



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Faculdade de Engenharia
Departamento de Ciência e Tecnologia Têxteis

**Manipulação de Superfícies Têxteis:
Interferências na estrutura têxtil do burel, modificando
tridimensionalmente a sua superfície.**

Ana Luiza Olivete

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em
Design de Moda
(2º ciclo de estudos)

Orientadora: Profa. Dra. Rita Salvado
Coorientadora: Profa. Dra. Regina Aparecida Sanches

Covilhã, Outubro de 2013

Agradecimentos

Não foi fácil chegar até aqui...

Estar em outro país, deixar de lado o trabalho, os amigos e a família é algo dolorido.

Mas durante todo o caminho percorrido encontramos pessoas que nos apoiam e nos fazem chegar ao final de cada jornada.

Como não poderia ser diferente, chegou a hora de agradecer a todos aqueles que fazem parte da minha vida ou que de alguma forma acreditaram em mim e me deram forças para continuar.

É, também, um enorme desafio conseguir agradecer a todos com a importância que merecem. Às vezes sinto-me incapaz de descrever com palavras o indizível reconhecimento que tenho por todos aqueles que me ampararam nesta caminhada.

...E aprendi que se depende sempre
De tanta, muita, diferente gente
Toda pessoa sempre é as marcas
Das lições diárias de outras tantas pessoas
E é tão bonito quando a gente entende
Que a gente é tanta gente onde quer que a gente vá
E é tão bonito quando a gente sente
Que nunca está sozinho por mais que pense estar...
(Caminhos do Coração - Gonzaguinha)

Agradeço primeiramente a Deus, por toda luz e força na minha vida.

Aos meus pais Celso e Cidnéa, que, mesmo nas dificuldades, me apoiaram e estiveram sempre presentes.

Aos meus irmãos Alexandre, André e Celso pelas vezes que duvidaram de mim e me instigaram a correr atrás e ser melhor para mudar isto. E à alegria contagiante dos meus sobrinhos Alexandre, Luís Henrique e Alice.

Agradeço à minha orientadora, Profa. Dra. Rita Salvado, que, apesar dos 8 mil quilômetro de distância, sempre esteve por perto, a me ajudar a entender e a organizar meus processos complexos.

À minha coorientadora, Profa. Dra. Regina Sanches, que, na Universidade de São Paulo (USP), me aguentou semanalmente com tantos questionamentos.

Às professoras Dra. Maria Silvia Barros de Held e Dra. Suzana Avelar, pelo incentivo, pelas “dicas” e pela empolgação com os resultados dos experimentos.

À profa. Toshiko Watanabe, ao Laboratório da Faculdade de Engenharia Industrial (FEI) e às monitoras que me ajudaram com a realização dos ensaios físicos.

Ao Sr. Gabriel Francês de Matos, por toda receptividade e por ter aberto as portas da empresa *Paramount Têxteis* para a execução dos experimentos.

Ao Ricardo Szram, pela paciência em me explicar todos os processos práticos, e pela dedicação em tornar meus experimentos reais.

À todos os professores da Universidade da Beira Interior (UBI), que me receberam muito bem e contribuíram para meu crescimento: Dr. Rui Miguel, Dra. Madalena Pereira, Dra. Maria José Geraldês, Dra. Catarina Moura, Dr. José Lucas, Dra. Susana Azevedo, Dr. Santos Silva e Dr. Nuno Belino.

Aos técnicos da UBI: dos Laboratórios de Confecção, Da. Lucinda e Da. Fátima; de Malharia, Sr. Jorge; de Tingimento, Sr. José Machado e do CAD, Da. Clara, por me aturarem no desespero para concluir meus projetos ao final do primeiro ano.

À Sra. Isabel e ao Sr. José Luís, da empresa *Burel Factory TrendBurel*, pelos esclarecimentos técnicos acerca do burel.

À Priscila Borges e Augusto Rocha, por me receberem ao pisar na Covilhã, por me apresentarem toda a tropa de brasileiros que comigo dividiram muitos momentos e se tornaram a grande família portuguesa que fiz. Especialmente à Carol Loss, pela companhia, pelas viagens, pelas altas risadas e pelas noites em claro, seja por trabalho, seja por diversão.

Aos meus colegas de turma, em especial àqueles que dividiram as madrugadas na confecção Sofia Costa Rocha, Dina Trindade, Vanessa Monteiro, Ana Amaro, Plácida Mendes, Ermy Silva, Clara Fernandes, Benilde Reis, Rita Rosa e Paula Flores.

A Marianna Moreira, por atravessar o oceano e vir me dar um abraço familiar, quando eu mais precisava.

À todas as minhas amigas brasileiras, em especial às mais próximas Bruna Amorim, Gabriele Oliveira, Juliana Alves, Rafaella Lacerda e Paula Schelemper por me incentivarem, me apoiarem e me darem força nesta caminhada, mesmo com muitas saudades.

E por fim, a todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para o sucesso desse grande passo!

“Astronauts wear wool for comfort in the confines of their spacecraft. Wool protects mountain climbers and polar scientists, the sailors who navigate single-handed the oceans of the world and men who strike oil in Alaska. It is a fibre fit for heroes and for more ordinary folk. As modern as moonflight, and as ancient as the hills” (IWTO, 2012).

Resumo

O burel é um tecido conhecido por ser de 100% lã, muito resistente e de alta durabilidade. No início era desenvolvido de forma artesanal, constituindo, então, parte integrante da cultura portuguesa. O presente trabalho, visa fazer uma revisitação do burel, a partir do estudo da fibra de lã e suas aplicações têxteis, desde os primórdios até a contemporaneidade. Enfatiza, assim, suas características morfológicas, suas propriedades e seu processo de feltragem, bem como a fabricação do burel. Desse modo, propõe novas formas de tecelagem e de acabamento que interfiram tridimensionalmente na sua superfície; assim sendo, mudar seu aspecto único de maneira a torná-lo novamente na cultura do povo e, por consequência, cada vez mais utilizado por todos. A pesquisa envolve também um processo experimental, desde a concepção de um desenho que possibilite a criação de texturas através da feltragem, passa pela escolha dos melhores fios e suas combinações com outras fibras, chegando à relação entre a feltragem dos tecidos de 100% lã e os tecidos tramados com outra fibra, no caso, o algodão. Os tecidos foram feitos num processo industrial em parceria com a Paramount Têxteis e passados pelo processo de feltragem, assim pode-se observar os relevos criados; estes foram mais evidentes nos tecidos onde foi inserida trama com cor diferente e fibra do algodão.

Palavras-chave

Lã. Burel. Manipulação de superfície. Design Têxtil. Design Vernacular.

Abstract

The burel tissue is known to be 100 % wool, very resistant and high durability, firstly developed from artisanal form and integral part of Portuguese culture. The present work aims to make a revisiting the burel from the study of wool fiber and its textile applications since the early days until the present. Highlighting their morphological characteristics, its properties and felting process, as well as the manufacture of burel and all his importance to the Portuguese culture, proposing new ways of weaving and finishing that interferes three-dimensionally on the surface to change its unique, which come alive again in the culture and increasingly used throughout the world. The research also involves a process from the experimental conception of a design that allows the creation of textures by the choice of the best yarns and their combination with other fibers, the relationship between felting of the fabrics of 100% wool, and the fabrics woven with other fibers, in this case cotton. The fabrics were made in an industrial process in partnership with Paramount Textiles and passed by the felting process, so can see the reliefs created; these were more evident in the tissues where it was inserted weft with different color and cotton fiber.

Keywords

Wool. Burel. Surface Manipulation. Textile Design. Vernacular Design.

Sumário

1. Introdução	21
1.1. Objetivos	23
1.1.1. Geral.....	23
1.1.2. Específicos.....	23
1.2. Justificativa	24
1.3. Metodologia	25
2. Estado da Arte	26
2.1. Histórico de utilização da lã	26
2.1.1. Características Gerais da Lã	33
2.1.2. Principais países produtores na atualidade.....	35
2.1.3. Diferentes tipos de ovelhas com diferentes características na lã	37
2.1.4. Ovelhas de Portugal, lã de Portugal	38
2.2. Caracterização Morfológica da Fibra de Lã	39
2.2.1. Macroestrutura: Comprimento, finura, ondulações e cor	40
2.2.2. Microestrutura	42
2.2.3. Estrutura submicroscópica	43
2.2.4. Estrutura Fina	45
2.3. Propriedades da Fibra da Lã	47
2.3.1. Propriedades Mecânicas	47
2.3.2. Propriedades de Absorção.....	48
2.3.3. Propriedades Térmicas.....	49
2.3.4. Propriedades Químicas.....	49
2.3.5. Demais Propriedades	50
2.4. O Processo de Feltragem da Lã	51
2.4.1. Características da feltragem.....	53
2.4.2. Batanagem.....	53
2.5. Burel	54
2.5.1. Histórico do Burel	55
2.5.2. Caracterização do Tecido Burel Tradicional.....	57
2.5.3. Burel e materiais feltrados em outros países	59
2.6. Design Vernacular	62
2.7. Manipulação de Superfície	63
3. Desenvolvimento Experimental - Materiais e Métodos	65
3.1. Materiais	66
3.1.1. Fibras	66

3.1.2. Fios	68
3.1.3. Tecidos.....	71
3.1.4. Beneficiamento Têxtil	75
3.2. Métodos	76
4. Resultados Obtidos	86
4.1. Observação visual das amostras	86
4.2. Análise estatística	86
4.2.1. Comparação de várias médias	87
4.2.2. Teste de hipóteses	87
4.2.3. Análise de variância (ANOVA)	88
4.2.4. Teste de gramatura	90
4.2.5. Teste de espessura	93
4.2.6. Teste de amarrotamento.....	96
5. Considerações Finais.....	101
6. Bibliografia	103
Anexos.....	111
Anexo 1 - Teste de Amarrotamento.....	111
Anexo 2 - Teste de Espessura	112
Glossário	113

Lista de Figuras

Figura 1 - Foral do Sabugal, página onde cita o burel.	24
Figura 2 - Pintura Rupestre, datada de c. 11 000 a.C. na Gruta de Niaux, Foix, França.	26
Figura 3 - Casal de Muflões, antecedentes selvagens das atuais ovelhas domésticas.	27
Figura 4 - Ovelhas retratadas em pedra no <i>Royal Standard of Ur</i>	28
Figura 5 - Merino Espanhol	29
Figura 6 - Merino Australiano	31
Figura 7 - Atuais condições da produção de lã no mundo.	32
Figura 8 - Maiores produtores de lã no mundo e a relação entre o país e a espessura da fibra	35
Figura 9 - Relação ente a estrutura da fibra e suas características.	40
Figura 10 - Vista Longitudinal de uma Fibra de Lã Merino.	42
Figura 11 - Secção Transversal da fibra de lã.	43
Figura 12 - Visualização de cutícula, córtex e medula na fibra de lã.	44
Figura 13 - Estrutura das fibras de lã.	45
Figura 14 - A vista molecular de uma fibra de lã	46
Figura 15 - Efeito da umidade relativa sobre o alongamento da fibra	48
Figura 16 - Efeito da temperatura sobre a absorção da lã.	48
Figura 17 - Comparativo de sensibilidade à temperatura.	49
Figura 18 - Processo de feltragem e entrelaçamento das escamas.	52
Figura 19 - 3-D Merino: feltragem criando efeito tridimensional	53
Figura 20 - Processo de batanagem em foulard de rolos rotativos	54
Figura 21 - Desenho Têxtil de uma Sarja Batávia 2x2.	57

Figura 22 - Respectivamente o Desenho Têxtil de Tela, Sarja e Cetim.....	58
Figura 23 - Fibras de lã	67
Figura 24 - Fibras de algodão.....	67
Figura 25 - Sentido da torção dos fios	68
Figura 26 - Processo de Fiação Open-End, Cardado e Penteado	69
Figura 27 - Fios de Burel.	70
Figura 28 - Os fios de lã 2/32 Nm, 2/64Nm e o algodão 8Ne com ampliação de sessenta vezes.	71
Figura 29 - Os fios de lã 2/32Nm, 2/64 Nm e o algodão 8Ne com ampliação de duzentas e dez vezes.	71
Figura 30 - Exemplo de nãotecido: nãotecido cardado ligado quimicamente.	72
Figura 31 - Desenho de malha por urdume e malha por trama.	72
Figura 32 - Tecido plano - base sarja 2x1	73
Figura 33 - Classificação dos teares quanto à forma de inserção do fio de trama.	74
Figura 34 - Imagem do tear Picanol da Empresa Paramount Têxtil	74
Figura 35 - Equipamento usado para batanagem.....	76
Figura 36 - Equipamento para secagem e fixação do material têxtil.	76
Figura 37 - Desenho Têxtil da construção proposta.....	77
Figure 38 - Desenho Têxtil da construção executada.....	78
Figura 39 - Experimento 1: fios grossos de lã com urdume e trama de mesma cor.....	79
Figura 40 - Experimento 2: fios grossos de lã com urdume e trama em cores diferentes.	79
Figura 41 - Experimento 3: fios grossos de lã no urdume e fios mais finos na trama, ambos de mesma cor.	79
Figura 42 - Experimento 4: fios grossos de lã no urdume e fios mais finos na trama, em cores diferentes.....	79

Figura 43 - Experimento 5: fios grossos de lã no urdume e fios de algodão na trama, em cores diferentes.	80
Figura 44 - Exemplo do burel original, em ampliações de 25, 60 e 210 vezes.	80
Figura 45 - Entrada e saída do tecido pela garganta do equipamento de feltragem.	81
Figura 46 - Tecido em processo de secagem na râmola.	81
Figura 47 - Experimento 1: o tecido cru e o tecido após cem minutos de batanagem com ampliação de vinte e cinco vezes.	82
Figura 48 - Experimento 2: o tecido cru e o tecido após cem minutos de batanagem com ampliação de vinte e cinco vezes.	82
Figura 49 - Experimento 3: o tecido cru e o tecido após cem minutos de batanagem com ampliação de vinte e cinco vezes.	82
Figura 50 - Experimento 4: o tecido cru e o tecido após cem minutos de batanagem com ampliação de vinte e cinco vezes.	82
Figura 51 - Experimento 5: o tecido cru e o tecido após cem minutos de batanagem com ampliação de vinte e cinco vezes.	83
Figura 52 - Experimento 1: o tecido na versão crua e após cem minutos e cento e cinquenta minutos de batanagem, ampliado vinte e cinco vezes.....	83
Figura 53 - Experimento 2: o tecido na versão crua e após cem minutos e cento e cinquenta minutos de batanagem, ampliado vinte e cinco vezes.....	84
Figura 54 - Experimento 3: o tecido na versão crua e após cem minutos e cento e cinquenta minutos de batanagem, ampliado vinte e cinco vezes.....	84
Figura 55 - Experimento 4: o tecido na versão crua e após cem minutos e cento e cinquenta minutos de batanagem, ampliado vinte e cinco vezes.....	84
Figura 56 - Experimento 5: o tecido na versão crua e após cem minutos e cento e cinquenta minutos de batanagem, ampliado vinte e cinco vezes.....	84
Figura 57 - Burel: o tecido na versão crua e após batanagem, ampliado vinte e cinco vezes.	85
Figura 58 - Distribuição de referência.....	90
Figura 59 - Medidor de Espessura.	93

Figura 60 - Tecido pressionado no equipamento.	97
Figura 61 - Tecidos em descanso, pendurados, sem emprego de carga.	97
Figura 62 - <i>Kit</i> padrão comparativo do AATCC: <i>Test Method 128</i>	98

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Comparativo entre as principais raças de ovelhas e as características básicas da lã.	38
Tabela 2 - Representação genérica de um planejamento aleatório por níveis, utilizando n réplicas.	87
Tabela 3 - Resumo da tabela ANOVA para análise de resultados.	88
Tabela 4 - Gramatura do tecido em estado cru.	91
Tabela 5 - Gramatura do tecido após batanagem de cem minutos.	91
Tabela 6 - Gramatura do tecido após batanagem de cento e cinquenta minutos.	91
Tabela 7 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese H_0 dos valores de gramatura do tecido cru.	92
Tabela 8 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese H_0 dos valores de gramatura do tecido acabado após cem minutos de batanagem.	92
Tabela 9 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese H_0 dos valores de gramatura do tecido acabado após cento e cinquenta minutos de batanagem.	93
Tabela 10 - Espessura do tecido em estado cru.	94
Tabela 11 - Espessura do tecido após batanagem de cem minutos.	94
Tabela 12 - Espessura do tecido após batanagem de cento e cinquenta minutos.	94
Tabela 13 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese H_0 dos valores de espessura do tecido cru.	95
Tabela 14 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese H_0 dos valores de espessura do tecido acabado após cem minutos de batanagem.	95
Tabela 15 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese H_0 dos valores de espessura do tecido acabado após cento e cinquenta minutos de batanagem.	96
Tabela 16 - Análise comparativa de amarrotamento.	98

Lista de Siglas

AATCC	American Association of Textile Chemists and Colorists (Associação Americana de Químicos e Coloristas Têxteis)
ABIT	Associação Brasileira da Indústria Têxtil
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANOVA	Análise de Variância
ASTM	American Society for Testing Materials (Sociedade Americana para Teste de Materiais)
AWC	American Wool Council (Conselho de Lã Americana)
CETIQT	Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil
CILAN	Centro de Formação Profissional para a Indústria dos Lanifícios
CONMETRO	Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
FATEC	Faculdade de Tecnologia
FEI	Faculdades de Engenharia Industrial
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IWTO	International Wool Textile Organisation (Organização Internacional dos Têxteis de Lã)
MB	Metrologia Brasileira
NBR	Norma Brasileira de Referência
NZ	Nova Zelândia
QMDentrotrat	Quadrado Médio dentro dos Tratamentos
QMTrat	Quadrado Médio entre Tratamentos
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SSE	Soma de Quadrados dentro dos Tratamentos
SSTrat	Soma de Quadrados ente Tratamentos
STT	Soma de Quadrados Total
TB	Terminologia Brasileira
TPX	Textile Paper edition, Extended range (Cartela Pantone para Têxteis impressa em papel)
TWC	The Woolmark Company
UBI	Universidade da Beira Interior
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UK	United Kingdom (Reino Unido)
USA	United States of America (Estados Unidos da América)

1. Introdução

No decorrer de toda evolução da humanidade, inúmeras preocupações foram levantadas; dentre elas, muitas foram solucionadas. Porém, o acelerado ritmo do crescimento tecnológico fez com que preocupações básicas do ser humano fossem postas de lado em nome de um mundo mais integrado, globalizado e interativo.

O advento da tecnologia, a sua evolução e a alta velocidade do fluxo de informações levaram, cada dia mais, ao aparecimento de novas formas de construir o mundo, formas de reconstruir elementos que só a natureza nos proporcionava. Além disso, o aparecimento dos processos químicos e sintéticos revolucionou em parte essa evolução natural e espontânea e afetou diretamente o desenvolvimento do setor têxtil.

Depois da virada do século XX para o século XXI, volta à tona a valorização de muitos processos que marcam um retorno às origens, fazendo evidenciar uma forma sustentável de usar os recursos da natureza e de viver a vida, no seu particular. A valer-se disso, o presente trabalho propõe uma nova abordagem do burel, um dos tecidos mais significativos para a cultura portuguesa, o qual, além de ter sido produzido, inicialmente, mediante um processo artesanal, utiliza a fibra de lã. Uma fibra com propriedades e morfologia singulares, cuja manipulação, apesar de ser milenar, continua a ser um desafio para cientistas, designers e artistas, no afã de conseguir criar produtos com efeitos únicos de textura, potenciando sempre mais as propriedades intrínsecas da lã.

Com esse entendimento, então, a pesquisa aborda o histórico de uma das primeiras fibras têxteis utilizada pelo homem, a lã, que além de ser uma fibra natural, pode ser processada com baixo impacto poluidor.

O presente estudo tem como base o reconhecimento dos valores culturais e tradicionais locais conservados pelos indivíduos que vivem em determinada cultura. É por esse motivo que este trabalho revisita o burel, que representa uma faceta de tal cultura. Apropriando-se do seu conceito - tecido de 100% lã feltrado - o trabalho visa propor um novo olhar quanto ao que diz respeito a torná-lo um tecido mais macio, com melhores fibras e fios, com novas texturas e acabamentos, e mesmo sendo um novo olhar, reconhece que faz parte da cultura, porém, com uma nova concepção, ou seja, uma nova roupagem que o traga de volta aos usos e costumes da população.

Pretende-se, de forma mais aprofundada, delinear um processo que permita atingir os objetivos especificamente traçados. Para tal, o trabalho divide-se em cinco capítulos,

fazendo o primeiro é uma introdução, seus objetivos e justificativas; em seguida, a metodologia de pesquisa.

O segundo capítulo faz a revisão da bibliografia que põe em evidencia a fibra lã; parte, então, de uma abordagem histórica da sua utilização, passando pelos seus diferentes tipos e os tipos de ovelhas utilizadas na produção portuguesa de lã. Trata da caracterização morfológica e fisiológica da fibra a ponto de se entender profundamente o seu processo de feltragem. Neste contexto, faz ainda uma abordagem sobre o burel, fazendo um resgate histórico, cultural e técnico pautando a sua identidade em Portugal; e fora desse país, relaciona as suas características de apresentação em outros locais do mundo. Procura, desse modo, uma interligação dos procedimentos de fabricação, da estrutura têxtil e das formas de acabamento. Apresenta, também, uma proposta de conexão entre as propriedades feltrantes da lã e a construção têxtil do burel, descreve novas superfícies têxteis, ancoradas no design vernacular, que apresentem ao mercado ideias inovadoras a partir da simples manipulação da fibra e as suas infinitas aplicações.

No terceiro capítulo é descrito todo o processo da construção dos tecidos, desde a escolha dos materiais até as construções, os desenhos têxteis e o beneficiamento onde são desenvolvidas novas formas e texturas de aplicação do processo de feltragem do burel que o mantenha sempre presente e cada vez mais utilizado pelas culturas contemporâneas. Toda a pesquisa se transforma na produção de um tecido que foi criado especificamente para comprovar os objetivos do trabalho. Os experimentos foram desenvolvidos em parceria com a Paramount Têxtil, empresa beneficiadora de lã no Brasil em um processo industrial e de alta produtividade.

No quarto capítulo é elaborado um estudo estatístico dos resultados da observação dos testes de gramatura, espessura e amarrotamento, que foram desenvolvidos no laboratório de Ensaio Têxteis da FEI - Faculdade de Engenharia Industrial, localizada na região metropolitana de São Paulo.

O quinto e último capítulo, apresenta as conclusões do estudo, tece algumas considerações sobre a relevância do trabalho e traz propostas futuras.

Por oportuno, convém relatar que este trabalho foi desenvolvido em dois países lusófonos: Portugal e Brasil. Em Portugal, por ser a região onde surgiram os primeiros questionamentos sobre o burel, a manipulação da fibra de lã; daí também a significância histórico-cultural desse tecido. No Brasil, o desenrolar do trabalho e do processo experimental, foi desenvolvida no Brasil, na Universidade de São Paulo (USP), no âmbito da participação no Programa de Mobilidade Estudantil. Por essa razão, alguma linguagem e terminologia usada nesta dissertação são as usadas no Brasil, razão pela qual é apresentando no final um glossário que tenta clarificar sobre os termos menos empregados em Portugal.

1.1. Objetivos

1.1.1. Geral

Propor processos industriais para a manipular as superfícies têxteis dos tecidos de lã que modifiquem a textura do tecido. Tal procedimento é realizado tanto pela modificação da construção do tecido, quanto através de modificações distintas baseadas no processo de feltragem da lã, ou seja pela inserção de outras fibras com comportamentos distintos.

1.1.2. Específicos

Usar o burel como referência técnica para desenvolver novos experimentos que o respeite como memória e o reaproxime da atual história contemporânea Para tanto, recorre-se à abordagem do design vernacular na proposta de inovações baseadas nos conceitos e processos produtivos desse importante elemento da cultura portuguesa.

Desenvolver uma abordagem histórica da lã, incluindo os principais produtores e os tipos de ovelhas, focando nas ovelhas criadas em terras portuguesas.

Identificar a morfologia, as propriedades e o processo de feltragem da lã.

Fazer um resgate histórico do burel, a estrutura utilizada para o tecido, os processos de acabamento e como se apresenta em outras culturas.

Entender sua identidade histórica, propondo novas ideias e releituras que interfiram na sua superfície sem causar agravos conceituais.

Experimentar novas estruturas de construção, misturas de diferentes fibras e novos processos de acabamento que permitam modificar a superfície do burel.

Usar a feltragem controlada como ferramenta para criação de relevos na superfície dos tecidos, ocasionados por locais mais feltrados, outros menos feltrados e locais sem feltragem.

1.2. Justificativa

Sabe-se que o burel é um tecido de lã pura, que já foi um material muito significativo na cultura portuguesa e que sua produção também foi muito importante para a economia local. Isso porque era um material usado na confecção da vestimenta de proteção para os camponeses e pastores, nomeadamente nas encostas da Serra da Estrela, região mais fria de Portugal. Tão significativo para a economia local que se viu citado no Foral¹ do Sabugal, dado por Dom Manuel, em Lisboa a 1 de junho de 1515. Esse material se encontra na Câmara Municipal do Sabugal, conforme mostra a Figura 1 e transcrito fidedignamente na citação que acompanha a figura.

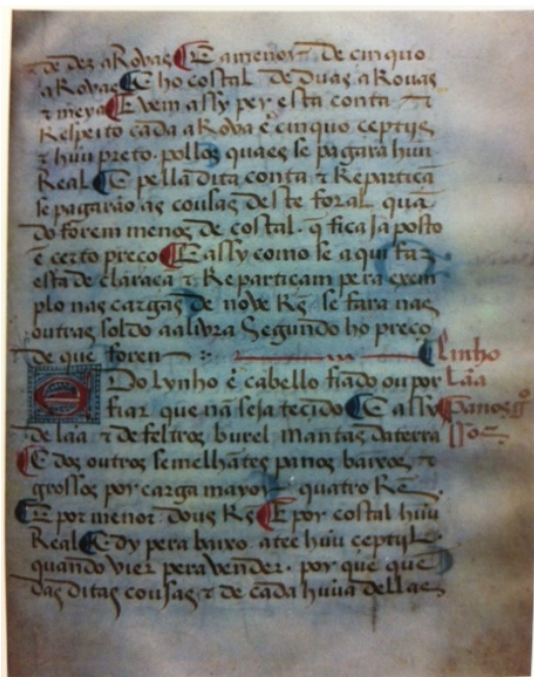


Figura 1 - Foral do Sabugal, página onde cita o burel.
Fonte: GOMES, 1996.

LINHO LÃ PANOS GROSSOS. E Do lynho è cabelo fiado ou por fiar que nã seja tecido. E assy de lã e de feltros burel mantas da terra. E dos outros semelhãtes panos baixos e grossos por carga mayor quatro Reaes. E por menor dous Reaes. E por costal hum Real. E dy pera baixo atee hum çeptyl quando vier para vender. Por que que das ditas cousas e de cada huuma delas (GOMES, 1996, p. 33).

Por outro lado, o design de moda e têxtil, cada vez mais está a investir em pesquisas e processos na criação de novas superfícies têxteis, na procura de novas texturas, novos toques e novas fibras que diferenciem os aspectos visuais dos tecidos.

¹ “A carta foral era um documento jurídico, autêntico, outorgado por uma identidade legítima e que tinha por fim regular a vida coletiva de uma povoação formada por homens livres. Funcionando ao mesmo tempo como lei escrita e lei orgânica, orientava e regulava a sociedade. Por outro lado, servia também para demarcar os limites territoriais ao mesmo tempo que estabelecia relações econômicas e sociais entre as entidades outorgadas e outorgantes, definindo os tributos a pagar pelos primeiros”. Disponível em: <http://www.merlaes.com/cartaforal.htm>. Acesso em 25/10/2012.

Estas considerações sobre o processo de produção do burel e sobre as necessidades de novos conceitos no design têxtil, são a base de desenvolvimento desta dissertação, que levará em conta os aspectos feltrantes da lã na elaboração de novas texturas de tecidos. Nessa perspectiva, é necessário entender profundamente a fibra de lã e as suas características que influenciam o processo.

1.3. Metodologia

Este trabalho científico, em princípio, combina duas metodologias: a descritiva e a exploratória, uma vez que recolhe e registra conteúdos históricos e definições sobre a lã e o burel, os seus processos e os seus conceitos. Sob a ótica da metodologia analítica, mostra a influência do tipo de lã, da estrutura do tecido e do tempo de feltragem nas características finais do burel. Valendo-se da metodologia sintética, questiona de como serão os tecidos feltrados se fossem processados de forma diferente do processamento do burel. E baseada na metodologia atuante indica, através de experimentações e testes práticos de tecelagem e acabamento, como modificar os processos.

No decorrer dos experimentos foi desenvolvida, em conjunto com a empresa Paramount Têxtil (Brasil), uma padronagem para destacar o efeito desejado com texturas que se sobressaiam pela feltragem da lã. Os tecidos foram fabricados em tear industrial e o processo de acabamento - batanagem - feito em banho único, para garantir as mesmas condições de beneficiamento.

Nos tecidos acabados, foram realizados os ensaios de gramatura, de espessura e de amarrotamento. E para a análise dos resultados experimentais, foi feita uma comparação de médias. A significância dos resultados experimentais foi verificada através da análise da variância (ANOVA), com intervalo de confiança de 95% ($p = 0,05$). E a partir dessas análises amostrais conseguiu-se observar os objetivos do trabalho e chegar a conclusões decorrentes desses objetivos.

2. Estado da Arte

Este capítulo faz uma revisão bibliográfica, partindo de uma abordagem histórica da utilização da fibra de lã, os diferentes tipos e as ovelhas utilizadas na produção. Analisa também sobre a caracterização morfológica e fisiológica da fibra visando o entendimento do processo de feltragem.

Aborda o burel num resgate histórico, cultural e técnico, procurando uma interligação dos procedimentos de fabricação, da estrutura têxtil e das formas de acabamento nos diversos locais do mundo. Faz, por fim, uma conexão entre as propriedades feltrantes da lã e a construção têxtil do burel, na busca de novas propostas de superfícies têxteis, ancoradas no design vernacular, de manipulação da fibra e das suas infinitas aplicações.

2.1. Histórico de utilização da lã



Figura 2 - Pintura Rupestre, datada de c. 11 000 a.C. na Gruta de Niaux, Foix, França.
Fonte: SANTANA, 2008.

A história da lã começa, bem como a civilização humana, na Ásia Menor, cerca de 10 mil anos atrás conforme registros encontrados em pinturas rupestres, mostrada na Figura 2. São figuras que permitem datar as primeiras anotações sobre domesticação das ovelhas, e que estas, por sua vez, seriam a evolução de uma espécie de muflão (Figura 3). Durante a Idade da Pedra (em torno de 50 mil anos), na Planície Mesopotâmica (no Oriente Médio), o homem primitivo usava ovelhas para suprir três das suas necessidades básicas humanas: alimentação, vestuário e proteção (POWER, 1947, p. 56).



Figura 3 - Casal de Muflões, antecedentes selvagens das atuais ovelhas domésticas.
Fonte: Página do Monteiro.

Ainda hoje se conhecem 3 tipos de carneiros selvagens:

- O tipo urial, no Sudoeste da Ásia. As ovelhas apresentam chifres como as cabras;
- O tipo mouflon, na Europa. As fêmeas não têm chifres.
- O tipo argali, na Ásia. Estes animais apresentam chifres maciços em espiral.

Como descendentes do tipo argali, aparece a raça merina e a raça blackface (GONÇALVES, 2005, p. 33).

O homem primitivo logo percebeu que matar a ovelha apenas para consumir a carne e a pele era um desperdício, pois além de produzir o leite, o pelo era renovável a cada ano por um longo tempo da sua vida. É pressuposto, portanto, que a técnica da tosquia já era praticada, como mencionado no livro dos Gênesis da Bíblia Sagrada: “E havendo Labão ido a tosquiar as suas ovelhas...” (Gen. 31:19) e “...Eis que o teu sogro sobe a Timna, a tosquiar as suas ovelhas” (Gen. 38:13).

Quando, na Idade do Bronze, por volta do ano 1900 a.C., o ser humano aprendeu a fiar e a tecer, o tecido primitivo de lã cardada, tornou-se parte das riquezas da Babilônia, fato que tardou, face ao tempo em que o homem tinha ovelhas domesticadas. Percebeu, então, que era um material versátil, que o mantinha fresco no calor do dia e quente no frio da noite, algo que absorvia umidade sem deixar a sensação de molhado.

Porém, há indícios que nas planícies turcas da Anatólia, testemunharam a descoberta de vida humana ao lado de vestígios de trigo e fragmentos de lã já tecida, 7 mil anos antes da nossa era (PEZZOLO, 2007, p. 62).

A proteção térmica que as roupas de lã proporcionavam e a facilidade de mobilidade dos rebanhos, fizeram com que a cultura da lã se espalhasse por outras civilizações muito além do clima quente da Mesopotâmia. E segundo Bertman (2003, p. 293), contam as lendas que, “a prosperidade veio à Mesopotâmia quando os deuses ‘fizeram as ovelhas darem à luz os cordeiros e os grãos crescerem em sulcos’”. A ovelha desempenhou um papel muito

importante na economia; nessa economia, os carneiros de lã eram valorizados e foram retratados em pedra (Figura 4) no *Royal Standard of Ur*².

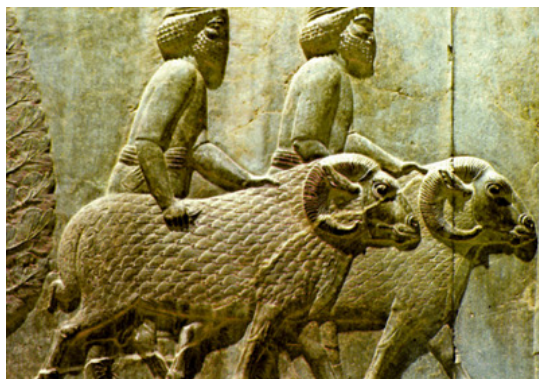


Figura 4 - Ovelhas retratadas em pedra no *Royal Standard of Ur*.
Fonte: COSTA, 2011.

No período entre 3.000 e 1.000 a.C., os persas, os gregos e os romanos espalharam as ovelhas e a lã por toda a Europa, e assim começaram a melhorar as raças mediante os cruzamentos. Os romanos dominaram os rebanhos que acompanharam a construção do seu império na Espanha, África e Ilhas Britânicas. Em 50 d.C., estabeleceram o cultivo de lã em Winchester, na Inglaterra, o que perdurou como maior patrimônio nacional até o século XII, chegando ao auge no século XIII quando, por motivos políticos, iniciou o seu declínio.

Segundo o zoológico britânico Simon Davis, do Instituto Português de Arqueologia - que estuda os ossos de ovinos de vários períodos históricos - foram encontrados ossos em terras Portuguesas, embora raros, que datam do Período Neolítico 7.000 a 2.500 a.C.. Porém, as maiores considerações datam do Calcolítico (terceiro milênio a.C.), da Idade do Ferro (primeiro milênio a.C.), do Período Romano (aproximadamente entre o século II a.C até ao século V d.C.) e do Período Islâmico (séculos VIII a XIII).

...Os ossos do Calcolítico foram escavados dos sítios arqueológicos do Zambujal (Torres Vedras) e de Leceia (Oeiras). Os da Idade do Ferro são de Alcáçova de Santarém e Castro Marim. Os do Período Romano vieram de Alcáçova de Santarém e Torre de Palma (Monforte). Por fim, os do Período Islâmico foram recuperados em Alcáçova de Santarém e Silves (DAVIS *apud* FIRMINO, 2004, p.30).

E conclui que, foi só com os árabes, entre os séculos VIII a XIII, que algo interessante aconteceu quanto ao melhoramento dos animais.

...Fiquei um pouco surpreendido com os dados. Em geral, diz-se que os romanos fizeram melhoramentos de animais. Isso é verdade na Europa

² *Royal Standard of Ur* (Padrão Real de Ur) é um artefato sumério escavado a partir do que tinha sido o Cemitério Real, na antiga cidade de Ur (localizada no atual Iraque ao sul de Bagdá). Embora interpretado como um padrão pelo seu descobridor, o seu propósito original permanece enigmático. Ele foi encontrado em um túmulo real em Ur na década de 1920 ao lado do esqueleto de um homem ritualmente sacrificado que pode ter sido seu portador. Ele agora está em exibição, de forma reconstruída, no Museu Britânico, em Londres (HIRST, Kris on-line em http://archaeology.about.com/od/mesopotamiaarchaeology/ss/royal_cemetery_at_ur.htm)

Central e em muitos lugares, mas aqui, até agora, não há diferença de tamanho entre as ovelhas dos romanos e as ovelhas de períodos mais antigos. Os muçulmanos é que fizeram melhoramentos (DAVIS *apud* FIRMINO, 2004, p. 30).

Também no século XIII, os povos nômades dos desertos da Síria, os sarracenos, conquistaram a Espanha e instituíram um comércio de exportação generalizada de lã com o Norte da África, Grécia, Egito e Constantinopla, tornando este artigo cada vez mais disseminado no mundo. A lã Produzida na Inglaterra tornou-se famosa pelo seu elevado comprimento; em contrapartida a espanhola adquiriu importância mundial por ser muito fina, extraída da raça merina (TANIÇAS, 2009, p. 3).

Após a conquista da Grécia pelos normandos, durante o século XII, a tecelagem foi estimulada em Florença, Gênova e Veneza, pois foram enviados, pelos conquistadores, centenas de artesãos gregos como escravos a Palermo, a fazer com que seu extraordinário trabalho de tecelagem fossem copiados, de uma vez por todas, pelos tecelões italianos.

Ao mesmo tempo, na Espanha, o florescente comércio da lã ajudou a financiar as expedições de Colombo e dos Conquistadores, os quais guardavam sua riqueza de perto, tanto que a Espanha, até o ano de 1786, cobrava com pena de morte quem exportasse ovelhas. Nesse ano, o Rei Luís XVI da França importou 386 ovelhas da raça Merino (Figura 5) para cruzar com ovelhas em sua propriedade em Rambouillet, ao norte do país. Desse cruzamento resultou a raça Rambouillet, que ainda hoje fornece uma lã altamente desejável e de qualidade reconhecida por apresentar mechas longas e finas (TANIÇAS, 2009, p. 3).



Figura 5 - Merino Espanhol.
Fonte: *Site Sheep 101*.

A Inglaterra, assim como a Espanha, fechou suas fronteiras à exportação de lã crua, e em 1331, o Rei Eduardo III, “o comerciante real de lã”, parou de importar tecidos de lã em prol da produção local e convidou tecelões flamengos - que fugiam da invasão espanhola - para se estabelecerem em seu território e transmitir os seus conhecimentos aos nativos, fazendo, deste modo, a indústria prosperar.

Em determinado período, tudo pareceu ter sido ofuscado por uma longa guerra com a França, por causa dos altos impostos sobre a importação de lã e pela Peste Negra que dizimou quase

um terço da população da época. Mesmo assim, os campos cederam o lugar do cultivo agrícola às pastagens das ovelhas, pois demandava menos trabalhadores no seu cuidado. Como resultado, por volta do ano de 1660, as exportações de têxteis de lã representavam dois terços do comércio exterior inglês (RIBEIRO, 2012, p. 1).

Com a descoberta do Novo Mundo, a lã começou a espalhar-se pelas Américas. As expedições de Colombo, na sua segunda viagem em 1493, levaram para Cuba e Santo Domingo um carregamento de ovelhas. Hernán Cortés levou seus descendentes quando explorou o México e sudoeste dos Estados Unidos. As tribos Navajo e outras tribos indígenas do sudoeste americano são, ainda hoje, famosas pela sua magnífica tapeçaria em lã colorida.

Apesar de as peles serem usadas na Grã-Bretanha até o final da Idade do Bronze (por volta de 3000 a.C.), o império da lã na Inglaterra teve seu auge durante o reinado de Henrique VIII, nos anos de 1509 a 1547, durante o qual todos os rebanhos dos mosteiros foram tomados e redistribuídos pelos favoritos da corte. Esse procedimento, dentre outras injustiças, causou o desemprego dos pastores, que foram enviados à prisão por não pagarem as dívidas, e incitou o início da imigração para a América (HUBERMAN, 1986, p. 103).

A Inglaterra tentou, a todo custo, desencorajar a construção da indústria dos lanifícios na América do Norte, mas algumas ovelhas contrabandeadas multiplicaram-se e eram cerca de 100 mil no ano de 1665. As tradições e o folclore cresceram com a indústria, fato significativo que, até o governo de Massachusetts aprovou uma lei que obrigava os jovens americanos a aprenderem o ofício de fiar e tecer. Esses deveres, mais tarde, foram direcionados à filha mais velha solteira da família, daí o termo ‘solteirona’, que, por ter tempo de sobra por não se ocupar dos afazeres domésticos e com o marido, poderia dedicar-se ao ofício.

Logo depois, o Rei George III fez do comércio de lã nas colônias uma ofensa punível; decepar a mão direita do infrator foi a punição escolhida. Tal política, juntamente com todas as outras ações opressoras, estimulou a Guerra Revolucionária que culminou no pedido de Independência dos Estados Unidos entre os anos de 1775 e 1783 (HUBERMAN, 1986, p. 140).

Apesar de todas as tentativas do reinado inglês para interromper o comércio da lã nos Estados Unidos, a indústria floresceu. Com o início da Revolução Industrial (que ocorreu a partir do século XVIII), novas invenções como máquinas de penteagem, fiação e teares mecanizaram e aceleraram de modo drástico os processos fabris, expandindo rapidamente a indústria.

No final do século XVII, seis ovelhas da raça Merino chegaram a costa da África do Sul, destinadas ao rei holandês; entretanto, demorou dois anos para chegar até o rei, tendo que deixar pra trás um bando de soldados que tentavam interceptar a entrega.

Na virada para o século XVIII, pequenos rebanhos de ovelhas Merino foram levados como ofertas dos reis a familiares seus ou também por contrabando, para a Austrália, Nova Zelândia

e África do Sul, onde nas mãos de pioneiros, permitiu o início da indústria dos lanifícios nesses países (ARAÚJO e CASTRO, 1986, p. 14).

O comércio de lã australiano nasceu na década de 1810, quando os britânicos ocuparam a cidade do Cabo, dominaram os rebanhos de Merino e os enviaram para Sydney. Já em 1815, a demanda por lã australiana cresceu e logo a Austrália tornou-se a maior produtora de lã do mundo.

O Merino Espanhol é considerado um dos ovinos domésticos mais antigos de todos os conhecidos e é descendente de um ovino selvagem primitivo natural da Ásia Menor, o *Ovis arkal*, que partir do século XVIII, foi o tronco de origem das numerosas raças Merinas desenvolvidas em diversos países: Merino Electoral (na Alemanha), Merino Negrette (na Austria-Hungria), Merino Rambouillet (na França), Merino Vermont, Delaine e Rambouillet Americano (na América do Norte), Merino Argentino (na Argentina), Merino Uruguaio (no Uruguai) e finalmente o Merino Australiano (na Austrália) (Figura 6). Admite-se que na formação do atual Merino Australiano, participaram: Merino Espanhol 25%, Merino Vermont 40%, Merino Electoral e Negrette 30% e Merino Rambouillet 5% (TEIXEIRA, 2008, p. 1).



Figura 6 - Merino Australiano.
Fonte: Site Merino.

Por volta de 1850, a introdução da criação de ovinos na Nova Zelândia causou um *boom* econômico e triplicou o preço da lã antípoda do dia pra noite, face ao armazenamento de lã para a Guerra da Coréia por parte dos Estados Unidos.

Assim, as ovelhas são parte de uma cultura muito versátil pois, além de produzirem leite e carne, e sendo sua lã ser um recurso renovável, os seus rebanhos prosperam na maioria das nações do mundo, muitas vezes em condições difíceis, como solos estéreis e altitudes elevadas, onde a maior parte de outros animais não sobreviveria devido à falta de vegetação (AMERICAN WOOL COUNCIL, 2011b, p. 2).

A raça merina foi a que mais evoluiu e contribuiu para aprimorar os rebanhos dos principais países produtores de lã na atualidade, tornando-se a lã de carneiro mais apreciada no mundo. O seu velo é denso, macio, suave ao tato, com coloração branca e com extraordinária uniformidade de finura e comprimento. Contudo, nota-se que a sua qualidade depende não só de fatores hereditários, mas também da alimentação, da higiene e das condições climáticas.

Tosquia, embalagem, conservação e transporte contribuem para determinar a categoria do produto acabado (PELLOZO, 2007, p. 63).

A lã é uma fonte de inspiração para a criação e fabricação de muitas outras fibras parecidas. Mesmo assim, o homem nunca conseguiu produzir algum material capaz de se igualar a ela, seja por um processo natural, seja artificialmente, em todas as suas qualidades; entretanto, pode aperfeiçoá-la e melhorá-la através de manipulações genéticas, de cruzamento de raças e reprodução seletiva dos ovinos. A ciência e a tecnologia têm mantido a lã na vanguarda dos tecidos, adaptando-a às necessidades modernas sem prejuízo das suas virtudes (AMERICAN WOOL COUNCIL, 2011b, p. 2).

Apesar de todas as considerações acerca das qualidades e benefícios ambientais de se consumir a lã, pesquisas mostram que a produção tem caído frente à queda na demanda de produtos de lã, causados pelos impactos relacionados com as condições climáticas desfavoráveis, tanto para consumo, quanto para adaptação dos rebanhos de ovelhas. Conforme ilustrado na Figura 7, prospecções para 2012 mantêm os valores ainda elevados devido a decadente procura, mesmo com a produção em queda.

Baixa disponibilidade de lã mundo

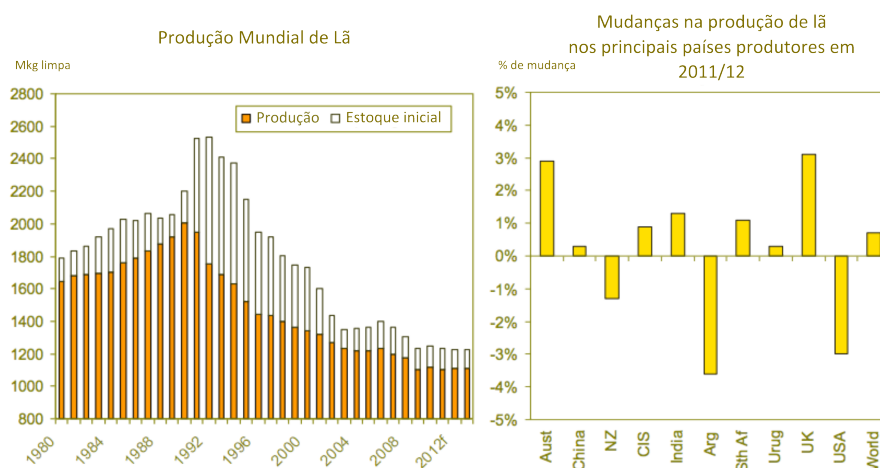


Figura 7 - Atuais condições da produção de lã no mundo.
Fonte: Wool Journal - Outubro/2011.

Finalmente, é ainda de salientar que a fibra de lã é 100% natural, biodegradável e renovável; pode ser produzida durante o ano todo, sendo que, para sua produção é apenas necessário a manutenção da ovelha com água, ar, luz do sol e pastagem. Diferentemente da maioria das fibras sintéticas ou artificiais, quando a fibra é descartada decompõe-se naturalmente em questão de anos. E a pelagem das ovelhas renova-se a cada doze meses, possibilitando uma nova tosquia (THE WOOLMARK COMPANY, 2008, p. 3).

2.1.1. Características Gerais da Lã

Denomina-se lã a fibra obtida do revestimento piloso natural que cobre o corpo dos ovinos popularmente chamados carneiros, ovelhas, cabras, borregos ou cordeiros. Essa designação pode ser estendida a outros tipos de pelos, de algumas outras espécies de mamíferos herbívoros, e usada em conjunto com o nome do animal do qual se extrai o pelo, em substituição da palavra "pelo", como lã de alpaca, lã de camelo, lã de vicunha, lã de mohair, entre outros (KUASNE, 2008, p. 29).

Não há uma efetiva distinção entre os pelos de ovelha e pelos ou cabelos de outros animais, limitando-se esta a alguns aspectos morfológicos e detalhes de estrutura. Assim, a lã se diferencia por apresentar ondulações naturais - os denominados *crimps* - e também porque possui certas características na estrutura das escamas da superfície, que lhe conferem a propriedade de ser mais facilmente entrelaçada, ter mais elasticidade e flexibilidade (SMITH, 1906, p. 8).

A lã é frisada e fina, enquanto outros pelos são, na generalidade, lisos e, normalmente, mais longos e espessos. No entanto, atualmente o uso da palavra lã, quando sem qualitativo, refere-se sempre ao pelo dos ovinos, sem a necessidade de dizer, por exemplo, lã de ovino (ARAÚJO e CASTRO, 1986, p. 13).

Durante toda a evolução da humanidade, a lã foi sempre umas das principais fibras usadas na confecção de vestuário, por proporcionar uma adequada proteção ao corpo humano contra as intempéries do clima, no que diz respeito à suavidade e ao armazenamento de calor (FAUQUE, 1997, p. 21).

A lã é a fibra têxtil de origem animal conceituada por conservar a temperatura corporal e, juntamente com o ar que está em suas fibras, não deixa esfriar a pele, mantendo o equilíbrio do corpo. O isolamento térmico da lã é particularmente eficiente devido às suas ondulações, que permite o armazenamento de ar entre as fibras, e o ar é o principal elemento para o isolamento térmico (ALZUGARAY, 1986, p. 16).

A fibra é obtida através da tosquia dos animais que, em geral, se faz uma vez por ano, apesar de que, em algumas regiões europeias, existir a tosquia bianual. Na Europa, Ásia e América do Norte a tosquia se faz na primavera, enquanto que na América do Sul e Austrália é feita no início do outono.

A habilidade do tosquiador é de grande importância. Se o tosquiador não for hábil, a velocidade da tosquia não só pode aumentar risco de ferir o animal, como também pode

prejudicar a obtenção do velo³ inteiro e a consequente possibilidade de dividi-lo de acordo com as regiões do corpo de onde a lã foi retirada a qual determina a classificação da lã (ABRANTES *et al*, 1999, p.16).

A lã pode ser classificada em categorias, classes e tipos, que são definidos a partir das diferentes raças de carneiros, seus cruzamentos e seus melhoramentos genéticos (ALZUGARAY, 1986, p. 89).

Categorias: são determinadas pela origem e raça da ovelha, da regiões do corpo em que foram retiradas e do período de crescimento; a principal é aquela que foi cortada doze meses após seu nascimento, do corpo do ovino adulto.

Classes: são definidas pela finura média das fibras através do Título Inglês Bradford. Existem dois grupos de classificação, sendo o das lãs merinas e o das lãs das demais raças e cruzamentos, que, por sua vez, podem ser divididos em doze classes: a Merina, Amerinada, Prima A, Prima B, Cruza I, Cruza II, Cruza III, Cruza IV, Cruza V, Cruza VI, Crioula e Preta ou Moura.

Tipos: a lã de velo é classificada em cinco tipos, que variam de acordo com o seu comprimento, resistência, pureza, ondulação, uniformidade das mechas e suavidade ao tato. Apresentando, em ordem de qualidade: a Supra com maior comprimento, mais ondulações, mais suave e fina, a Especial, a Boa, a Corrente e a Mista.

O velo é considerado bom se apresentar quatro quintos do seu peso em lã de primeira qualidade e o restante de lãs regulares e refugo. A qualidade do velo é determinada pelo comprimento, finura, cor e aparência da lã; são características que dependem da localização no corpo da ovelha, sendo pior quanto mais perto do solo estiver. A melhor lã, ou seja, a de primeira qualidade, é a que recobre as espáduas, o dorso, o lombo e a parte superior do pescoço do animal; a de segunda qualidade cobre os flancos, costelas e ventre; e as de terceira qualidade, são as lãs do pescoço, pernas, barriga, cabeça, cauda, pernil e nádegas.

Existe, ainda, a possibilidade de extração da lã juntamente com a pele do animal, no caso de animais abatidos para alimentação; ou seja, retiradas do animal morto, essas lãs são chamadas de lã de pele, ou pelego (ABRANTES *et al*, 1999, p. 16).

³ De acordo com o site Criar e Plantar, denomina-se velo o total da lã obtida ao tosquiado um ovino comercialmente, ou seja, toda a lã que recobre a ovelha, descontando-se a lã da barriga e das pernas. Disponível em <http://www.criareplantar.com.br/pecuaria/lerTexto.php?categoria=28&id=31>.

2.1.2. Principais países produtores na atualidade

Os países que tradicionalmente lideram a produção mundial de lã são: Austrália, Rússia, Nova Zelândia, Argentina, África do Sul, Estados Unidos, Uruguai, Reino Unido, Brasil e Chile. E em cada um deles, as ovelhas foram melhoradas ou cruzadas de forma a se adaptarem melhor ao clima, ao tipo de produto a que se destinam as lãs e as características de cada mercado (AMERICAN WOOL COUNCIL, 2011c, p. 3).

A Figura 8 mostra a relação entre a quantidade produzida por cada país e a espessura da fibra, onde se pode observar que a Austrália, além da maior produção, possui a lã mais fina, em contraponto à produção neozelandesa, que também é alta, porém as fibras são mais grossas.

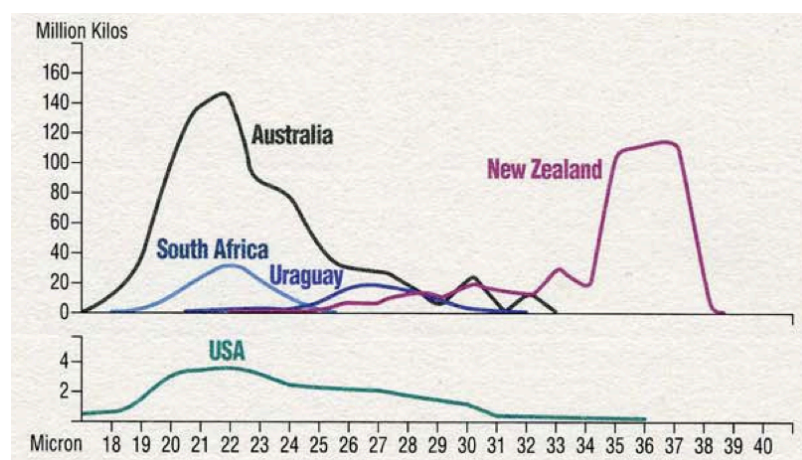


Figura 8 - Maiores produtores de lã no mundo e a relação entre o país e a espessura da fibra.
Fonte: American Wool Council.

A seguir, são apresentadas características das lãs fornecidas pelos principais países produtores.

Austrália

A lã merina deste país se impôs no comércio internacional pela alta relação entre comprimento médio e a finura das fibras, além de ter uma uniformidade de comprimento, um elevado rendimento e uma excelente brancura quando comparado a lãs provenientes de outros países. Mais de 70% da sua produção de lã é de excelente qualidade ao apresentar finuras inferiores a 23 μ m, sendo que algumas podem chegar até a 16/17 μ m. A Austrália é hoje o maior produtor mundial de lãs merinas (THE WOOLMARK COMPANY, 2008, p. 8).

Nova Zelândia

As lãs da Nova Zelândia são, quase na sua totalidade, provenientes de ovelhas cruzadas comuns, que produzem lãs brancas muito sólidas e lustrosas. A sua produção é mais voltada para o fornecimento de carne e leite, portanto é uma grande exportadora de lãs de pele, geralmente para a fabricação de tapetes e artigos de fio cardado grosseiro.

América do Sul: Argentina, Uruguai, Brasil, Chile e Peru

Os países da América do Sul, de onde se destacam a Argentina e o Uruguai, são importantes produtores e fornecedores de lãs. A Argentina ocupa o 3º lugar entre os maiores fornecedores de lã cruzada, depois de Nova Zelândia e Austrália; é a maior produtora de lã da América do Sul. Além da lã de ovelha, produz lã provenientes de outros animais como o guanaco, a lhama e a alpaca.

Apesar de a Argentina também produzir lã de merinos, é essencialmente nas lãs cruzadas que se concentra sua maior produção. As suas lãs caracterizam-se por uma elevada brancura e tendência a feltragem mínima. “As lãs da extremidade sul da Argentina, as lãs “Punta” (devido ao porto de exportação, Punta-Arenas) são as lãs mais brancas que se conhecem, e as que menos tendem a feltrar” (GONÇALVES, 2005, p. 36). Ainda na Argentina, a produção de lãs de peles é muito forte, devido a sua intensa indústria de carnes.

O 5º lugar na escala dos maiores exportadores desse artigo fica com o Uruguai, país produtor da lã cruzada conhecida como lã Montevideú. São lãs mais limpas, diferentes das Argentinas que se apresentam muito misturadas a detritos vegetais.

A produção de lã brasileira não chega a ser significativa no cenário mundial. Conforme afirma Claudio Bortolini - diretor da Divisão Tops da Paramount Têxteis, “A produção de lã brasileira é menos de 1% da oferta de lã mundial”.

África do Sul

A indústria da lã na África do Sul está concentrada praticamente na Cidade do Cabo, que detém metade da produção do país, denominadas lãs do Cabo. Destacam-se por serem muito brancas, porém são mais curtas e mais suaves que as lãs merinas da Austrália. Seu produto é dividido em duas qualidades: as lãs de fazendeiro e as lãs de indígena, sendo as segundas de inferior qualidade por apresentarem baixo nível de cuidados na criação dos animais.

Ainda na África do Sul aparecem algumas comunidades de animais nativos, denominados Karakul, que produzem lãs com excelentes colorações naturais.

Reino Unido

No Reino Unido existem muitas raças distintas devido à variedade de climas da Grã-Bretanha e ao fato de os ovinos terem sido o mais importante animal doméstico neste país, o qual foi se desenvolvendo por meio de seleções de raças.

Os ovinos do Reino Unido podem ser divididos em quatro tipos: os primeiros são chamados de ovinos da montanha que possuem lãs muito compridas, grosseiras, pouco onduladas e de

toque áspero; depois aparecem os ovinos de lãs compridas e lustrosas; os ovinos de lãs semilustrosas e os ovinos de lãs conhecidas por “Down”, que são as mais finas das lãs inglesas.

Países Asiáticos: Rússia, China, Iraque, Índia, Turquia e Tibete

São produtores de lã para carpetes. Seus velos apresentam três tipos de fibras: fibras compridas e grosseiras no velo exterior, fibras curtas e finas no velo interior e pelos das patas lisos e brilhantes.

2.1.3. Diferentes tipos de ovelhas com diferentes características na lã

No geral, as ovelhas se dividem em dois grandes grupos: ovelhas de altitude e ovelhas de planície.

ovelhas de altitude:

A ovelha merino é uma raça de altitude que se implantou primeiramente na Espanha. Possuem condições de vida normais em clima seco, onde os dias são muito frios e as noites quentes. Tem velo adaptado para suportar grandes amplitudes térmicas. São lãs com comprimento geralmente entre 40 e 150mm e espessura entre 17 e 24 μ m. A principal representante dessa raça é a merina australiana; porém, a mais pura é a Rambouillet francesa (GONÇALVES, 2005, p. 34).

ovelhas de planície:

São ovelhas comuns na Inglaterra e em países banhados pelo Mar do Norte, pois possuem características de climas oceânicos úmidos, temperados e esporadicamente rudes. As principais raças inglesas são a Lincoln, a Leicester e a Cheviot que possuem pelos longos, variando entre 120 e 300mm, podendo em algumas raças chegar aos 550mm. Não são muito finas; a sua espessura varia entre 24 e 48 μ m.

A fim de justificar o fato de existirem tantos tipos de cruzamentos e cada vez mais tipos de raças diferentes usa-se como exemplo que, para melhorar as lãs foram executados melhoramentos genéticos a partir do cruzamento de ovelhas Lincoln e Merinas de lã fina, obtendo ovelhas ditas ‘cruzadas’, que se mostraram muito resistentes às doenças e às condições climáticas. Cruzadas novamente com Merinas, resultaram as denominadas *Comebacks*, ovelhas com mais rentabilidade, e cuja lã é muito mais fina. A Tabela 1 mostra esse comparativo.

Tipo de lã	Fina	Média	Grossa
Raça	Merino	Cruzada	Cheviot
Finura	15 a 23µm	24 a 30µm	Acima de 30µm
Comprimento	50 a 120mm	120 a 150mm	Acima de 150mm
Ondulação	Muito ondulada	Ondulação normal	Pouco ondulada
Origem	Austrália e África do Sul	Argentina e Uruguai	Nova Zelândia e Inglaterra
Utilização	Vestuário leve	Vestuário pesado	Tapetes e Decoração

Tabela 1 - Comparativo entre as principais raças de ovelhas e as características básicas da lã.
Fonte: ARAÚJO, 1986.

2.1.4. Ovelhas de Portugal, lã de Portugal

Os ovinos estão espalhados por todo o mundo, são muitas as raças existentes. Em Portugal, a criação desenvolveu-se em algumas das suas regiões. As lãs mais finas são produzidas no clima quente do sul e as lãs mais grosseiras no norte, onde as temperaturas são mais amenas. Os principais distritos produtores de lã são: Bragança, Évora, Castelo Branco, Guarda, Portalegre e Algarve. Os ovinos são divididos em merinos, cruzados e churros (ALMEIDA, 2007, p. 12).

Tipo merino - existe principalmente no Alto Alentejo e no Baixo Alentejo, Estremadura, Ribatejo e Beira Baixa e são conhecidos como Merino Alentejano, Merino Ribatejano, Merino da Beira Baixa, Pialdo Fonte Boa (cruzamento do merino espanhol com o Rambouillet), Merina Branca, Merina Preta, Mondegueira, Serra da Estrela, Fonte Boa Precoce e Merino Espanhol.

Tipo cruzado - desenvolveu-se de modo precípua no Minho, Beira Litoral, Beira Alta, Estremadura e Baixo Alentejo e são denominados Bordaleira, Campaniça, Saloia e Cruzado da Beira Baixa.

Tipo churro - Existe no Algarve, Trás-os-Montes, Norte da Beira Baixa e Beira Alta e são chamados Churro da Terra Fria (Norte e Leste de Bragança), Churro da Terra Quente (Sul de Bragança), Churro da Beira Baixa, Churra do Campo, Churra do Minho, Churra Badana, Churra Algarvia, Galega Bragançana e Galega Mirandesa.

Também se encontram em Portugal ovinos de raças estrangeiras (francesas, espanholas, inglesas), que foram trazidos para serem cruzados com ovinos portugueses a fim de um melhoramento genético que produzisse melhores lãs, velos mais pesados, melhores borregos ou mais leite (NUNES, 1998, p. 107).

Como o foco da pesquisa em questão está direcionado para Portugal e sua cultura de lã na fabricação do burel, a abordagem será um pouco mais minuciosa e detalhada, fazendo-se descobrir e entender as necessidades particulares que o tornaram tão importante no país.

2.2. Caracterização Morfológica da Fibra de Lã

O conceito de morfologia vem do grego *morphe* = forma e *logos* = palavra, estudo, pesquisa. Portanto, e segundo Johann Wolfgang von Goethe, morfologia é o estudo das formas e estruturas específicas dos organismos, incluindo também cor e padrão. Esse conceito difere de fisiologia que trata da função⁴.

A lã pertence a um grupo de proteínas chamadas queratinas; são proteínas que tornam a fibra insolúvel em água e mais estável ao ataque químico e físico do que outros tipos de proteínas (RIPPON, 1992, p. 2).

Apenas aproximadamente 17% da fibra da lã é composta de proteínas não-queratinosas; foram assim denominadas em razão de seu teor relativamente baixo de cistina. A fibra da lã também contém cerca de 1% por massa de material não proteico, o qual consiste principalmente de lipídios cerosos, mais uma pequena quantidade de polissacarídeos (MOSSOTTI *et al*, 2003, p. 6).

As proteínas não-queratinosas e os lipídios não são uniformemente distribuídos pela fibra, concentrando-se em algumas regiões específicas; essas regiões são consideradas de baixa resistência mecânica no compósito de fibras, podendo desgastar-se durante o uso prolongado e resultar em fibrilação (RIPPON, 1992, p. 4).

A fibra da lã é constituída por dois tipos de células: corticais, que formam o córtex, ou seja, o grosso da fibra, e cuticulares, que são o invólucro do córtex. As células cuticulares são separadas das células corticais subjacentes por uma membrana que também reveste as células corticais individuais. Esse complexo de membrana com aproximadamente 25nm de espessura, realiza a função de cimentar as células entre si, e às vezes, é chamado de "cimento intercelular". As células cuticulares, que formam escamas na superfície da lã, são responsáveis pelo caráter direcional do coeficiente de atrito das fibras da lã ao se movimentarem em direção às suas raízes sob a ação mecânica em estado úmido. Acredita-se que esse efeito direcional de deslizamento das fibras seja a principal causa do encolhimento pela feltragem da lã.

⁴ De acordo com as definições do Orford Dictionary.
Disponível em <http://oxforddictionaries.com/definition/morphology?region=us&q=morphology>

A Figura 9 apresenta a prova da notável variedade de atributos naturais da fibra de lã de um Merino Australiano e de suas propriedades físicas e químicas, como: a finura que a torna suave, o grande isolamento, as escamas que repelem a água e resiste a manchas, a capacidade de absorver água que ajuda na respirabilidade e resistência ao odor, a elasticidade que proporciona um melhor caimento e evita amarrotamento, entre outros atributos (AUSTRALIAN WOOL INNOVATION LIMITED, n.d.).

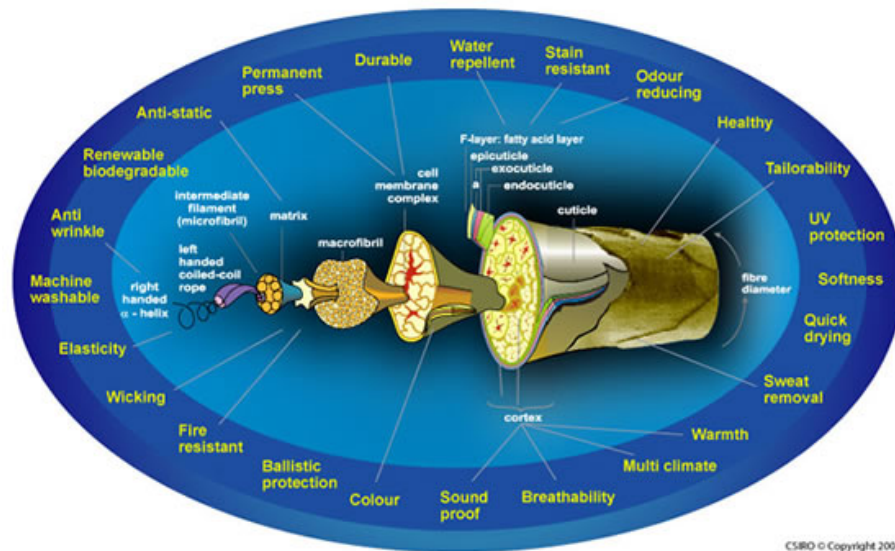


Figura 9 - Relação ente a estrutura da fibra e suas características.
 Fonte: Australian Wool Innovation Limited, n.d..

Em seguida, serão abordados separadamente cada componente morfológico da fibra de lã, a ponto de identificar e entender seu comportamento como fibra têxtil.

2.2.1. Macroestrutura: Comprimento, finura, ondulações e cor

Em macroestrutura são definidas as características das fibras têxteis que podem ser vistas a olho nu. Entre elas se incluem:

O **comprimento**, que é determinado pelo comprimento natural do material têxtil no caso das fibras curtas, cortadas ou descontínuas, e pode variar entre $\frac{3}{4}$ e 18 polegadas; e o comprimento infinito, no caso dos filamentos ou fibras contínuas manufaturadas.

As fibras de lã podem ser inferiores a 7,6 cm (3 polegadas) de comprimento e são consideradas curtas; as fibras que ficam entre 7,6 - 17,8 cm (3 a 7 polegadas) são consideradas as melhores, pois este comprimento geralmente permite mais versatilidade, economia na fiação e apresentam melhores resultados na penteagem. As fibras tidas como longas possuem mais de 17,8 cm (7 polegadas) e podem apresentar dificuldade na fiabilidade. Para a qualidade da fibra têxtil natural, é também importante a uniformidade do

comprimento das fibras de um lote, definido pelo seu coeficiente de variação, e a relação entre comprimento e finura, que se deseja a mais elevada possível (BRADY *et al*, 2002, p. 1048).

A **finura**, que, em geral, é especificada pelo diâmetro ou pela densidade linear, por vezes determinado pela área de secção transversal e de superfície específica. São classificadas em: grossa, média, fina, microfibras e microfibras ultrafina. A finura das fibras naturais é geralmente definido pelo diâmetro em micrômetros, e reflete a largura média ao longo do comprimento das fibras (fibras naturais não são uniformes em largura ao longo do seu comprimento). Por vezes, para fins comparativos. É útil definir a área da secção transversal, porque leva em conta as várias formas de fibras (HATCH, 1993, p. 90).

No caso das fibras de lã, o diâmetro médio pode variar de cerca de 14 micrômetros para mais de 45 micrômetros. Já as fibras mais grossas têm diâmetros de 70 micrômetros. As fibras mais valorizadas são as de diâmetro fino, especialmente se apresentarem uniformidade de comprimento e diâmetro.

Ao analisar a relação entre comprimento e finura da fibra lã, entende-se que as fibras mais longas são também as fibras mais grossas. Portanto, a caracterização da uniformidade de comprimento de um lote de fibra de lã é feita com parâmetros de comprimento ponderados pela finura, designados de **barba** e **altura**.

As **ondulações** referem-se às ondas, aos frisos, às torções e às voltas ao longo do comprimento da fibra; são expressas em ondulações por unidade de comprimento. Algumas fibras naturais são lisas, outras são onduladas. Por exemplo, a seda, quando colocada sobre uma superfície plana, permanece com todo seu comprimento sobre a superfície, enquanto que a lã, quando colocada sobre a mesma superfície, mantém apenas parte do seu comprimento sobre a superfície. Fibras frisadas tendem a ter maior alongamento que as fibras lisas (HATCH, 1993, p. 90).

As fibras de lã são, em geral, onduladas tridimensionalmente. As de diâmetro fino tem aproximadamente vinte e cinco ondulações por polegada, enquanto que as fibras mais grossas apresentam apenas uma.

A **cor** refere-se a coloração natural da fibra. As fibras naturais podem ser brancas, *off-white*, bronzeadas, castanhas ou pretas. Fibras claras, como algodão e lã podem ser branqueadas, ao passo que fibras com mais cor, como a caxemira, retêm a cor. As cores da fibra da lã podem variar do *off-white* ao castanho; porém, as mais valorizadas são mais claras, que estão entre o *off-white* e o cru. As mais escuras são menos valorizadas por não terem sucesso no tingimento, porque o seu pigmento natural não pode ser removido por completo para a inserção da nova cor, mascarando o tingimento.

A suarda se refere à gordura, ao suor e à sujidade existente na fibra. O velo de lã contém fibra engordurada, podendo apresentar até 65% de gorduras e sujidade; entretanto, essa é a forma em que a lã é normalmente fornecida, porque a gordura protege a fibra até a sua manipulação e transformação em fio. A lã é muito absorvente e a umidade (água) pode ocupar cerca de 33% do seu peso e, em alguns casos, a umidade e a graxa são adicionados ao velo para aumentar o peso, comercialmente falando (BRADY *et al*, 2002, p. 1048).

2.2.2. Microestrutura

Para observar a microestrutura das fibras é necessário a precisão de um microscópio e tal análise refere-se a sua forma longitudinal e a sua secção transversal.

A **forma longitudinal** é a descrição da superfície da fibra ao longo do seu comprimento. Essa forma pode ser suave, serrilhada, lobada, estriada, esburacada, com escamas ou retorcido.

A característica principal da superfície de uma fibra de lã é a sobreposição de células superficiais, popularmente chamadas de escamas, conforme ilustrada na Figura 10. Elas são observadas de imediato quando a fibra é aumentada no microscópio. Cerca de até 800 escamas cobrem 1 centímetro da fibra de lã fina; já a lã grossa é coberta por, aproximadamente, 300 escamas por centímetro. Todas as escamas, que compõem a cutícula da fibra de lã, vão da raiz à ponta da fibra (HATCH, 1993, p. 91).

As escamas, ou melhor, o tamanho das escamas, determinam o brilho da fibra e suas capacidades refletoras. Por exemplo, quanto mais fina é a fibra, mais escamas possui, consequentemente, menor capacidade de refletir a luz, perdendo seu brilho. Ou seja, o brilho depende das escamas que, nas fibras mais grossas, se apresentam em menor número e em maior tamanho, aumentando seu poder de reflexão e dando aspecto mais lustroso (PEIXOTO *et al*, 2007, p. 224).

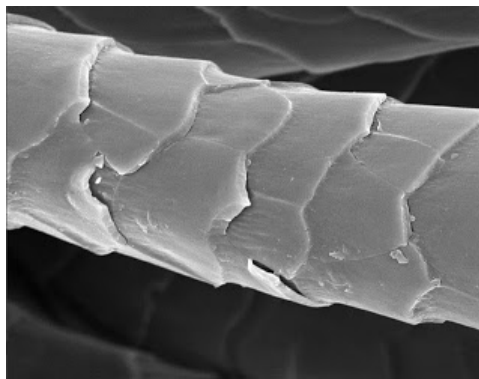


Figura 10 - Vista Longitudinal de uma Fibra de Lã Merino.
Fonte: RIPPON, 1992.

A **secção transversal**, conforme ilustrado na Figura 11, refere-se a forma da fibra cortada horizontalmente. Essa forma pode ser circular, triangular, em forma de osso, em forma de feijão, achatada ou multilobal. Nas fibras naturais, a secção transversal é determinada pela natureza e existe uma característica específica de secção para cada tipo de fibra natural. Na lã, a secção transversal tem forma aproximada de circular.

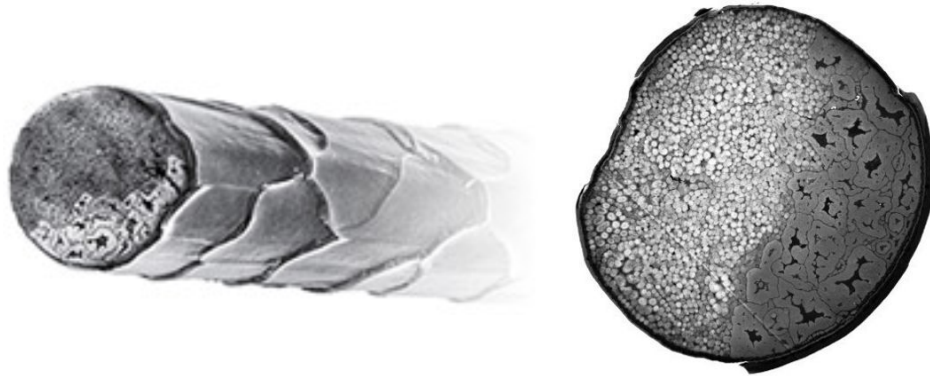


Figura 11 - Secção Transversal da fibra de lã.
Fonte: Biotechnology Learning Hub.

Os elementos que compõem cada uma dessas partes da fibra de lã são somente observáveis quando a sua secção transversal é submetida ao microscópio eletrônico e estão descritos na estrutura submicroscópica abaixo listada.

2.2.3. Estrutura submicroscópica

A maioria das fibras naturais têm características submicroscópicas diversificadas, porque a natureza constrói as fibras intrincadas com uma série de camadas distintas.

As fibras de lã possuem cutícula, córtex e, em alguns casos, medula como mostrados na Figura 12. A cutícula, ou camada exterior da fibra, é formada pelas escamas, sendo responsável pelo brilho da fibra. As células corticais apresentam-se em forma de longos tubos; é responsável pela flexibilidade, alongamento, recuperação elástica e a tenacidade da fibra de lã. Já a medula é o resultado da queratinização incompleta e produz um canal oco, contínuo ou não, no meio da fibra e produz uma fibra mais dura e quebradiça (FOURNIER; FOURNIER, 1995, p. 15).

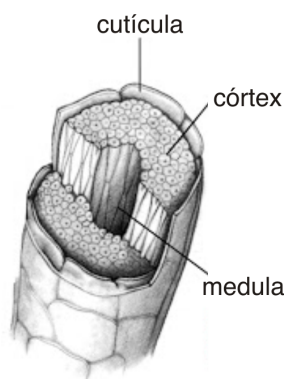


Figura 12 - Visualização de cutícula, córtex e medula na fibra de lã.
Fonte: FOURNIER; FOURNIER, 1995.

Conforme citado acima, a fibra da lã consiste em, objetivamente, três partes: cutícula, córtex e medula (HATCH, 1993, p. 92).

A **cutícula**, ou **epiderme**, é a superfície exterior, composta por uma série de escamas finas de pontas duras e consistentes, que se apresentam sobrepostas umas às outras e cobertas por um tipo de cera (epicutícula); esta possui poros microscópicos que permitem que a fibra absorva vapor de água, mas retém a água líquida no seu interior. É uma camada que é facilmente danificada durante o desgaste natural do uso. Abaixo da epicutícula está situada a exocutícula; a camada mais interna é descrita como endocutícula. A epicutícula e a exocutícula possuem alta concentração de enxofre com uma grande quantidade de ligação cruzada de cistina, dando-lhes uma alta resistência a ataques químicos e biológicos. A endocutícula é algo menos resistente. Existem membranas intercelulares as quais agem como um cimento, a segurar a cutícula aos tecidos adjacentes.

O **córtex**, ou **núcleo**, é a substância intermediária, consiste em células fusiformes alongadas que dão força à estrutura da lã. O córtex ocupa aproximadamente 90% do volume da fibra. Como ilustrado na Figura 13, cada conjunto de células é envolvida por uma membrana celular que as mantém juntas por um cimento intracelular, mais fraco que as células e pode ser facilmente danificado pela tensão dissipada ou agentes químicos; porém, pode ser modificado quimicamente para ser mais resistente e melhorar o seu desempenho ao desgaste, evitando o deterioração da fibra.

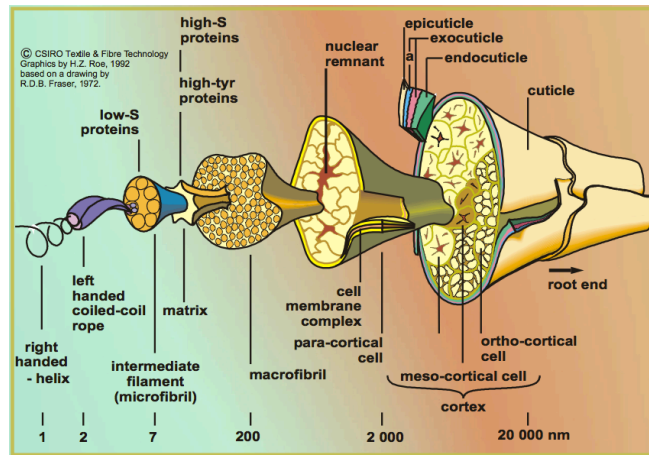


Figura 13 - Estrutura das fibras de lã.
Fonte: HILL *et al*, 2010.

Cerca de 90% da fibra é composta de células corticais. Dois tecidos distintos podem ser encontrados dentro dos córtices. São eles o ortocórtex e o paracórtex. A distribuição do ortocórtex e do paracórtex é bilateral, com forma de meio cilindro. A ortocórtex tem uma estrutura macrofibrilar, enquanto que no paracórtex não existe clareza definida na divisão macrofibrilar.

Quando a lã é tratada com enzimas proteicas ou é parcialmente atacada com bactérias, as células corticais soltam-se e podem ser vistas como estruturas em formato de fios chamados macrofibrilas, e o exame ao microscópio eletrônico mostra que são compostos por microfibrilas (MOSSOTTI *et al*, 2003, p. 6)

A medula, ou o interior da fibra, quanto menos evidente for, melhor é a fibra, pois a medula é profundamente pigmentada; sua existência torna a fibra inadequada para o uso têxtil. Nas fibras mais grosseiras, a medula pode ocupar até 90% da área da secção transversal; nas fibras finas, a medula é pequena e pode ser intermitente ao longo de comprimento da fibra. Quando, num corte transversal, a fibra apresenta uma linha central escura, isso está a indicar a presença de uma medula grande.

2.2.4. Estrutura Fina

Entende-se por estrutura fina a descrição dos polímeros que compõem a fibra, a sua disposição e suas ligações intermoleculares.

Quimicamente falando, a fibra de lã é composta por 50% de carbono, 22 a 25% de oxigênio, 16 a 17 % de nitrogênio, 7 de hidrogênio e de 3 a 4% de enxofre. No entanto, nem todas as raças de ovinos produzem lã com essa estrutura química constante, uma vez que é possível variar a quantidade de enxofre e nitrogênio. Ainda se pode encontrar 1% em média de matérias

minerais. Todos esses elementos são estruturados em cadeias de aminoácidos, constituindo a proteína queratina (ARAÚJO e CASTRO, 1986, p. 26).

Um aminoácido é uma molécula que contém simultaneamente os grupos funcionais amina (NH₂) e ácido carboxílico (COOH). A fibra da lã é constituída por dezoito aminoácidos que estão em proporção elevada; ou seja, tem uma estrutura muito diversa e com possibilidade de estabelecer ligações químicas de muitos tipos (ARAÚJO e CASTRO, 1986, p. 28).

A Figura 14 mostra a disposição das macromoléculas que compõem a fibra de lã, as ligações químicas que as mantêm unidas em cadeias de aminoácidos e a aglomeração de moléculas de vapor d'água na sua estrutura.

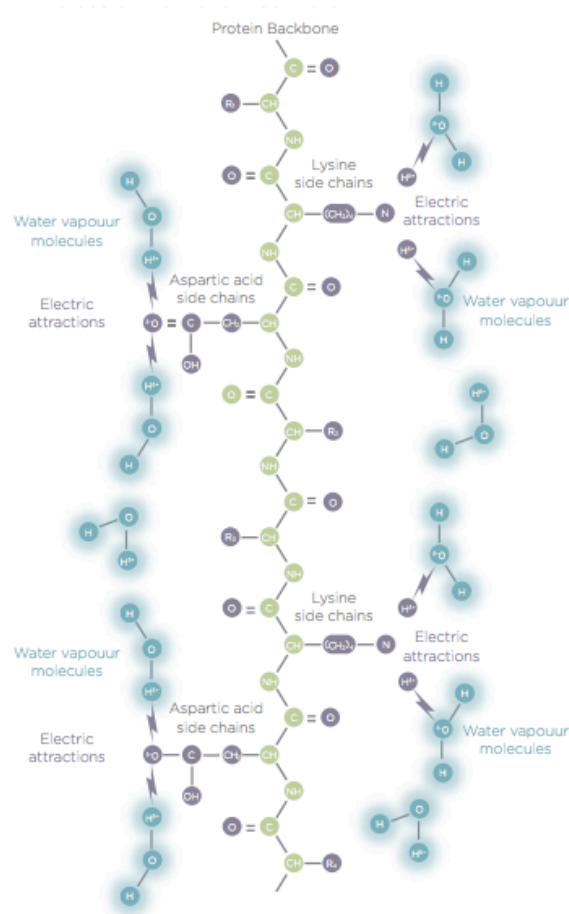


Figura 14 - A vista molecular de uma fibra de lã.
Fonte: Merino Perform, 2008.

Do ponto de vista técnico, a fibra de lã merino é uma das fibras mais avançadas do mundo, pois, originalmente, possui propriedades de controle de umidade e temperatura. Pode proteger o usuário de condições extremas de temperatura, porque oferecem isolamento e respirabilidade aos tecidos (THE WOOLMARK COMPANY, 2008, p. 5).

A ligação química dentro da fibra permite ligações com o vapor de água. Isto significa que, em climas quentes ou durante o exercício exaustivo, as fibras de lã são capazes de acelerar a

transferência da umidade para o exterior do tecido, reduzindo a sensação de umidade no corpo.

2.3. Propriedades da Fibra da Lã

Fibras de vários tipos respondem diferentemente quando são expostas às forças mecânicas, água ou outros solventes, calor seco ou úmido, radiação ultravioleta, soluções químicas e organismos biológicos. As suas propriedades são geralmente agrupadas em mecânicas, absorptivas, térmicas, químicas, entre outras.

Devido a sua estrutura morfológica, a lã possui propriedades que a destacam perante outras fibras, podendo enfatizar sua durabilidade e resistência, alta absorção, elevado grau de feltagem, tingibilidade, resistência à chama e estrutura química resistente à compressão. Tais fatores que serão descritos abaixo de forma mais específica.

2.3.1. Propriedades Mecânicas

As propriedades mecânicas são as responsáveis pelas respostas das forças aplicadas sobre a fibra e sua capacidade de recuperação após cessarem essas forças (HATCH, 1993, p. 109).

A fibra de lã possui uma baixa tenacidade, ou seja, rompe facilmente ao serem aplicadas forças; é menos resistente que o algodão e o linho, e sua tenacidade diminui de 97 a 76% em estado úmido.

Em contrapartida, possui alto grau de extensão, variando entre 20 e 40% em estado seco e entre 30 e 60% quando úmido, como expresso na Figura 15. A sua recuperação elástica é ótima, maior que todas as outras fibras naturais. Porém, se for alongada demais, o seu poder de resiliência diminui. O seu poder de resiliência é normalmente muito bom, recuperando facilmente ao vinco após cessarem as forças de solicitação (CANTERI *et al*, 2008, p. 4).

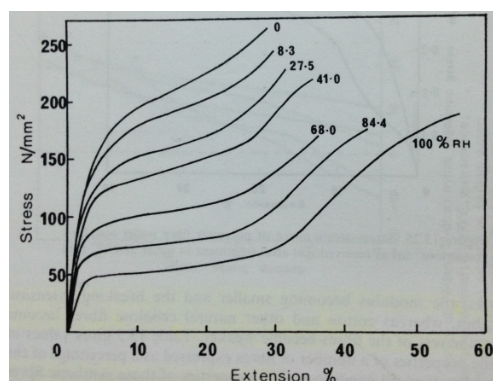


Figura 15 - Efeito da umidade relativa sobre o alongamento da fibra.
Fonte: MORTON; HEARLE, 2008.

É uma fibra muito flexível, mas, em relação à resistência à abrasão, ela não apresenta um bom comportamento; tende a se desgastar facilmente com o atrito, perdendo massa e diminuindo a espessura (PEREIRA, 2011, p. 10).

2.3.2. Propriedades de Absorção

As propriedades de absorção indicam a quantidade de vapor de água, água líquida, e óleos que as fibras significativamente absorvem; ou seja, indicam a quantidade dessas substâncias que a fibra mantém no seu interior. As fibras podem ser hidrofílicas (muito absorventes) ou hidrofóbicas (pouco absorventes), a depender da quantidade de água que conseguem absorver. Podem ser higroscópicas, isto é, fibras hidrofílicas que podem absorver quantidades significativas de água sem revelar toque molhado; ou ainda, podem ser oleofílicas, ou seja, fibras que são capazes de manter grandes quantidades de óleo no seu interior, não libertando facilmente numa solução de detergentes.

As propriedades de absorção da lã podem ser consideradas ótimas, uma vez que apresenta uma imensa capacidade de armazenar água, óleo e vapor de umidade, demonstrando um inchaço médio e uma grande facilidade de libertação de óleo. É capaz de absorver de 13% a 17 % de umidade e pode saturar-se com 29%. A presença de umidade nas fibras de lã faz com que a sua resistência diminua consideravelmente (AGUIAR NETO, 1996, p. 78).

Normalmente, o fenômeno de recuperação de umidade nas fibras têxteis resulta num aumento de temperatura. Este efeito termodinâmico já é esperado devido ao processo exotérmico, como pode ser observado na Figura 16 (MORTON; HEARLE, 2008, p. 174).

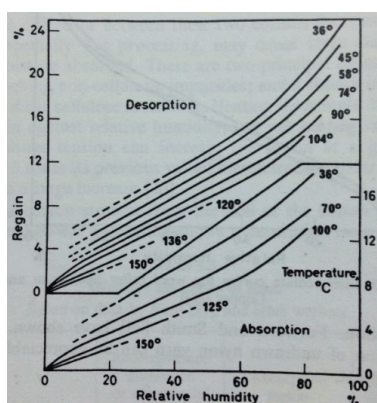


Figura 16 - Efeito da temperatura sobre a absorção da lã.
Fonte: MORTON; HEARLE, 2008.

2.3.3. Propriedades Térmicas

Essas propriedades térmicas são propriedades importantes para manipulação e tratamento das fibras têxteis. São, nomeadamente, a resistência ao calor, temperatura de amolecimento, de fusão, de decomposição e de combustão.

A lã resiste bem ao calor; demora a se decompor e possui baixa combustibilidade. Quando submetida ao fogo arde lentamente e a chama tende a apagar, pois contém altos níveis de nitrogênio, um retardador natural de fogo; exala fumaça com cheiro de cabelo queimado e, ao final, esfarela-se formando uma cinza negra. Não amolece nem funde como os sintéticos, portanto, não adere à pele.

Comparada a outras fibras, revela-se bastante resistente; mostra ponto de decomposição a 135°C, de carbonização a 300°C e de contração a 240°C, como se observa na Figura 17 (ARAÚJO, 1986, p. 130).

(Em graus centígrados)				
Fibra	Ponto de fusão	Ponto de decomposição	Ponto de Carbonização	Ponto de contração
Algodão		150		
Viscose		180	180	
Acetato	230			
Lã		135	300	240
Seda		150		
Nylon	250			
Terylene	250			240
Polietileno	115			

Figura 17 - Comparativo de sensibilidade à temperatura.
Fonte: ARAÚJO, 1986.

2.3.4. Propriedades Químicas

As fibras diferem de modo significativo em termos de sua reatividade química e da sua resistência à degradação por produtos químicos. A reatividade química é de suma importância para o processamento têxtil, porque influencia diretamente o tipo de modificação química que a fibra pode sofrer. A primeira forma de modificação das fibras têxteis naturais é a aplicação de produtos químicos. Quando os produtos químicos são aplicados nos tecidos, a reação pode ocorrer dentro ou na superfície da fibra. A tingibilidade das fibras também depende da composição química e da sua estrutura (HATCH, 1993, p.122).

A lã não sofre muito com a ação da água, a não ser quando fervida por período prolongado e com pouca ação mecânica, todavia, o vapor influencia de forma mais pronunciada. A lã, afetada pelo bolor, tem a sua afinidade com os corantes consideravelmente diminuída.

A lã não resiste aos agente oxidantes e aos álcalis, sendo estes diluído ou concentrado; em contrapartida, é muito resistente aos ácidos e aos solventes orgânicos.

No entanto, dissolve-se em ácido sulfúrico forte; já um banho ácido diluído em 5% ou 6%, tem uma ação atenuada e é utilizado no tingimento de lã. Comporta-se igualmente ao ser submetida ao ácido clorídrico. O ácido nítrico provoca o aparecimento de manchas amareladas na lã. Os ácidos orgânicos não têm praticamente qualquer ação sobre a lã, mas são absorvidos de uma maneira semelhante à absorção de ácidos inorgânicos, com a produção de sais ou compostos de adição.

A ação de álcalis cáusticos é muito mais drástica; uma solução de soda cáustica de 1%, em ebulição, vai dissolver a lã. Em soluções mais diluídas, as suas propriedades são afetadas de uma maneira semelhante à mercerização do algodão, por meio de um encolhimento do material.

A ação de carbonatos alcalinos é muito menor do que a de álcalis cáusticos. A amônia tem muito pouca ação na lã. A lã tem um caráter anfotérico, ou seja, pode comportar-se como ácido ou como base de acordo, com as condições a que é submetida. Comporta-se como ácido se os grupos básicos forem bloqueados e incapacitados de reagir. O contrário também acontece; se a ação dos ácidos for inibida, os grupos básicos atuam como bases (SILVEIRA, 2011, p. 67).

Deve-se, contudo, notar que o brilho da lã pode ser destruído por tratamento prolongado com, praticamente, todas as substâncias; até mesmos os sais mais neutros têm forte ação quando em ebulição durante períodos consideráveis. Essa ação é, com probabilidade, devido à natureza anfotérica de lã, sendo o sal natural provavelmente decomposto com a formação de produtos lã-ácido e lã-álcali. O mordente da lã com certos sais metálicos, tais como sulfato de sódio e cloreto de alumínio, estanho, etc, depende de uma ação semelhante (NORTH; BLAND, 1920, p. 316).

2.3.5. Demais Propriedades

Resistência à luz ultravioleta

Os componentes da luz ultravioleta (luz de feixes de comprimentos de onda curtos e de alta energia de ondas) na luz solar e na luz fluorescente exercem um efeito prejudicial sobre as fibras, porque podem romper as ligações covalentes ao longo da espinha dorsal do polímero. As fibras diferem em resistência à luz ultravioleta, ou seja, resistência à luz solar. A fibra de lã, no entanto, é pouco afetada; porém, em exposições prolongadas pode acusar

amarelecimento, principalmente se antes foi branqueada com peróxido de hidrogênio e permanecer em estado úmido (CARR, 1995, p. 61).

Resistência a organismos biológicos

As fibras naturais e o rayon são as fibras mais suscetíveis, enquanto que as fibras sintéticas são menos suscetíveis a deterioração pelos organismos biológicos. Insetos, incluindo traças e besouros, podem corroer as fibras. Micro-organismos, incluindo fungos, mofo e bactérias, geralmente secretam uma substância que quebra os polímeros das fibras e leva a deterioração da sua estrutura. Os tecidos de lã são especialmente vulneráveis às larvas de mariposas e outros insetos como os besouros, por exemplo (CORBMAN, 1985, p. 282).

Resistividade Elétrica

As fibras apresentam diferentes resistividades elétricas; essas diferenças existem, principalmente, porque as fibras diferem em teor de umidade em qualquer quantidade de umidade relativa do ar. Em geral, as fibras com maiores teores de umidade possuem resistividade elétrica inferior. Sendo assim, fibras hidrofílicas não tendem a desenvolver carga de eletricidade estática, mas as fibras hidrofóbicas desenvolvem.

Quando a lã absorve água, sua dimensão e, conseqüentemente, o seu volume se alteram. Esse efeito é conhecido vulgarmente como inchaço. De um modo geral, pode-se dizer que, o que acontece na lã, é que o inchaço aumenta o diâmetro das fibras que constituem o fio do tecido, diminuindo a sua porosidade e deixando o tecido impermeável a passagem de ar, diminuindo, assim, consideravelmente a resistividade elétrica (MORTON; HEARLE, 2008, p. 502).

2.4. O Processo de Feltragem da Lã

Entende-se por feltragem - uma característica única e exclusiva da fibra de lã - o processo pelo qual, sob ação mecânica de agitação, fricção e pressão e com auxílio de umidade e temperatura, a capacidade das escamas da superfície de se entrelaçarem umas às outras (Figura 18). A feltragem impede as fibras de retornarem à sua posição original e torna o material mais compacto, proporcionando um inevitável e irreversível encolhimento do material têxtil. Nesse processo, a temperatura, o pH e o lubrificante (água e sabão) são muito importantes para obter máxima feltragem em um menor tempo de tratamento (ARAÚJO, 1986, p. 31).

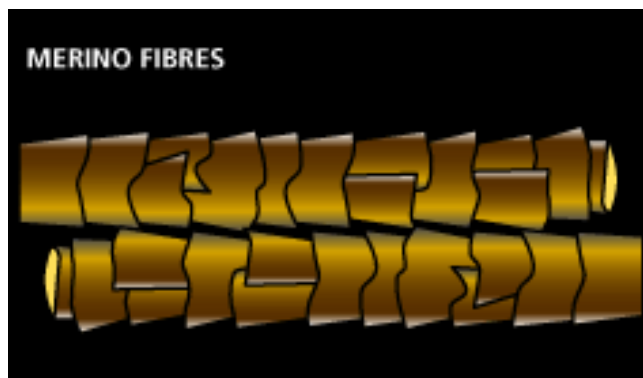
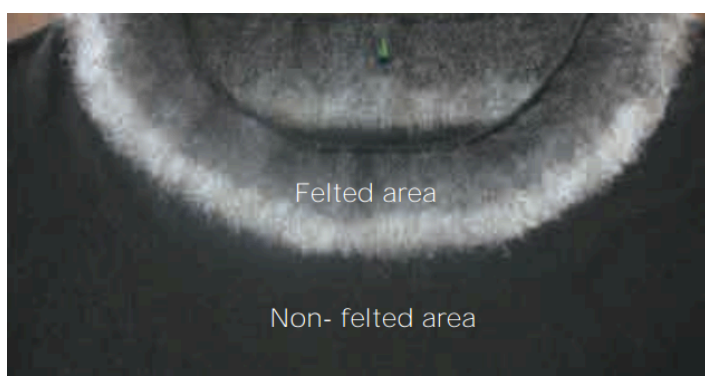


Figura 18 - Processo de feltragem e entrelaçamento das escamas.
Fonte: Australian Wool Innovation Limited, n.d..

Há vantagens e desvantagens no processo de feltragem da lã. Em uma situação controlada, o chamado *fulling* cria um suave acabamento nas lãs tecidas, e o chamado *felting*⁵ cria uma variedade de nãotecidos e feltros para as mais diversas utilizações, o que constitui uma vantagem. Porém, a maior desvantagem é o descontrolado alto grau de encolhimento, a ponto de não permitir a lavagem de produtos de lã a máquina e com inserção de temperatura.

A feltragem pode ser controlada e, dessa maneira, sempre foi utilizada para melhorar a manutenção dos tecidos. Embora seja uma operação simples, quando combinada a outros processos de tecelagem e fiação, pode produzir uma ampla gama de efeitos úteis, como, por exemplo, o aumento da espessura do tecido ou deixá-lo mais compacto, reduzindo, assim, a permeabilidade ao ar, retendo mais calor e proporcionando maior maciez (THE WOOLMARK COMPANY, 2013, p. 18).

Na proposta desta pesquisa, a intenção é usar a feltragem controlada como ferramenta para criação de relevos na superfície dos tecidos, ocasionados por locais mais feltrados, ou por outros menos feltrados ou em locais sem feltragem. A Figura 19, mostra um produto no qual foi utilizada a feltragem controlada na aquisição de efeito diferenciado em alguns locais da peça; a gola encontra-se feltrada, enquanto que o restante da peça permanece sem feltragem.



⁵ Segundo o site *Stitch Piece n Purl*, a palavra *felting* (feltragem) deriva da palavra germânica ocidental *feltaz*, disponível em <http://www.stitchpiecenpurl.com/boiled-wool-fabric.htm>.

Figura 19 - 3-D Merino: feltragem criando efeito tridimensional.
Fonte: Beyond the Bale, 2013.

2.4.1. Características da feltragem

Os tecidos de lã que sofrem feltragem são suscetíveis ao encolhimento excessivo e tornam-se mais espessos e rígidos. Algumas das causas deste encolhimento resultam da tensão e do inchaço da fibra. Todavia, o encolhimento principal é devido ao emaranhamento das fibras no processo de feltragem; este é um encolhimento exclusivo para os tecidos de lã e, por ser irreversível, não pode ser recuperado por esticamento.

A feltragem ocorre porque as fibras de lã se sobrepõem, e as escamas na superfície da fibra produzem um efeito direcional de atrito. O atrito da fibra é menor quando ela desliza da raiz às pontas; é maior quando desliza das pontas à raiz; assim, causa um maior entrelaçamento das fibras e uma maior feltragem. Portanto, cada uma delas só se move num sentido, ficando emaranhadas e proporcionando encolhimento ao tecido (ARAÚJO, 1986, p. 32).

2.4.2. Batanagem

O processo técnico de feltragem é conhecido como batanagem; conjuga a ação mecânica às ações térmica e química. Tem três objetivos: limpeza, lavagem, e condensação das fibras do tecido. A finalidade da lavagem é livrar-se do óleo usado de preparação para fiação, e remover os produtos utilizados para manter o dimensionamento do tecido durante a tecelagem.

O tecido é então saturado com água aquecida e sabão, sendo lavado e esfregado lentamente entre os cilindros rotativos⁶ (batanos) e pressionado na garganta da máquina, de uma a dezoito horas; esse tempo pode variar de acordo com as características desejáveis no tecido e com a quantidade de encolhimento esperado. A Figura 20 mostra o esquema da ação mecânica dos rolos sobre o tecido. No ambiente da empresa parceira no processo de execução dos tecidos, o processo é chamado de foulardagem ou foulagem.

⁶ Em alguns tipos de equipamentos, os rolos rotativos cedem lugar a martelos ou maços de madeira, porém a prática mais utilizada é de rolos rotativos (ARAÚJO, 1987, p. 737).

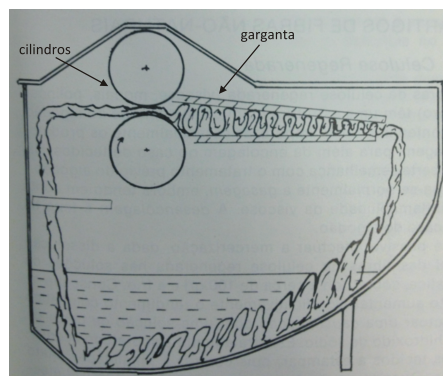


Figura 20 - Processo de batanagem em fouldard de rolos rotativos
 Fonte: ARAÚJO; CASTRO, 1987

Quanto mais prolongada a operação, mais encolhimento é proporcionado ao material. Após a suficiente feltragem, o tecido é lavado para libertar o sabão. Primeiramente com água aquecida e, aos poucos, perde temperatura até o total resfriamento no final do processo.

Em seguida, o tecido é esticado de modo uniforme em todas as direções, de maneira que possa secar uniformemente, sem dobras ou ondulações. Por vezes, pode ser colocado numa câmara de ar quente, chamada râmola, para acelerar a secagem. O material ganha em espessura e solidez; porém perde em elasticidade. Esta mudança é devida ao processo físico de emaranhamento das fibras (ERHART, 1975-1976, vol. II, p. 66).

A feltragem da lã, entretanto, não depende única e exclusivamente da existência de escamas na superfície da fibra. A forma e a frequência com que se apresentam as ondulações naturais da fibra (*crimps*), o diâmetro e as propriedades de fricção, em várias combinações, são, também, alguns dos fatores que afetam a feltragem sob propriedades de compressão (CHAUDRI; WHITELEY, 1970, p. 301). Existem, ainda, algumas teorias que defendem que o fenômeno da feltragem também é acentuado pela elasticidade e pelo poder de recuperação da fibra. Portanto, observa-se que, qualquer fator que altere cada uma das características citadas acima, automaticamente influencia o seu poder feltrante (ARAÚJO, 1986, p. 38).

2.5. Burel

burel

nome masculino

1. tecido grosseiro de lã
2. hábito de frade
3. (figurado) luto
4. vida ascética

(Do latim **bura-*

, «fazenda grosseira de lã», pelo provençal *burel*, «idem») ⁷

⁷ De acordo com o *Dicionário da Língua Portuguesa 2013 - Acordo Ortográfico*. Porto: Editora Porto, 2012.

Como referido em páginas anteriores, o burel é conhecido por ser um tecido de 100% lã, muito resistente e de alta durabilidade, primeiramente desenvolvido de forma artesanal e parte integrante da cultura portuguesa. Um tecido bastante rude, grosseiro e de superfície áspera, muito parecido, visualmente falando, com o feltro.

Era e ainda é produzido, mesmo em mínima quantidade, com fios de lã cardada numa estrutura de sarja batávia, que após a tecelagem é colocado num pisão⁸, onde é submetido ao processo de batanagem, que o torna mais compacto e resistente, devido ao alto encolhimento, e com uma superfície feltrada. Tradicionalmente é fabricado com a cor natural da lã, que pode variar entre os tons de cru, castanho e preto.

A sua produção foi difundida em Portugal durante a Idade Média. Com o burel, eram geralmente fabricados mantos, capas e casacos que eram vendidos a um preço muito baixo aos agricultores e pastores. Era usado pelas camadas mais humildes e pobres da sociedade para dias de festa e luto.

2.5.1. Histórico do Burel

O vocábulo “burel” surgiu no século XII, mas já era usado ainda antes da Alta Idade Média. Foi considerado durante várias épocas o vestuário dos camponeses, dos trabalhadores agrícolas e de baixos rendimentos. Estes o consideravam o tecido da dor, das lidas e da contemplação. Porém, foi também utilizado pela nobreza e monarquia como traje de luto.

A sua cor amarelada ou branca, cor do luto à época, e a austeridade e rudeza do material expressavam o sentimento de rejeição em relação à vida mundana. O burel foi considerado um manifesto de luto e dor, um pano de dó (Revista Lanifícios, 1974).

O burel era um tecido que, pelo seu baixo preço e grande facilidade de fabricação, dominava o mercado e servia como vestimenta para proteção devido ao seu poder de isolamento térmico.

Era muito procurado. Nos países estrangeiros, custava dez vezes mais em relação ao preço praticado em Portugal, dados aos altos impostos de exportação. Assim foram então tomadas medidas que cotavam o valor do burel e de outros tecidos no mercado. Este procedimento estava presente na Lei de 26 de Dezembro de 1253, providência que ficou conhecida como Lei da Almotaçaria do Bolonhês, demandada por D. Afonso III, a partir da Lei do Tabelamento,

⁸ Pisão: um engenho artesanal que aproveita a energia da água para movimentar pesados martelos em madeira para bater a lã e produzir um tecido de aspeto pastoso, homogéneo, espesso e forte chamado burel. A peça de lã era sucessivamente batida e escaldada durante um espaço de tempo variável (um quarto pisão, meio pisão ou pisão inteiro) de acordo com a finalidade do burel. Disponível em: <http://www.dicio.com.br/pisao/>

uma das leis estruturantes da reforma que o monarca infligiu no sistema administrativo e socioeconômico nacional. João Lúcio de Azevedo, historiador sintrense, em *Épocas do Portugal Económico*, faz referência em tal providência:

Modo de proteger a humilde indústria de burel, que nas habitações rurais se exercitaria para gasto, são as disposições seguintes: um feixe de 250 cardas, para cardar, valha 10 soldos; por cardar uma vara de burel se paguem 2 dinheiros; e quem a esse preço cardar 60 varas, dê-se lhe um alqueire de trigo por merenda (Revista Lanifícios, 1974).

Com a morte do Infante Dom Henrique em 1460, foram usadas as capas de burel. Como traje de luto, o uso da cor preta era restrita à realeza, uma alteração notada desde o tempo de Dom Fernando, em meados do século XIV. Dona Leonor de Lencastre, esposa de Dom João II, foi a primeira rainha a envergar o traje de burel preto como veste de luto. O burel, com tal finalidade, foi usado assim até ao reinado de Dom Manuel I, já no início do século XVI, quando, na vestimenta dos nobres foi substituído por um tecido de lã merino, mais macio e leve e, muitas vezes, forrada com seda (TEIXEIRA, 2008, p. 386).

Em meados do século XVIII, os portugueses começaram a redefinir os seus trajos regionais e a incorporar novas modas, ora nascidas no seio do povo, ora copiadas da burguesia e do patronato. Nestes trajos, em particular, os de Trás-os-Montes, Douro e Beira Interior, o uso do burel, do serrubeco, da *çaragoça*, da briche e da baeta⁹, entre outros, era recorrente, devido às suas características muito semelhantes ou quase diferentes denominações regionais para o mesmo produto (HERMINII, 2005, p. 63).

A segunda metade do século XX marcou o abandono da pastorícia e o êxodo rural, essencialmente nos anos 60; o burel, então, foi lentamente entrando em extinção. Hoje, são poucas as empresas que mantêm este produto tradicional e artesanal vivo; porém, pelo seu reconhecido sucesso em Portugal e no resto do mundo, são fabricados, em sua maioria para exportação. Dentre as empresas que, hoje, mantêm a produção de burel com foco nas exportações estão a Ecolã, o Atelier de Burel - da rede de Aldeias Históricas de Portugal e a *Burel Factory TrendBurel*.

Apesar das dificuldades, o burel depende hoje de impulsos criativos e de empreendedorismo, que ajudam a revitalizar este material histórico, que vale não só pelo seu componente físico e técnico, mas também por trazer incutidas - e manter vivas - a memória e cultura do povo português.

⁹ Segundo o site www.dicionarioweb.com.br a definição de burel, serrubeco, *çaragoça*, briche e baeta são muito parecidos, variam entre tecido grosso de lã escura, tecido de lã felpudo, pano grosso de lã e fazenda grossa de lã de cor café.

2.5.2. Caracterização do Tecido Burel Tradicional

A construção do burel parte de uma estrutura de tecido¹⁰ denominada sarja que se caracteriza por apresentar efeitos oblíquos obtidos pelo deslocamento de um fio para a direita ou para a esquerda, em todos os cruzamentos de passagem de trama, ou seja, avanço ou defasagem de um ponto a qualquer ordem de tecelagem; desse modo, uma diagonal bem nítida se forma pela inclinação e que depende do número de fios e de passagens por centímetro. As sarjas simples podem ser leves, pesadas ou neutras (COSTA, 2004, p. 140).

Precisamente, o burel é um tecido construído em sarja batávia de 4 (quatro), também conhecida como sarja 2x2 (dois pontos tomados para dois pontos deixados). É uma sarja neutra (balanceada) que apresenta igual número de pontos tomados e pontos deixados, ou seja, o lado direito e o lado avesso do tecido possuem as mesmas características, como mostra a Figura 21 a seguir (MALUF, 2003, p. 130).

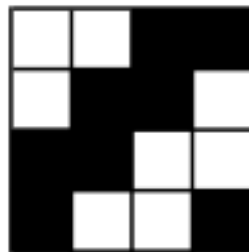


Figura 21 - Desenho Têxtil de uma Sarja Batávia 2x2.
Fonte: Autora.

Para que ocorra uma sarja batávia, é preciso existir, pelo menos, quatro fios na base da evolução (tanto na trama quanto no urdume), formando uma base quadrada, e que a evolução dos fios seja igual nas duas faces do tecido, resultando num tecido com faces idênticas, porém com a direção das diagonais invertida (EMERY, 1996, p. 92-93).

Não há afirmações concretas que expliquem o porquê do burel ser desenvolvido em uma sarja batávia 2x2. Mas é suposto que, devido a esta estrutura, o burel consiga manter um pouco da estabilidade dimensional e, ao mesmo tempo, impetrar uma cobertura uniforme que camufle a estrutura do tecido. Assim, o tecido torna-se ainda mais impermeável e isolante, protegendo o corpo da água e do vento, em contrapartida ao seu uso inicial de proteção aos pastores nas regiões altas e frias de Portugal.

Mais explicitamente falando, uma base em tela (tafetá) seria entrelaçada demais para possibilitar uma boa feltragem e cobertura. Já uma base em cetim, por causa dos seus

¹⁰ Entende-se por tecido uma estrutura plana que é caracterizada pelo entrelaçamento de conjuntos perpendiculares, de elementos lineares paralelos, sistematicamente entrelaçados entre si. Podem ser simples, partindo de estruturas básicas; compostos, derivando de uma ou mais estruturas: mistos, combinando os dois primeiros ou ainda complexos (especiais e artísticos), sendo produzidos com outras formas de entrelaçamento e dispositivos especiais (BRUNO, 1992, p.15).

grandes desligamentos, ocasionaria a excessiva feltragem, resultando num maior encolhimento e compactação do tecido. Todavia, a sarja, ao apresentar desligamentos menores que o cetim e não tanto entrelaçamentos como o tafetá, seria o tecido ideal. E sendo ainda uma sarja batávia, com equilíbrio entre pontos deixados e tomados, ao apresentar avesso e direito iguais, possibilitaria o resultado visual que o burel nos mostra hoje.

A empresa Burel Factory TrendBurel salienta já ter utilizado a sarja 2x1, mas obteve mais dificuldades no processo de feltragem, não alcançando o aspecto visual pretendido. A Figura 22 mostra a diferença entre os ligamentos de tafetá, sarja e cetim.

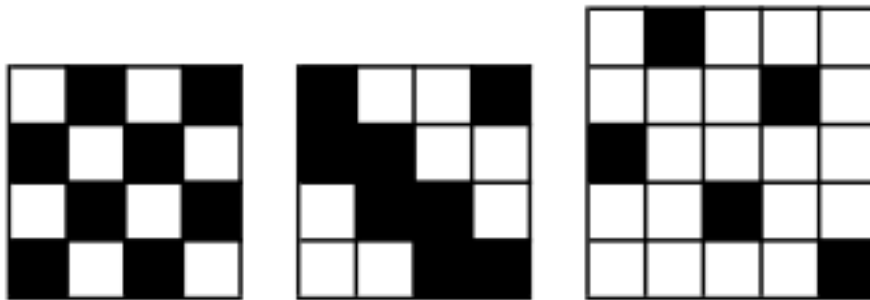


Figura 22 - Respectivamente o Desenho Têxtil de Tela, Sarja e Cetim.
Fonte: Autora.

Em complemento à estrutura e construção têxtil, a escolha dos fios também apresenta fundamental importância no processo final de feltragem burel. Por ser um tecido grosseiro, ele é construído com fio cardado, mais espesso e com título entre 6 e 7Nm (na região da grande Covilhã tem a titulação ente 30 e 35 NCovilhã), fiado a partir de fibras de lã grossas; apresenta finura média de 25 μ m, que eram as lãs das ovelhas criadas na região de montanha em Portugal, região denominada Beira Alta.

A utilização do processo de fiação cardado, para a produção do burel, se explica pelo fato de produzir um fio de processo mais curto, porém mais grosseiro e mais propenso à feltragem. Assim, não é conveniente investir num processo de fiação mais longo e de melhor qualidade como o penteado. O processo de penteagem orienta, paraleliza e uniformiza melhor as fibras, com vistas a produzir um fio mais regular e uniforme, esta orientação das fibras dificultaria o processo de feltragem. Já o uso da lã mais grossa, se justifica, por estas apresentarem escamas na superfície em tamanhos maiores, favorecendo o processo de feltragem rústico.

O burel é atualmente produzido de forma industrial; seus atributos, porém, ainda lhe conferem características muito próximas às originais. É tecido com baixa densidade, apresentando densidade de urdume de 12 fios/cm e na trama com 10-11 fios/cm, e os fios são mais torcidos no urdume, pela necessidade de maior resistência.

Para se obter tais características, após a tecelagem o tecido passa pelo processo de carbonização que elimina os resíduos orgânicos que estão presos às fibras, através de um banho de ácido sulfúrico a, mais ou menos, 120°C. Posteriormente, é costurado em tubo, unindo as ourelas; o lado direito é posicionado para dentro do tubo, a fim de preservar o lado direito do tecido durante o processo de batanagem.

O próximo processo é a batanagem, quando, com os resíduos ácidos da carbonização, permanece em atrito por 80 ou 90 minutos até atingir um encolhimento médio de 25% no urdume. Esse procedimento não leva temperatura, mas ela aumenta pela agitação do processo e pelo ácido residual. Em seguida, passa pela lavagem em meio alcalino com 40°C de temperatura e pela secagem na râmola a, mais ou menos, 130°C.

Para regularizar a sua superfície, o burel é tesourado em ambas as faces, passado a ferro com vapor, pressão e temperatura. E, por fim passa pelo processo de vaporização em autoclave para fixar e estabilizar o tecido, um procedimento executado no vácuo e com alta temperatura, em torno de 150°C ou 160°C.

2.5.3. Burel e materiais feltrados em outros países

No decorrer da pesquisa, evidências foram encontradas acerca de materiais têxteis com características muito parecidas com o burel em diversos outros países, porém com nomenclatura e construções diferentes.

Dentre eles podemos destacar, os tecidos, as malhas e os nãotecidos, que se assemelham ao burel por serem materiais densos de lã feltrada e que aqui formam a base dos experimentos práticos deste trabalho, exemplos que são citados abaixo.

Itália/Áustria - Loden

O *Loden*, segundo o site *Wild and Wild*¹¹, é um tecido tradicional tirolês com uma longa história. Seu nome deriva do alemão arcaico "*Lodo*" com o qual se denominava um fardo de lã crua, sendo que a lã crua é a matéria-prima com que é produzido o *Loden*. Conforme evidenciado pelos registros históricos, ele foi fiado e tecido pelos camponeses desde a Idade Média, a, pelo menos, mil anos, no século XI.

É obtido mediante um processo que não mudou substancialmente ao longo dos séculos, salvo que, hoje, pode ser produzido em processo industrial. O material resultante da fiação e

¹¹ Disponível em: http://www.wildandwild.it/newsroom/loden_caccia_1.html

tecelagem de lã é feltrado, batido e comprimido. Em seguida, o tecido é, então, tingido, escovado, pulverizado, raspado e, especialmente, penteado para conduzir e achatar as fibras em uma única direção, a fazer com que as gotas de água deslizem sobre sua superfície, aumentando a resistência à água.

A partir da lã feltrada, obtém-se um tecido muito durável, quente e impermeável, mas também respirável; era o ideal para enfrentar as condições severas da vida de um pastor das montanhas tirolesas, há muitos séculos. Hoje, não por acaso, o *Loden* tem sido chamado de "Gore-Tex da Idade Média."

É dito que, ao final do século XIX, após ser presenteado com um manto por um célebre fabricante sul-tirolês, o imperador Francisco José legitimou a qualidade do tecido e fez dele um item indispensável no tribunal Austro-Húngaro, onde a prática da caça era uma paixão generalizada.

A entrada do *Loden* no guarda-roupa da nobreza também alterou a sua essência, pois passou a ser fabricado com valiosas matérias-primas, como a lã merino e a caxemira, e aperfeiçoou o processo, resultando em um tecido muito mais suave, leve e refinado em comparação ao tecido camponês original, mais grosseiro.

O *Loden* também, não deve ser confundido nem com o feltro nem com a chamada *lana-cotta*, outros panos tradicionais tiroleses: ambos os tecidos são feitos de lã de ovelha, mas, para obtê-los, são usados, respectivamente, o processo nãotecido e o processo de malharia (tricô), enquanto que, para produção do *Loden*, é utilizado um processo de tecelagem.

Áustria - Boiled Wool (Gekochte Wolle)

Boiled wool é um tipo especial de tecido usado principalmente em boinas, lenços, coletes, casacos e jaquetas. Ele é criado com o emprego de um processo mecânico de tricotar que envolve um certo padrão; mas pode também ser tecido, que é pouco utilizado.

Segundo o site *Stitch Piece n Purl*¹² o *boiled wool* é um processo que data de, pelo menos, da Idade Média. Hoje é produzido em escala industrial e caracteristicamente encontrado em tecidos da região Andina da América do Sul e nos Alpes Europeus.

Após a confecção do produto, passa pelo processo de feltragem, resultando em um tecido sólido e denso, cerca de 30% menor do que o material original. Este processo é chamado "*fulling*", para se opor ao *felting*, que é um nãotecido. Devido a este e outros fatores, o *boiled wool* é um tecido compacto, muito quente e à prova de vento.

¹² Disponível em: <http://www.stitchpiecenpurl.com/boiled-wool-fabric.htm>

Argentina - Pañolenzi (Pañolenci) ou Enfieltrado

Pañolenzi ou *Fieltro* é um tecido feito com base em malha grossa (tricô) que, após lavado e em atrito com outras peças, com água quente e detergente, encolhe, torna-se muito compacto e com uma superfície feltrada.

Devido à estrutura particular das fibras de lã, quando submetidas a uma agitação num estado molhado, as fibras migram, entrelaçam-se e formam um emaranhado que provoca uma redução progressiva e irreversível da sua área, ficando mais compacta e sem elasticidade (MILÁ, 1969, p. 33).

O segredo para o sucesso com esta técnica reside em três quesitos fundamentais: usar fios de 100% lã, tricotar a peça sempre 20% maior que o desejado e ser feltrada repetidas vezes até que se alcancem o tamanho e quantidade de feltragem desejada.

Diversas partes do mundo - Feltro não-tecido

O feltro é um não-tecido, isto é, não usa processos de tecelagem ou de malharia na sua fabricação, porém, podem ser utilizados em sua produção os processos tecnológicos distintos de prensagem à úmido ou agulhagem.

Segundo o site *USfelt*¹³, cada um dos processos se inicia com a abertura e cardação de fibras descontínuas, tanto naturais como sintéticas; mas o processo de prensagem está ligado, única e exclusivamente a fibra de lã, ao passo que a agulhagem permite utilizar outros tipos de fibras. Enquanto a prensagem usa a temperatura para emaranhar as escamas da fibra da lã, a agulhagem faz o uso de agulhas em forma de ganchos para emaranhar as fibras.

De acordo com a *História do Feltro*, publicada no site *Torb & Reiner*¹⁴ o feltragem é a forma mais antiga de transformação de fibras em lâminas têxteis que a humanidade conhece; ela antecede a tecelagem e a malharia. E, apesar de não existirem, evidências arqueológicas, muitas culturas criaram lendas sobre sua origem. Uma delas é retratada na história de São Clemente (101 d. C.) e São Cristóvão (250 d. C.). Segundo a lenda, enquanto fugiam da perseguição dos imperadores romanos, os cristãos envolviam suas sandálias com fibras de lã para evitar bolhas nos pés; e, ao final da jornada, o movimento de caminhar e o suor transformaram as fibras em meias de feltro.

¹³ http://www.usfelt.com/needled_nonwoven_process.html

¹⁴ <http://www.torbandreiner.com/felt-history-general>

2.6. Design Vernacular

Design vernacular é uma denominação atribuída aos artefatos populares criados por um indivíduo ou por uma comunidade para atender as suas necessidades básicas e concretas, resultando como um processo de hibridização cultural, uma forma de pertencimento e um vínculo social, ou seja, é uma obra movida pela cultura local.

Para Denis (1998, p. 10), o design vernacular relaciona-se com “aquilo que é feito à margem do conhecimento erudito”. O que não difere do que pensa Elle Lupton quando diz que “o design vernacular não deve ser visto como algo “menor”, marginal ou antiprofissional, mas como um amplo território onde seus habitantes falam um tipo de dialeto local. Não existe uma única forma vernacular, mas uma infinidade de linguagens visuais” (LUPTON, 1996, p. 109).

Neste sentido, portanto, uma vez que o termo vernacular sugere a existência de linguagens visuais locais, que remete às diferentes culturas, isso significa, então, que design vernacular seria o design popular ou design cultural, sem formação erudita; nem por isso, entretanto, deve ser diminuído em seu conceito ou entendido como algo marginal, pois conta com uma produção que se utiliza de saberes e fazeres locais na reunião de linguagens visuais que remetem a essas diferentes culturas. Ele trata da produção cultural humana, independentemente se sua execução foi industrial ou artesanal; ou em que estágio de avanço tecnológico se encontra o grupo étnico que o produz (MENEZES; PASCHOARELLI, 2009, p. 8).

Nossa cultura tem por hábito a identificação de um trabalho em termos de autoria, atribuindo-o, necessariamente, à alguma pessoa ou escola. A noção do vernacular estaria atrelada ao sentido de que não é necessário privilegiar um criador. Aqueles que estão ligados ao vernacular reconhecem a ausência do “herói criador”, visto que o lugar privilegiado reservado ao designer profissional, foi superado pela democratização tecnológica (DONES, 2004, p. 10).

Com esse entendimento e, naturalmente, como membros de uma sociedade, convive-se com os elementos criados por essa cultura e dela passa a fazer parte, cabendo ao designer, como profissional, testemunhar e participar do processo de aprimoramento desses produtos culturais; desse modo, tornam-se responsáveis, em partes, pelos momentos de sedução ou repulsão que esses artefatos venham gerar (BLAUVELT, 1995, p. 2-32).

Em um mundo em constante processo de globalização, nota-se cada vez mais o uso de artifícios da cultura e tradição de cada local no design; e esse apelo “local” estabelece uma estreita e íntima relação entre o usuário e o produto, usuário que reconhece os elementos de sua cultura ou tradição, mesmo em artigos que sejam produzidos industrialmente por uma multinacional (MARTINS, 2011, p. 1).

Isto é justificado pelo fato de que, todo processo migratório de elementos do design vernacular para os grandes centros urbanos e sua disseminação na cultura mundial mostra-os

reelaborados, não por capricho, mas por perderem a simples relação natural da cultura com os territórios geográficos sociais em que se encontravam e, dessa forma, reorganizarem-se em outros cenários culturais. E por meio de cruzamentos constantes de identidades, visam construir um novo modo de afirmação, sem perder, porém, todas as suas características e tende a ser identificados como ainda parte da cultura (VALESE, 2007, p. 12).

O vernacular se constrói num espaço simbólico onde as novas tecnologias avançam e encontram formas primitivas, populares e particulares, como forma de estabelecer um possível equilíbrio (DONES, 2004, p. 11).

Com os novos conceitos surgidos da conscientização ambiental e ainda com a busca constante por exclusividade nos produtos de moda, diferentes possibilidades surgem para a área das superfícies têxteis - tanto no uso de novas tecnologias menos agressivas ao ambiente, assim como na criação de novos e inovadores suportes para o design de moda - ressurgem formas de resgatar práticas antigas e artesanais para potencializar o mundo industrial.

2.7. Manipulação de Superfície

A manipulação de superfície é um dos conceitos de Design de Superfície, cuja designação, segundo SIQUEIRA (2012), foi importada dos Estados Unidos, do inglês *Surface Design* - pela designer e consultora de cores brasileira, Renata Rubim, em 1987. Emprega-se esse termo para denominar o design que pode ser aplicado a qualquer superfície existente, seja têxtil, cerâmica, embalagens, papelaria, decoração, plástico e tudo mais que houver. Nos diversos países onde é aplicada esta definição, esta tem significados diferentes, focados em segmentos específicos; por exemplo, na França, é usado para revestimentos; nos Estados Unidos, apenas para o segmento têxtil.

O design de superfície sempre existiu, mas as pessoas nunca se deram conta. Todas as formas têm superfície e são possíveis de receber algum revestimento ou tratamento, uma cor ou textura (RUTHSCHILLING *apud* SIQUEIRA, 2012, p. 1).

Portanto, entende-se por design de superfície têxtil toda a manipulação, de cunho diferenciador, que pode ser aplicada ou introduzida na superfície dos tecidos, desde estampas, revestimentos, resinas, construção e ligamento dos tecidos, até os processos de acabamentos.

É uma atividade técnica e criativa cujo objetivo é a criação de texturas visuais e/ou táteis, projetadas especificamente para a constituição e/ou tratamento de superfícies, apresentando soluções estéticas, simbólicas e funcionais adequadas às diferentes necessidades, materiais e processos de fabricação (RUTHSCHILLING, 2006, p. 46).

No geral, os materiais têxteis são reconhecidos e experimentados através da visão e do tato; a sua aparência visual final é o principal critério de apreciação empírica que é utilizada como um complemento à análise técnica. A caracterização da aparência visual baseia-se em uma

descrição de como o material têxtil é olhado e que sensação causa. E tal descrição está nos fatores que dão a este material a sua textura de superfície, podendo incluir, por exemplo, uma caracterização da uniformidade do fio, do brilho, da torção, da tecelagem, da densidade, da espessura e do grau de feltragem (STRAND *et al*, 2010, p. 153).

A parte experimental e prática desenvolvida no presente trabalho é baseada nesses conceitos e no despertar - através da observação do burel - de todo o processo de feltragem da lã. São experimentos que visam criar novas texturas nas superfícies dos tecidos de lã por meio da alteração da base de construção do tecido ou mediante misturas de fios das diferentes fibras; mantêm o foco em construções e fibras que beneficiem a feltragem da lã em locais determinados do desenho têxtil.

Dessa maneira, esta pesquisa visa usar o burel como referência técnica para desenvolvimento de novos experimentos que o respeitem como memória e o reaproximem da história contemporânea; para tanto, recorre à abordagem do design vernacular como proposta de inovações baseadas nos conceitos e processos produtivos desse importante material da cultura portuguesa.

3. Desenvolvimento Experimental - Materiais e Métodos

Este capítulo apresenta a evolução do processo experimental de revisitação do burel, desde o surgimento das ideias com a observação do próprio burel e do design de superfície, até à escolha dos melhores materiais e melhores formas para a sua aplicabilidade e verificação da funcionalidade proposta. Também surgiu a possibilidade de mostrar, em processos industriais, o proceder da pesquisa e a viabilidade dos experimentos. Visto que, desde o princípio, não deveria ser um processo artesanal em pequena escala, e sim industrial, onde, em futuros projetos, teria um grande alcance produtivo.

Os experimentos de manipulação da superfície que visam intervir na estrutura de um tecido de lã, baseiam-se nas seguintes premissas:

Quanto mais livres estiverem as fibras de lã para deslizarem e se moverem, maior será a feltragem; portanto, fios que apresentem maior irregularidade na paralelização das fibras e fibras mais grossas, ou seja, fios cardados que não passam pelo processo de penteagem, são os fios mais propícios à feltragem.

A estrutura de construção do tecido também influencia a feltragem da lã, dado que, quanto mais entrelaçada a estrutura, mais apertada e com menos desligamentos se apresenta, e, conseqüentemente, menos mobilidade dos fios e fibras e menos espaços livres entre eles dificultam o emaranhamento das fibras.

A manipulação da superfície criando efeitos tridimensionais através da feltragem pode ainda resultar da localização deliberada de materiais com graus de feltragem diferentes. Desse modo, os experimentos desenvolvidos assentam também na proposta de que introduzir fios de outras fibras têxteis além da lã, com comportamentos distintos ou indiferentes à feltragem, na construção dos tecidos, pode criar superfícies tridimensionais após o processo de batanagem.

No desenrolar deste capítulo, portanto, são caracterizadas brevemente as fibras, os fios, os tecidos e o acabamento utilizados no método experimental, descrevendo todo o processo de desenvolvimento até o produto final.

3.1. Materiais

Apesar de uma das premissas destacar que fios mais irregulares feltram mais, os experimentos não foram desenvolvidos com fios cardados de lã, pois pensando na maciez e conforto do tecido em relação ao usuário, os experimentos utilizaram fios mais finos de lã penteada, mais regulares e com fibras mais finas.

Analisando as possibilidades de inserção de outra fibra no tecido, verificou-se que, durante o processo de batanagem, os tecidos de lã encolhem; verificou-se ainda que a diferença de encolhimento entre os tecidos de fibras diferentes apresentariam defeitos no tecido, dado que nenhum tecido de outra fibra acompanharia o encolhimento dos tecidos de lã.

Para selecionar uma outra fibra para tecer com a lã, considerou-se a percentagem de encolhimento dos tecidos durante o processo de batanagem, procurando tecidos que encolham durante o processo, mas sem feltrar. Com base na experiência do parceiro industrial, foram analisadas diversas fibras, sendo identificado que nenhum tecido de fibra sintética tinha percentual de encolhimento significativo. Então, foi selecionado o algodão para misturar com a lã, pensando que o algodão tem um certo encolhimento e acompanha, em partes, o encolhimento proporcionado pela feltragem da lã. Assim, os fios de algodão não ficariam com um volume excessivo, impedindo de visualizar o efeito de relevo proporcionado pela feltragem da lã.

As amostras desenvolvidas foram tramadas com fios de algodão cardado, possibilitando a criação de texturas localizadas entre áreas feltradas e áreas não feltradas do tecido.

3.1.1. Fibras

As fibras têxteis são elementos caracterizados pela flexibilidade, finura e grande comprimento em relação à dimensão transversal máxima e que são aptas para aplicações têxteis. Podem ser naturais ou não naturais; apresentam-se em formas contínuas ou descontínuas. As contínuas tem seu comprimento limitado apenas por ordens técnicas de fabricação enquanto que as descontínuas limitam-se a alguns centímetros, e estes podem ser definidos pela sua natureza ou por serem cortadas em prol do processo de fiação (CONMETRO, 2001, p. 4).

Conforme já mencionado, as fibras escolhidas para o desenvolvimento da proposta são a lã (Figura 23), a qual, com base em sua feltragem, instigou e deu início a este trabalho, e o algodão (Figura 24), que, como a lã, é uma fibra confortável e absorvente, e apresenta um certo grau de encolhimento, melhorando as características gerais do tecido final.

Em resumo, a **lã** é caracterizada pela sua ondulação natural que proporciona alongamento e elasticidade; possui brilho, sendo que as mais grossas brilham menos. Possui boa resiliência, é muito flexível, tem toque agradável, é bastante confortável por seu alto poder de absorção de umidade; é dimensionalmente estável e um excelente isolante térmico. Porém, apresenta grande encolhimento por causa das escamas da superfície da fibra que, quando sujeita ao calor, umidade e agitação, se emaranham e proporcionam o aspecto feltrado dos tecidos de lã.



Figura 23 - Fibras de lã.
Fonte: Site Max Lawson Carpets.

O **algodão** é uma fibra mais opaca devido a forma da sua secção transversal; pode ganhar brilho com o processo de mercerização; sua elasticidade e resiliência são satisfatórias, porém inferior a lã; apresenta toque suave e não é um bom isolante térmico; absorve bastante umidade proporcionando um bom conforto e facilita os processos de tingimento; entretanto, possui baixa solidez, o que pode favorecer o desbotamento após sucessivas lavagens.



Figura 24 - Fibras de algodão.
Fonte: MEDDERS, 2012.

Os fios utilizados nesta proposta foram fiados com fibras de lã de espessura média de 21,5 μm , considerada uma lã fina. E a fibra do algodão com uma espessura média de 28 μm .

3.1.2. Fios

O fio é o produto final de uma etapa chamada de fiação. O processo de fiação compreende diversas operações por meio das quais as fibras são abertas, limpas, paralelizadas e unidas umas às outras por meio de atrito e torção.

A torção dos fios interfere na sua aparência e resistência e esta também interfere na aparência do tecido. Fios mais ou menos “duros”, ou mais ou menos volumosos, são obtidos pela simples modificação nos graus de torção e são focados na utilização final do fio.

A direção da torção também influencia, principalmente na aparência dos tecidos, pode se apresentar em S ou em Z como mostrada na Figura 25. Os fios singelos, ou seja, com um único cabo, são produzidos usualmente com torção em Z. Quando são retorcidos, dois ou mais cabos singelos de torção em Z, faz-se necessária torção inversa, e assim, apresenta torção S.



Figura 25 - Sentido da torção dos fios.
Fonte: PEREIRA, 2008.

A fiação convencional da lã pode ser executada por dois processos: cardado ou penteado, cada um, respectivamente, com mais processos e, por consequência, com mais qualidade. A fiação convencional do algodão pode ser executada por um terceiro processo: open-end. A Figura 26 ilustra o fluxo dos processos de fiação de algodão.

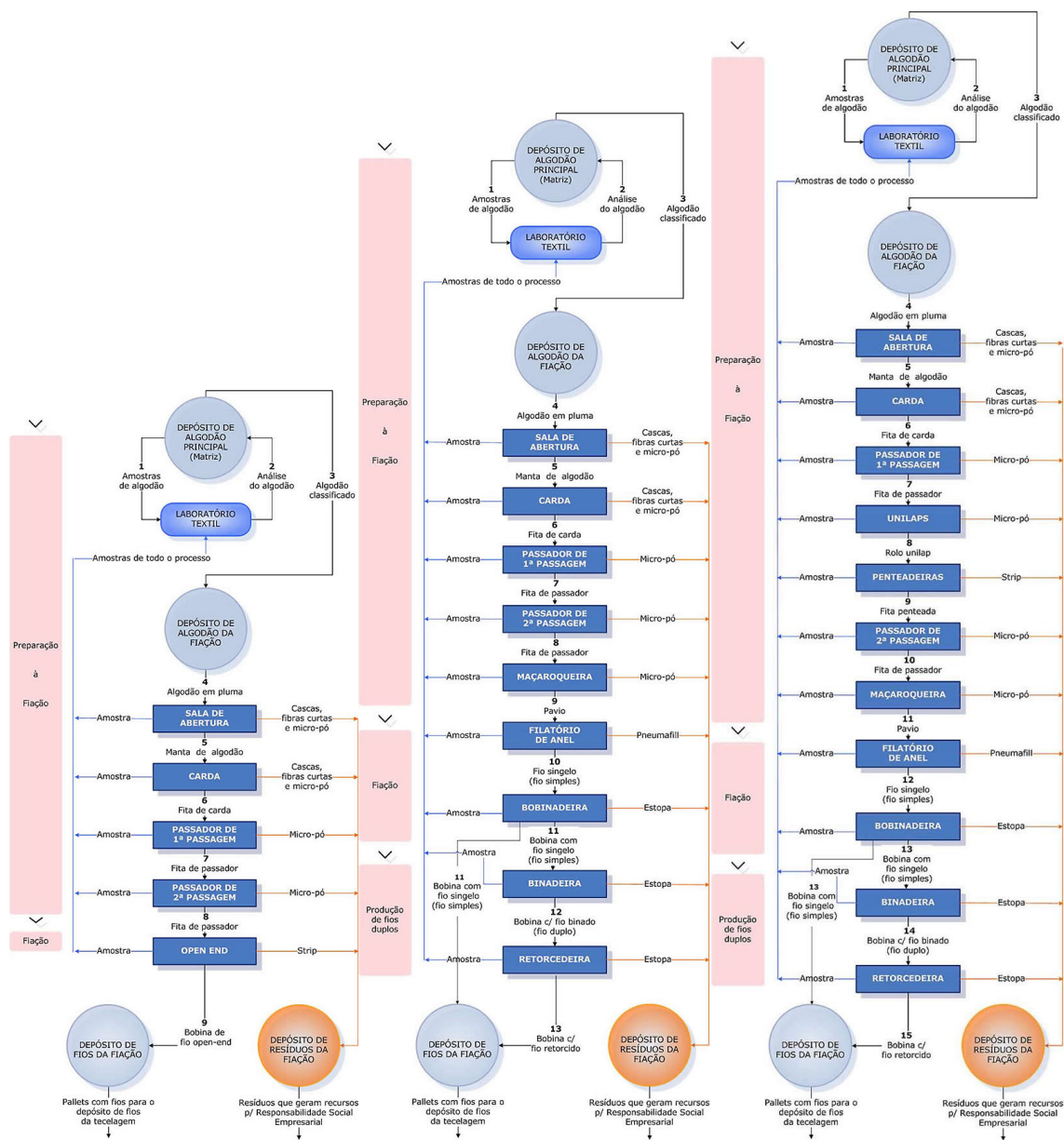


Figura 26 - Processo de Fiação Open-End, Cardado e Penteadado.
Fonte: Site Companhia Industrial Cataguases (Minas Gerais - Brasil).

Os fios utilizados para construção do burel são cardados e possuem uma maior irregularidade, eles podem ser fiados com torção S ou Z e, geralmente, tem apenas um cabo, conforme mostrado na Figura 27. As duas primeiras imagens estão ampliadas em sessenta vezes e a terceira imagem em duzentas e dez vezes.



Figura 27 - Fios de Burel.
Fonte: Autora.

Porém, para os experimentos, visando maior qualidade de toque e maciez, os fios de lã usados são mais finos e fiados em processo penteado. Apresentaram-se em três caracterizações; dois deles em 100% lã com titulações diferentes, retorcidos com dois cabos, e fiados pelo processo penteado com torção em S; e o outro em 100% algodão de cabo único e fiado pelo processo cardado com torção em Z.

Título de um fio é o número que expressa a relação entre o seu comprimento e a sua espessura. Podem ser expressos em relação direta ou indireta; o sistema direto caracteriza-se por comprimento constante e massa variável, isto é, o título é dado pela quantidade de massa para se obter um determinado comprimento e é diretamente proporcional ao diâmetro; desse modo, quanto maior o título, mais grosso o fio. É utilizado geralmente na titulação de fios das fibras contínuas e a seda. O sistema indireto caracteriza-se pela massa constante e comprimento variável; ou seja, o título é dado pela quantidade de comprimento necessário para se obter determinado peso e é inversamente proporcional ao diâmetro; assim sendo, quanto maior o título, mais fino o fio. É mais empregado na titulação de fios de fibras curtas ou cortadas.

No grupo do sistema direto, são mais utilizadas as unidades do Sistema tex (tex) e do Sistema denier (den). No Sistema tex, o título se caracteriza pela massa em gramas de 1.000 metros de fio; é o sistema recomendado pelo Sistema Internacional de Medidas (SI). Enquanto no Sistema denier, o título se caracteriza pela massa em gramas de 9.000 metros de fio.

No grupo de sistema indireto, as unidades mais utilizadas são as do Sistema de Número Inglês (Ne) e o Sistema de Número Métrico (Nm). O Sistema Inglês usa as medidas inglesas como definição e se caracteriza pela quantidade de hanks¹⁵ existentes em uma libra. E o Sistema Métrico se caracteriza pela quantidade de vezes que 1.000 metros existem em 1.000 gramas de fio.

Para verificar o comportamento da espessura do fio no processo de feltragem e analisar se fios mais finos feltram mais ou feltram menos do que os fios mais grossos, foram utilizados fios de lã com titulação de 2/32 Nm e 2/64 Nm e o fio de algodão com 8 Ne, conforme aparecem nas Figuras 28 e 29 com ampliações de sessenta e duzentos e dez vezes, respectivamente.

¹⁵ De acordo com Pittoli (2007, p. 2), um *hank* equivale a 840 jardas e a 768 metros, e uma libra equivale a 454 gramas.



Figura 28 - Os fios de lã 2/32 Nm, 2/64Nm e o algodão 8Ne com ampliação de sessenta vezes.
Fonte: Autora.



Figura 29 - Os fios de lã 2/32Nm, 2/64 Nm e o algodão 8Ne com ampliação de duzentas e dez vezes.
Fonte: Autora.

Neste caso, os fios possuem a titulação pela via do Sistema Métrico para os fios de lã, e pela via do Sistema Inglês para o fio de algodão, sendo o fio de lã retorcido a dois cabos, como dito anteriormente, daí a titulação apresentar o número 2/32 Nm e 2/64 Nm.

3.1.3. Tecidos

As fibras ou fios têxteis, sejam naturais, sejam artificiais ou sintéticos, podem ser configurados em forma de lâmina têxtil flexível. Há três maneiras de classificar os materiais têxteis laminares: tecido, malha e não tecido.

Os **nãotecidos** são estrutura planas, flexíveis e porosas, constituídas de véu ou manta de fibras ou filamentos têxteis; estão direcionalmente orientados ou posicionados ao acaso, que são consolidados ou por um processo mecânico de fricção, ou por um processo químico de adesão, ou um processo térmico de coesão ou de combinações destes (ABNT NBR-13370, 2002, p. 1). A Figura 30 apresenta um exemplo de nãotecido.

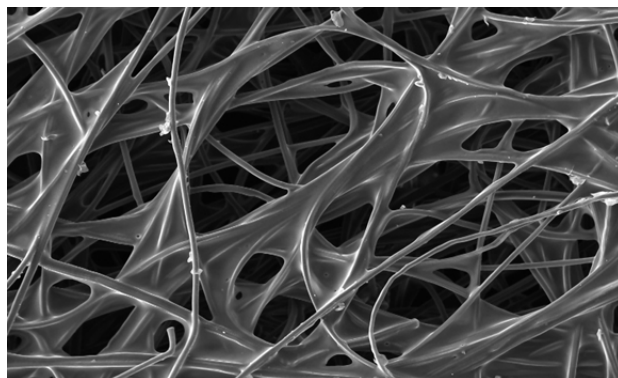


Figura 30 - Exemplo de não-tecido: não-tecido cardado ligado quimicamente.
Fonte: Site Edana.

A **malha** é caracterizada pelo entrelaçamento de fios em diversas séries de laçadas (malhas), que se interpenetram e se apoiam lateral e verticalmente por meio de agulhas. O material se torna mais elástico, pois os pontos de ligação são móveis, e essas laçadas podem deslizar umas sobre as outras quando o tecido é tensionado. Essas laçadas podem formar-se de duas maneiras - como ilustrada na Figura 31 - no sentido do comprimento, e é chamada de malha por urdume, ou no sentido da largura, chamada de malha por trama (SANCHES, 2006, p. 43).

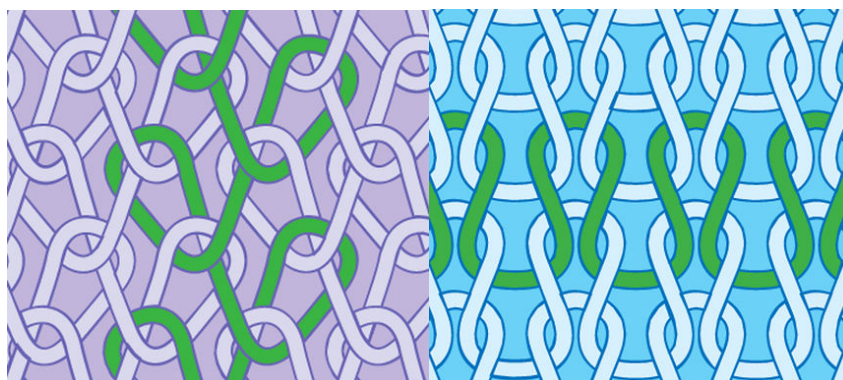


Figura 31 - Desenho de malha por urdume e malha por trama.
Fonte: VEBLÉN, 2008.

Os **tecidos** se caracterizam pelo entrelaçamento perpendicular de dois conjuntos de fios têxteis, a trama e o urdume, como mostra a Figura 32. O urdume são os fios que, no sentido longitudinal, são presos ao tear e dão estrutura e comprimento aos tecidos, enquanto que os fios de trama, que dão a largura ao tecido, se entrelaçam a eles, na transversal, num ângulo de 90° (ABNT NBR 12546/TB 392, 1991, p. 1).

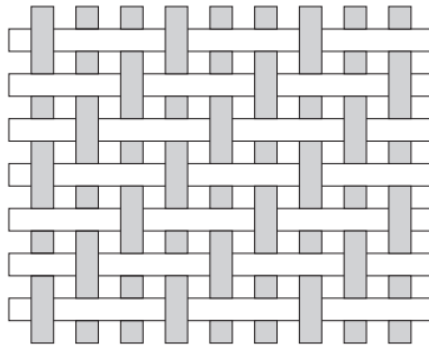


Figura 32 - Tecido plano - base sarja 2x1.
Fonte: TROFICOLOR TÊXTEIS, 2010.

Os tecidos, segundo ADANUR (2001, p. 6), podem ser classificados de muitas maneiras, dentre elas:

- Classificação pelo tipo de construção: tela, sarja, cetim, etc.;
- Classificação por nomes comerciais: denim, percal, brim, etc.;
- Classificação pelo método de coloração: tinto por imersão, estampado, fio tinto, tinto em peça, etc.;
- Classificação quanto ao uso final: vestuário, têxtil para o lar, tecidos para fins industriais, etc.

Para transformar os fios em tecidos são utilizados máquinas para tecer - são os chamados teares - as quais, com um conjunto de fios de urdume presos a elas, fazem a trama passarem de um lado para o outro, entrelaçando-os e os mantendo unidos apenas pela forma de entrelaçamento. Os teares se diferem de acordo com a tecnologia empregada; de manuais a eletrônicos, eles constroem tecidos com maior velocidade ou complexidade.

Na prática, os teares são nominados de acordo com a forma de inserção dos fios de trama, e/ou se possuem ou não lançadeira para o transporte do fio de um lado a outro do urdume. A partir da metade do século XX, surgiram novos tipos de teares, mais velozes, precisos e versáteis; estes podem apresentar outros mecanismos de inserção de trama, tal como jato de ar, projéteis, pinças ou jato de água (ADANUR, 2001, p. 5). O burel, ainda nos dias de hoje, é fabricado em teares antigos de lançadeira, que lhe dão uma identidade e um aspecto artesanal.

A Figura 33 ilustra os sistema de transporte do fio de trama nos diversos tipos de teares.

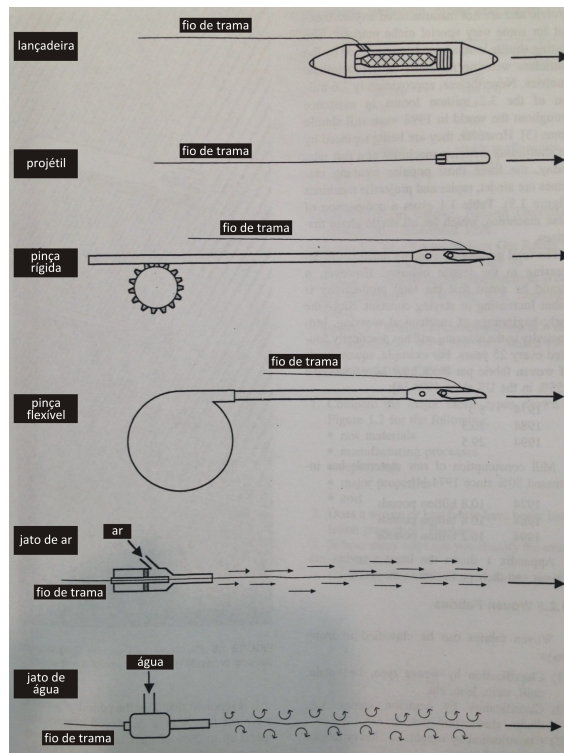


Figura 33 - Classificação dos teares quanto à forma de inserção do fio de trama.
Fonte: ADANUR, 2001.

Os tecidos do experimento deste estudo foram executados nos teares disponíveis na empresa parceira Paramount Têxteis (Brasil), e são teares de pinças rígidas do modelo Picanol NV Gamma, da marca Picanol, fabricado na Bélgica, mostrado na Figura 34.



Figura 34 - Imagem do tear Picanol da Empresa Paramount Têxtil.
Fonte: Autora.

Esses tecidos apresentam densidades maiores que a densidade do burel tradicional, visto que foram fabricados com fios consideravelmente mais finos. A densidade do fios de urdume foi igual para todos os experimentos e apresentou 17,8 fios/cm, enquanto a densidade da trama variou com a espessura do fio, sendo 14,5 fios/cm para o fio 100% lã com 2/32Nm, 20 fios/cm para o fio de 2/64Nm e 13,5 fios/cm para os fios 100% algodão.

3.1.4. Beneficiamento Têxtil

É denominado beneficiamento têxtil os processos executados nos tecidos pós tecelagem, mediante tratamentos químicos ou mecânicos que visam melhorar as características físico-químicas do substrato têxtil. Classifica-se em três tipos: beneficiamento primário, beneficiamento secundário e beneficiamento terciário, ou acabamento final.

Os **beneficiamentos primários** servem para preparar o material para os beneficiamentos seguintes. São operações de lavagem e fervura a fim de limpar e desengomar o material, eliminando óleos e aditivos que foram utilizados no processo de tecelagem ou malharia. Entre seus processos estão: escovagem, tesouragem, chamuscagem, desengomagem, mercerização, cozinhamento e branqueamento.

Entende-se por **beneficiamentos secundários** aqueles que se destinam ao tingimento, ou seja, dar cor ao tecido de forma uniforme, e à estamparia, que consiste na aplicação de desenhos, coloridos ou não.

E por fim, os **beneficiamentos terciários** ou **acabamento final** que se referem aos processos posteriores e visam conferir características finais mais nobres e funcionais. Esse enobrecimento é obtido através de meios físicos e/ou químicos e podem ser permanentes ou temporários.

Os processos químicos baseiam-se na aplicação de substâncias que reagem ou não com as fibras, mas atuam nas suas propriedades e dão aos tecidos maior estabilidade, toque, resistência à abrasão e melhor aspecto visual. Entre eles estão: aplicação de amaciantes, de encorpantes, de impermeabilizantes, de repelentes à água e a óleo, acabamentos de melhoria de resistência, de transparência, antimoho, antirruga, antiamarrotamento, anti-pilling e antiestáticos.

Os acabamentos físicos são aqueles que alteram as propriedades físicas do substrato por ações mecânicas; entre eles estão compreendidos: pré-encolhimento, prensagem permanente, batanagem, calandragem, flanelagem, tesouragem, escovamento, felpagem, termofixação, sanforização, polimerização e secagem.

A aplicação dos beneficiamentos têxteis depende das fibras, dos tecidos e das características desejadas para o produto final. Nem sempre é necessário utilizar todos os processos do beneficiamento (primário, secundário ou final) em um mesmo material.

O tecido resultante do experimento deste trabalho passou apenas por dois processos de beneficiamento, o processo de batanagem (foulardagem, como chamado na empresa) e a secagem.

O processo de batanagem foi executado no equipamento Idra 2, da marca Biancaloni, fabricado na Itália no ano de 2003, com cilindros rotativos conforme ilustrado na Figura 35.



Figura 35 - Equipamento usado para batanagem.
Fonte: Autora.

Para secagem, fixação e manutenção da estabilidade dimensional pós batanagem, o material foi submetido à râmola. O equipamento, conforme aparece na Figura 36, é o Montex 5000, da marca Bianco, fabricado na Itália no ano de 2002.



Figura 36 - Equipamento para secagem e fixação do material têxtil.
Fonte: Autora.

3.2. Métodos

No desenrolar da pesquisa, muitas ideias surgiram sobre como interferir na estrutura do tecido para possibilitar a criação de efeitos tridimensionais; dentre elas, a criação de formas

e também a localização de amplos desligamentos que aumentassem a feltragem em locais específicos no tecido.

Com base em todo o processo estudado, foi criado um padrão, que está inserido no contexto da criação de uma coleção de moda anteriormente desenvolvida para uma das unidades curriculares do primeiro ano do mestrado, e conceituada na temática do filme *Bee Movie - A História de uma Abelha*.

Integrando o burel revisitado numa construção de tecido baseado nas colmeias das abelhas, procurou-se criar, no tecido, estruturas que remetessem a este tema e se concretizassem em formas de losangos e hexágonos tridimensionais. E ainda estrutura que combinasse construções de tela e sarja, a ponto de verificar mais facilmente as áreas de feltragem, influenciando no alcance do resultado desejado. A Figura 37 apresenta a estrutura criada; nela, a forma proposta se evidencia através dos amplos desligamentos.

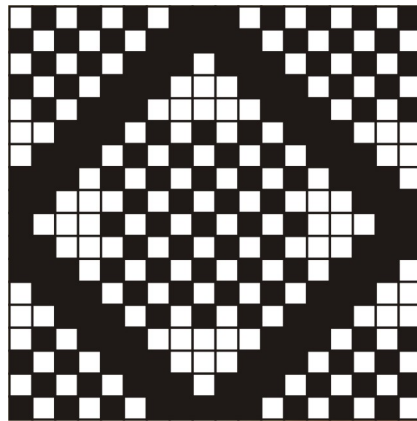


Figura 37 - Desenho Têxtil da construção proposta.
Fonte: Autora.

Algumas hipóteses foram levantadas acerca da produção industrial do tecido; tais propostas diziam respeito do desenho têxtil e da outra fibra que, possivelmente, integraria o tecido.

No que se refere ao desenho têxtil, o técnico responsável pela produção salientou que, firmando-se na espessura do fio e na gramatura desejada para o tecido se assemelhar ao burel, o excesso de entrelaçamentos próximo a grandes desligamentos eram incompatíveis com o número de batidas do tear necessárias por cada centímetro de tecido, dentro dos padrões estabelecidos para as construções de tela e sarja. Assim, o tear poderia “ensacar” o tecido, fazendo-o sofrer grandes tensões durante a batida dos pentes, onde não apenas encostaria um fio de trama ao outro, mas empurraria todo o tecido em direção ao pente, causando defeitos visíveis no material.

Caso o tecido fosse executado com um aperto menor nas batidas, não seria possível chegar a uma gramatura próxima a do burel, ou seria inviável comercialmente, pois precisaria de mais tempo de batanagem para chegar ao peso estimado. E, ainda assim seria arriscado, visto que

a feltragem tem um limite, sendo que, após esse limite, não feltraria mais, não encolheria mais e não alcançaria o peso exigido.

Dessa maneira, então, um novo desenho foi elaborado, preocupando-se com um certo equilíbrio entre pontos tomados e pontos deixados, como apresentado na Figura 38.

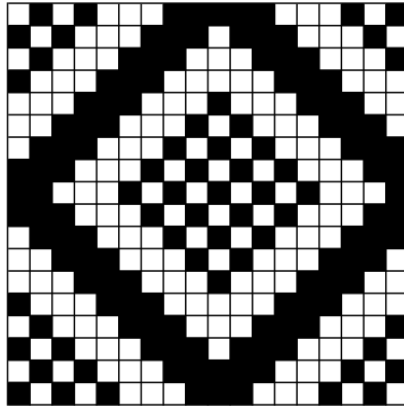


Figure 38 - Desenho Têxtil da construção executada.
Fonte: Autora.

O plano de experimentos visou cinco intervenções, como listadas abaixo. As imagens de 39 a 43 possuem ampliação, respectivamente de, 25, 60 e 210 vezes em relação ao seu tamanho real. As fotos foram obtidas pelo Microscópio Digital denominado *Dino-Lite* e se referem ao tecido recém-saído do tear, sem nenhum procedimento posterior.

- Experimento 1: fios penteados 100% lã mais grossos, com 2/32Nm, no urdume e na trama, ambos de mesma cor (Figura 39);
- Experimento 2: fios penteados 100% lã mais grossos, com 2/32Nm, no urdume e na trama, com cores diferentes (Figura 40);
- Experimento 3: fios penteados 100% lã mais grossos, com 2/32Nm, no urdume e mais finos, com 2/64Nm, na trama, ambos de mesma cor (Figura 41);
- Experimento 4: fios penteados 100% lã mais grossos, com 2/32Nm, no urdume e mais finos, com 2/64Nm, na trama, com cores diferentes (Figura 42);
- Experimento 5: fios penteados 100% lã mais grossos, com 2/32Nm, no urdume e na trama fio cardado 100% algodão, com 8Ne, com cores diferentes (Figura 43);



Figura 39 - Experimento 1: fios grossos de lã com urdume e trama de mesma cor.
Fonte: Autora.



Figura 40 - Experimento 2: fios grossos de lã com urdume e trama em cores diferentes.
Fonte: Autora.



Figura 41 - Experimento 3: fios grossos de lã no urdume e fios mais finos na trama, ambos de mesma cor.
Fonte: Autora.



Figura 42 - Experimento 4: fios grossos de lã no urdume e fios mais finos na trama, em cores diferentes.
Fonte: Autora.



Figura 43 - Experimento 5: fios grossos de lã no urdume e fios de algodão na trama, em cores diferentes.
Fonte: Autora.

Para efeitos comparativos, a imagem 44 mostra o burel original e sem processamento após a tecelagem.



Figura 44 - Exemplo do burel original, em ampliações de 25, 60 e 210 vezes.
Fonte: Autora.

Após sair do tear, o tecido foi fechado em corda com o início e fim unidos para se prender ao equipamento e em saco, com as ourelas unidas, visando preservar o lado direito do tecido do atrito mais violento com a máquina; assim, foi submetido ao processo de batanagem. Para tanto, foi utilizado apenas um detergente, próprio para lã, denominado Teridol®, a uma concentração de 2%, que age como facilitador no processo de feltragem. Neste momento não foi inserida temperatura acima da temperatura ambiente; apenas gerou aquecimento devido à dinâmica do processo.

Neste processo o tecido permaneceu por cem minutos, com a garganta do equipamento fechada. A Figura 45 mostra, respectivamente, a entrada do tecido no equipamento pelos cilindros rotativos e a saída do tecido, pela parte de trás do equipamento, através da garganta com a inserção da pressão.



Figura 45 - Entrada e saída do tecido pela garganta do equipamento de feltragem.
Fonte: Autora.

Posteriormente, o tecido foi enxaguado por dez minutos com água limpa, em temperatura ambiente e amaciado por mais dez minutos com o amaciante Elastolan®, a uma concentração de 1%, com a garganta aberta, ou seja, sem pressão, evitando possível acentuação da feltragem. Em seguida, foi fixado na râmola, com velocidade de 18m/min, a uma temperatura de 120°C, conforme ilustrado na Figura 46.



Figura 46 - Tecido em processo de secagem na râmola.
Fonte: Autora.

Ao final de todo este procedimento, o tecido apresentou imenso encolhimento, tanto na largura, quanto no comprimento. A largura inicial do material que era de 170cm; passou para 148cm, gerando um encolhimento de 13%. No comprimento, os testes foram baseados em uma marcação de um metro linear de tecido; assim, ao final dos cem minutos, o material apresentou um encolhimento de 23%, ficando com 77cm de comprimento. As Figuras de 47 a 51 mostram o comparativo visual entre o tecido cru e o tecido após este primeiro processo de batanagem, com cem minutos, para todos os cinco experimentos.

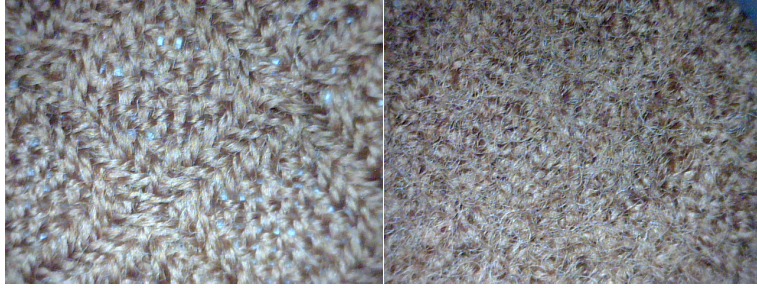


Figura 47 - Experimento 1: o tecido cru e o tecido após cem minutos de batanagem com ampliação de vinte e cinco vezes.
Fonte: Autora.

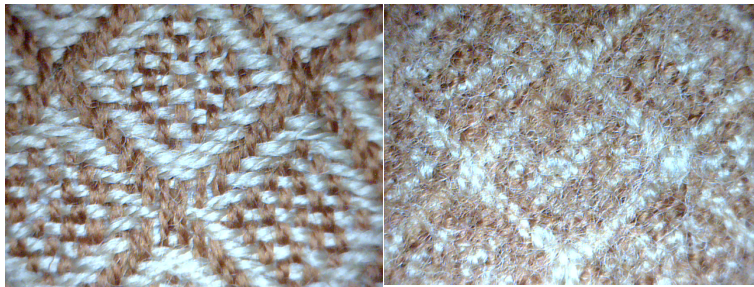


Figura 48 - Experimento 2: o tecido cru e o tecido após cem minutos de batanagem com ampliação de vinte e cinco vezes.
Fonte: Autora.

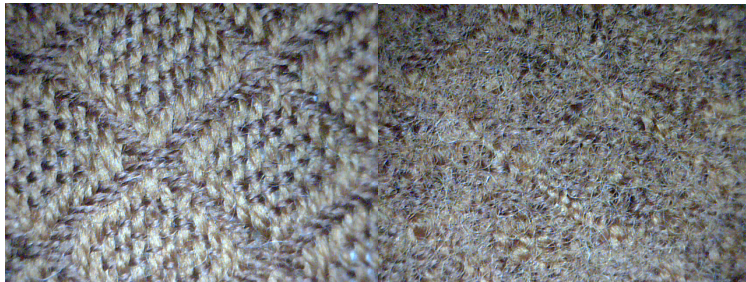


Figura 49 - Experimento 3: o tecido cru e o tecido após cem minutos de batanagem com ampliação de vinte e cinco vezes.
Fonte: Autora.

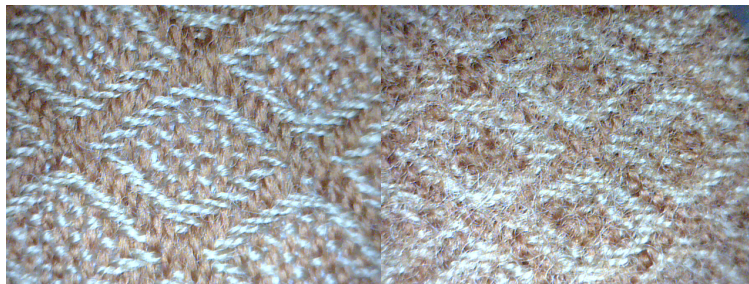


Figura 50 - Experimento 4: o tecido cru e o tecido após cem minutos de batanagem com ampliação de vinte e cinco vezes.
Fonte: Autora.

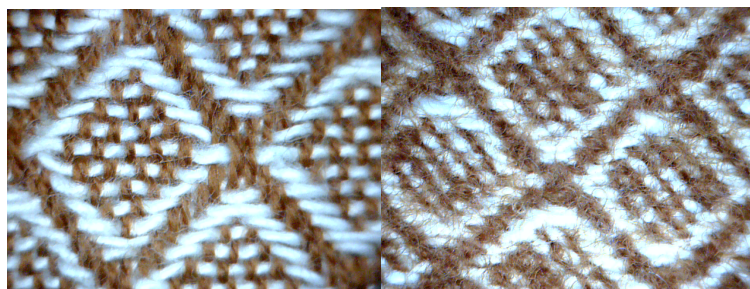


Figura 51 - Experimento 5: o tecido cru e o tecido após cem minutos de batanagem com ampliação de vinte e cinco vezes.

Fonte: Autora.

O tecido foi analisado visualmente e decidiu-se que deveria feltrar mais alguns minutos, a fim de uma maior compactação do tecido. O tecido tornou a ser costurado em corda; desta vez, porém, o procedimento de fechar em saco não foi feito, tendo como intuito analisar o tecido em condições normais, sem proteção do lado direito do tecido.

O tecido foi novamente para a batanagem, com o detergente Teridol®, a uma concentração de 2%, sem inserção de temperatura, mantendo apenas a sua elevação natural frente ao processo. O tecido permaneceu em ação mecânica por cerca de cinquenta minutos, com a garganta fechada e a mesma pressão usada anteriormente. De novo foi enxaguado, com água limpa e garganta aberta, e amaciado com Elastolan®, a 1% de concentração, por mais dez minutos cada processo. Em seguida, foi fixado na râmola, com velocidade de 18m/min a uma temperatura de 120°C.

Posteriormente a essas ações foram feitas novas medidas de encolhimento, e este continuou muito intenso. A largura inicial do material, neste segundo processo, que era de 148cm, passou para 131cm, gerando um encolhimento adicional de 11,5%. No comprimento, os testes foram baseados em uma marcação de um metro linear de tecido; desse modo, ao final dos cinquenta minutos adicionais, o material apresentou um encolhimento de 24%, ficando com 76cm de comprimento. As Figuras de 52 a 56 mostram o comparativo visual entre o tecido cru, o tecido após esse primeiro processo de batanagem, com cem minutos, e o processo adicional de mais cinquenta minutos, para todos os cinco experimentos.

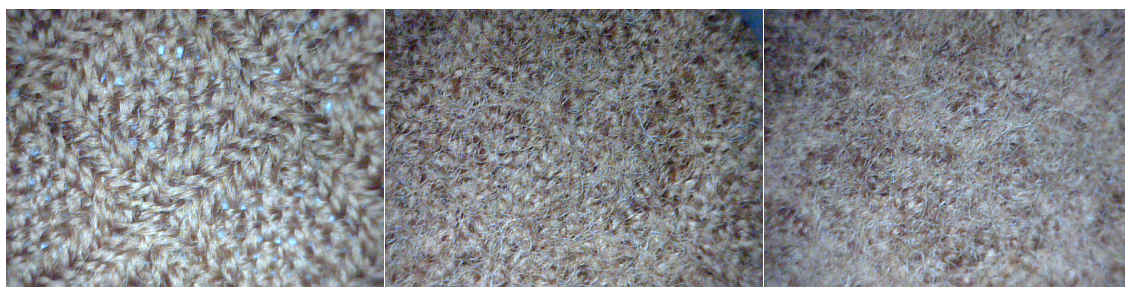


Figura 52 - Experimento 1: o tecido na versão crua e após cem minutos e cento e cinquenta minutos de batanagem, ampliado vinte e cinco vezes.

Fonte: Autora.

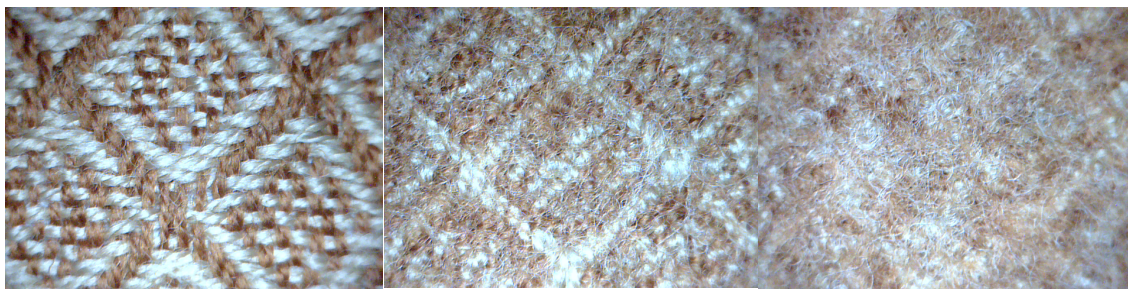


Figura 53 - Experimento 2: o tecido na versão crua e após cem minutos e cento e cinquenta minutos de batanagem, ampliado vinte e cinco vezes.
Fonte: Autora.

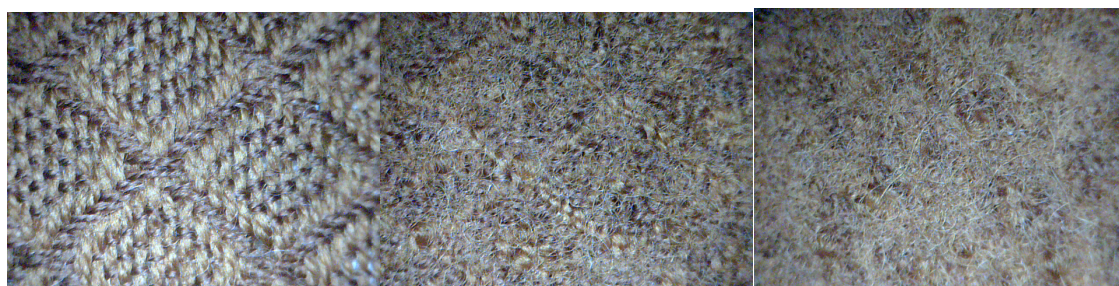


Figura 54 - Experimento 3: o tecido na versão crua e após cem minutos e cento e cinquenta minutos de batanagem, ampliado vinte e cinco vezes.
Fonte: Autora.

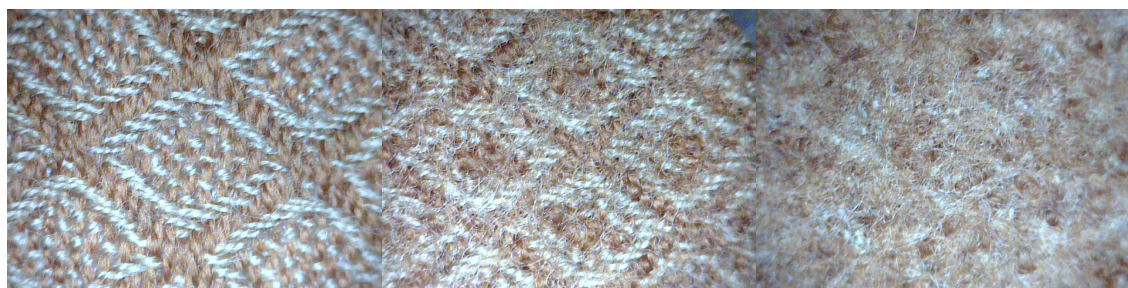


Figura 55 - Experimento 4: o tecido na versão crua e após cem minutos e cento e cinquenta minutos de batanagem, ampliado vinte e cinco vezes.
Fonte: Autora.

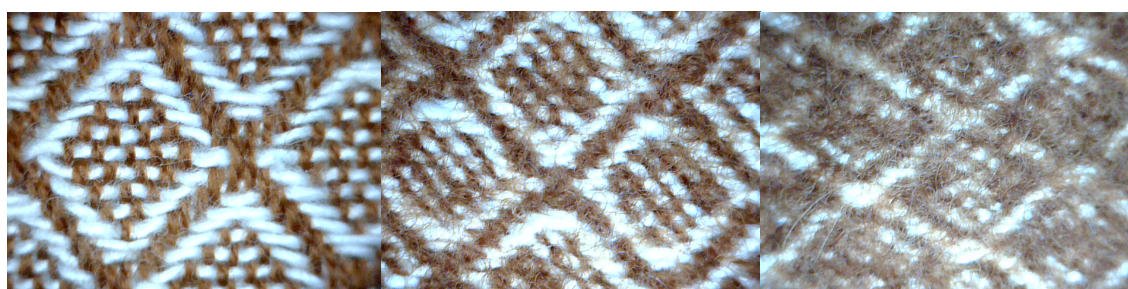


Figura 56 - Experimento 5: o tecido na versão crua e após cem minutos e cento e cinquenta minutos de batanagem, ampliado vinte e cinco vezes.
Fonte: Autora,

A Figura 57 mostra o burel original em tecido cru e após a batanagem de, aproximadamente, noventa minutos, em batanos de maços de madeira.

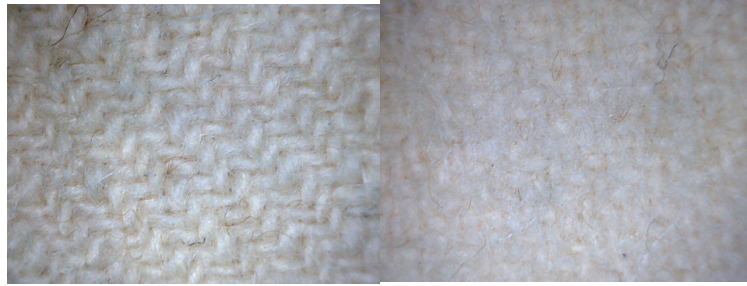


Figura 57 - Burel: o tecido na versão crua e após batanagem, ampliado vinte e cinco vezes.
Fonte: Autora.

4. Resultados Obtidos

Ao concluir todo o processo, foram executados testes comparativos entre o burel original e as novas superfícies desenvolvidas. Seus resultados foram analisados empírica e estatisticamente. Os testes foram executados no Laboratório de Análises Têxteis do IPEI - Instituto de Pesquisas e Estudos Industriais no Centro Universitário da FEI - Faculdades de Engenharia Industrial, São Paulo (Brasil).

4.1. Observação visual das amostras

Ao final de uma análise detalhada dos experimentos, por avaliação visual, nota-se que a feltragem da lã é um fenômeno muito evidente nos tecidos a ponto de ocultar grande parte do desenho têxtil existente.

Dentro das amostras resultantes, pode-se observar um relevo em tecidos monocromáticos, feitos com fios 100% lã. Esse relevo fica mais evidente quando se emprega cor diferente no fio de trama e também na utilização dos fios de algodão.

É provável que tal efeito venha a ficar mais evidente se o desenho apresentar maiores dimensões e, conseqüentemente, forem aumentados os desligamentos na padronagem. Nos experimentos analisados, estas dimensões foram restringidas pelos teares da fábrica que tinham um limite de dezoito pontos para o desenho têxtil.

Outras possibilidades ainda foram levantadas. Uma delas foi diminuir a área de tela concentrada no centro do desenho, tendo mais espaço para aumentarem os desligamentos. A outra possibilidade é a de manter uma desigualdade de pontos tomados e deixados, a qual pode ser bastante acentuada numa face e na outra do tecido e fazer com que a feltragem se concentre em zonas diferentes no direito e no avesso.

4.2. Análise estatística

Segundo Triola (2012, p. 4), estatística é a ciência do planejamento de estudos e experimentos para a obtenção de dados e, em seguida, organizar, resumir, apresentar, analisar, interpretar e tirar conclusões com base nos dados obtidos.

Com esse entendimento, o capítulo que segue apresenta uma análise estatística dos testes de gramatura, espessura e amarrotamento realizados nos experimentos e, a partir daí, analisa os resultados.

4.2.1. Comparação de várias médias

Foi realizado um Planejamento Aleatório por Níveis. Esse tipo de planejamento é recomendado quando se deseja estudar ensaios diferentes de tratamentos (a) de uma única variável de influência, com réplicas (n) para cada nível. Segundo Montgomery (2009), o objetivo do teste é, através do teste de hipóteses apropriadas, avaliar os efeitos dos tratamentos e estimá-los. A Tabela 2, mostra a matriz para execução dos ensaios.

Tratamentos	Observações				Totais	Médias
1	Y_{11}	Y_{21}	...	Y_{1n}	$Y_{1.}$	$\bar{Y}_{1.}$
2	Y_{21}	Y_{22}	...	Y_{2n}	$Y_{2.}$	$\bar{Y}_{2.}$
.
.
.
a	Y_{a1}	Y_{a2}	...	Y_{an}	$Y_{a.}$	$\bar{Y}_{a.}$

Tabela 2 - Representação genérica de um planejamento aleatório por níveis, utilizando n réplicas.
Fonte: MONTGOMERY, 2009.

A análise dos resultados pode ser feita através de um modelo de efeitos fixos ou de um modelo de efeitos aleatórios (modelo de componentes de variância). Na análise do modelo de efeitos fixos, os tratamentos são escolhidos de forma específica; o teste de hipóteses refere-se às médias dos tratamentos e as conclusões extraídas são aplicáveis somente aos níveis considerados na análise (YAMASHITA; SANCHES, 2002).

No modelo de efeitos aleatórios, o teste de hipóteses verifica a variância dos efeitos dos tratamentos e as conclusões da análise podem ser estendidas para todos os outros tratamentos da população, pois os tratamentos analisados representam uma amostra aleatória de uma população de tratamentos (FREUND, 2006).

4.2.2. Teste de hipóteses

O teste de hipótese é utilizado para comparar as médias dos tratamentos. A verificação do teste é feita mediante a análise de variância. Caso H_0 seja verdadeira, conclui-se que todos os tratamentos têm média igual a μ .

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_a$$

$H_1 : \mu_i \neq \mu_j$ (pelo menos para um par i,j)

4.2.3. Análise de variância (ANOVA)

A análise de variância é utilizada para aceitar ou rejeitar as hipóteses investigadas com os experimentos. Seu objetivo é analisar os valores e identificar os fatores principais e as interações que produzem efeitos significativos nas respostas (SANCHES, 2006, p. 76).

Os resultados da ANOVA são normalmente apresentados em uma tabela, conforme mostra a Tabela 3.

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	F_0
Entre tratamentos	SS_{Trat}	(a-1)	$SS_{\text{Trat}}/(a-1)$	$F_0 = \frac{SS_{\text{Trat.}} / (a - 1)}{SS_E / (N - a)}$
Erro (dentro dos tratamentos)	SS_E	(N-a)	$SS_E/(N-a)$	
Total	SS_T	(N-1)		

Tabela 3 - Resumo da tabela ANOVA para análise de resultados.
Fonte: MONTGOMERY, 2009.

Soma de quadrados total (SST)

O termo análise de variância deriva da divisão da variabilidade total em seus componentes, que, dividida pelo número de graus de liberdade (N-1), fornece a variância da amostra, e pode ser determinada pela expressão:

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{..})^2$$

Soma de quadrados entre tratamentos (SSTrat.)

A soma dos quadrados devidos aos tratamentos (dentro dos tratamentos) tem (a-1) graus de liberdade e pode ser determinada pela expressão:

$$SS_{Trat} = n \sum_{i=1}^a (\bar{y}_{i\cdot} - \bar{y}_{\cdot\cdot})^2$$

Soma de quadrados dentro dos tratamentos (SSE)

A soma dos quadrados devidos ao erro (dentro dos tratamentos) tem (N-a) graus de liberdade e pode ser determinada pela expressão:

$$SST = SStrat. + SSE$$

Quadrado médio entre tratamentos (QMTrat.)

É a estimativa da variância entre os tratamentos, e pode ser determinado pela expressão:

$$QM_{Trat.} = \frac{SS_{Trat.}}{(a-1)}$$

Quadrado médio dentro dos tratamentos (QMDentrotrat.)

É uma estimativa da variância dentro de cada um dos tratamentos, e pode ser determinada pela expressão:

$$QM_{Dentrotrat.} = \frac{SS_E}{(N-a)}$$

Razão F

Para a análise estatística das hipóteses apresentadas, tem-se que SST é uma soma de quadrados de variáveis aleatórias normalmente distribuídas, SST/σ^2 , SSE/σ^2 e $SStrat./\sigma^2$ são distribuídas como chi-quadrado, respectivamente, com (N-1), (N-a) e (a-1) graus de liberdade, se a hipótese nula $H_0 : \mu_i = 0$ for verdadeira. Nesse caso, aplicando-se o teorema de Cochran (N-1 = N-a + a-1) tem-se que SSE/σ^2 e $SStrat./\sigma^2$ são variáveis aleatórias chi-quadrado independentes.

Se a hipótese nula for verdadeira, ou seja, não há diferença entre as médias dos tratamentos, a razão F_0 é uma distribuição F com (a-1) e (N-a) graus de liberdade. A razão F pode ser calculada pela expressão:

$$F_0 = \frac{SS_{Trat} / (a - 1)}{SS_E / (N - a)}$$

Caso a hipótese nula seja verdadeira, tanto o numerador quanto o denominador da expressão são estimadores confiáveis de σ^2 . Assim, se o valor esperado para o numerador é maior que o valor esperado para o denominador, deve-se rejeitar H_0 para valores do teste de hipóteses muito grandes, ou seja, a hipótese nula será rejeitada se $F_0 > F_{\alpha, (a-1), (N-a)}$.

A Figura 58 mostra a representação gráfica da distribuição F de Snedecor para testar o critério F_0 .

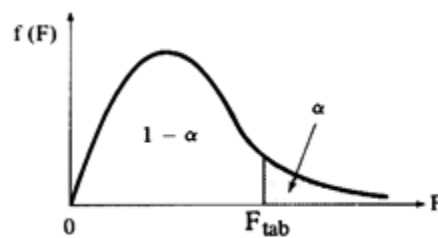


Figura 58 - Distribuição de referência.
Fonte: MONTGOMERY, 2009.

4.2.4. Teste de gramatura

De acordo com a norma ASTM D 3776 - 96 (*American Society for Testing Materials*), para a realização desse ensaio devem ser preparados cinco corpos de prova com 100 cm² de área cada um. Em seguida, os corpos de provas devem ser pesados em uma balança analítica; a partir do peso obtido, pode-se efetuar o cálculo para obtenção da gramatura do artigo em gramas por metro quadrado. A gramatura influencia diretamente as propriedades de espessura, opacidade e caimento do material têxtil que repercute nas condições de uso do produto ligadas a características de proteção, isolamento, conforto, entre outras (GIRALDI *et al*, 2006, p. 1).

Foram determinadas as gramaturas dos tecidos, em estado cru, com cem e cento e cinquenta minutos de batanagem. Os resultados encontram-se expressos nas Tabelas 4, 5 e 6.

Tecido Cru - Expresso em gramas por metro ao quadrado						
Amostras	Burel	Algodão	Lã 2/64 Mono	Lã 2/64 Bi	Lã 2/32 Mono	Lã 2/32 Bi
1	231,0	132,8	98,6	97,2	112,4	114,8
2	227,8	127,6	98,6	97,2	112,0	115,0
3	232,0	131,2	96,4	99,8	111,6	113,8
4	238,0	128,4	98,8	96,8	112,6	113,8
5	213,2	128,8	97,6	97,6	116,4	111,2
Média	228,4	129,8	98,0	97,7	113,0	113,7
Desvio Padrão	9,26	2,17	1,01	1,20	1,94	1,51

Tabela 4 - Gramatura do tecido em estado cru.
Fonte: Autora.

Tecido Acabado 100" - Expresso em Gramas por metro quadrado					
Amostras	Algodão	Lã 2/64 Mono	Lã 2/64 Bi	Lã 2/32 Mono	Lã 2/32 Bi
1	190,4	146,6	140,4	177,8	170,6
2	192,0	144,8	142,6	173,6	172,6
3	188,0	144,2	141,8	172,0	174,2
4	185,8	144,8	140,6	173,6	176,2
5	186,0	148,4	138,0	173,6	172,4
Média	188,4	145,8	140,7	174,1	173,2
Desvio Padrão	2,72	1,73	1,75	2,17	2,11

Tabela 5 - Gramatura do tecido após batanagem de cem minutos.
Fonte: Autora.

Tecido Acabado 150" - Expresso em Gramas						
Amostras	Burel	Algodão	Lã 2/64 Mono	Lã 2/64 Bi	Lã 2/32 Mono	Lã 2/32 Bi
1	475,0	565,0	389,8	393,2	439,8	459,7
2	485,8	557,3	399,3	389,1	443,7	452,8
3	511,0	538,6	399,2	388,4	440,5	454,2
4	501,5	553,6	403,1	399,3	447,5	459,6
5	513,8	549,0	417,0	419,6	453,6	448,6
Média	497,4	552,7	401,7	397,9	445,0	455,0
Desvio Padrão	16,64	9,82	9,87	12,87	5,68	4,74

Tabela 6 - Gramatura do tecido após batanagem de cento e cinquenta minutos.
Fonte: Autora.

Análise dos resultados

Foi utilizada a análise de variância (ANOVA) para verificar se os valores de gramatura dos tecidos fabricados são estatisticamente iguais. Para a análise dos resultados foi utilizado um intervalo de confiança de 95% ($p=0,05$).

Teste de hipóteses do tecido cru

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

$H_1: \mu_i \neq \mu_j$, para qualquer par i, j

Fonte variação	Soma Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F0
Entre tratamento	59903,15	4	14975,79	160,83
Erro (dentro tratamento)	2327,84	25	93,11	
Total	62230,99	29		

Tabela 7 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese H_0 dos valores de gramatura do tecido cru
Fonte: MONTGOMERY, 2009

A Tabela 7 mostra que os tecidos analisados possuem gramaturas médias diferentes, pois comparando-se o valor F_0 com o valor F distribuição F Snedecor, tem-se que: $F_{0,05,4,25}$ é igual a 2,76 e como $F_0 > F_{0,05,4,25}$, pode-se dizer que, há uma evidência muito forte de que H_0 seja falsa e que pelo menos dois tecidos possuem gramaturas médias diferentes.

Teste de hipóteses do tecido acabado após cem minutos de batanagem

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

$H_1: \mu_i \neq \mu_j$, para qualquer par i, j

Fonte variação	Soma Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F0
Entre tratamento	8299,60	4	2074,90	459,05
Erro (dentro tratamento)	90,40	20	4,52	
Total	8390,00	24		

Tabela 8 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese H_0 dos valores de gramatura do tecido acabado após cem minutos de batanagem.
Fonte: MONTGOMERY, 2009.

A Tabela 8 mostra que os tecidos analisados possuem gramaturas médias diferentes, pois comparando-se o valor F_0 com o valor F distribuição F Snedecor tem-se que: $F_{0,05,4,20}$ é igual a 2,87, e como $F_0 > F_{0,05,4,20}$, pode-se dizer que, há uma evidência muito forte de que H_0 seja falsa e que pelo menos dois tecidos possuem gramaturas médias diferentes.

Teste de hipóteses do tecido acabado após cento e cinquenta minutos de batanagem

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$

$H_1: \mu_i \neq \mu_j$, para qualquer par i, j

Fonte variação	Soma Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F0
Entre tratamento	59903,15	4	14975,79	160,83
Erro (dentro tratamento)	2327,84	25	93,11	
Total	62230,99	29		

Tabela 9 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese H_0 dos valores de gramatura do tecido acabado após cento e cinquenta minutos de batanagem.

Fonte: MONTGOMERY, 2009.

A Tabela 9 mostra que os tecidos analisados possuem gramaturas médias diferentes, pois comparando-se o valor F_0 com o valor F distribuição F Snedecor, tem-se que: $F_{0,05,4,25}$ é igual a 2,76, e como $F_0 > F_{0,05,4,25}$, pode-se dizer que, há uma evidência muito forte de que H_0 seja falsa e que pelo menos dois tecidos possuem gramaturas médias diferentes.

4.2.5. Teste de espessura

A espessura indica que, quanto mais fino ou mais grosso for um tecido, é um fator determinante tanto para as indicações de uso do material, quanto para o maquinário e os equipamentos que devem ser usados na confecção do produto.

Os testes foram executados em cinco corpos de prova para cada um dos materiais em todos os seus estados, em cru e após batanagem de cem e cento e cinquenta minutos. O equipamento utilizado é um medidor de espessura, denominado Thickness Tester, da marca Mitutoyo, e a norma de referência é da *American Society for Testing Materials - ASTM D1777: Thickness of Textiles Materials, Measuring*. A forma de aplicação do teste e os parâmetros estão no Anexo 2.

O tecido é pressionado na área do apalpador de 5cm^2 com uma pressão de $100\text{cN}/\text{cm}^2$, durante cinco segundos, conforme mostra a Figura 59.



Figura 59 - Medidor de Espessura.

Fonte: Autora.

As Tabelas 10,11 e 12 mostram a relação entre o tempo de processos de batanagem e o aumento da espessura do tecido.

Tecido Cru - Expresso em Milímetros						
Amostras	Burel	Algodão	Lã 2/64 Mono	Lã 2/64 Bi	Lã 2/32 Mono	Lã 2/32 Bi
1	1,280	0,760	0,500	0,510	0,610	0,580
2	1,300	0,720	0,500	0,490	0,590	0,580
3	1,320	0,700	0,510	0,500	0,570	0,590
4	1,320	0,710	0,500	0,480	0,580	0,560
5	1,270	0,720	0,520	0,550	0,600	0,550
Média	1,298	0,722	0,506	0,506	0,590	0,572

Tabela 10 - Espessura do tecido em estado cru.
Fonte: Autora.

Tecido Acabado 100" - Expresso em Milímetros					
Amostras	Algodão	Lã 2/64 Mono	Lã 2/64 Bi	Lã 2/32 Mono	Lã 2/32 Bi
1	1,130	0,930	0,910	1,090	1,040
2	1,160	0,890	0,910	1,070	1,050
3	1,140	0,910	0,915	1,050	1,090
4	1,140	0,920	0,890	1,030	1,050
5	1,120	0,905	0,920	1,070	1,040
Média	1,138	0,911	0,909	1,062	1,054

Tabela 11 - Espessura do tecido após batanagem de cem minutos.
Fonte: Autora.

Tecido Acabado 150" - Expresso em Milímetros						
Amostras	Burel	Algodão	Lã 2/64 Mono	Lã 2/64 Bi	Lã 2/32 Mono	Lã 2/32 Bi
1	1,653	1,710	1,300	1,310	1,440	1,420
2	1,620	1,570	1,310	1,300	1,460	1,410
3	1,640	1,650	1,360	1,290	1,450	1,450
4	1,640	1,660	1,370	1,360	1,520	1,420
5	1,620	1,650	1,460	1,430	1,440	1,390
Média	1,635	1,648	1,360	1,338	1,462	1,418

Tabela 12 - Espessura do tecido após batanagem de cento e cinquenta minutos.
Fonte: Autora.

Análise dos resultados

Foi utilizada a análise de variância (ANOVA) para verificar se a espessura média dos tecidos fabricados são estatisticamente iguais. Para a análise dos resultados foi utilizado um intervalo de confiança de 95% ($p=0,05$).

Teste de hipóteses do tecido cru

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j, \text{ para qualquer par } i, j$$

Fonte variação	Soma Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F0
Entre tratamento	2,21	4	0,55	55,00
Erro (dentro tratamento)	0,13	25	0,01	
Total	2,34	29		

Tabela 13 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese H_0 dos valores de espessura do tecido cru.
Fonte: MONTGOMERY, 2009.

A Tabela 13 mostra que os tecidos analisados possuem espessuras médias diferentes, pois comparando-se o valor F_0 com o valor F distribuição F Snedecor, tem-se que: $F_{0,05,4,25}$ é igual a 2,76, e como $F_0 > F_{0,05,4,25}$, pode-se dizer que, há uma evidência muito forte de que H_0 seja falsa e que pelo menos dois tecidos possuem espessuras médias diferentes.

Teste de hipóteses do tecido acabado após cem minutos de batanagem

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j, \text{ para qualquer par } i, j$$

Fonte variação	Soma Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F0
Entre tratamento	0,20	4	0,05	100,00
Erro (dentro tratamento)	0,01	20	0,0005	
Total	0,21	24		

Tabela 14 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese H_0 dos valores de espessura do tecido acabado após cem minutos de batanagem.
Fonte: MONTGOMERY, 2009.

A Tabela 14 mostra que os tecidos analisados possuem espessuras médias diferentes, pois comparando-se o valor F_0 com o valor F distribuição F Snedecor, tem-se que: $F_{0,05,4,20}$ é igual a 2,87, e como $F_0 > F_{0,05,4,20}$, pode-se dizer que, há uma evidência muito forte de que H_0 seja falsa e que pelo menos dois tecidos possuem espessuras médias diferentes.

Teste de hipóteses do tecido acabado após cento e cinquenta minutos de batanagem

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j, \text{ para qualquer par } i, j$$

Fonte variação	Soma Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F0
Entre tratamento	0,433	4	0,108	37,586
Erro (dentro tratamento)	0,072	25	0,003	
Total	0,505	29		

Tabela 15 - Resumo da tabela ANOVA para testar a hipótese H_0 dos valores de espessura do tecido acabado após cento e cinquenta minutos de batanagem.
Fonte: MONTGOMERY, 2009.

A Tabela 15 mostra que os tecidos analisados possuem espessuras médias diferentes, pois comparando-se o valor F_0 com o valor F distribuição F Snedecor, tem-se que: $F_{0,05,4,25}$ é igual a 2,76, e como $F_0 > F_{0,05,4,25}$, pode-se dizer que há uma evidência muito forte de que H_0 seja falsa e que pelo menos dois tecidos possuem espessuras médias diferentes.

Portanto, pode-se concluir que o tecido aumenta, e muito, sua espessura ao passar pelos processos de feltragem; em alguns casos chega a quase triplicar. O caso que apresenta maiores variações é o experimento utilizando fio de algodão na trama.

4.2.6. Teste de amarrotamento

O teste de amarrotamento é aplicado aos materiais têxteis para verificar a capacidade de recuperação de um tecido ao enrugamento após carga pré-determinada e por um certo período de tempo. A lã tem muito boa capacidade de recuperação, mas, ao ser misturada com outras fibras, pode perder esse potencial. A capacidade de recuperação de um tecido é importante também para finalidades comerciais (SILVEIRA, 2011, p. 39).

Para os testes, foi utilizado o denominado Verificador de Recuperação de Enrugamento da AATCC (*American Association of Textile Chemists e Colorists*) *Test Method 128: Wrinkle Recovery of Fabrics*. No processo de amarrotamento, o tecido foi preso ao equipamento e submetido a uma carga de 3,5kg por vinte minutos (Figura 60).



Figura 60 - Tecido pressionado no equipamento.
Fonte: Autora.

Depois de passar pelo processo de amarrotamento, o tecido permaneceu em descanso por vinte e quatro horas e pendurado sem o emprego de carga ou força, conforme aparecem na Figura 61.



Figura 61 - Tecidos em descanso, pendurados, sem emprego de carga.
Fonte: Autora.

Os testes foram aplicados a três corpos de prova de cada material. Após o descanso, foi comparado ao *kit* padrão (Figura 62) e atribuída a nota de 1 a 5 referente à aproximação entre a imagem e o tecido, sendo a nota 5 o tecido que melhor se recupera ao amarrotamento, e o de nota 1, o tecido que menos se recupera.



Figura 62 - Kit padrão comparativo do AATCC: *Test Method 128*.

Fonte: Autora.

Para conclusão do teste foi necessário a análise visual de três observadores treinados e, ao final, estabelecida a média das notas atribuídas, conforme expressa a Tabela 16. No Anexo 1 encontram-se os parâmetros e a forma correta de aplicar o teste.

Tecido Acabado 150"						
Observador 1						
Amostras	Burel	Algodão	Lã 2/64 Mono	Lã 2/64 Bi	Lã 2/32 Mono	Lã 2/32 Bi
1	3	3	3	4	3	3
2	3	2	4	3	3	4
3	3	3	3	3	4	4
Média	3,00	2,67	3,33	3,33	3,33	3,67
Observador 2						
Amostras	Burel	Algodão	Lã 2/64 Mono	Lã 2/64 Bi	Lã 2/32 Mono	Lã 2/32 Bi
1	4	3	3	4	3	3
2	3	2	3	3	4	4
3	3	3	3	4	4	4
Média	3,33	2,67	3,00	3,67	3,67	3,67
Observador 3						
Amostras	Burel	Algodão	Lã 2/64 Mono	Lã 2/64 Bi	Lã 2/32 Mono	Lã 2/32 Bi
1	4	3	3	4	3	3
2	3	2	3	3	3	4
3	3	4	3	3	4	4
Média	3,33	3,00	3,00	3,33	3,33	3,67
Média Geral dos Observadores						
Amostras	Burel	Algodão	Lã 2/64 Mono	Lã 2/64 Bi	Lã 2/32 Mono	Lã 2/32 Bi
	3,22	2,78	3,11	3,44	3,44	3,67

Tabela 16 - Análise comparativa de amarrotamento.

Fonte: Autora.

Após análise dos testes, verificou-se que os tecidos feitos com fios de lã em urdume e trama, sejam mais grossos ou sejam mais finos, apresentam melhor recuperação quando comparados

aos tecidos tramados com fios de algodão, justificando o fato de a fibra de lã ter maior poder de recuperação do que a fibra de algodão.

5. Considerações Finais

Este trabalho permitiu revisitar o burel, servindo-se de uma interferência na superfície dos tecidos de lã no sentido de modificar essa superfície e criar-lhe uma textura a partir da tecelagem. Foi feito um desenho têxtil que permitiu uma feltragem irregular, criando relevos na superfície. Este relevo é notado sutilmente em tecidos monocromáticos e foi evidenciado com o uso de cor diferente no fio de trama e também com a utilização de fios de trama de algodão.

Durante o processo desta investigação, destacaram-se elementos que contribuem para a modificação da superfície de tecidos feltrados como o desenho têxtil (debuxo) e os desligamentos (alinhavos) posicionados em áreas específicas, finuras diferentes de fibras e diferentes títulos de fio, cores diversas no fio de trama e urdume (teia), e trama com fios 100% algodão.

A observação dos tecidos desenvolvidos permitiu verificar os efeitos criados, mesmo que estes não sejam muito evidentes. É provável que este efeito venha a ser mais presente se o desenho têxtil apresentar maiores dimensões e, conseqüentemente, forem aumentados os desligamentos (alinhavos) no padrão.

Outras possibilidades de aumentar a influência do desenho têxtil no relevo de superfície surgiram, nomeadamente diminuir as áreas de tela (tafetá) e aumentar os desligamentos. A outra é manter uma desigualdade de pontos tomados (picas) e deixados (deixas), acentuando as diferenças entre uma face e a outra do tecido, de modo a possibilitar que a feltragem se concentre em áreas diferentes no direito e no avesso.

A avaliação visual detalhada dos experimentos revela que a feltragem da lã é um fenômeno muito evidente nos tecidos a ponto de ocultar em grande parte o desenho têxtil de base.

No decorrer do processo de batanagem, observou-se que a feltragem é um processo que demora a iniciar. De fato, no caso dos tecidos 100% lã, os primeiros cem minutos de feltragem geraram um encolhimento de 23%, ao passo que, na segunda etapa, em apenas cinquenta minutos os tecidos encolheram em média 24%. Ficou evidente que o processo de feltragem apresenta uma barreira inicial que, depois de transposta, acontece de forma muito rápida.

Os testes aplicados aos tecidos produzidos evidenciaram que os tecidos 100% lã conseguiram chegar a uma gramatura (gramagem) e a uma espessura muito próximas do burel. O tecido com trama de algodão mostrou espessura e gramatura ligeiramente superiores ao burel, como era esperado, uma vez que o algodão é uma fibra mais pesada que a lã e os fios utilizados eram cardados e mais grossos que os de lã. No teste de amarrotamento, os tecidos 100% lã

também revelam um comportamento similar ao do burel. Apenas o tecido com trama de algodão apresenta uma menor recuperação ao amarrotamento.

No desenvolvimento das amostras criadas para este trabalho foram utilizadas fibras e fios penteados de lã mais fina, para tornar o material mais suave e macio ao toque. A intenção era possibilitar uma maior aplicação em produtos de moda e abrir novas possibilidades de utilização. De fato, todos os tecidos produzidos resultaram muito mais macios e suaves ao toque do que o burel.

Também é importante salientar que, partindo da análise da produção do burel, que é artesanal, este trabalho visou desenvolver um tecido de grande produção industrial. Os materiais, o desenho têxtil e os métodos de produção foram adaptados a uma produção industrial brasileira (Paramount Têxtil), com processos e equipamentos automatizados, de grande produtividade, que permitiu reduzir etapas no processo, visando uma ampliação de mercado.

Por conseguinte, é possível que este trabalho seja um ponto de partida para abrir as portas para diversas variações e novas propostas no que diz respeito à manipulação de superfícies têxteis. Fortalece os conceitos do design de superfície, evidenciando que este não se restringe apenas à criação de estampas e que se amplia à construção têxtil e aos acabamentos.

Ao revisitar o burel e apropriar-se da abordagem do design vernacular, a construção dos novos tecidos explorou técnicas e processos de alteração da superfície de tecidos feltrados que potencializam os processos criativos em muitas áreas do design de moda e têxtil.

Como perspectivas futuras, propõem-se experimentos acerca da utilização e aplicação de produtos químicos feltrantes em forma de pasta na execução de estampas, para assim criar, relevos obtidos apenas com o efeito da feltragem.

6. Bibliografia

- A PÁGINA DO MONTEIRO. *O Muflão (ovis amon musimon)*. [Online]. Disponível em http://www.apaginadomonteiro.net/o_muflao1.htm [Acesso em 18/06/2012].
- ABRANTES, Manuel Martins; CHABERT, José; RAMALHO, Luís; AMARELO, António. *Cartilha do Tosquiador*, 6ª edição. - Lisboa: Direção Geral do Desenvolvimento Rural, 1999.
- ADANUR, Sabit. *Handbook of Weaving*. - Boca Raton: Sulzer CRC Press, 2001.
- AGUIAR NETO, Pedro Pita. *Fibras Têxteis - Volume 1*. - Rio de Janeiro: SENAI-CETIQT, 1996.
- ALMEIDA, Paulo António Russo. *Diversidade genética e diferenciação das raças portuguesas de ovinos com base em marcadores de DNA - microsatélites: uma perspectiva de conservação*. - Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2007.
- ALZUGARAY, D. e ALZUGARAY, C. *Aprenda a Criar Ovelhas*. - São Paulo: Editora TRÊS, 1986.
- AMERICAN ASSOCIATION OF TEXTILE CHEMISTS AND COLORISTS. *AATCC Test Method 128. Wrinkle Recovery of Fabrics: Appearance Method*. Durham, 2009. 7p.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *ASTM D 1777-96. Standard Test Method for Thickness of Textile Materials*. West Conshohocken, 2006. 5p.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *ASTM D 3776-96. Standard Test Methods for Mass Per Unit Area (Weight) of Fabric*. West Conshohocken, 2006. 5p.
- AMERICAN WOOL COUNCIL. *The Characteristics of Wool*. - Centennial: Division American Sheep Industry Association, Inc., 2011a.
- AMERICAN WOOL COUNCIL. *The History of Wool*. - Centennial: Division American Sheep Industry Association, Inc., 2011b.
- AMERICAN WOOL COUNCIL. *The Wool Grades and the Sheep that Grow the Wool*. - Centennial: Division American Sheep Industry Association, Inc., 2011c.
- ARAÚJO, Mário; CASTRO, Ernesto Manuel de Melo e. *Manual de Engenharia Têxtil - V. I*. - Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1986.
- ARAÚJO, Mário; CASTRO, Ernesto Manuel de Melo e. *Manual de Engenharia Têxtil - V. II*. - Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10591/MB 2897: Materiais têxteis - Determinação da gramatura de superfícies têxteis*. São Paulo, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12546/TB 392: Materiais têxteis - Ligamentos fundamentais de tecidos planos - Terminologia*. São Paulo, 1991.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13370/TB 430: Não-tecido - Terminologia*. São Paulo, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13371/MB 3793: *Materiais têxteis - Determinação da espessura*. São Paulo, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13462: *Tecido de malha por trama - Estruturas fundamentais*. São Paulo, 1995.

AUSTRALIAN WOOL INNOVATION LIMITED. *Proof of the attributes of Australian Merino*. [OnLine]. n.d. Disponível em http://www.wool.com/Wearing_About-Merino_Proof.htm [Acesso em 02/07/2013].

BERTMAN, Stephen (University of Windsor). *Handbook to Life in Ancient Mesopotamia*. - New York: Facts on File Inc., 2003.

BIOTECHNOLOGY LEARNING HUB. Cross-section of wool fibre. [Online]. (Postado em 02/06/2010). Nova Zelândia, University of Waikato, 2010. Disponível em http://www.biotechlearn.org.nz/focus_stories/wool_innovations/images/cross_section_of_wool_fibre [Acesso em 12/07/2012].

BLAUVELT, Andrew. *In and around: Cultures of design and the design of cultures*. - Sacramento: Emigre, n. 32, p. 2-23, 1994.

BONA, Mario. *An Introduction to Wool Fabric Finishing*. - Torino: Textilia, 1994.

BRADY, George S.; CLAUSER, Henry R.; VACCARI, John A.. *Materials Handbook*. 15ª Edição. - Nova York: MacGraw-Hill, 2002.

BRADY, P.R.. *Finishing and Wool Fabric Properties: A guide to the theory and practice of finishing woven wool fabrics*. - Belmont: CSIRO Wool Technology, 1997.

BRUNO, Flávio da Silveira. *Tecelagem: Conceitos e Princípios*. - Rio de Janeiro: SENAI-CETIQT, 1992.

CANTERI, A.; AVANCINI, F.; NEVES, J. D.; CRESPIM, L.. *Resistência a penetração/absorção de água*. p. 1-40. - Goioerê: Universidade Estadual de Maringá, 2008.

CARR, Chris M.. *Chemistry of the Textiles Industry*. - Springer: Blackie Academic & Professional, 1995.

CHAUDRI, M. A.; WHITELEY, K. J.. *The Influence of Natural Variations in Fiber Properties on the Felting Characteristics of Loose Wool*. *Textile Research Journal* v.40, n.4, p.297-303. School of Wool and Pastoral Sciences. - Kensington: The University of New South Wales, 1970.

COMPANHIA INDUSTRIAL CATAGUASES. *Fluxograma do processo de fabricação dos fios*. [Online] Disponível em <http://www.cataguases.com.br/Pagina.aspx?17> [Acesso em 20/09/2013].

CONMETRO - Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, *Regulamento Técnico de Etiquetagem de Produtos Têxteis*. - Brasília: Resolução nº 01, de 31 de maio de 2001.

CORBMAN, Bernard P.. *Textiles: Fiber to Fabric*. 6ª edição. - Singapore: McGraw-Hill Book Co, 1985.

- CORONA, Rosa Maria Dávila; PUJOL, Montserrat Duran; FERNÁNDEZ, Máximo García. *Diccionario Histórico de Telas y Tejidos - Castellano-Catalán*. - Junta de Castilla y León: Consejería de Cultura y Turismo, 2004.
- COSTA, Leopoldo. *Food and drink in Ancient Mesopotamia*. [Online]. (Postado em 16/11/2011). Stravaganza, 2011. Disponível em <http://stravaganzastravaganza.blogspot.pt/2011/11/food-and-drink-in-ancient-mesopotamia.html> [Acesso em 20/06/2012].
- COSTA, Manuela Pinto da. *Glossário de termos têxteis e afins: Revista da Faculdade de Letras - Ciências e Técnicas do Património*. - Porto: Editora da Universidade do Porto, 2004.
- CRIAR E PLANTAR. *Pecuária - Ovino: A Lã*. [Online]. Disponível em <http://www.criareplantar.com.br/pecuaria/lerTexto.php?categoria=28&id=31> [Acesso em 15/04/2012].
- DENIS, Rafael Cardoso. *Design, cultura material e o fetichismo dos objetos*. Revista Arco, vol. 1, p. 9 - 12. - Rio de Janeiro, ARCO Editorial, 1998,
- Dicionário da Língua Portuguesa 2013 - Acordo Ortográfico*. Porto: Editora Porto, 2012.
- DONES, Vera Lúcia. *As Apropriações do Vernacular pela Comunicação Gráfica*. - Lajeado: 7ª Conferência Brasileira de Folkcomunicação, 2004.
- DUARTE, Cristina L., *Trajes regionais, Gosto Popular: cores e formas*. - Lisboa: Correios, 2007.
- EDANA. *What Are Nonwovens?*. [Online] Disponível em <http://www.edana.org/discover-nonwovens/what-are-nonwovens-> [Acesso em 20/09/2013].
- EDWARDS, Clive. *Como compreender Design Têxtil: Guia rápido para entender estampas e padronagens*. - São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.
- EMERY, Irene. *The Primary Structures of Fabrics: An Illustrated Classification*. 3ª Edition - Washington: Thames and Hudson, 1994.
- ERHART, Theodor. *Curso técnico têxtil: física e química aplicada, fibras têxteis, tecnologia*. - São Paulo, EPU/EDUSP, 1975(vol. 1)72p.; 1975-1976(vol.2)87p.; 1975-1976(vol.3)56p.
- FAUQUE, Claude. *Fil à Fil: Lin, coton, laine, soie....* - Paris: Éditions du Chêne, 1997.
- FIRMINO, Teresa. *Ovelhas de Portugal foram melhoradas pelos Árabes*. [Online]. (Postado em 21/09/2004). Almada: Al-Madan - Centro de Arqueologia de Almada, 2004. Disponível em <http://www.almadan.publ.pt/NotPort086.htm> [Acesso em 18/05/2012].
- FOURNIER, Nola; FOURNIER, Jane. *In Sheep's Clothing : A Handspinner's Guide to Wool*. Loveland: Interweave Press, 1995.
- FREUND, J. E., *Estatística aplicada: economia, administração e contabilidade*. Ed. Bookman, Porto Alegre, 2006.
- GIRALDI, Adriana Bezerra; MOGNILNIK, Célia Leite; SOUZA, Larissa Ortiz de; FERREIRA, Maria Aparecida Elorde; KIDOGUCHI, Nadir Tomi; TEIXEIRA, Wellington Alves; RAMOS, Julia Baruque. *Gramatura e Possibilidades de Aplicações na Reprodução de Tecidos*. - Salvador: Anais do 2º Colóquio de Moda, 2006.

GOMES, Carlos Alberto Morgado. *Forais do Sabugal*. - Sabugal: Câmara Municipal do Sabugal, 1996.

GONÇALVES, Sérgio Gomes Pires. *Produção Artesanal dos Lanifícios - Uma Proposta de Inovação*. Dissertação de Mestrado em Design Industrial. - Porto: Universidade do Porto, 2005.

GUILLEN, Joaquin Gacén. *Lana: parametros quimicos*. - Terrassa: Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Industriales de Terrassa, 1989.

HATCH, Kathryn L.. *Textile Science*. - New York: West Publishing Company, 1993.

HERMINII, Herminia. *Viagem à minha terra: Serra da Estrela - Manteigas*. - Buenos Aires: e-libro.net, 2005.

HILL, Paulina; BRANTLEY, Helen; VAN DYKE, Mark. *Some properties of keratin biomaterials: Kerateines*. Biomaterials: Volume 31, Issue 4 - February, p. 585-593. - Filadelfia: Elsevier, 2010.

HIRST, Kris. *Artifacts of the Royal Cemetery of Ur*. [OnLine]. Disponível em http://archaeology.about.com/od/mesopotamiaarchaeology/ss/royal_cemetery_at_ur.htm [Acesso em 17/09/2013].

HUBERMAN, Leo. *História da Riqueza do Homem*. 21ª Edição. - Nova York: Zahar, 1986.

KADOLPH, Sara J.. *Textiles*. 10ª Edição. - New Jersey: Pearson Education Inc., 2007.

KUASNE, Angela Maria. *Fibras Têxteis*. - Araranguá: Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina, 2008.

LUPTON, Ellen. *Mixing Messages: Graphic Design in Contemporary Culture*. 2ª Edition. - Nova York: Princeton Architectural Press, 1996.

LUPTON, Ellen. *The academy of deconstructed design*. Eye Magazine: The International Review of Graphic Design v. 1, n. 3, p. 44-63. - London: ESCO Business Services Ltd, 1991.

MALUF, Eraldo. *Dados Técnicos para a Indústria Têxtil*. 2ª edição. - São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo : ABIT - Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção, 2003.

MARQUES, António Henrique R. de Oliveira, *A Sociedade Medieval Portuguesa*. - Lisboa: Sá da Costa, 1987.

MARTINS, Jeanlucas Paines. *Design Vernacular*. Anais dos Resumos do II Prêmio Jovem Pesquisador. - Caxias do Sul: FTSG Conselho Editorial e de Extensão, 2011.

MATOS, Claudino. *Evolução recente do setor dos Pequenos Ruminantes no Alentejo*. - Beja: Revista Ovelha - Associação dos Criadores de Ovinos do Sul, 2009.

MATOS, Claudino. *Raça Merina*. - Beja: Associação Nacional dos Criadores de Ovinos da Raça Merina, n.d.

MAX LAWSON CARPETS, *Wool - the Natural Choice*. [Online]. Disponível em http://www.maxlawsoncarpets.com.au/why_wool.php?10/benefits+of+wool/61/superior+texture+retention+and+resilience [Acesso em 20/09/2013].

MEDDERS, Howell. *Cotton variety exceeds fiber quality expectations*. Arkansas: Arkansas Agricultural Experiment Station, 2012.

MENEZES, Marizilda dos Santos; PASCHOARELLI, Luis Carlos. *Design e planejamento : aspectos tecnológicos / Marizilda dos Santos Menezes, Luis Carlos Paschoarelli (org.)*. - São Paulo : Cultura Acadêmica, 2009.

MERINO. *Fine Heritage: Merino wool's history of refinement*. [Online]. Disponível em <http://www.merino.com/wool-history> [Acesso em 10/07/2012].

MILÁ, Agustín. *Influencia del lavado doméstico en el resultado de los artículos de lana tratados inencogibles*. Boletín del Instituto de Investigación Textil y de Cooperación Industrial, nº 40, p. 33-55. - Terrassa: Instituto de Investigación Textil y Cooperación Industrial, 1969.

MONTGOMERY, D.C., *Design and analysis of experiments*. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey, 2009.

MORTON, W. E.; HEARLE, J.W.S.. *Physical Properties of Textiles Fibres*. 4ª Edição. - Boca Raton: CRC Press, 2008.

MOSSOTTI, R.; INNOCENTI, R.; GALANTE, Y.M. *Estudos e propriedades da lã tratada com proteases*. Revista Química Têxtil Ano XXVI, n. 71, p. 6, junho 2003.

NORTH, Barker; BLAND, Norman. *Chemistry for Textile Students: A Manual Suitable for Technical Students in the Textiles and Dyeing Industries*. London: Cambridge University Press, 1920.

NUNES, Helena Margarida Caires. *Análise de caracteres Reprodutivos e Produtivos de Ovinos da Raça Campaniça*. - Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 1998.

ORTIGÃO, José Duarte Ramalho. *O Culto da Arte em Portugal*. - Lisboa: Antonio Maria Pereira Livreiro-Editor, 1896.

PACHECO, Adriano. *A Vila do Burel*. - Lisboa, 2010.

PEIXOTO, Aristeu Mendes Peixoto; SOUSA, Julio Seabra Inglez de; TOLEDO, Francisco Ferraz. *Enciclopédia Agrícola Brasileira V. 4 I-M*. - Esalq - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - USP, 2007.

PEREIRA, Gislaíne de Souza. *Introdução à Tecnologia Têxtil*. - Araranguá: Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina, 2008.

PEREIRA, Maria Adelina. *Cartilha de Costurabilidade, Uso e Conservação de Tecidos para Decoração - Segunda Edição*. - São Paulo: Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção, 2011.

PEZZOLO, Dinah Bueno. *Tecidos: história, tramas, tipos e usos*. - São Paulo, Editora Senac São Paulo, 2007.

PITTOLI, Magaly. *Sistemas de Titulação dos Materiais Têxteis - Sistemas Formadores de Fios I*. - Americana: FATEC, 2007.

POWER, Eileen. *The Wool Trade in English Medieval History; The Ford Lectures*. - London: University of London, 1941.

REBELLO ANDRADE, C. S. C.. *Merino da Beira Baixa*. - Castelo Branco: Associação dos Produtores de Ovinos do Sul da Beira, 2001.

RIBAS, Tomaz, *O traje regional em Portugal*. - Braga: Difel, 2004.

RIBEIRO, Luiz Gonzaga. *Introdução à Tecnologia Têxtil V. I.* - Rio de Janeiro: SENAI-CETIQT, 1984.

RIBEIRO, Luiz Gonzaga. *Introdução à Tecnologia Têxtil V. II.* - Rio de Janeiro: SENAI-CETIQT, 1984.

RIBEIRO, Mafalda Maria dos Santos Vidal. *Caracterização produtiva e reprodutiva do rebanho de raça Merino Branco da Fundação Eugénio D'Almeida*. - Lisboa: ISA/Universidade Técnica de Lisboa, 2012.

RIPPON, J. A.. *The Structure of Wool, Chapter 1, Em: Wool Dyeing*, Lewis, D.M., Bradford: Society of Dyers and Colourists, 1992.

RODRIGUES, Luís Henrique. *Tecnologia da Tecelagem: Tecnologia e Qualidade na Produção de Tecidos Planos*. Rio de Janeiro: SENAI-CETIQT, 1996.

RUTHSCHILLING, E. A. *Introdução ao Design de Superfície*. Porto Alegre: Núcleo de Design de Superfície - UFRGS, 2006.

SANCHES, Regina Aparecida. *Procedimento para o desenvolvimento de tecidos de malha a partir de planejamento de experimentos: Tese de Doutorado*. - Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2006.

SANTANA, Manuel. *O animal como centro do mundo*. [Online]. (Postado em 11/08/2008). Querido Bestiário - Um percurso histórico, estético e literário pela representação animalista, 2008. Disponível em http://queridobestiarior.blogspot.pt/2008_11_01_archive.html [Acesso em 18/06/2012].

SHEEP 101. *Sheep Breeds*. [Online]. Disponível em <http://www.sheep101.info/breedsS.html> [Acesso em 18/08/2013].

SILVEIRA, Silvia. *Manual de Matérias Primas Têxteis*. - Covilhã: CILAN - Centro de Formação Profissional para a Indústria de Lanifícios, 2011. [Online]. (Postado em 14/05/2011). Disponível em <http://textileindustry.ning.com/forum/topics/manual-de-materias-primas> [Acesso em 02/03/2013].

SIMPSON, W. S.; CRAWSHAW, G. H.. *Wool: Science and Technology*. - Cambridge: Woodhead, 2002.

SIQUEIRA, Maurício. Design Forum, 2012. *Design de Superfície*. [Online]. (Postado em 06/01/2012). Disponível em <http://designforum.com.br/blog/?p=2485> [Acesso em 24/05/2012].

SLADE, Philip E.. *Handbook of Fiber Finish Technology*. - Nova York: Marcel Dekker, 1998.

SMITH, Watson. *The Chemistry of Hat Manufacturing*. - Londres: Scott, Greenwood & Son, 1906.

STRAND, Eva Andersson; FREI, Karin Margarita; GLEBA, Margarita; MANNERING, Ulla; NOSH, Marie-Louise; SKALS, Irene. *Old Textiles – New Possibilities*. European Journal of Archaeology v. 13: 149-173. - Thousand Oaks: SAGE Publications, 2010.

TANIÇAS, Ana Filipa Amiguinho. *Caracterização Produtiva e Reprodutiva das Raças Merina Branca e Merina Preta em Portugal*. - Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2009.

TEIXEIRA, Madalena Braz. *O Traje Regional Português e o Folclore - Portugal: percursos de interculturalidade*/coord. Artur Teodoro de Matos, Mário Ferreira Lages - 4 v. 1.º v.: Raízes e Estruturas. - Lisboa: ACIDI, 2008.

TEIXEIRA, Tairo. *Raças em: Sistema de criação de ovinos nos ambientes ecológicos do sul do Rio Grande do Sul*. [OnLine]. (Postado em 08/2008). Porto Alegre: Embrapa Pecuária Sul, 2008. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ovinos/CriacaoOvinosAmbientesEcologicosSulRioGrandeSul/racas.htm> [Acesso em 25/04/2012].

THE WOOLMARK COMPANY. *Beyond the Bale - Profit From Wool Innovation* - Sidney: n. 55, p. 18, junho 2013. Disponível em http://www.wool.com/Content/en-GB/BTB_June2013.pdf [Acesso em 12/07/2013].

THE WOOLMARK COMPANY. *Merino Perform*. - Sidney: Australian Merino Pty. Ltd, 2008.

THE WOOLMARK COMPANY. *Wool Characteristics*. [OnLine]. Disponível em <http://www.wool.com/en/market-intelligence/woolcheque/wool-characteristics> [Acesso em 03/07/2013].

TORB & REINER. *The History of Felt*. [OnLine]. Disponível em <http://www.torbandreiner.com/felt-history-general> [Acesso em 23/09/2013].

TRIOLA, Mario. *Elementary Statistics*. 12ª edição. - Boston: Addison-Wesley, 2012.

TROFICOLOR TÊXTEIS. *Processos Têxteis*. Trofa: Troficolor Têxtil S.A., 2010.

VALESE, Adriana. *Design Vernacular Urbano: a Produção de Artefatos Populares em São Paulo como Estratégia de Comunicação e Inserção Social*. Dissertação de Mestrado. - São Paulo: PUC/SP, 2007.

VÁSQUEZ, Alicia Almanza. *Catalogo de Razas*. - Cidade do México: Asociación Mexicana dos Criadores de Ovinos, 2007.

VEBLEN, Sarah. Know Your Knits. *Threads Magazine*: Volume 97, p. 59-63. - Newtown: The Taunton Press, 2008.

WOOL JOURNAL. *Wool Production and Supply*. [Online]. October/2011 Edition. ASI - American Sheep Industry Association, Englewood, 2011. Disponível em http://www.sheepusa.org/user_files/file_936.pdf [Acesso em 18/06/2012].

WORTMANN, F. -J.; WORTMANN, G.. *Scanning electron microscopy as a tool for the analysis of wool*. - Guimarães: Universidade do Minho, 1991.

YAMASHITA, T.M., SANCHES, R.A. *A influência da pré-tensão no número de torções em fios de algodão*. - Revista Textília, n. 45, p. 34-42, 2002.

Anexos

Anexo 1 - Teste de Amarrotamento

Teste de Amarrotamento: Avaliação de Aparência do Departamento de Engenharia Têxtil do Centro Universitário da FEI, catálogo de testes da Prof. Dra. Toshiko Watanabe, de junho de 2013.

Centro Universitário da FEI
Departamento de Engenharia Têxtil
TX 5330 - Controle de Qualidade Têxtil III

Recuperação de vinco: Avaliação da aparência

- **Norma de referência:** AMERICAN ASSOCIATION OF OF TEXTILE CHEMISTS AND COLORISTS. **AATCC Test Method 128:** Wrinkle Recovery of Fabrics: Appearance Method. Research Triangle Park. 2010.

- **Equipamentos e materiais:**
Wrinkle Tester
Padrões fotográficos

- **Procedimento:**
Cortar 3 c.p. de 28 x 15 cm de modo que o lado maior seja paralelo aos fios de urdume (tecido plano) ou as colunas (tecido de malha).
Prender o c.p. nos suportes superior e inferior com os anéis.
Retirar o pino de sustentação e abaixar lentamente o suporte superior com a mão.
Colocar o peso de 3,5 kg no suporte superior. Após 20 min retirar o c.p.do aparelho tomando cuidado para não alterar os vincos.
Prender o c.p. pelo lado menor deixar por 24h. Avaliar comparando com os padrões.
Nota: 5: ótima aparência e 1: péssima aparência.

- **Resultados:**

c.p.	nota
1	
2	
3	
média	

Anexo 2 - Teste de Espessura

Teste de Espessura: Avaliação de Espessura do Departamento de Engenharia Têxtil do Centro Universitário da FEI, catálogo de testes da Prof. Dra. Toshiko Watanabe, de junho de 2013.

Centro Universitário da FEI
Departamento de Engenharia Têxtil
TX 5330 - Controle de Qualidade Têxtil III

Espessura

- **Norma de referência:** AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS.
ASTM D 1777: Thickness of textile materials, measuring. West Conshohocken.
2006.

- **Equipamentos e materiais:**
Medidor de espessura

- **Procedimento:**
Condicionar a amostra.
Selecionar e ajustar o valor da pressão a ser aplicado de acordo com a tabela..
Aplicar a pressão no c.p. em aproximadamente 5s, manuseando com cuidado para não alterar o estado original da amostra. Fazer 5 medições.

Tipo Material	Exemplos	Pressão-cN/cm ²
Macio	cobertores, tecidos malha	0,35 - 35
Moderado	tecidos planos, carpetes	1,4 - 144
Firme	feltros, lonas	7 - 700

- **Resultados:**
área apalpador: 5 cm² pressão: 100 cN/ cm²

c.p	tecido plano	tecido malha
1		
2		
3		
4		
5		
média-mm		
c.v.-%		

Glossário

Para elucidar algumas definições que possam gerar dúvidas, e devido a diferenças em algumas terminologias - técnicas ou não - entre o português de Portugal e o português do Brasil, fez-se necessário elaborar este pequeno glossário. Entre parênteses está a forma com que é utilizada em Portugal, quando diferente, e logo a seguir, está uma breve descrição.

Autoclave: é um aparelho utilizado para esterilizar e estabilizar artigos através do calor úmido sob pressão.

Beneficiamento Têxtil (acabamento): são os tratamentos químicos ou mecânicos executados nos tecidos pós tecelagem, que visam melhorar suas características físico-químicas.

Desenho têxtil ou Padronagem (debuxo): estudo da estrutura têxtil para o desenvolvimento dos tecidos.

Desligamento (alinhavo): é denominado desligamento quando um fio de trama, na evolução da armação, passa por cima ou por baixo de dois ou mais fios de urdume.

Entrelaçamento ou Armação (ligamento): o modo pelo qual a trama se entrelaça com o urdume para formar o tecido.

Gore-Tex: é uma membrana de teflon expandido com microporos muito menores que gotas de água e maiores que o vapor d'água, que faz com que a água não passe para o interior do material, sendo impermeável, porém permite que o suor saia em forma de vapor, deixando o material transpirável.

Gramatura (gramagem): designação para o valor dado ao cálculo da massa por unidade de superfície dos materiais têxteis, ou seja, quantos gramas possui em um metro quadrado de tecido, é expresso em g/m².

Lipídios (lípidos): também chamados de gorduras, são biomoléculas orgânicas compostas, principalmente, por moléculas de hidrogênio, oxigênio, carbono. São insolúveis na água e solúveis em solventes como álcool, éter, benzina, etc. Tem a função de fornecer energia celular, participar da composição da membrana celular, atuar como isolante térmico e facilitar algumas reações químicas.

Off-white: é a cor conhecida também como branco-sujo ou branco gelo, uma espécie de não branco. Na escala pantone para artigos têxteis é a cor que corresponde ao código TPX 11-0104.

Penteagem (penteação): é a parte do processo de fiação onde são eliminadas as fibras curtas, impurezas e pequenas aglomerações de fibras emaranhadas (neps) remanescentes dos processos anteriores e também através da estiragem melhora a uniformidade da fita.

Pontos deixados (deixas): é quando, na armação do tecido, o fio de urdume passa por baixo do fio de trama.

Pontos tomados (picas): é o contrário de pontos deixados, quando, o fio de urdume passa por cima do fio de trama.

Tela (tafetá): o mais comum dos desenhos têxteis, caracterizado pela formação similar a uma tela de xadrez, onde o fio de trama se alterna, passando ora por baixo, ora por cima dos fios de urdume.

Titulação (titulagem): é a forma de se definir o título de um fio e é representado por um número que expressa a relação entre um determinado comprimento e seu peso correspondente.

Urdume (teia ou barbim): são os fios dispostos no sentido do comprimento do tecido, que ficam presos ao tear e ao serem entrelaçados com a trama, constroem o tecido propriamente dito, também são chamados de fios de fundo.