; os chamados subpelos; e as impurezas naturais. Todo este material é processado para produzir cashmere pura. O experimento foi desenvolvido com o objetivo de reconhecer e caracterizar a estrutura da fibra fina (*undercoat*) e pelo-guarda (*overhair*) de cashmere de raças caprinas através da análise da cutícula, frequência da escama, diâmetro médio da fibra fina e espessura da escama. Foram utilizados 129 animais, sendo 68 da raça Alpina, 49 da raça Saanen, seis mestiços 7/8 Alpina + 1/8 Boer e quatro da raça Boer, pertencentes ao rebanho da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG e dois da raça Boer pertencentes ao rebanho da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/RJ. As coletas foram realizadas nas seguintes estações: primavera de 2013, verão e outono de 2014. Um microscópio eletrônico de varredura foi utilizado para a medição do diâmetro da fibra fina e para as análises de estrutura da fibra fina e pelo-guarda de cashmere. Foram encontrados dois tipos de padrões de escama do pelo-guarda de caprinos para todas as raças analisadas, tipo 1 transversal, imbricada, ondeada regular, achatada lisa e descontínua; já conhecido na literatura e tipo 2 irregular, imbricada, ondeada irregular, achatada, crenada e descontínua, que ainda não foi relatado pela literatura de referência. Foi observado em cortes transversais que os pelos-guarda com diâmetro maior ou igual a 100 μm apresentaram uma região colapsada e achatada, formando fibras com formato bicôncavo. A medula do pelo-guarda se apresentou contínua, multisseriada, desordenada, justaposta, em linha reta e nodosa tipo b. Podendo ser importante para o isolamento térmico. O outono foi considerado a estação com maior número de animais em produção de cashmere com fibras finas de alta qualidade. Através da análise descritiva dos dados observou-se que o diâmetro médio da fibra fina de cashmere produzida por cabras Saanen (11,06 μm), Alpina (11,15 μm), 7/8 Alpina 1/8 Boer (11,38 μm) e Boer (8,75 μm) apresentou diâmetro médio inferior as produzidas por raças caprinas especializadas em outros países. A frequência da escama de cashmere produzida por cabras Saanen, Alpina, 7/8 Alpina + 1/8 Boer e Boer foi de 7,52/100 μm , 7,42/100 μm , 6,62/100 μm e 6,60/100 μm , respectivamente. A espessura da escama foi de 0,38 μm , 0,39 μm , 0,42 μm e 0,32 μm , respectivamente. Através das análises das características da fibra apresentadas neste trabalho conclui-se que cabras das raças Alpina, Boer, Saanen e 7/8 Alpina + 1/8 Boer produzem cashmere. O reconhecimento de Cashmere de alta qualidade produzida no Brasil poderá incentivar estudos sobre a quantidade de Cashmere produzida e a viabilidade de sua comercialização, e com isto, possibilitar o desenvolvimento de técnicas nacionais para o treinamento de mão de obra qualificada tanto para a produção quanto para a certificação de qualidade e autenticidade das fibras finas de alto valor.

Palavras – chave: Cashmere. Fibra fina. Pelo-guarda.

ABSTRACT

The cashmere is known as a thin fiber of high commercial value for its thermal insulation characteristics, fineness, soft handle and rarity, is considered the "Fiber of Kings". Raw cashmere is composed of: thick hair; the so-called guard hairs, which are thin fibers that grow below the thick; the so-called the undercoat; and natural impurities. That material is processed to produce pure cashmere. The experiment was performed in order to recognize and characterize the structure of thin fibers (undercoat) and guard-hair (overhair) cashmere goat breeds through analysis of the cuticle, the frequency scale, the fine fiber average diameter and thickness of scale. Exactly 129 animals were used, 68 of the Alpine breed, 49 Saanen, six crossbred (Alpine 7/8 + 1/8 Boer) and four Boer, belonging to the flock of the Federal University of Viçosa, Viçosa / MG and two of Boer herd belonging to the Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica / RJ. The collections were made in the following seasons: spring 2013, summer and fall of 2014. A scanning electron microscope was used to measure the diameter of the fine fiber and the analysis of structure of fine fiber and overhair cashmere. Two types of scale patterns were found in the overhair goat for all analyzed breeds: cross type 1, imbricated, regular wave, flattened and smooth discontinuous; and also the one known in the literature as type 2, irregular, imbricate, irregular, flattened, crenada and discontinuous wave, which has not yet been reported by the reference literature. It was observed in transverse sections that the diameter of the overhair was greater than or equal to 100 micron, and showed a collapsed and flattened region, forming biconcave shape fibers. The medulla of the overhair appeared continuous, multiseriate, disorderly, juxtaposed, straight and a knotted type b. Such result might be important for thermal insulation. In the fall season it was seen the greatest number of animals in the production of cashmere fibers with fine quality. Through descriptive analysis it was observed that the average diameter of the fine fiber produced by cashmere goats Saanen, Alpine, 1/8 7/8 Alpine Boer, and Boer, were, respectively, 11.06 μm , 11.15 μm , 11.38 μm and 8.75 μm , and showed a mean diameter less than those produced by specialized goat breeds in other countries. The frequency scales of cashmere produced by Saanen, Alpine, Alpine 7/8 x 1/8 Boer and Boer were 7.2 / 100 μm , 7.42 / 100 μm , 6.62 / 100 μm and 6.60 / 100 μm , respectively. The thickness of the scales were 0.38 μm , 0.39 μm , 0.42 μm and 0.32 μm , respectively. Through the analysis of the characteristics of the fiber presented in this work it was concluded that goats of breeds Alpine, Boer, Saanen and Alpine 7/8 x 1/8 Boer produce cashmere. The recognition of a high quality cashmere produced in Brazil may encourage studies on the amount of cashmere produced, as well the viability of its marketing, and with that, to enable the development of a national technical training for skilled labor, for production and for both certification of quality and authenticity of fine fibers of high value.

Key – words: Cashmere. Undercoat. Overhair.

1 INTRODUÇÃO

A fibra cashmere é conhecida como uma lã fina de alto valor comercial por suas características de isolamento térmico, finura, suavidade ao toque e raridade, sendo considerada a ‘Fibra dos Reis’ (MCGREGOR, 2001; ROSS, 2005; CCMI, 2014). Não é uma exclusividade de caprinos da raça Cashmere (*Capra hircus laniger*) de origem Asiática (COUCHMAN, 1984). É um sub pelo que cresce à medida que ocorre o encurtamento dos dias, está associado a um revestimento exterior de pelo grosseiro; o pelo-guarda, que está presente todo o ano.

A fibra de Cashmere é tradicionalmente produzida nas regiões da China, Mongólia, Himalaia, Afeganistão e Irã (VINEIS et al., 2008). Nas últimas décadas, indústrias de processamento foram estabelecidas perto de novas regiões produtoras, incluindo a Argentina, Índia, Nova Zelândia e África do Sul (MCGREGOR, 2012). Assim, os custos e problemas com importação do material para a produção de tecidos foram diminuídos.

A China é o maior produtor de cashmere do mundo, com produção anual de cerca de 11.057 toneladas de cashmere crua (ZHOU et al., 2003). A produção na Índia de cashmere (pashmina) corresponde a 40 toneladas ao ano e o valor líquido puro do material é de aproximadamente R\$ 333,51/kg sendo que pode chegar a R\$ 1.905,82 após a produção de xales pela indústria têxtil (SHAKYAWAR et al., 2013). Segundo McGregor (2012) na Austrália a faixa de preço de fibra fina pura de cashmere está em torno de 239,88 – 311,84 R\$/kg, sendo considerada a fibra animal com maior valor comercial.

A presença da fibra fina de cashmere em cabras selvagens australianas foi relatada pela primeira vez por Smith *et al.* (1973), onde ocorreu um crescente desenvolvimento da indústria de cashmere na Austrália, Nova Zelândia e Escócia. Couchman (1987) fez o primeiro reconhecimento de cashmere em caprinos Boer na África do Sul e destacou a importância econômica e viabilidade da produção de cashmere como fonte de renda suplementar. O mesmo autor, após análise de 60 caprinos Boer, encontrou média de produção de 40 g de lã de cashmere branca por ano com média de diâmetro de 14,96 μm . Semelhante ao diâmetro observado por Burns et al. (1962), que encontraram na China média de diâmetro de 15,1 μm e Couchman (1984) com diâmetro de 16 μm .

As análises da fibra de cashmere podem ser realizadas através dos equipamentos e métodos: Analisador Óptico de Diâmetro de Fibra OFDA 100 (IWTO-47, 2013), Microscópio de Projeção (IWTO 8, 2004), *Fibre Fineness Distribution Analyser* (FFDA) (LUNNEY; IRVINE, 1979), Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) (IWTO-58, 2000), microscópio óptico (AATCC *test method* 20A, 2000) e Reconhecimento de Imagem Computacional (CIR) (JIANG *et al.*, 2009).

Campbell (1984) descreveu o desenvolvimento e as características do bode Boer como produtor de carne, particularmente nas regiões mais frias da África do Sul, encontrou certa quantidade de revestimento macio que recobria o corpo dos animais, reconhecendo como fibra fina de Cashmere.

O reconhecimento de Cashmere de alta qualidade produzida no sudeste do Brasil poderá promover a formação de um mercado têxtil de fibra fina, o desenvolvimento de técnicas nacionais para o treinamento de mão de obra qualificada tanto para a produção quanto para a certificação de qualidade e autenticidade das fibras finas de alto valor. Além de promover o aumento da criação de caprinos em regiões frias do Brasil tendo como renda suplementar para o produtor a produção de Cashmere.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Definição de Cashmere

O Instituto de Produtores de Cashmere e Pelo de Camelo (*Cashmere and Camel Hair Manufacturers Institute*) (CCMI) define Cashmere como uma fibra de subpelo produzido por cabra Cashmere (*Capra hircus laniger*). A fibra de subpelo não possui medula e tem um diâmetro médio máximo de 19 μ m e não pode haver mais do que 3% (em peso) de fibras de pelo-guarda com mais de 30 μ m segundo o método de referência (IWTO-8, 2004) Organização Internacional Têxtil de Lã (*International Wool Textiles Organization*).

A definição de Cashmere, defendida pelo CCMI, conforme mencionado acima foi formalmente incorporada nas leis nos Estado Unidos da América (EUA), segundo a “Lei de produtos e rotulagem de lã de 1939” (*Wool Products Labeling Act of 1939*) pelo novo estatuto dos EUA sendo revista em 1^o de janeiro de 2007 (*USA, January 1, 2007 New Statute – 15 U.S.C. 68b*). Esta lei foi novamente modificada pela U.S. Federal Trade Commission e a regra alterada foi publicada no Federal Register (FR, 2014) em 4 de junho de 2014, e estará em vigor em 07 de julho de 2014. Tendo como principal acréscimo para que a fibra seja definida como cashmere de que o coeficiente de variação do diâmetro médio das fibras não deve exceder 24%.

O uso do termo “Pashmina” que é derivado de uma palavra indígena usada para descrever cashmere na Índia e Nepal é uma fibra de subpelo com características iguais a cashmere, produzido por cabras indígenas Asiáticas *Capra hircus* (BERGEN, 1963). Segundo Shakyawar et al. (2013) a palavra Pashmina é originada a partir de uma palavra “*pashm*” que significa “ouro macio” em linguagem indiana. Segundo comunicado do Instituto de Produtores de Cashmere e Pelo de Camelo (*Cashmere and Camel Hair Manufacturers Institute*) CCMI (2014) Pashmina não possui certificação por nenhum órgão Europeu e Americano não sendo necessariamente mais fina do que a cashmere. É meramente um marketing utilizado de forma fraudulenta para aumentar o valor do produto.

2.2 Propriedades Estruturais e Físicas da Cashmere

A estrutura morfológica da fibra fina de cashmere que possui alto valor comercial é chamada de subpelo ou fibra fina de cashmere, semelhante à lã muito fina. Fibras especiais de origem animal possuem atributos de finura, maciez e brilho que não se encontram em outras fibras (SHAKYAWAR et al., 2013).

A cashmere crua é composta por pelos grossos; os chamados pelos-guarda, fibras finas que crescem abaixo dos pelos grossos; os chamados subpelos e as impurezas naturais, e então este material é processado para produzir cashmere pura.

A morfologia da superfície da fibra de cashmere tem sido amplamente descrita na literatura técnica (WILDMAN, 1954; WORTMANN; ARNS, 1986; KNOTT, 1990; PHAN, 1991; ROSS, 2005). A estrutura da fibra fina de cashmere possui haste cilíndrica, com cutícula com margens distantes e bordas suaves e uma escama a cada altura da fibra que envolve inteiramente a fibra fina. Shakyawar et al. (2013) descreveram a estrutura da fibra fina de cashmere em que diferiu da lã de ovino pelo formato da escama.

2.3 Características das Células da Cutícula

A superfície externa das fibras de origem animal é constituída por células da cutícula (escamas) que se sobrepõem como telhas de um telhado para dar a gama de estruturas conhecidas de superfícies distintas de lã e fibras naturais raras de animais. A cutícula constitui 10 -20 % do peso de uma fibra, e proporciona uma camada de proteção resistente. A cutícula possui grande importância na interface entre fibra e meio ambiente, incluindo os processos químicos que possa ser submetida (coloração) e a relação com que terá com a pele do consumidor após serem produzidos tecidos pela indústria.

Na disposição transversal da fibra na região da cutícula pode ocorrer de uma ou duas escamas por faixa em fibras finas, como lã, cashmere e mohair e de oito a dez células da cutícula das fibras mais grosseiras, como o cabelo humano ou pelo-guarda de caprino (DOBB et al., 1961).

A forma da escama de cashmere é quadrada, enquanto que as escamas de lã de ovino são em forma de faixas. Tester (1987) relatou que as fibras de cashmere tinham, em média, um número menor de células em torno de uma disposição transversal da cutícula da fibra do que fibras de lã de Merino. Isto foi explicado em parte pela cashmere possuir menos células da cutícula por unidade de comprimento da fibra em relação à lã.

As características da cutícula das fibras finas de cashmere são avaliadas por várias características representadas abaixo (Figura 22).

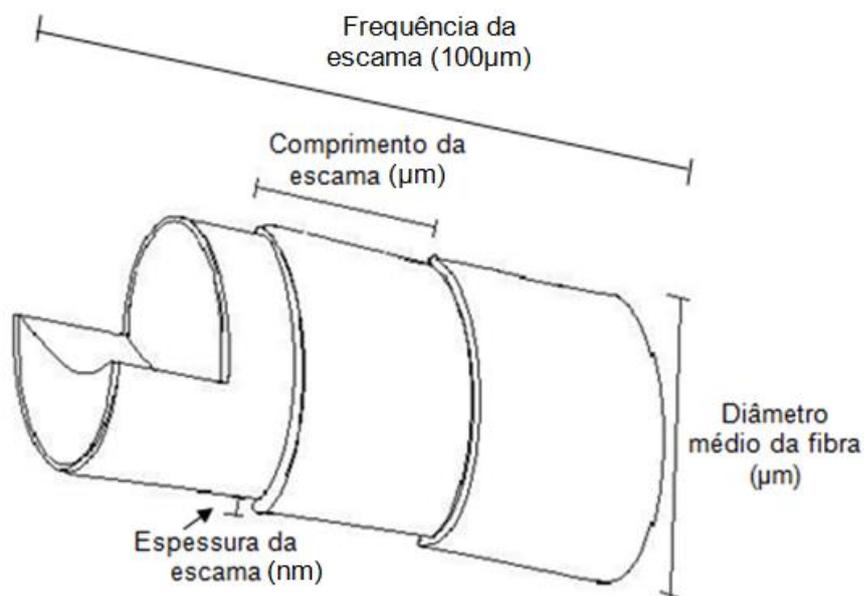


Figura 22. Representação esquemática das características analisadas na cutícula da fibra fina.

A frequência de escama que é definida como sendo o número de escamas que aparecem na disposição longitudinal de uma fibra é representada por escamas/100 µm. Wildman (1954) publicou um diagrama de frequência de escama, com ilustrações da distribuição da cutícula em escamas/100 µm para as amostras de cashmere comercial e lã de Merino de 18µm de diâmetro da fibra. As amostras de cashmere apresentaram valores médios de 6-7/100 µm. A lã de Merino possui em média 8.5-9/100 µm. Tucker et al.

(1988) utilizaram microscópio eletrônico de varredura (MEV) para avaliação de fibras de cashmere branco de caprinos australianos e observaram diâmetro de 17,6 μm e frequência da escama de 5-7/100 μm . Vineis et al. (2008) avaliaram cashmere de 13,9 μm e encontraram frequência média da escama de cashmere de 6-7/100 μm com espessura da escama de 0,5 μm , diferindo da fibra de Mohair que é de 5/100 μm e de lã fina que segundo Knott (1990) está entre 10-12/100 μm . Segundo Jiang et al. (2009), a diferenciação entre lã e cashmere é facilitada pela avaliação característica da frequência da escama, que é de fácil observação pelo técnico.

A fibra fina de cashmere Chinesa possui diâmetro entre 14 μm e 16,5 μm , cabras da Mongólia produzem cashmere de 17 μm a 19 μm de diâmetro, cabras da Nova Zelândia e Austrália estão entre 17 μm de média de diâmetro da fibra fina (PHAN; WORTMANN, 2000). Segundo Vines et al. (2008), o diâmetro médio da fibra fina de cashmere varia de 13 a 19 μm e possui comprimento médio da fibra fina de subpelo de 20 mm a 50 mm. E em cabras Chinesas da raça Liaoning produtoras de cashmere o diâmetro médio da fibra fina em torno de 13,3 a 17,5 μm , com comprimento médio de 50 a 120 mm (MCGREGOR et al., 1991). As características de comprimento são de grande importância para a indústria têxtil que necessita de fibras de 40 mm de comprimento para a produção de fio têxtil.

O diâmetro médio da fibra fina de cashmere produzida na Índia é de 12-13 μm . O comprimento médio desta fibra é de 55-60 mm.

2.4 Características das Fibras de Pelo-Guarda de Caprinos

A identificação das características dos pelos-guarda de cashmere possui importância para a caracterização do animal de onde provém a fibra fina de cashmere, pois segundo Chernova (2001) é com esta fibra que podemos identificar as características da cutícula e da medula, pois somente o pelo-guarda possui padrões morfológicos característicos para cada espécie.

Patil et al. (2012) encontraram média de diâmetro dos pelos-guarda entre 43 μm a 120 μm e Mc Donald et al. (1987) encontraram em estudo de avaliação de três anos que o diâmetro médio da fibra de pelo-guarda de cashmere variou com o tempo, com diâmetro médio entre 70 μm a 120 μm e dependeu do mês da retirada. O comprimento médio do pelo-guarda da fibra de cashmere na Índia variou de 25 mm a 93 mm (WANI, 1988).

Para a caracterização do pelo, Hausman (1920) construiu pela primeira vez um atlas com caracteres de diagnósticos para 166 espécies e elaborou uma nomenclatura para padrões de cutícula e de medula. Outros autores tricologistas produziram atlas com nomenclaturas para identificação de várias espécies (LOMULLER, 1924; BENEDICT, 1957). Teerink (1991) revisou e aprimorou as técnicas para visualização da cutícula e da medula e construiu um atlas com padrões para 73 espécies de mamíferos. E mais recentemente Debelica e Thies (2009), produziram um atlas com 150 espécies de mamíferos terrestres, incluindo a identificação e caracterização do pelo-guarda de caprinos (*Capra hircus*). As caracterizações da medula nos atlas acima foram feitas através do microscópio óptico, com necessidade de tratamento prévio da fibra a ser visualizada. A realização da técnica de caracterização usando o MEV foi utilizada por Patil et al. (2012), que após corte transversal da fibra de pelo - guarda visualizou uma medula nodosa de formato arredondado e levemente achatada.

Debelica e Thies (2009) visualizaram a medula por técnica de microscopia óptica e classificaram a medula de caprinos como nodosa do tipo b, desordenada, com região cortical intrusa (Figura 23).

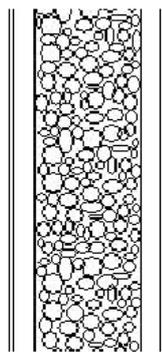


Figura 23. Representação esquemática de corte longitudinal da medula nodosa do tipo b.

Debelica e Thies (2009) classificaram a cutícula como sendo imbricada, achatada, com filamentos irregulares e ondulados.

A ciência forense foi provavelmente o primeiro ramo a exigir a identificação de origem de pelos e posteriormente a indústria têxtil pela incidência de falsificações de cashmere no mercado. Para que o subpelo possa ser retirado é feita escovação e após a retirada dos pelos-guarda e dos subpelos, o material colhido pode ser limpo e processado para a produção de fios.

No que se refere à comparação de pelos de áreas diferentes do corpo do mesmo animal, Day (1966), Riggott e Wyatt (1980) mostraram que as fibras podem possuir diferenças quanto ao diâmetro, quantidade e qualidade dos subpelos.

2.5 Reconhecimento de Cashmere Através do Microscópio Eletrônico de Varredura

O Microscópio eletrônico de varredura (MEV) permite a visualização em detalhe da superfície da fibra, pela sua grande capacidade de ampliação. A principal vantagem do MEV é a alta resolução (até dois nanômetros) e grande profundidade de campo facilitam a caracterização da superfície da fibra (IWTO-58, 2000). Também permite medir características morfológicas topográficas, como a altura da escama, largura da escama e a relação entre a altura da escama e o diâmetro da fibra. Tais medidas podem ser úteis quando se precisa objetivamente discriminar as diferentes fibras (WORTMANN et al., 2003). É importante notar que o método MEV não revela a estrutura interior da fibra e a pigmentação, somente poderá ser visualizada a medula no MEV se for realizado o corte transversal da fibra.

A metodologia padrão de pesquisa para a medição das características morfológicas e estruturais das fibras é feita através de equipamento MEV conforme o método IWTO-58 estabelecido conforme a “Organização Internacional Têxtil de Lã” (*International Wool Textiles Organization- IWTO-58*, 2000). Este utiliza a espessura da escama para diferenciar entre lã, com escama maior que 0,55 μm e cashmere como tendo espessura da escama menor que 0,55 μm .

2.6 Influência das Estações na Produção de Fibra de Cabra

O fotoperíodo influencia o crescimento da lã e cashmere, com o crescimento da fibra sendo menor no meio do inverno e maior em meados do verão (NAGORCKA, 1979; MCDONALD et al., 1987).

A cashmere normalmente cresce a partir de meados do verão, quando os folículos secundários tornam-se ativos e a fibra fina de cashmere cresce até final do outono e início do inverno, quando a atividade do folículo cessa (RYDER, 1966 ;. HOLST et al., 1982 ; MCDONALD et al., 1987). Há relatos de cabras da raça Cashmere, com crescimento de fibra fina de cashmere no final da primavera (MCGREGOR, 1988) e de crescimento de fibra fina de cashmere no final do inverno após o corte de todo o seu pelame no meio do inverno (MCGREGOR, 1988 ; KLÖREN e NORTON, 1993).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

Localização 1

As coletas foram realizadas no período de outubro de 2013 a abril de 2014, no Setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, na Zona da Mata de Minas Gerais, a 20°45' S e 42°51' WG, altitude média de 692,73 metros, clima CWA de acordo com a classificação de Köppen (inverno seco e verão úmido), com temperatura média anual de 20,9°C e precipitação pluviométrica anual de 1.203 mm.

Localização 2

As coletas foram realizadas no período de outubro de 2013 a abril de 2014, no Setor de Caprinos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro localizada em Seropédica, proveniente de animais do proprietário Lauro Floriano dos Santos do Sítio Lago dos Imperadores em Barão de Javari em Miguel Pereira localizada no Rio de Janeiro, a 22° 30' S e 43° 30' W, clima Cwb de acordo com a classificação de Köppen, correspondente ao tropical de altitude com verões frescos e chuvas típicas da estação, sendo que nos pontos mais altos a estação seca é pouco pronunciada. A temperatura média anual varia de 13°C a 23°C. A pluviosidade média varia de 1500 mm a 2600mm, com regime de distribuição periódica.

3.2 Animais e Manejo

Foram utilizados 129 animais, sendo 68 da raça Alpina, 49 da raça Saanen, seis da raça 7/8 Alpina + 1/8 Boer e seis da raça Boer distribuídas em delineamento inteiramente casualizado.

Localização 1

Foram utilizadas 127 cabras com idade média de quatro anos e massa corporal média de 55 kg, sendo 68 da raça Alpina, 49 da raça Saanen, seis mestiços 7/8 Alpina + 1/8 Boer e quatro da raça Boer. O aprisco é feito de ferro amplamente aberto com telha de fibrocimento. Os animais foram mantidos em baias coletivas, com piso de cama e outros com piso ripado e livre acesso à água, sal mineral e solário, de acordo com o manejo normal do rebanho. A dieta é composta de feno de *Cynodon dactylon* (capim Tifton-85) ou silagem de *Pennisetum purpureum* (capim elefante) e mistura concentrada, a base de fubá de milho, farelo de trigo, e farelo de soja, fornecida duas vezes ao dia, formuladas para atender às exigências de animais em lactação de acordo com o AFRC (1993).

Localização 2

Foram utilizadas duas cabras de dois anos de idade e massa corporal de 40 kg da raça Boer, provenientes de um rebanho da cidade de Miguel Pereira no Rio de Janeiro. Os animais foram transferidos para o Setor de Caprinos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, os animais foram mantidos em baias fechadas de concreto e cobertura de telha de barro. A dieta foi composta de *Pennisetum purpureum* (capim elefante) e mistura

concentrada, a base de fubá de milho, farelo de trigo, e farelo de soja, fornecida duas vezes ao dia, formuladas para atender às exigências de animais em lactação de acordo com o AFRC (1993).

3.3 Análises estatísticas

Foram realizadas análises de variância, teste de Tukey a 5% de significância para verificar a influência das estações do ano, raças e idades nas características da fibra fina encontrada nos animais do local1.

Os dados foram analisados pelo método dos quadrados mínimos generalizados segundo o procedimento *lsmeans* do programa computacional SAS[®] (2002).

O modelo estatístico utilizado para esta análise foi:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + R_j + I_k + e_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} = observação correspondente ao diâmetro da fibra, frequência da escama e espessura da escama, medidos na raça j , na estação i , na idade k ;

μ = é a média geral de cada uma das variáveis;

R_j = efeito da raça j (j = Alpina, 7/8 Alpina + 1/8 Boer e Saanen)

E_i = efeito da estação i (i = primavera, verão e outono)

I_k = efeito da idade k (k = ≤ 2 anos, $> 2 \leq 4$ anos, $> 4 \leq 6$ anos, $> 6 \leq 8$ anos, > 8 anos)

e_{ijk} = erro aleatório associado à observação Y_{ijk} .

3.4 Preparação e Medição das Características da Fibra Fina de Cashmere

Foram coletadas amostras de todos os animais que produziram sub pelo nas três estações analisadas correspondendo a 29, 18 e 62 amostras para os meses de primavera, verão e outono respectivamente, com um total de 110 amostras de fibra fina. As amostras foram submetidas à análise do microscópio eletrônico de varredura (MEV) e realizadas medidas através de software próprio do equipamento.

As fibras de subpelo foram separadas dos pelos-guarda de forma manual e montadas sobre fita de carbono com auxílio de pinça sobre o *STUB*, uma estrutura própria do Microscópio Eletrônico de Varredura. O MEV da marca e modelo SEM HITACHI TM-3000 foi utilizado para realização dessa medida (Figura 24). Foi utilizada para as medições uma tensão de aceleração de 5 kV e 4,2 mm de distância de trabalho e pequeno tempo de exposição da amostra, para que os feixes de elétrons não pudessem danificar a amostra.



Figura 24. Microscópio eletrônico de varredura marca e modelo HITACHI TM-3000 com EDS OXFORD SWIFT ED (LMDS/UFRRJ), para análises das características da fibra fina e do pelo-guarda.

Foram geradas 330 imagens no MEV para as medidas de caracterização da fibra fina, sendo: diâmetro da fibra (μm) (Figura 25 e 26), frequência da escama ($/100\mu\text{m}$) (Figura 26), altura da escama (μm) (Figura 25) e espessura da escama em nanômetro (nm) (Figura 27).

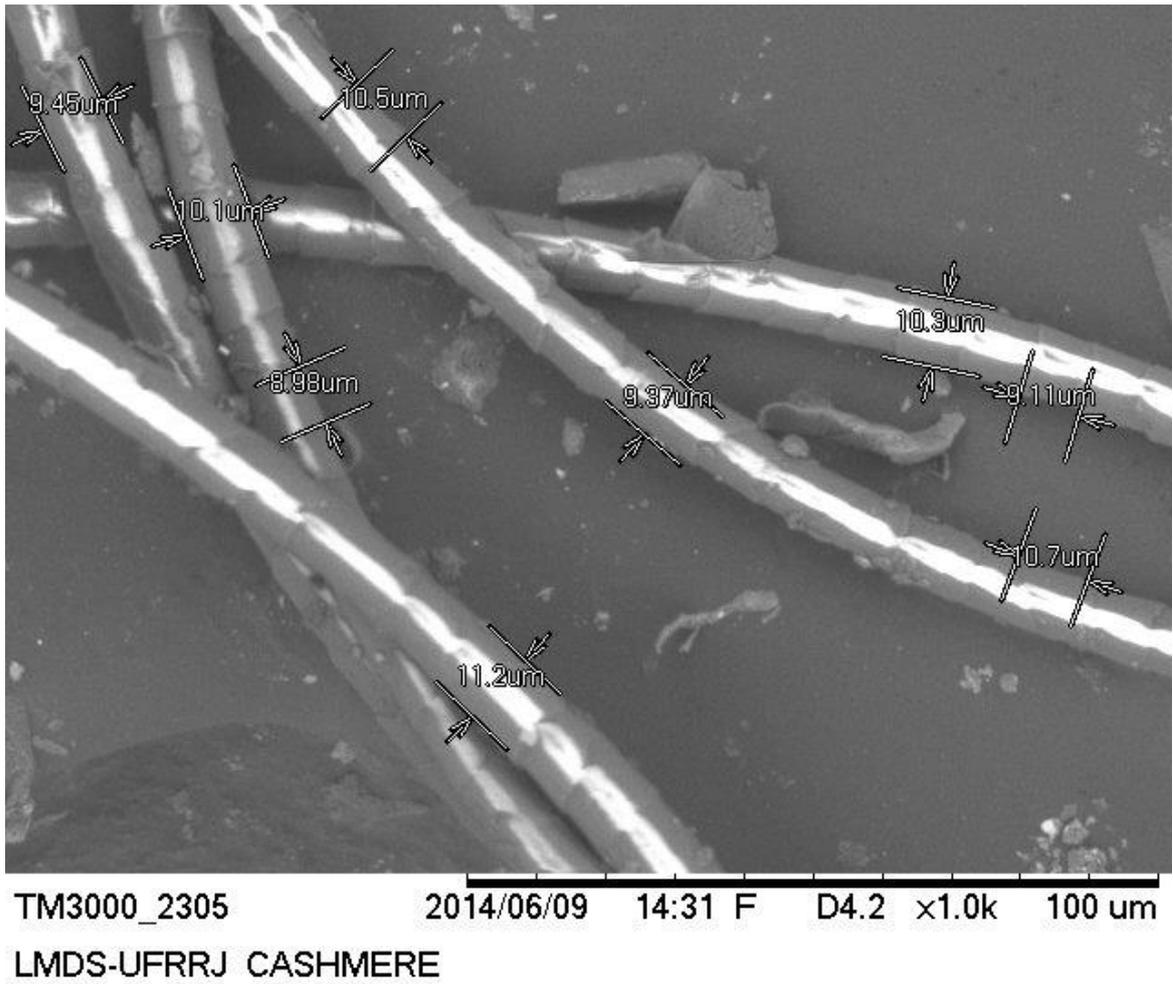


Figura 25. Imagem do MEV de medidas de diâmetro da fibra e altura da escama, com ampliação de 1000X

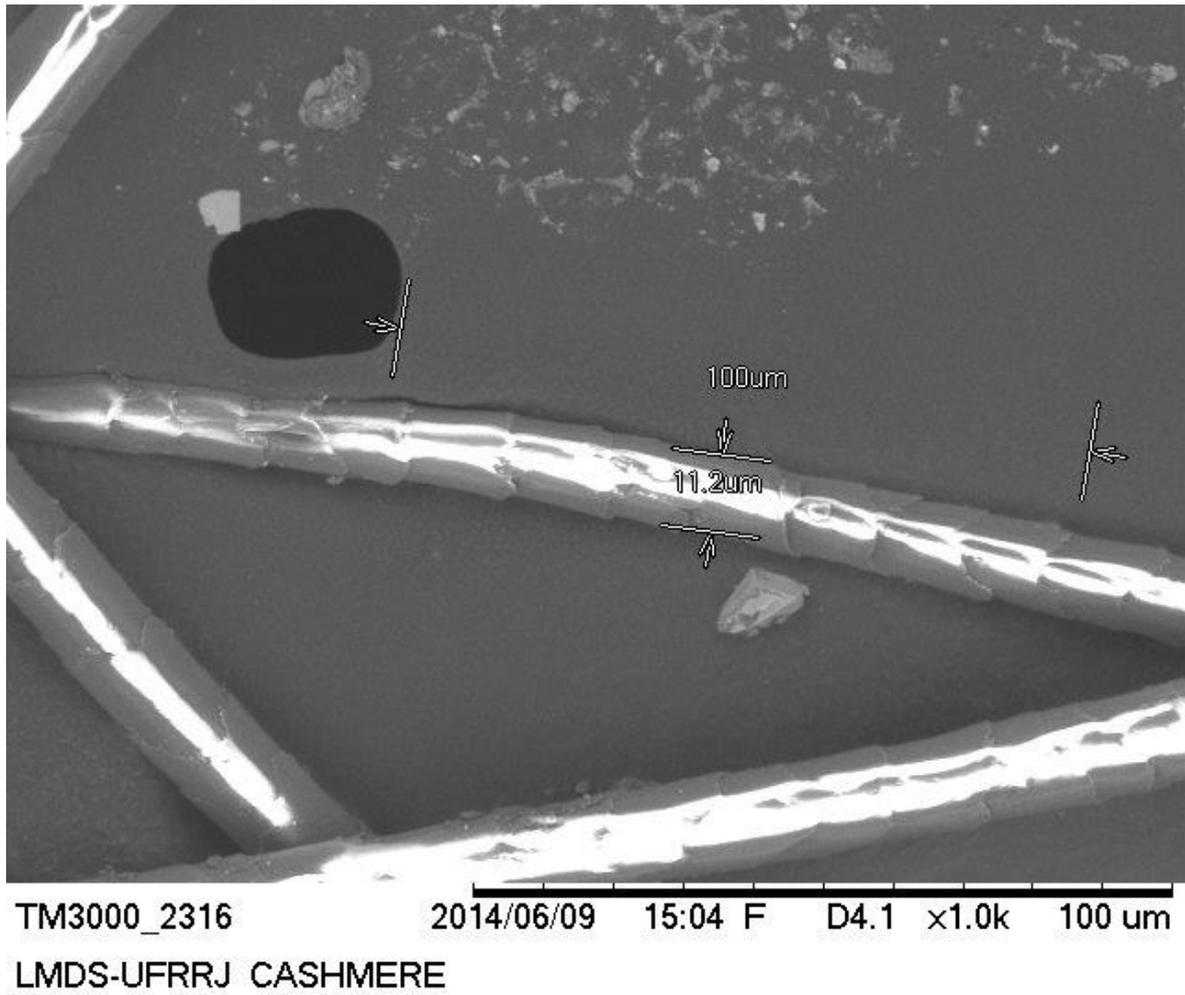


Figura 26. Imagem do MEV com medidas de diâmetro da fibra fina e frequência da escama com ampliação de 1000X.

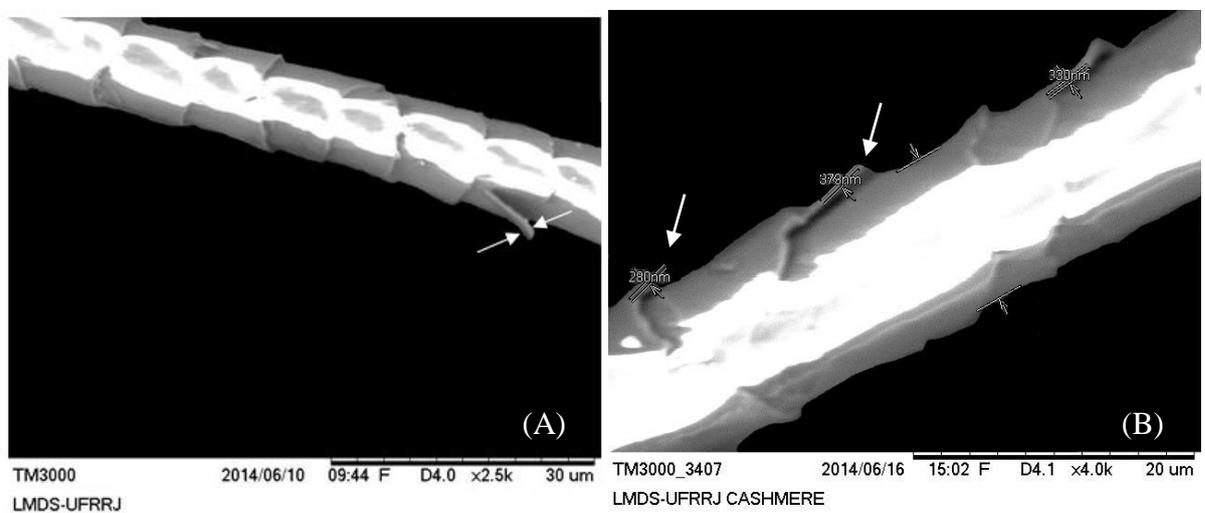


Figura 27. Imagens do MEV da fibra fina de cashmere, as setas indicam a localização onde foram feitas as medidas de espessura da escama com ampliação de 2500X (A) e 4000X (B).

3.5 Análise da Estrutura Morfológica da Cutícula do Pelos-Guarda e Fibra Fina

A estrutura morfológica da cutícula do pelo-guarda e fibra fina foi analisada a partir de imagens do diâmetro do pelo e assim comparadas com as literaturas de referências em tricologia.

Foram geradas 3328 imagens de pelo-guarda pelo MEV e classificadas pelos seus padrões cuticulares, como detalhado a seguir, seguindo as referências de Hausman (1920); Lomuller (1924); Benedict (1957); Teerink (1991); Quadros e Monteiro-Filho (2006); Debelica e Thies (2009).

Classificação dos padrões cuticulares dos pelos-guarda:

3.5.1 Quanto à posição da escama em relação ao eixo longitudinal

Transversal – as escamas se encontram em ângulo reto com o eixo longitudinal.

Longitudinal – as escamas ficam paralelas ao eixo longitudinal do pelo.

Oblíqua simples – as escamas estão dispostas inclinadas, apenas para um lado, em relação ao eixo longitudinal do pelo e há uma linha centra de divergência.

Oblíqua dupla – as escamas estão dispostas em diagonal com o eixo longitudinal do pelo, divergindo a partir de uma linha central comum e inclinada para os dois lados em direção às bordas do pelo.

Irregular – há irregularidade na orientação das escamas, as quais ora se apresentam na transversal, ora oblíquas, e até mesmo longitudinais.

3.5.2 Quanto ao imbricamento das bordas das escamas

Imbricada – é quando há duas ou mais escamas em uma única fila da cutícula se sobrepondo uma a outra como telhas em um telhado.

Pavimentosa – é quando as escamas não se sobrepõem entre bordas de escamas adjacentes, como os azulejos na parede.

3.5.3 Quanto à forma das escamas

Pétala – escama em formato de pétala, pode ser alongada ou larga.

Conoidal ou coronal – cada escama envolve todo o perímetro do pelo, descrevendo um cone, se assemelham a uma pilha de copos.

Losango ou diamante – as escamas apresentam forma de losango ou hexagonal.

Mosaico – as escamas têm formas poligonais com ângulos bem definidos.

Ondeadas – as formas das escamas não apresentam ângulos definidos; se posiciona de forma transversal, seu contorno é ondedado e compõe um conjunto de transições suaves. Podem ser regulares e irregulares. As regulares possuem ondas posicionadas no sentido transversal, já as irregulares as ondas se posicionam em sentido transversal e por vezes longitudinal.

3.5.4 Quanto à dimensão das escamas

Larga ou achatadas – as escamas apresentam largura maior do que o comprimento.

Intermediária – as escamas apresentam largura aproximadamente igual ao comprimento.

Estreita – as escamas apresentam comprimento maior do que a largura.

3.5.5 Quanto à ornamentação das bordas das escamas

Lisa ou suave – as bordas são totalmente desprovidas de ornamentação, são lisas.

Ornamentadas ou crespas ou crenadas – as bordas apresentam pequenas saliências e reentrâncias de forma ondeada, crenada ou denteada, podendo ter tamanhos iguais ou variados.

3.5.6 Quanto à continuidade das bordas das escamas

Contínua – a linha da borda da escama é contínua, sem interrupções.

Descontínua – com interrupções que deixam a linha de algumas bordas com uma extremidade livre, ou seja, sem que esteja ligada à linha da outra borda.

3.6 Análise da Medulação dos Pelos-Guarda

Para que a medula possa ser vista com clareza sob a incidência da luz do microscópio óptico, é necessária a substituição dos espaços com ar do seu interior por parafina pigmentada para a montagem de lâmina (TEERINK, 1991), sem prejuízo para microestrutura dos pelos. Outra técnica muito utilizada é o processo de diafanização proposto por Quadros e Monteiro-Filho (2006) em que o pelo deve ser imerso em água oxigenada comercial 30 volumes por 80 minutos e visualizado por microscopia.

Foi realizada para esta análise outra técnica, onde a medula é exposta através de um corte longitudinal e transversal para que possa ser visualizada pela microscopia eletrônica de varredura.

Foram utilizadas 100 amostras de pelo-guarda de cabras Alpinas, Saanen, 7/8 Alpina + 1/8 Boer e Boer. Foram lavadas em álcool isopropílico e secos em papel absorvente. O pelo-guarda foi cortado em sentido longitudinal e transversal com auxílio de lâmina de corte fina para a visualização das estruturas interiores do pelo. Foi utilizado o microscópio eletrônico de varredura (MEV) com ampliação de 300X, 800X, 500X, 2000X e 6000X.

Foram geradas 150 imagens no MEV que foram utilizadas para a classificação do tipo de medula segundo as literaturas mais utilizadas (HAUSMAN, 1920; TEERINK, 1991; QUADROS; MONTEIRO-FILHO, 2006; DEBELICA; THIES, 2009).

Foi utilizada a nomenclatura abaixo para a classificação da medula:

3.6.1 Quanto à presença de medula

Ausente – Quando não for observada medula.

Presente – Quando se visualiza região com células medulares.

3.6.2 Quanto à continuidade da medula

Contínua ou homogênea – quando há continuidade de células medulares por toda a fibra.

Descontínua ou fragmentada – Quando há uma interrupção de células medulares por toda a fibra.

3.6.3 Quanto ao número de fileiras de células medulares

Unisseriada ou simples – se observa somente uma fileira de células medulares ao longo da fibra.

Multisseriada ou composta – se observa que há mais de uma fileira de células ao longo da fibra.

3.6.4 Quanto à posição do conjunto de células medulares

Ordenada- as células se encontram em fileiras ordenadas.

Desordenada- as células se encontram posicionadas de forma desordenada ao longo da medula.

3.6.5 Quanto à disposição entre as células medulares

Justapostas ou preenchida– células estão em contato próximo umas das outras, deixando pouco ou nenhum espaço entre elas.

Isoladas – quando os espaços entre as células são preenchidos por células corticais, deixando as células individualizadas.

Anastomosadas – as células estão fundidas umas nas outras, formando arranjos celulares.

3.6.6 Quanto à ornamentação das margens da medula

Linha reta ou íntegra – as margens são lisas como uma linha reta.

Crenada – as margens apresentam saliências semicirculares que invadem o córtex.

Crespa – as margens apresentam saliências e reentrâncias de forma e tamanhos variados.

Fimbriada ou franjas – as margens da medula possuem muitas saliências e reentrâncias como franja.

Ondeadas – as margens possuem saliências e reentrâncias de tamanho grande que invadem o córtex.

Tracejada – as margens são interrompidas e lisas em intervalos regulares.

3.6.7 Quanto à forma das células da medula

Simplex ou escalariforme – há apenas uma fileira de células regulares.

Literácea – células semelhantes a letras X, Y, V, M, N.

Anisocélica – as células têm forma arredondada semelhante, mas tamanhos diferentes.

Poligonal – células com formato de polígonos encostadas umas nas outras.

Glandular ou alongadas – células em formato alongado no sentido longitudinal a fibra.

Matricial – aparecimento de algumas células amorfas distribuídas ao longo da fibra.

Cordonal – linhas longitudinais de pequenas células unidas e as linhas separadas por lamelas.

Fusiforme – células posicionadas transversalmente ao eixo da fibra, algumas menores posicionadas no meio da medula e outras que vão de uma margem a outra da medula.

Miliforme – célula com formatos retangulares e irregulares, podendo estar posicionadas em uma ou mais fileiras.

Amorfa – células muito pequenas que parecem estar umas sobre as outras.

Trabecular – células em formato de trabéculas com paralelas entre si e transversalmente ao eixo do pelo.

Reticular – células de formato circular com mais de uma fileira de células e não há grânulos de pigmento nos espaços entre as células.

Listradas ou achatadas – filas alinhadas, parecendo uma escada.

Nodosa – células contínuas circulares ou ovaladas, ligadas umas as outras. Possuem dois tipos: a nodosa tipo a, em que existe somente uma fileira e nodosa tipo b, em que as células circulares estão dispostas irregularmente e próximas uma das outras.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas duas fibras de características físicas e morfológicas diferentes nas cabras Alpina, 7/8 Alpina x 1/8 Boer, Saanen e Boer; a fibra fina e o pelo-guarda (Figura 28).

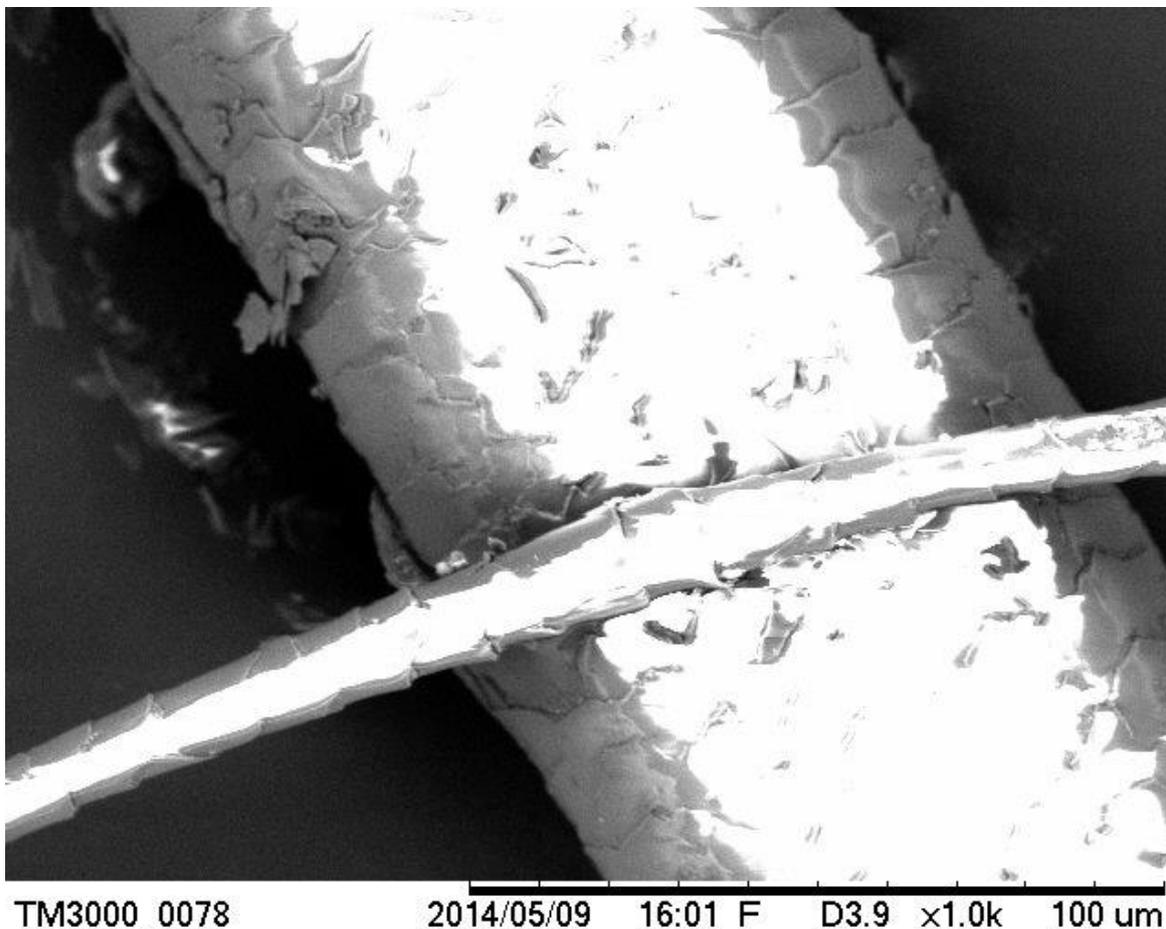


Figura 28. Imagem de MEV com ampliação de 1000X com fibra fina e pelo-guarda encontrados em cabras.

Foi observado aparecimento de fibra fina de cashmere no verão nas cabras das raças Alpina, Saanen, Boer e Mestiças 7/8 Alpina x 1/8 Boer, cresce logo abaixo do pelo-guarda e que formavam uma trama enovelada (Figura 29).



Figura 29. Fibra fina de coloração mais clara crescendo abaixo do pelo-guarda em cabra da raça Alpina no verão.

4.1 Estrutura Morfológica da Cutícula dos Pelos-Guarda

Foi observado que a morfologia da cutícula dos pelos-guarda de cabras Alpinas, 7/8 Alpina x 1/8 Boer, Saanen e Boer possuem as mesmas características (Figura 30 A, B, C e D).

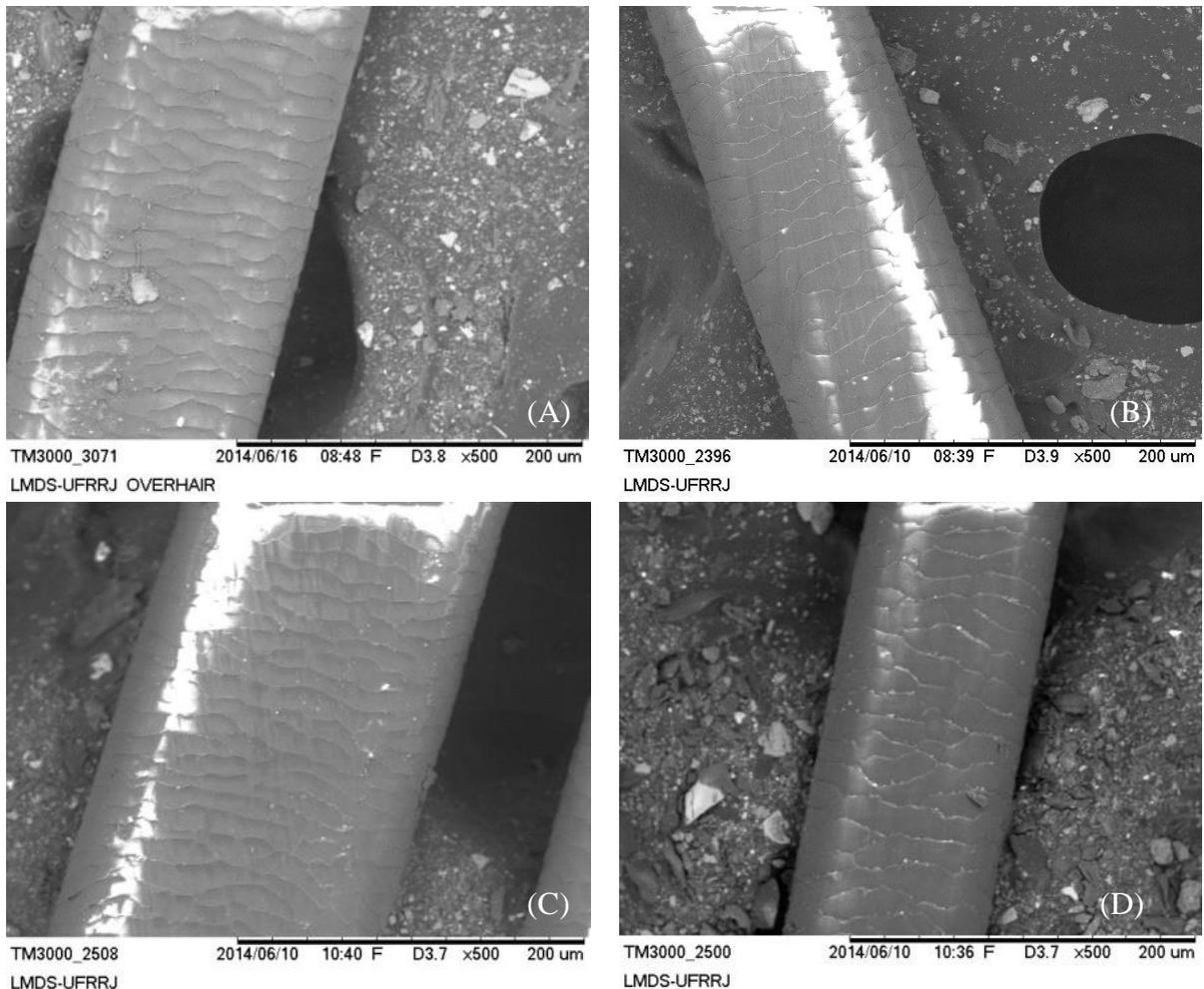


Figura 30. Imagem do MEV 500X da cutícula dos pelos-guarda de cabras das raças Alpina (A), 7/8 Alpina + 1/8 Boer (B), Saanen (C) e Boer (D).

Foram encontrados para cabras Alpina, 7/8 Alpina x 1/8 Boer, Saanen e Boer dois tipos morfológicos de cutícula de pelos-guarda, tipo 1 (Tabela 13) e tipo 2 (Tabela 14).

Tabela 13. Padrões cuticulares do tipo 1 encontrados em pelos-guarda de caprinos com base nos seis caracteres abaixo:

Posição da escama	Imbricamento das bordas das escamas	Forma das escamas	Dimensão das escamas	Ornamentação das bordas das escamas	Continuidade das bordas das escamas
Transversal	Imbricada	Ondeada regular	Achatadas	Lisas	Descontínua

Tabela 14. Padrões cuticulares tipo 2 encontrados em pelos-guarda de caprinos com base nos seis caracteres abaixo:

Posição da escama	Imbricamento das bordas das escamas	Forma das escamas	Dimensão das escamas	Ornamentação das bordas das escamas	Continuidade das bordas das escamas
Irregular	Imbricada	Ondeada irregular	Achatadas	Crenada	Descontínua

Os dois padrões de pelo-guarda encontrados diferiram quanto à posição da escama; transversal e irregular, no formato da escama em que se encontraram escamas ondeadas regulares e irregulares e na ornamentação das bordas das escamas crenadas e lisas (Figuras 31 e 32). Este resultado difere de Debelica e Thies (2009) onde foram relatadas somente cutículas com bordas lisas e de forma ondeada irregular. Na literatura de referência não foi encontrado o Tipo 2 de escama de pelo-guarda de caprinos, sendo este pelo utilizado pelos tricologistas e peritos forenses para o reconhecimento da espécie produtora da fibra e pelos institutos de certificação para a comprovação da autenticidade de fibra fina de cashmere.

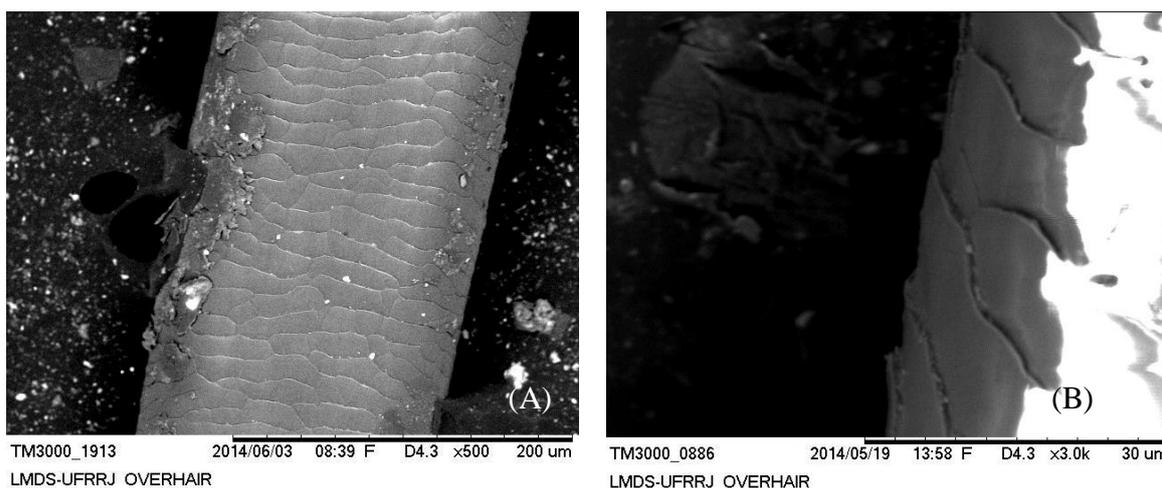


Figura 31. Imagem do MEV da cutícula de pelo-guarda de caprino com ampliação de 500X (A) e 3000X (B), com escamas em posição transversal, ondeadas regulares e ornamentação das bordas das escamas lisas (Tipo 1).

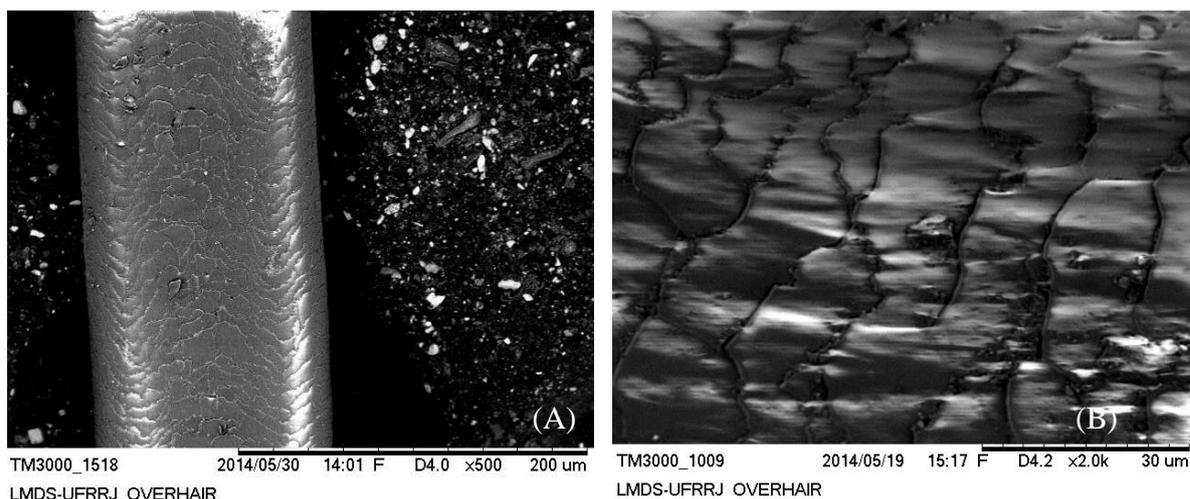


Figura 32. Imagem do MEV da cutícula de pelo-guarda de caprino com ampliação de 500X (A) e 2000X (B), com escamas de posição irregular, ondeadas irregulares e ornamentação crenada nas bordas das escamas (Tipo 2).

4.2 Estrutura Morfológica da Medula dos Pelos-Guarda

O padrão da medula normalmente é reconhecido através do microscópio óptico, o que necessita de preparação dos pelos para que a medula possa ser visualizada, segundo Hausman (1920), Lomuller (1924), Benedict (1957), Teerink (1991) e Debelica e Thies (2009), pela imersão em parafina ou segundo Quadros e Monteiro-Filho (2006) pela diafanização com água oxigenada.

O microscópio eletrônico de varredura (MEV) foi utilizado com eficiência para a caracterização da estrutura da medula e não foi necessário nenhum tratamento prévio da fibra a ser analisada. As imagens obtidas no MEV em comparação com as obtidas no microscópio óptico possibilitaram a observação com maior precisão da estrutura da medula da fibra, pela maior detalhe da imagem.

A medula de pelo-guarda de cabras Alpinas, Saanen e Boer foram observadas em corte longitudinal através do microscópio eletrônico de varredura (MEV) não havendo diferença entre as raças. Segundo Debelica e Thies (2009) a medula do pelo de caprino possui padrão de medula contínua, nodosa tipo b, desordenada, com espaços de ar dentro das células medulares. O mesmo foi encontrado neste trabalho, com maior detalhamento das características da medula, pela facilidade de visualização das estruturas celulares da medula (Tabela 15).

Tabela 15. Características da medula de pelo-guarda de caprino.

Quanto à presença de medula	Quanto à continuidade da medula	Quanto ao número de fileiras de células medulares	Quanto à posição de conjunto de células medulares	Quanto à disposição das células medulares	Quanto à ornamentação das margens da medula	Quanto à forma das células medulares
Presente	Contínua	Multisseriada	Desordenada	Justaposta	Linha reta	Nodosa tipo b

As células medulares, observadas por meio do MEV, apresentam estrutura nodosa tipo b e que estas células possuem espaços internos preenchidos com ar (Figura 33). Patil

et al. (2012) utilizaram o MEV para análise da fibra de cashmere e encontraram em corte transversal do pelo-guarda, medula com células de formato arredondado, elípticos e alguns côncavos de forma matricial, não relatando a presença ar dentro das células, diferindo deste trabalho.

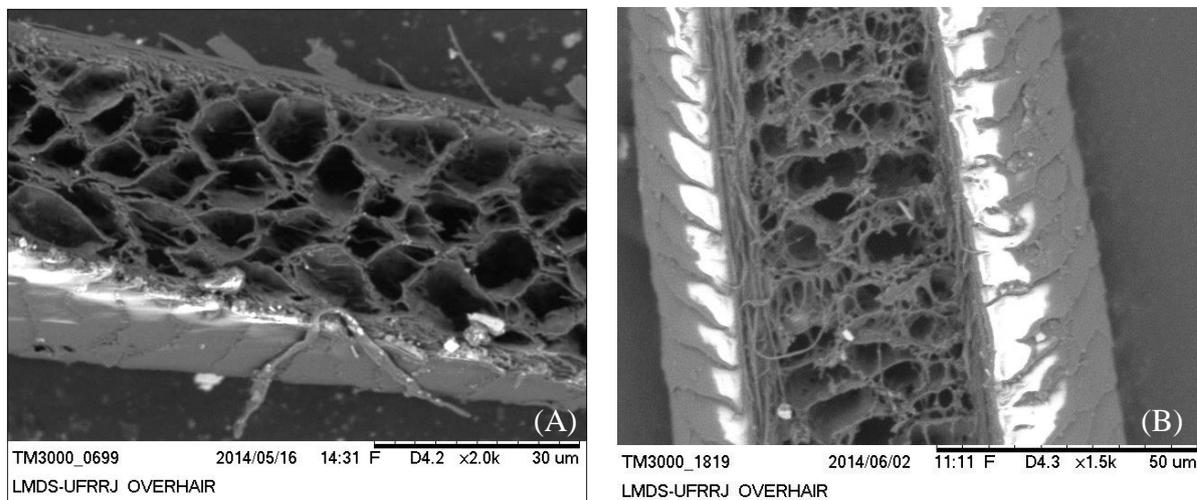


Figura 33. Imagens de MEV de medula de pelo-guarda de caprinos em corte longitudinal (A) 2000X e (B) 1500X.

Os espaços de ar encontrados dentro das células da medula nas cabras das raças Alpina, 7/8 Alpina x 1/8 Boer, Saanen e Boer promovem o isolamento térmico do animal, pelo ar ser isolante térmico.

As células medulares se dispõem de forma contínua e justaposta, esta disposição estrutural pode facilitar a termólise, mas ainda não há comprovações na literatura científica de que ocorre condução do calor através das células da medula ou pela região do córtex da fibra (Figura 34).

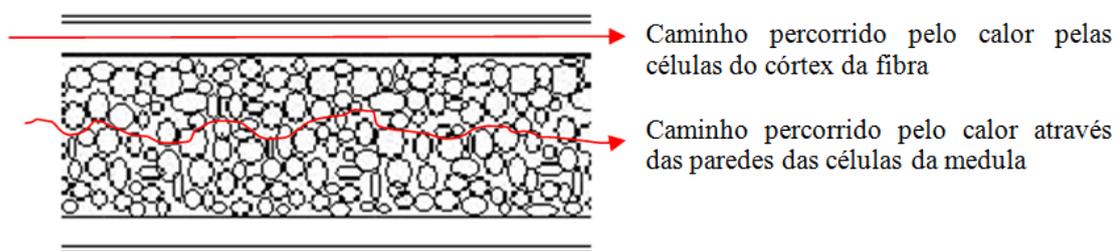


Figura 34. Esquema do provável caminho percorrido pelo calor pelas células do córtex da fibra e pela medula nodosa tipo b.

Foi observado nos cortes transversais que os pelos-guarda apresentaram uma região colapsada e achatada, formando fibras com formato bicôncavo, este tipo de formato já havia sido descrito por Teerink (1991), mas com outras fibras de mamíferos e as células da medula apresentaram formato achatado (Figura 35) o mesmo achatamento foi observado por Alain e Roguet (2006) com fibras de cabras Angorá.

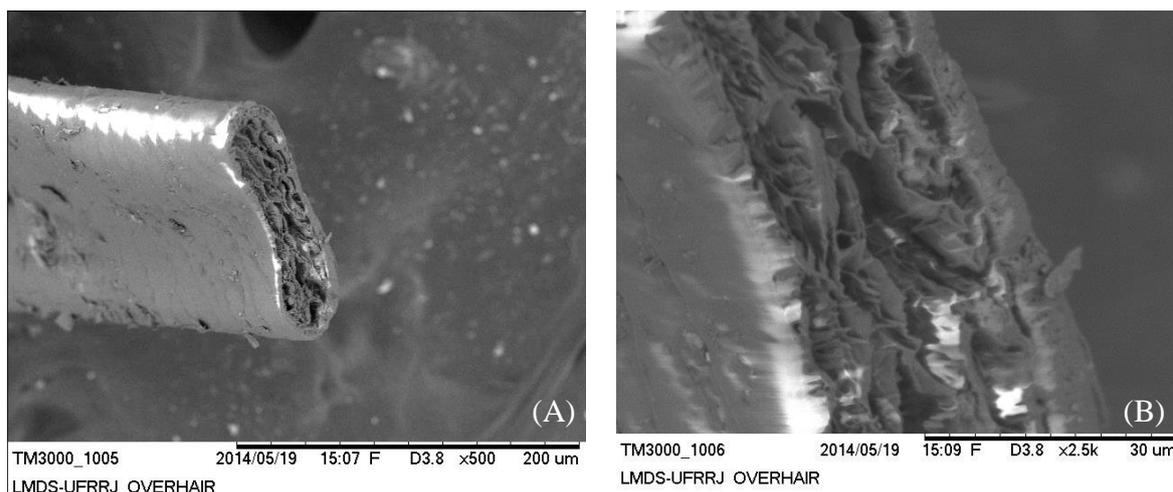


Figura 35. Imagens de MEV de medula de pelo-guarda de caprinos em corte transversal, demonstrando o achatamento dos espaços da medula (A) 500X e (B) 2500X.

O relato deste formato bicôncavo é de grande importância para futuras análises do diâmetro da fibra de pelo-guarda, não sendo recomendado para análise de diâmetro médio da fibra, o equipamento micrômetro. Este equipamento não é capaz de mensurar amostras não rígidas e visualmente o olho humano não é capaz de mensurar juntamente com o micrômetro estruturas bicôncavas de tamanho tão reduzido.

4.3 Características Diferenciadas Observadas nas Cutículas dos Pelos-Guarda

Pelos com diâmetro maior que 100 μm apresentaram fissuras longitudinais, o que não foi encontrado na literatura consultada. As fissuras se localizavam na região central da haste da fibra e dividiam a fibra longitudinalmente, cortando as escamas transversalmente. Algumas fibras apresentavam a fissura por toda a fibra (Figura 36 A), e outras, por somente uma seção (Figura 36 B).

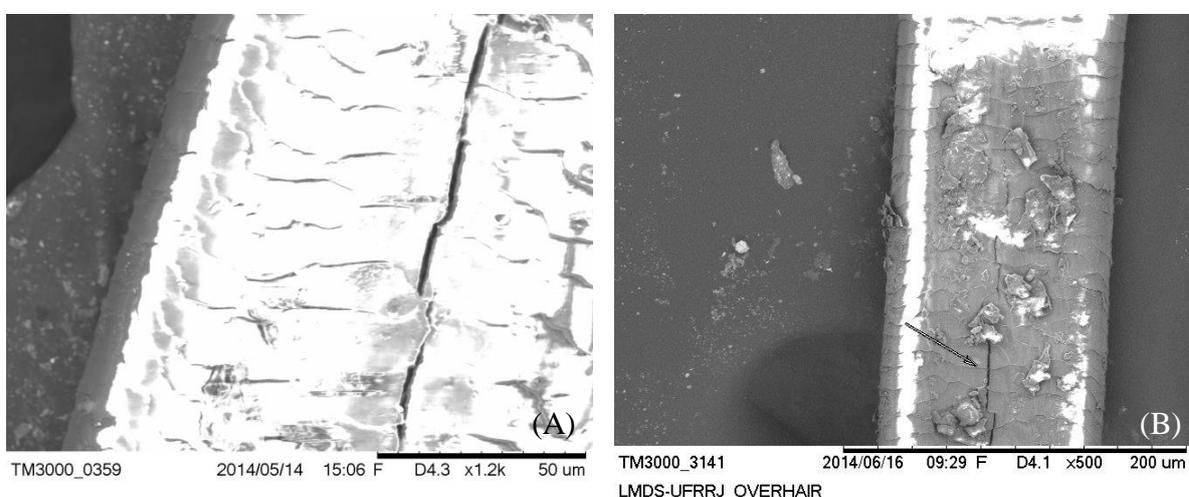


Figura 36. Imagens de MEV de pelo guarda de caprinos com fissura longitudinal com ampliação de 1200X (A) e 500X (B).

A fissura na cutícula se apresentava de forma profunda com exposição da medula e descontinuação da topografia da escama (Figura 37).

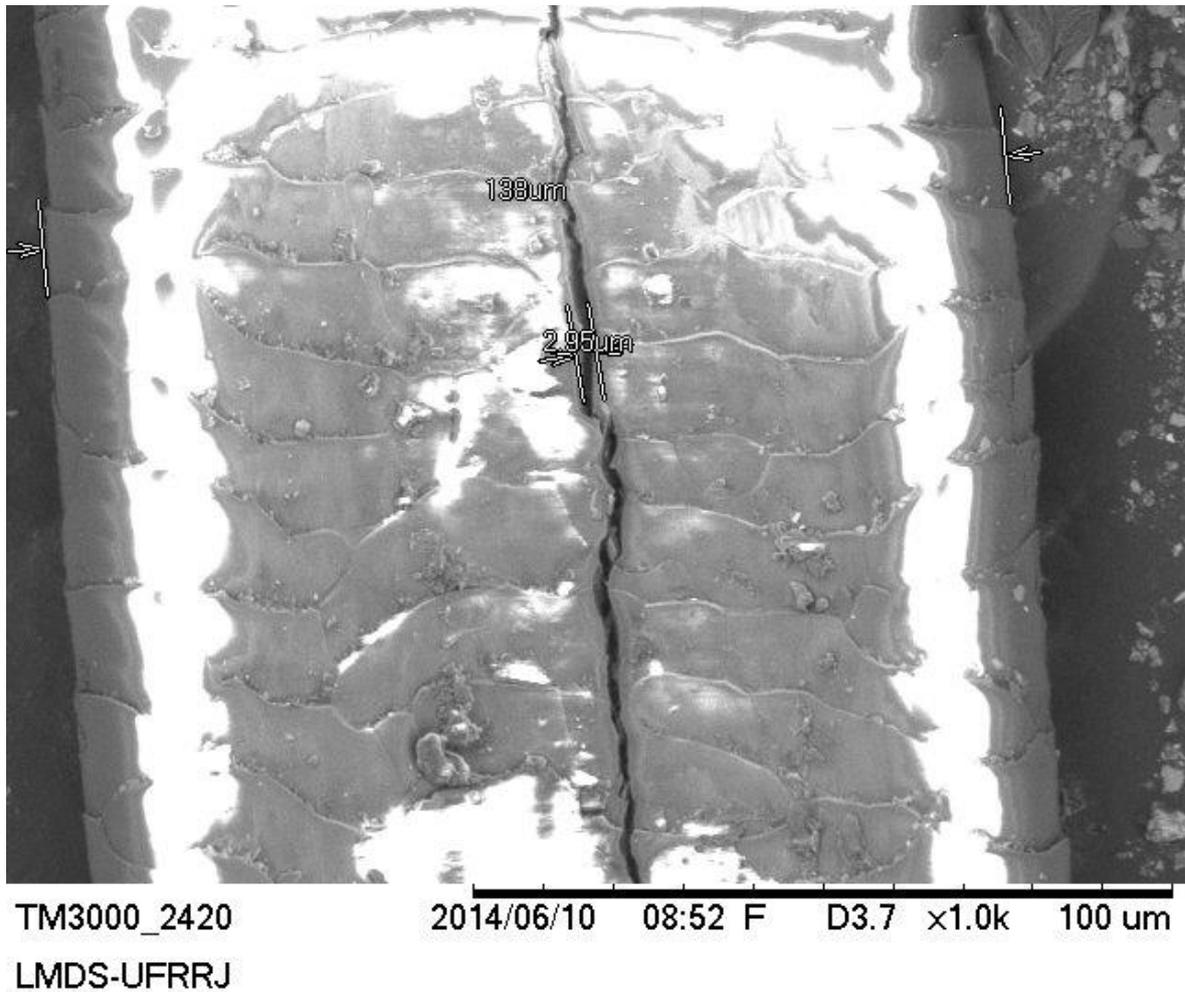


Figura 37. Imagem de MEV da cutícula de pelo-guarda de caprinos com ampliação de 1000 X, mostrando a fissura longitudinal da fibra.

Pelos-guarda de cabras da raça Alpina e Boer apresentaram superfícies com calosidade, mas ainda nenhum estudo sobre tal característica foi encontrado na literatura consultada. As calosidades foram observadas nos fragmentos na região central da fibra e apresentavam calos nos dois lados (Figura 38 A) e em um só lado (Figura 38 B). As escamas das fibras não apresentaram deformações (Figura 39).

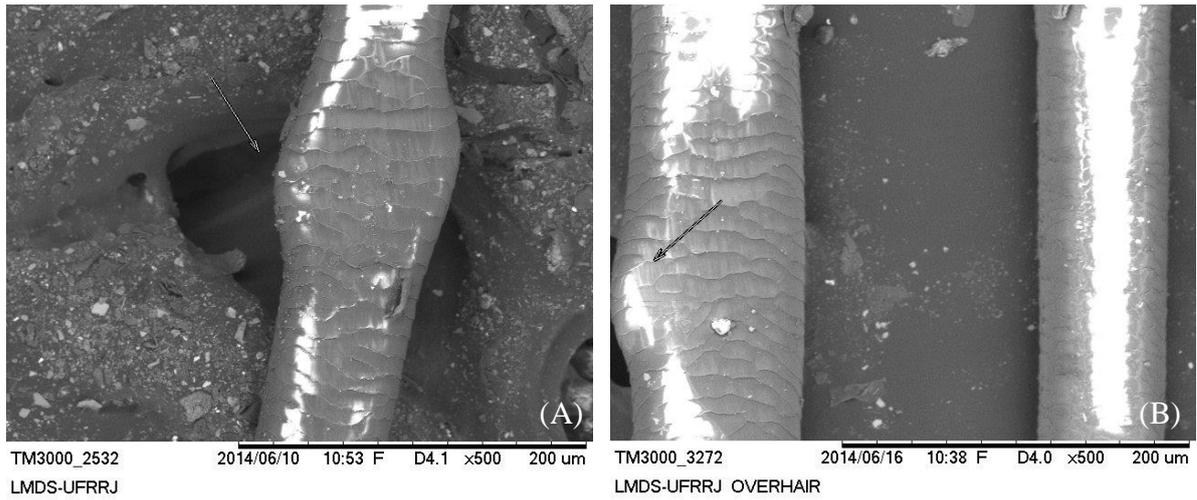


Figura 38. Imagem de MEV de pelo-guarda de caprinos contendo calosidade nos dois lados (A) e em um dos lados (B).

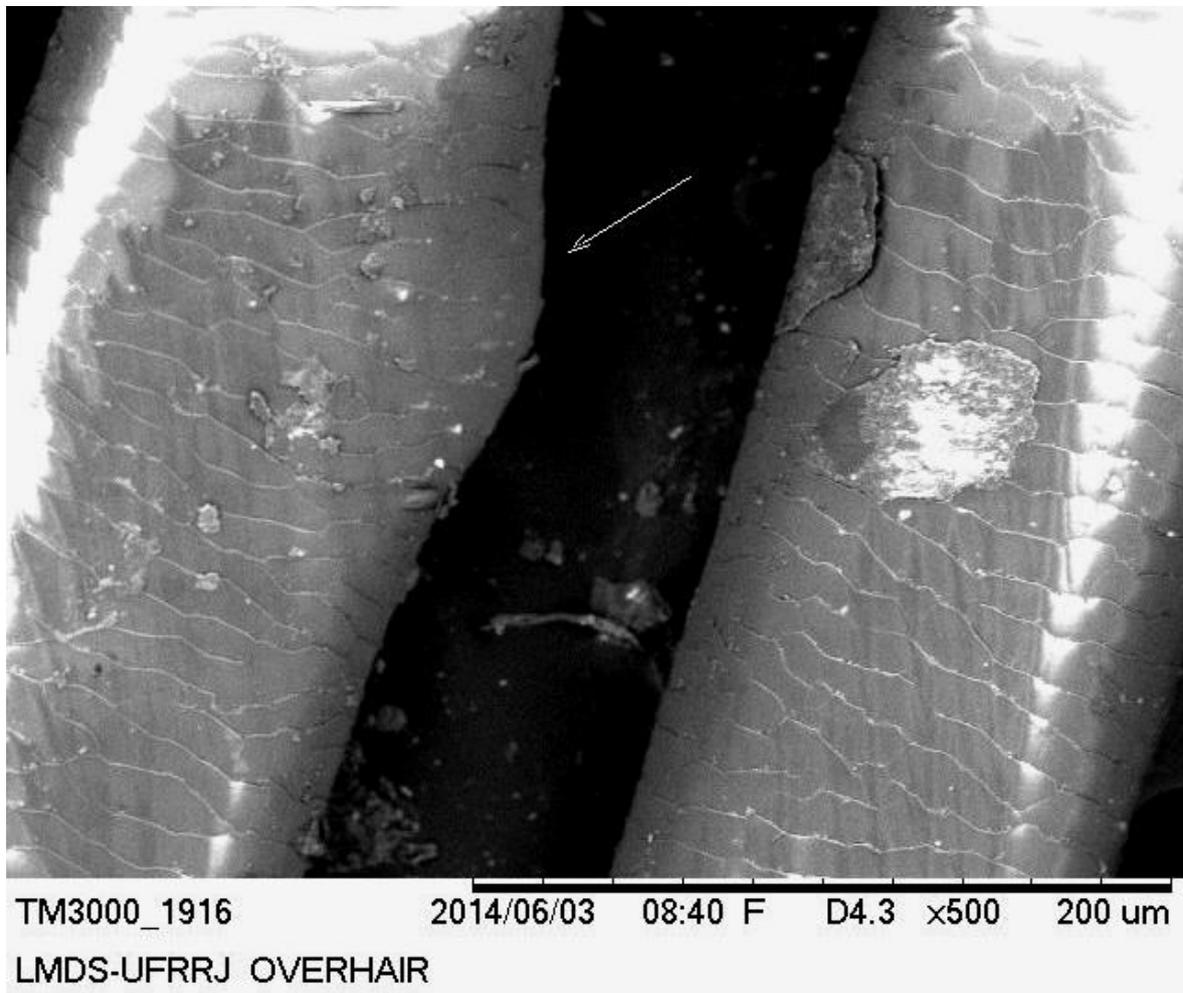


Figura 39. Imagem de MEV de pelo-guarda de caprinos apresentando calosidade sem deformação das escamas.

4.4 Características das Fibras Finas de Caprinos

Pelas médias gerais observadas para as características da fibra fina (Tabela 16) verificamos que cabras Alpinas, Saanen e 7/8 Alpina + 1/8 Boer apresentaram média de diâmetro da fibra fina de 10,63 μm e covariância do diâmetro médio da fibra fina de 17,39 %, como proposto por Phan e Wortmann (1995) e de acordo com a “Lei de produtos e rotulagem de lã de 1939”.

Pelas médias gerais observadas para as características da fibra fina (Tabela 16) verificamos que cabras Alpinas, Saanen e 7/8 Alpina + 1/8 Boer apresentaram média de frequência da escama de 7,57/100 μm . Estas características são importantes para o reconhecimento de cashmere, de acordo com o Instituto de Produtores de Cashmere e Pelo de Camelo (*Cashmere and Camel Hair Manufacturers Institute*) (CCMI).

Pelas médias gerais observadas para as características da fibra fina (Tabela 16) verificamos que cabras Alpinas, Saanen e 7/8 Alpina + 1/8 Boer apresentaram média de espessura da escama de 383,16 nm (0,38 μm). Estes resultados estão de acordo com método IWTO-58 estabelecido pela Organização Internacional Têxtil de Lã (*International Wool Textiles Organization- IWTO-58, 2000*).

Tabela 16. Número de observações (n), médias gerais observadas e coeficiente de variação (CV) das características morfológicas das fibras finas de cabras.

Característica	n	Média	CV (%)
Diâmetro – Fibra fina (μm)	91	10,63	17,39
Frequência de escama (/100 μm)	91	7,57	17,27
Espessura da escama (nm)	91	383,16	14,29

Os resultados da análise da variância para as características da fibra fina de cabras coletadas estão apresentadas na Tabela 17. O efeito da idade foi significativo para o diâmetro da fibra fina ($P < 0,05$). Não houve efeito para o efeito da raça em nenhuma das características avaliadas. O efeito da estação foi significativo para diâmetro da fibra fina ($P < 0,01$) e frequência de escama ($P < 0,01$).

Tabela 17. Resumo da análise de variância para as características da fibra fina de cabras.

Características	Fontes de Variação		
	Idade	Raça	Estação
G.L.	4	2	2
Diâmetro – Fibra fina (μm)	*	NS	**
Frequência de escama (/100 μm)	NS	NS	**
Espessura da escama (nm)	NS	NS	NS

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; NS = não significativo; G.L = graus de liberdade.

Pode-se observar que as cabras com a faixa etária maior que dois anos até seis anos, apresentaram maior número de animais produzindo fibra fina e que 63,64 % das cabras com > de 8 anos apresentaram produção de fibra fina (Tabela 18).

Tabela 18. Número de cabras produzindo fibra fina conforme a idade.

Idade	n	Total de cabras produzindo fibra fina	% de cabras produzindo fibra fina do total de cabras	% de cabras produzindo fibra fina do total de cada faixa etária
≤ 2 anos	8	0	0,00	0,00
> 2 ≤ 4 anos	137	30	8,93	21,90
> 4 ≤ 6 anos	145	47	13,99	32,41
> 6 ≤ 8 anos	35	13	3,87	37,14
> 8 anos	11	7	2,08	63,64
Total	336	97	28,86	-

n = número de observações.

Todas as cabras na raça Boer produziram fibra fina. 31,15% das 183 cabras Alpinas observadas produziram fibra fina, seguida do grupo racial 7/8 Alpina + 1/8 Boer com 27,77% de 18 cabras e por último as cabras da raça Saanen 22,48% de 129 cabras observadas (Tabela 19).

Tabela 19. Número e porcentagem de cabras produzindo fibra fina conforme a raça.

Grupo Racial	n	Total de cabras produzindo fibra fina	% de cabras produzindo fibra fina por grupo racial
Alpina	183	57	31,15
Saanen	129	29	22,48
7/8 Alpina + 1/8 Boer	18	5	27,77
Boer	6	6	100
Total	336	97	28,86

n = número de observações.

O menor número de cabras no verão produzindo fibra fina (Tabela 20) poderia estar relacionado com fatores de estresse climático. Segundo Vineis et al. (2008) o estresse pelo calor reduz o crescimento de cashmere, limitado pela menor ingestão de alimentos, pois o animal tenta reduzir a atividade metabólica. O crescimento e aparecimento da fibra fina desaceleram, diminui o diâmetro da fibra e a produção total também diminui.

O maior número de cabras produzindo fibra fina no outono está relacionado à proteção contra o frio que estes animais desenvolveram em seu local de origem, por exemplo, cabras Saanen possuem origem nos Alpes Suíços, local considerado frio, e assim poderiam não ter perdido a capacidade de produzir a fibra fina de cashmere mesmo estando em clima tropical.

Tabela 20. Número e porcentagem de cabras produzindo fibra fina conforme a estação.

Estação	n	Número de cabras	% de cabras
		produzindo fibra fina	produzindo fibra fina
Primavera - 2013	128	29	22,66
Verão - 2014	115	18	15,65
Outono - 2014	105	62	60
Total	348	109	

n = número de observações.

As médias ajustadas para as características da fibra fina de cashmere, conforme a idade, raça e estação estão na Tabela 21.

Não foram encontradas diferenças para frequência da escama e espessura da escama para as diferentes idades (Tabela 21). O efeito da idade influenciou somente na característica do diâmetro da fibra, com valores maiores nas cabras com mais de 8 anos, em comparação com as cabras com idades entre $> 4 \leq 6$ anos. O diâmetro encontrado está de acordo com o Instituto de Produtores de Cashmere e Pelo de Camelo (*Cashmere and Camel Hair Manufacturers Institute*) (CCMI) sendo fibra de subpelo que possui diâmetro médio máximo de 19 μ m.

Tabela 21. Médias calculadas por quadrados mínimos para características de fibra fina de cashmere, conforme a idade, raça e estação.

Efeitos	Características		
	Diâmetro da Fibra (μ m)	Frequência da Escama (/100 μ m)	Espessura da Escama (nm)
≤ 2 anos	-	-	-
$> 2 \leq 4$ anos	10,98 ab	7,40 a	407,28 a
$> 4 \leq 6$ anos	10,39 b	7,47 a	378,51 a
$> 6 \leq 8$ anos	10,72 ab	7,35 a	395,47 a
> 8 anos	12,69 a	6,52 a	399,19 a
Grupo Racial			
Alpina	11,15 a	7,52 a	383,85 a
Saanen	11,06 a	7,42 a	386,28 a
7/8 Alpina + 1/8Boer	11,38 a	6,62 a	415,20 a
Estação			
Primavera - 2013	12,23 a	6,48 b	397,75 a
Verão - 2014	10,59 b	7,80 a	389,38 a
Outono - 2014	10,77 b	7,28 a	398,20 a

Médias com a mesma letra para cada efeito e dentro da mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0.05$).

Não foi encontrada diferença significativa entre as raças estudadas e as características de diâmetro da fibra, frequência da escama e espessura da escama de fibra fina (Tabela 21).

As cabras da raça Alpina, Saanen e 7/8 Alpina + 1/8 Boer apresentaram diâmetro de fibra fina de 11,15 μ m, 11,06 μ m e 11,38 μ m, respectivamente. Cabras Chinesas da raça

Liaoning (MC GREGOR et al., 1991) produzem fibras de diâmetro entre 13,3 µm e 17,5 µm. Renani-Ansari et al. (2012) avaliaram a qualidade da cashmere produzida por cabras Raeini no Iran e observaram produção de fibra fina de cashmere de média de diâmetro de 19,7 µm, sendo considerada pelo autor excelente produtora de cashmere de alta qualidade.

A frequência da escama, característica de grande importância que auxilia na diferenciação de outras fibras de origem animal e contribui também para a resistência da fibra, na qual influencia a qualidade da fibra (PHAN, 1996). As cabras da raça Alpina, Saanen e 7/8 Alpina + 1/8 Boer apresentaram frequência da escama de 7,52/100 µm, 7,42/100 µm e 6,62/100 µm, respectivamente (Tabela 21). Se aproximou do relatado por Wildman (1954) com amostras de cashmere de 6-7/100 µm e Vineis et al. (2008) com frequência média da escama de cashmere de 6-7/100 µm.

As cabras da raça Alpina, Saanen e 7/8 Alpina + 1/8 Boer apresentaram espessura da escama de 383,85 nm (0,38 µm), 386,28 nm (0,39 µm) e 415,20 nm (0,42 µm). Estes resultados estão de acordo com método IWTO-58 estabelecido pela Organização Internacional Têxtil de Lã (*International Wool Textiles Organization- IWTO-58*, 2000), onde este utiliza a espessura da escama para diferenciar entre lã, com espessura da escama maior que 0,55 µm e cashmere menor que 0,55 µm. Estes resultados são comprovações de que as fibras finas encontradas nas raças Alpina, Saanen e 7/8 Alpina + 1/8 Boer no Brasil são cashmere.

Na Tabela 21 verifica-se que as cabras no verão e outono apresentaram fibra fina de cashmere com diâmetro menor do que o encontrado na primavera. Segundo o Instituto de Produtores de Cashmere e Pelo de Camelo (*Cashmere and Camel Hair Manufacturers Institute*) (CCMI), o diâmetro médio da fibra é um importante determinante para o valor pago pela fibra pelo mercado têxtil.

Pelas médias das características da fibra fina encontradas nas cabras da raça Boer (Tabela 22) verifica-se que a fibra fina é de alta qualidade, por apresentar diâmetro médio para as três estações de 8,75 µm, frequência da escama de 6,60/100 µm e espessura da escama de 316,70 nm. Couchman (1984) encontrou em caprinos da raça Boer na África do Sul media da fibra fina de 14,96 µm.

Tabela 22. Médias calculadas por quadrados mínimos para características de fibra fina de cashmere em animais da raça Boer, conforme a estação.

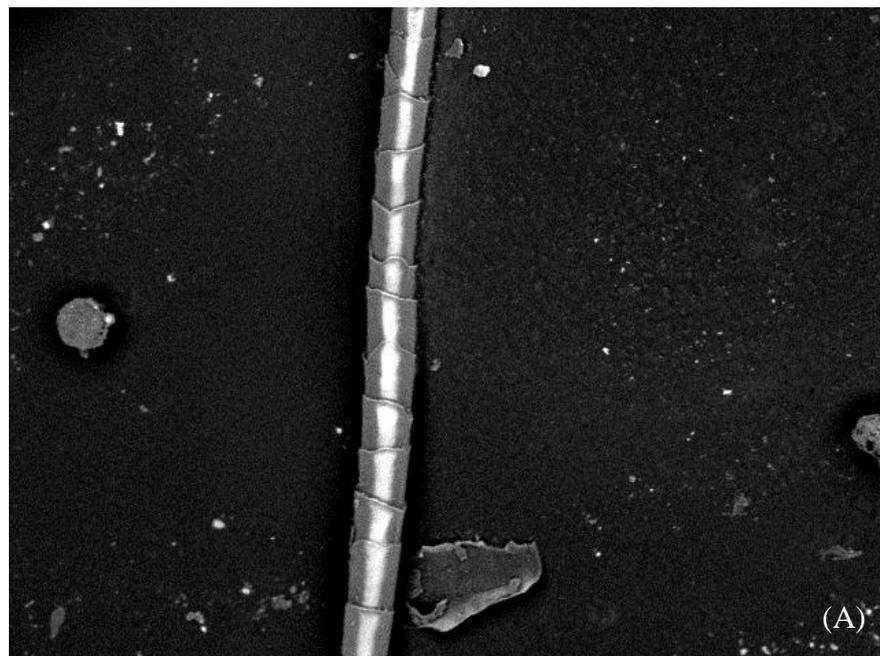
Efeito	Características da fibra fina de Boer			
	Estação	Diâmetro da Fibra (µm)	Frequência da Escama (/100µm)	Espessura da Escama (nm)
Primavera - 2013		8,83 a	6,55 a	324,5 a
Verão - 2014		8,86 a	6,76 a	309,5 a
Outono - 2014		8,57 a	6,49 a	316,1 a
Média Geral		8,75	6,60	316,70

Médias com a mesma letra para cada efeito e dentro da mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0.05).

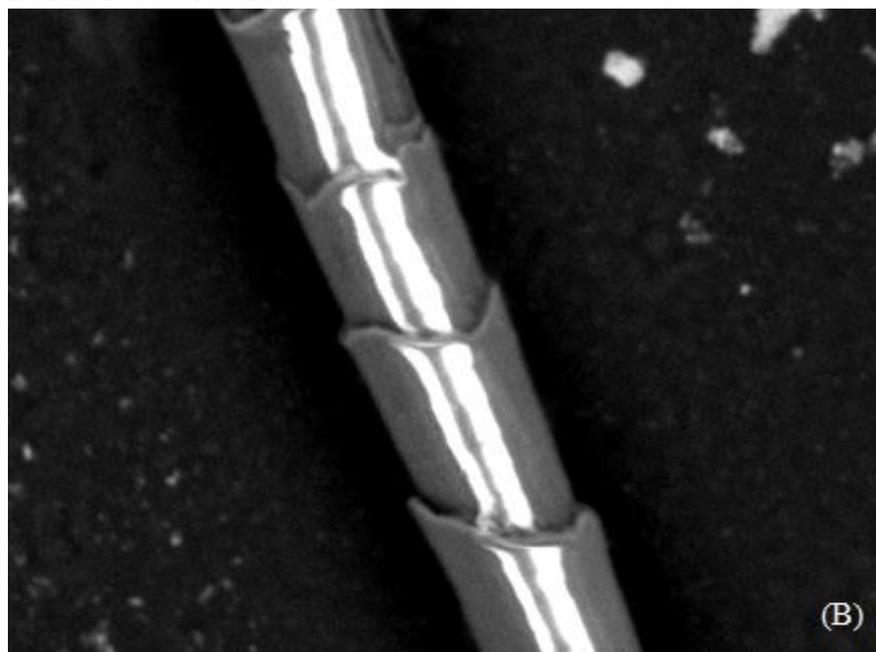
Outras análises são utilizadas na identificação para o reconhecimento da fibra fina de cashmere, como, formato da escama e ausência de medula.

As fibras finas das cabras Alpina, 7/8 Alpina x 1/8 Boer, Saanen e Boer possuem o mesmo padrão de escama. Na Figura 40 e Tabela 23 estão representadas as características da cutícula de fibra fina de cabras Alpina, 7/8 Alpina x 1/8 Boer, Saanen e Boer. Cutícula

com escama posicionada de forma transversal, escama imbricada, formato coronal com dimensão estreita, bordas lisas e com uma única escama a cada altura da fibra.



TM3000_3360 2014/06/16 14:09 F D4.0 x1.0k 100 um
LMDS-UFRRJ CASHMERE



TM3000_3388 2014/06/16 14:39 F D4.0 x4.0k 20 um
LMDS-UFRRJ CASHMERE

Figura 40. Imagem do MEV da fibra fina de cashmere em ampliação de (A) 1000 X demonstrando a forma coronal das escamas e (B) 4000X, onde se demonstra claramente a borda lisa das escamas.

Tabela 23. Padrões cuticulares encontrado em fibra fina de cashmere com base nos seis caracteres abaixo:

Posição da escama	Imbricamento das bordas das escamas	Forma das escamas	Dimensão das escamas	Ornamentação das bordas das escamas	Número de escamas na borda
Transversal	Imbricada	Coronal	Estreita	Lisas	Única

Bahuguna e Mukherjee (2000) utilizaram microscópio eletrônico de varredura para as análises e foram capazes de diferenciar as características morfológicas da cutícula de diferentes espécies produtoras de fibra fina como angora, pashmina (cashmere) e shahmina e lã de animal tibetano.

De acordo com o Instituto de Produtores de Cashmere e Pelo de Camelo (*Cashmere and Camel Hair Manufacturers Institute*) (CCMI) a fibra de subpelo não possui medula, o mesmo foi visualizado e comprovado por este trabalho (Figura 41 A e B).

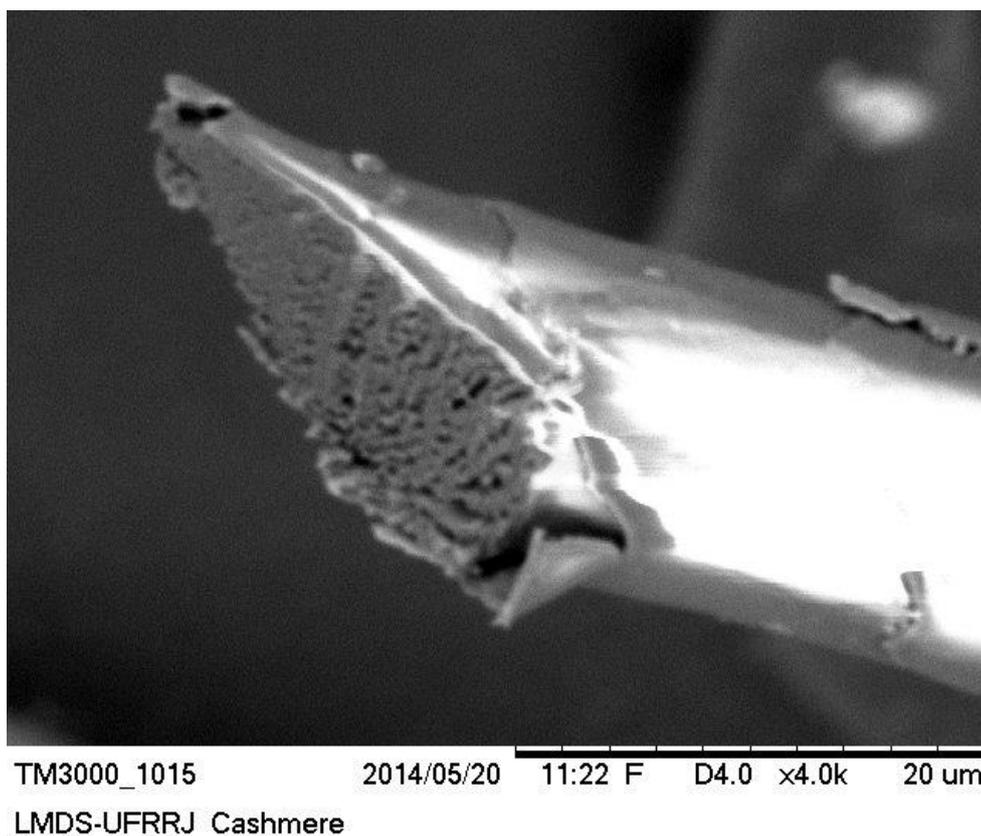


Figura 41. Imagem do MEV de corte transversal de fibra fina de cashmere com ausência de medula em ampliação de 2500X (A) e 4000X (B).

A presença de fibras fina de cashmere nas raças estudadas com diâmetro médio da fibra menor que 19 μm com covariância menor que 24% e ausência de medula, pode possibilitar o desenvolvimento da indústria têxtil de cashmere no Brasil tornando importante fonte econômica para a atividade.

5 CONCLUSÕES

- a. Existe efeito da idade sobre o diâmetro da fibra fina.
- b. Existe efeito da estação sobre o diâmetro da fibra fina e frequência de escama.
- c. Através das análises das características da fibra apresentadas neste trabalho conclui-se que cabras das raças Alpina, Boer, Saanen e 7/8 Alpina + 1/8 Boer produzem cashmere.
- d. As fibras finas de cashmere produzidas no Brasil com relação a características topográficas e de diâmetro são consideradas de alta qualidade.
- e. A fibra fina de cashmere no Brasil produzida por cabras Saanen, Alpina e 7/8 Alpina + 1/8 Boer possui diâmetro médio inferior a cabras produtoras da mesma fibra em outros países e é considerada rara.
- f. O reconhecimento de outro padrão de escama o tipo 2 de pelo-guarda de caprino será importante para o reconhecimento da espécie.
- g. As imagens geradas pelo microscópio eletrônico de varredura a as análises feitas nas imagens foram capaz de gerar subsídios para a caracterização da medula e da cutícula sendo interessante como nova metodologia para futuros estudos destas características.
- h. O pelo-guarda de caprino apresentou formato bicôncavo, fissura longitudinal e calosidade.

CONCLUSÕES GERAIS

- a. Existe efeito da idade sobre as características de espessura da capa externa, comprimento do pelo e ângulo de inclinação do pelo para cabras.
- b. Existe efeito da estação do ano sobre espessura da capa externa, densidade do pelame, comprimento, diâmetro e ângulo de inclinação do pelo, refletância da pele e refletância da pele da orelha.
- c. Animais da raça Saanen apresentam características de densidade do pelame, diâmetro médio do pelo, refletância do pelame, refletância da pele e refletância da pele da orelha favoráveis para a criação em clima tropical.
- d. Foram encontrados dois tipos de pelo-guarda para cabras das raças Alpinas, Saanen, 7/8 Alpina + 1/8 Boer e Boer: Tipo 1 e Tipo 2.
- e. A medula de pelo-guarda de cabras das raças Alpinas, Saanen, 7/8 Alpina + 1/8 Boer e Boer por ser nodosa com ar em seu interior, contribuindo para o isolamento térmico e para a transferência de calor.
- f. Cabras das raças Alpinas, Saanen, 7/8 Alpina + 1/8 Boer e Boer produzem fibra fina de cashmere de alta qualidade.
- g. O pelo-guarda de caprino apresenta formato bicôncavo. Sendo necessário o equipamento de microscopia para a medição do diâmetro.
- h. Há a necessidade de mais pesquisas para a averiguação da possibilidade de produção de cashmere no Brasil.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AATCC Test Method 20, 'Fiber Analysis: Qualitative' (revised 1998) and Test Method 20A 'Fiber Analysis: Quantitative' **AATCC Technical Manual** p. 65-67, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho Parte 1: Interior**. Rio de Janeiro, 2013. 46p.

ADAMETZ, L. **Zootecnia General**. Labor, Madrid, Espanha, 1943, 192p.

AGRICULTURAL AND FOOD REASERCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159p.

AIURA, A. L. O.; AIURA, F. S.; SILVA, R. G.. Características do pelame de cabras saanen e pardo alpina criadas em ambiente tropical. **Archivos de zootecnia**, vol.59, n.228, 2010.

ALLAIN, D; ROGUET, J. Genetic and non-genetic variability of OFDA-medullated fibre contents and other fleece traits in the French Angora goats. **Small Ruminant Research**. v. 65, p. 217–222, 2006.

BACCARI JR., F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: Editora UEL, 2001.142 p.

BACCARI JÚNIOR, F., Adaptação de sistemas de manejo na produção de leite em clima quente. In: SILVA, I. J. O. **Ambiência na produção de leite**. Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1998. p. 24-65.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais –Conforto animal**.2.ed. Viçosa: UFV. 2010. 246p.

BAHUGUNA, A.; MUKHERJEE, S.K. Use of SEM to recognise Tibetan antelope (Chiru) hair and blending in wool products. **Science & Justice**. Wildlife Forensic Laboratory, Wildlife Institute of India, Chandrabani, v.40, p. 177-182, 2000.

BENEDICT, F. A. Hair structure as a generic character in bats. **University of California Publications in Zoology**, v. 59, p. 285-548, 1957.

BERGEN, W. V. **Wool Hand Book**, 3rd, v. 1, Inter Science Publishers, London, 1963.

BERTIPAGLIA, E. C. A.; SILVA, R. G.; CARDOSO, V.; MAIA, A. S. C. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de características do pelame e de desempenho reprodutivo de vacas holandesas em clima tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 350 - 359, 2007.

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.

- BLOIS, M. S. The melanins: Their structure and synthesis. **Photochem Photobiol.** v. 3 p. 115-134, 1978.
- BLOOD, D. C.; HENDERSON, J. A. **Medicina Veterinária.** 4ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 871 p., 1978.
- BROWN, D.L., MORRISON, S.R., BRADFORD, G. E. Effects of ambient temperature on milk production of Rubian and Alpine goats. **Journal of Dairy Science**, v.71, p. 2486–2490, 1988.
- BURNS, R.H., VON BERGEN, W., YOUNG, S.S. Cashmere and the undercoat of domestic and wild animals. **Journal of the Textile Institute Transactions**, v. 53, p. 45-68, 1962.
- CAMPBELL, Q.P., 1984. The development of a meat producing goat in South Africa. Proc. 2nd World Congress on Sheep and Beef Cattle Breeding, Republic of South Africa.
- CCMI. Definition of cashmere. The Cashmere and Camel Hair Manufacturers Institute, Boston. Disponível em: <<http://www.cashmere.org>> Acesso em 21 fev. 2014.
- CHERNOVA, O.F. Architectonics of the medulla of guard hair and its importance for identification ox taxa. **Doklady Biological Sciences**, v. 376, p. 81-85, 2001.
- CHRISTOPHERSON, R.J. **Stress physiology in livestock.**v.1 (M.K. Yousefed), CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 1985.
- COSTA, M.J.R.P., SILVA, R., SOUZA, R.C. Effect of air temperature and humidity on ingestive behaviour of sheep. *International Journal of Biometeorology*, v. 36, p. 218–222, 1992.
- COUCHMAN, R.C., **Studies on the cashmere down production of goats.** (M.Agr.Sc. Thesis) - The University of Melbourne, Melbourne, Australia, 1984.
- COUCHMAN, R.C. **Cashgora.** Proceeding Cashmere Research Seminar, West Australia, p. 49-66, 1987.
- CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture.** Iowa State University Press. 1983. p. 409.
- DAY, M. G. Identification of hair and feather remains in the gut and faeces of stoats and weasels. **Journal of Zoology**, v.148, p. 201-217, 1966.
- DEBELICA, A.; THIES, M.L. **Atlas and key to the hair of terrestrial Texas mammals.** Museum of Texas Tech University, Lubock, Texas: Special Publications of the Museum of Texas Tech University, 2009. 104 p.

DOBB, M.G.; JOHNSON, F.R.; NOTT, J.A. OSTER, L. Morphology of the cuticle layer in wool fibres and other animal hairs. **Journal of the Textile Institute**, v.52, p. 153-170, 1961.

DOWLING, D. F.; NAY, T. Cyclic changes in the follicles and hair coat in cattle. **Australian Journal Agricultural Research**, Melbourne, v.11, p. 1064-1071, 1960.

FEUGHELMAN, M. Introduction to physical properties of wool, hair and other α -keratin fibres. In: ____ **Mechanical properties and structure of α -keratin Fibres: Wool, Human Hair and Related Fibres**. UNSW Press, 1997. Cap.1, p.1-14.

FR- Federal Register. Disponível em: <<http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2014-06-04/pdf/2014-12736.pdf>> Acesso em 10 jun. 2014.

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

HAUSMAN, L.A. Recent studies of hair structure relationships. **The Scientific Monthly**, v. 30, n. 3, p. 258-277, 1930.

HAUSMAN, L.A. Structural characteristics of the hair of mammals. **American Naturalist**, v. 54, p. 496-526, 1920.

HEARING VJ. Biochemical control of melanogenesis and melanosomal organization. **J. Investig Dermatol Symp Proc**. v. 4, p. 24–28, 1999.

HOLST, P. J.; CLARKE, W. H.; MADDOCKS, I. G. Skin and fleece characteristics of two groups of feral goats. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.22, p. 173–176, 1982.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Diretoria de Pesquisas. Coordenação de Agropecuária. Pesquisa da Pecuária Municipal 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/tabelas.pdf/tab16>. Acesso em: 10 jun. 2014.

INTERNATIONAL WOOL TEXTILE ORGANISATION. **IWTO-58: Scanning Electron Microscopic Analysis of Speciality Fibres and Sheep's Wool and their Blends**. The Woolmark Company, Techn. Marketing, Department, Ilkley, UK, 2000.

____. **IWTO-8: Method of Determining Fibre Diameter Distribution Parameters and Percentage of Medullated Fibres**. In: **Wool and other Animal Fibres by the Projection Microscope**. The Woolmark Company, Techn. Marketing, Department, Ilkley, UK, 2004.

____. **IWTO-47: Measurement of the Mean and Distribution of Fibre Diameter of Wool using an Optical Fibre Diameter Analyser (OFDA)**. The Woolmark Company, Techn. Marketing, Department, Ilkley, UK, 2013.

JARDIM, W. R. **Criação de caprinos**. 6ª Edição. São Paulo: Nobel, 1973. 239p.

JIANG, G.; ZHONG, Y; WANG, R. A recognition method for wool and cashmere fibre based on the feature of the spectral line. In: THE 1st INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SCIENCE AND ENGINEERING, p. 4679-4682, 2009.

KAUFMAN, J. E.; CHRISTENSEN, J. F. **IES Lighting Ready Reference** 1rdedn. New York: Illuminating Engineering Society of North America, 1985, 168p.

KAZAMA, R.; ROMA, C. F. C.; BARBOSA, O. R.; ZEOULA, L. M.; DUCATTI, T.; TESOLIN, L. C. Orientação e sombreamento do confinamento na temperatura da superfície do pelame de bovinos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 30, n. 2, p. 211-216, 2008.

KLÖREN, W. R. L.; NORTON, B. J. Fleece growth in Australian cashmere goats: 2. The effects of pregnancy and lactation. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 44, p.1023–1034, 1993.

KNOTT, J. **Fine Animal Fibres**. 1^a ed. EEC Comett: Guimarães: Universidade do Minho, 1990.

LAU, K-T.; YERAZUNIS, W. S.; SHEPEHERD, R.L.; DIAMOND, D. Quantitative colorimetric analysis of dye mixtures using an optical photometer based on LED array. *Sensors and Actuators B*, v. 114.p. 819-825, 2006.

LEE, D.H.K. **Manual of field studies on heat tolerance of domestic animals**. Roma: FAO, 1953. 161p.

LIGEIRO, E. C.; MAIA, A. S. C; SILVA, R. G.; LOUREIRO, C. M. B. Perda de calor por evaporação cutânea associada às características morfológicas do pelame de cabras leiteiras criadas em ambiente tropical. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.2, p.544-549, 2006.

LOMULLER, L. Reconnaissance méthodique, à l'aide du microscope, des poils d'un certain nombre de mammifères. Essai de leur classification. *Bulletin des Sciences Pharmacologiques*, Paris, v.10, p. 497-581, 1924.

IRVINE, P.A. & LUNNEY, H.W.M. Calibration of the CSIRO Fibre-Fineness Distribution Analyser. *Textile Research Journal*, v. 49, p. 97-101, 1979.

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; BERTIPAGLIA, E. C. A. Características do pelame de vacas Holandesas em ambiente tropical: Um estudo genético e adaptativo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2003.

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; BERTIPAGLIA, E. C. A. Environmental and genetic variation of the effective radiative properties of the coat of Holstein cows under tropical conditions. *Livestock Production Science*, Amsterdam, v.92, n.2, p.307–315, 2005b.

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; BERTIPAGLIA, E. C. A. Genetic analysis of coat colour, hair properties and milk yield in Holstein cows managed under shade in a tropical

environment. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 42, p. 180-187, 2005a.

MAIA, A. S. C.; SILVA, R.G.; BERTIPAGLIA, E.C.A. Genetic and environmental variation of the effective radiative properties of the coat in Holstein cattle. In: WORLD CONGRESS OF THE GENETIC APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 7., 2002, Montpellier. **Proceedings...** Montpellier: 2002.

MAIA, A. S. C. **Variação genética e ambiental das características morfológicas e das propriedades radiativas efetivas do pelame de bovinos da raça holandesa.** 2002. 77f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

MARAI, I.F.M., EL-DARAWANY, A.A., FADIEL, A., ABDEL-HAFEZ, M.A.M. Physiological traits as affected by heat stress in sheep –a review. **Small Ruminant Research**, v. 71, p. 1–12, 2007.

MASON, I.L. 1988. **World Dictionary of Livestock Breeds.** Third Edition. C. A. B International. 348 p.

MATIAS, F. A. A.; VILA, M. M. D. C.; TUBINO, M. A simple device for quantitative colorimetric diffuse reflectance measurements. **Sensors and Actuators B**, v. 88, p. 60-66, 2003.

MCDONALD, B., HOEY, W., HOPKINS, P. Cyclical fleece growth in cashmere goats. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 38, p. 597–609, 1987.

MCGREGOR, B.A. Effects of different nutritional regimens on the productivity of Australian Cashmere goats and the partitioning of nutrients between cashmere and hair growth. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.28, p.459–467, 1988.

MCGREGOR, B.A. **Properties, processing and performance of rare natural animal fibres:** A review and interpretation of existing research results.1.Ed. RIRDC Research Paper Series, 2012.

MCGREGOR, B.A. **The quality of cashmere and its influence on textile materials produced from cashmere and blends with superfine wool.** 2001. PhD thesis, The University of New South Wales, Sydney, 2001.

MCGREGOR, B.A.; AN., M.; JIANG, Y. Fleece metrology of Liaoning cashmere goats. **Small Ruminant Research**, v.4, p. 61–71, 1991.

MOYES, C. D. ; SCHULTE, P. M. **Princípios de fisiologia Animal.** 2º Edição. Porto Alegre: ARTEMED, 792 p, 2010.

NAGORCKA, B.N. The effect of photoperiod on wool growth. In: Black, J.L., Reis, P.J. _Eds., **Physiological and Environmental Limitations to Wool Growth.** University of New England Publishing, Armadale, New South Wales, p. 127–137, 1979.

NICOLAU, C. V. J.; SILVA, R. G.; MOTA, L. S. L. S.; VERISSIMO, C. J. Características da pele e do pelame em bovinos da raça Caracu. **Archivos de Zootecnia**, v. 53, n. 201, p. 25-34, 2004.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 2. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1992.

PAIM, T. P., BORGES, B. O., LIMA, P. M.T., GOMES, E.F., DALLAGO, B.S.L., FADEL, R., MENEZES, A. M., LOUVANDINI, H., CANOZZI, M.E.A., BARCELLOS, J. O. J., MCMANUS, C. Thermographic evaluation of climatic conditions on lambs from different genetic groups. **International Journal of Biometeorology**, v. 57, p. 59-66, 2013.

PATIL, K.; RAJKHOWA, R.; DAI, X. J.; TSUZUKI, T.; LIN, T.; WANG, X. Preparation and surface properties of cashmere guard hair powders. **Powder Technology**, v. 219, p. 179-185, 2012.

PHAN, K.H. **Electron Microscopy and the Characterization of Keratin Fibres**. 1^a ed. EEC Comett: Guimarães: Universidade do Minho, 1991.

PHAN, K.H. **Identification and Classification of Cashmere, in Metodology and Identification of Speciality Animal Fibres**. Ed. Laker J.P. and Wortmann F.J., Europ. Fine Fibre Network, Occas. Publ. No. 4, p. 45-58, 1996.

PHAN, K.H.; F.J. WORTMANN. **Appendix 10, Quality assessment of goat hair for textile use**. In: Silk, mohair, cashmere and other luxury fibres (Ed Frank, R.R), The Textile Institute, Woodhead Publishing Ltd. Cambridge, UK.2000.

PHAN, K.-H.; WORTMANN, F.-J. Proceedings European Symp. **Metrology and Identification of Speci. Anim. Fibres**, (SAF '95), Aachen, Germany, European Fine Fibre Network Occasional Publication No. 4, May, 1995, 45.

PINHEIRO, M. G., SILVA, R. S. Pelame e produção de vacas da raça Holandesa em ambiente tropical. I. Características do pelame. **Boletim de Indústria Animal**, v. 5, n. 1, p. 1-6, 1988.

POPESCU, C.; HÖCKER, H. Hair – the most sophisticated biological composite material. **Chemical Society Reviews**, v. 36, p. 1282-1291, 2007.

QUADROS, J.; MONTEIRO-FILHO, E. L. de A. Coleta e preparação de pelos de mamíferos para identificação em microscopia óptica. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.23, n.1, p. 274-278, 2006.

RENANI-ANSARI, H.R.; MUELLERB, J.P.; RISCHKOWSKYC, B.; SEYED MOMEND, S.M.; ALIPOURE, O.; EHSANID, M., MORADI, S. Cashmere quality of Raeini goats kept by nomads in Iran. **Small Ruminant Research**, v.104, p. 10– 16, 2012.

RIBEIRO, S. D. A. **Caprinocultura: Criação Racional de Caprinos**. São Paulo. Nobel, 1997. 1ªEd. 318 p.

RIGGOTT, J.M.; E.H. WYATT. Scanning electron microscopy of hair from different regions of the body of the rat. **Journal of Anatomy**, v.130, p. 121-126, 1980.

ROSS, F. Refashioning London tailors; a study of contemporary colour, design and textiles with an evaluation of male consumer sensory perceptions. **Proceedings 11th international wool text research conference**, v. 54, p. 1-10, 2005.

ROSSI, A. V.; TUBINO, M. Construção de um aparelho de fluxo interrompido. **Química Nova**, v.14, n.2, p.109-111, 1991.

RYDER, M.L. Coat structure and seasonal shedding in goats. **Animal Production**, v. 8, p. 289-302, 1966.

SAILOR, D. J.; RESH, K.; SEGURA, D. Field measurement of albedo for limited extent test surfaces. **Solar Energy**, v. 80, p. 589-599, 2006.

SANO, H., AMBO, K., TSUDA, T. Blood glucose kinetics in whole body and mammary gland of lactating goats exposed to heat stress. **Journal of Dairy Science**, v. 68, p 2557-2564, 1985.

SANTOS, M. M.; AZEVEDO, M.; COSTA, L. A. B.; FILHO, F. P. S.; MODESTO, E. C. e LANA, A. M. Q. Comportamento de ovinos da raça Santa Inês, de diferentes pelagens, em pastejo. *Acta Scientiarum*. **Animal Sciences**, v. 33, n. 3, p. 287-294, 2011.

SENG, S.; KITA, M. New analytical method for the determination of detergent concentration in water by fabric dyeing. **Journal of Chemical Education**, v. 84, n. 11, p. 1803-1805, 2007.

SHAKYAWAR, D.B.; RAJA, A.S.M.; KUMAR, A.; PAREEK, P.K.; WANI, S.A. Pashmina fibre - Production, characteristics and utilization. **Indian Journal of Fibre & Textile Research**, v.38, p. 207-214, June 2013.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v. 67, p.1-18, 2000.

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

SILVA, R.G.; ARANTES NETO, J.G.; HOLTZ -FILHO, S.V. Genetic aspects of the variation of the sweating rate and coat traits of Jersey cattle. **Brazilian Journal Genetics**, v.11, p.335-347, 1988.

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

SLOMINSKI, A.; PAUS, R. Melanogenesis is coupled to murine anagen: Toward new concepts for the role of melanocytes and the regulation of melanogenesis in hair growth. **Journal of Investigative Dermatology**, v. 101, p. 90S–97S, 1993.

SLOMINSKI, A.; PAUS, R.; PLONKA, P.; CHAKRABORTY, A.; MAURER, M.; PRUSKI, D.; LUKIEWICZ, S. Melanogenesis during the anagen-catagen-telogen transformation of the murine hair cycle. **Journal of Investigative Dermatology**, v.102, p. 862-9, 1994.

SLOMINSKI, A.; WORTSMAN, J.; PLONKA, P. M.; SCHALLREUTER, K. U.; PAUS, R.; TOBIN, D. J. Hair Follicle Pigmentation. **Journal of Investigative Dermatology**, v. 124, p.13–21, 2005.

SMITH, I. D., CLARKE, W. H., and TURNER. The potential of feral goats in Australia for cashmere production. **Journal of the Australian Institute of Agricultural Science**, v. 39, p. 128–131, 1973.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. User's guide. **Cary: SAS Institute**, 2002. 525p.

TEERINK, B. J. **Hair of West-European Mammals**. 1^a ed. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1991, 224 p.

TESTER, D. H. Fine structure of cashmere and superfine merino wool fibers. **Textile Research Journal**, v. 57, p. 213-219, 1987.

THEVENARD, D., HADDAD, K. Ground reflectivity in the context of building energy simulation. **Energy and Buildings**, v. 38, p. 972-980, 2006.

TUBINO, M.; QUEIROZ, C. A. R. Flow injection visible diffuse reflectance quantitative analysis of nickel. **Analytica Chimica Acta**, v. 600, p. 199-204, 2007.

TUBINO, M.; SOUZA, R. L. Determination of diclofenac in pharmaceutical preparations by diffuse reflectance photometry. **Talanta**, v. 68, p. 776–780, 2006.

TUCKER, D.J.; HUDSON, A.H.F.; OZOLINS, G.C.; RIVETT, D.E.; JONES, L.N. **The chemical composition of speciality animal fibres, with particular reference to cashmere**. Proc. First Inter. Symp. on Specialty Animal Fibres, Aachen, Deutsche Wollforschungsinstitut, p.71-103, 1988.

TURNER, H. G.; SCHLEGER, A. V. An analysis of growth processes in cattle coats and their relations to coat type and body weight gain. **Australian Journal Biological Science**, Melbourne, v. 23, p. 201-218, 1970.

UDO, H.M.J. **Hair coat characteristics in Friesian heifers in the Netherlands and Kenya**. Wageningen: Mededelingen Landbou whoege school Wageningen, 1978. 135p.

VEIGA, J. S.; BARNABÉ, R. C.; GHION, E.; AGGIO, C. A. C. Aspectos fisiológicos associados com a adaptação de bovinos nos climas tropicais e subtropicais II: espessura do pelame de revestimento do corpo, peso dos pelos e suas relações com a tolerância ao calor. **Arquivos da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais**, Belo Horizonte, v.16, p. 113-137, 1964.

VERÍSSIMO, C. J.; POZAR OTSUK, I.; ARCARO, J. R. P.; TITTO, E. A. L. Comprimento do pelo em vacas Nelore, Holandesas e Pardo-Suíças, em três épocas do ano. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, SP, v. 63, n. 4, p. 193-198, 2006.

VINES, C.; ALUIGI A.; TONIN, C. Morphology and thermal behaviour of textile fibres from the hair of Domestic and wild goat species. **AUTEX Research Journal**, v. 8, No3, 2008.

ZHOU, A. H. M.; ALLAIN, D.; LI, J. Q.; ZHANG, W. G.; YU, X. C. Effects of non-genetic factors on production traits of Inner Mongolia cashmere goats in China. **Small Ruminant Research**, v. 47, p. 85–89, 2003.

WANI S, A. **Studies on fibre and yarn properties of pashmina hair**. 1988. (M V Sc thesis) - Indian Veterinary Research Institute, Izatnagar, 1988.

WILDMAN, A.B. **The microscopy of animal textile fibres**. Wool Insustry Research Assoc. Leeds, England, 1954. v. *F*, p. 156.

WORTMANN, F.J; ARNS, W. Quantitative fiber mixture analysis by scanning electron microscopy. Part I: Blends of Mohair and Cashmere with Sheep's Wool. **Textile Research Journal**, v. 56, p. 442-446, 1986.

WORTMANN, F.J; PANH, K.H. & AUGUSTIN, P. Quantitative fiber mixture analysis by scanning electron microscopy. Part V: Analyzing pure fibre sample and samples with small admixtures according to test IWTO-58. **Textile Research Journal**, v.73, p. 727-732, 2003.