



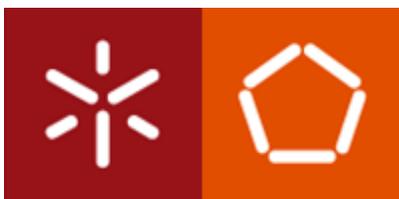
Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Joaquim Jorge Cardoso de Oliveira

**Caraterização do Processo e Estudo das
Propriedades de Tecidos Bi-Elásticos**

Outubro de 2016



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Joaquim Jorge Cardoso de Oliveira

**Caraterização do Processo e Estudo das
Propriedades de Tecidos Bi-Elásticos**

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia Têxtil

Trabalho efetuado sob a orientação da

Professora Ana Maria Rocha



Agradecimentos

No final deste trabalho, desejo exprimir a minha gratidão e o meu reconhecimento às pessoas ou entidades, que ao longo deste e das mais variadas formas contribuíram e auxiliaram para a realização do mesmo.

Em primeiro lugar gostaria de expressar o meu agradecimento à minha orientadora a Prof.^a Doutora Ana Maria Moreira Ferreira Rocha pelo desafio apresentado, pela sua disponibilidade, revisão crítica e pela excecional ajuda na orientação e realização desta dissertação.

À empresa Somelos Tecidos personificada pelo Sr. Administrador Eng.^o. Arnaldo Machado que me coorientou na realização deste trabalho, por todas as suas sugestões, críticas e disponibilidade sempre demonstrada e ainda por me facultar todas as condições e materiais necessários para a realização e elaboração deste trabalho, um agradecimento especial.

Um agradecimento também à empresa Somelos Acabamentos por todo o apoio e disponibilidade dada para a elaboração desta Dissertação de Mestrado.

Desejo também agradecer a todo o Departamento de Engenharia Têxtil, principalmente ao Eng.^o Joaquim Jorge, pelo apoio prestado e pela facilidade de acesso à utilização dos laboratórios.

Agradeço ainda a todos os meus colegas de curso, amigos e às pessoas que, diretamente ou indiretamente me ajudaram e motivaram na realização e elaboração este trabalho.

A meus pais por tudo o que sou hoje, principalmente a meu pai **Narciso de Oliveira** (*in memoriam*) que o deixaria extremamente orgulhoso por este meu feito.

Por fim, o maior agradecimento vai para a minha esposa e meus filhos, pelo apoio incondicional, paciência, pela força, motivação e coragem manifestada durante todo este percurso mas principalmente pela compreensão.

Um muito obrigado a todos...



Título da dissertação - Caraterização do processo e estudo das propriedades de tecidos bi-elásticos.

Resumo

O crescente interesse dos consumidores por produtos têxteis funcionais que transmitam uma sensação de conforto e bem-estar tem conduzido ao desenvolvimento de tecidos que promovem liberdade de movimentos, ao mesmo tempo que apresentam elasticidade para se conformarem ao corpo. O processo de produção destes tecidos, designados de elásticos, envolve normalmente a integração de filamentos de elastano ou fios contendo elastanos na direção da trama ou em ambas as direções-tecidos bi-elásticos.

Contudo, a obtenção de determinadas funcionalidades, designadamente elasticidade bidirecional, não é trivial e pressupõe um controlo efetivo de todas as variáveis e parâmetros dos processos que tornam o fabrico de tecidos bi-elásticos complexo e desafiador.

Por este motivo e face à emergência de tecidos bi-elásticos (*bistretch*), tornou-se pertinente analisar e caraterizar os processos envolvidos no fabrico de tecidos bi-elásticos e avaliar as propriedades dos tecidos obtidos, por forma a estabelecer as condições de processo que conduzem ao comportamento elástico requerido- *Comfort stretch*.

O trabalho apresentado nesta dissertação de mestrado em Engenharia Têxtil teve como principal objetivo o estudo de tecidos bi-elásticos finos de elevada qualidade e alto valor acrescentado, integrando fios elásticos *core-spun*. Este estudo envolveu a caraterização de todo o processo – desde a receção do fio até ao acabamento do tecido-, a análise de todos os parâmetros e variáveis utilizados no seu fabrico e a caraterização das propriedades dos tecidos bi-elásticos resultantes, designadamente propriedades elásticas e térmicas.

Este estudo permitiu identificar os parâmetros e variáveis dos processos com maior influência nas propriedades dos tecidos bi-elásticos, em particular nas propriedades elásticas. Permitiu ainda verificar que o processo de termofixação, apesar de fundamental na estabilização dimensional dos tecidos, pode ter um efeito negativo nas suas propriedades elásticas.

Palavras-chave: tecidos bi-elásticos, fios core-spun, propriedades elásticas, parâmetros de controlo do processo.



Title of the dissertation- Process characterization and study of the properties of bielastics fabrics.

Summary

The growing increase of consumers' demand for functional textile products that impart comfort and well-being sensations, is leading to the development of fabrics which promote freedom of movements, simultaneously providing elasticity to conform to the body. The production process of these fabrics, called elastic or stretchable fabrics, typically involves the integration of elastane filaments or yarns containing elastane in the weft direction or in both directions- bi-stretch fabrics. Nevertheless, the promotion of certain functionalities, namely bidirectional stretchability is not trivial and involves the effective control of all processes' variables and parameters, making the production of bi-stretch fabrics complex and challenging.

For that reason and due to the emergence of bi-stretch fabrics it was considered of utmost importance to characterize and analyse the processes involved in the production of bi-stretch fabrics and evaluate the properties of the fabrics obtained, to enable the specification of processes' conditions that lead to the required elastic behaviour –Comfort stretch .

The main objective of the work presented in this Master dissertation in Textile Engineering is the study of high quality, high added-value and thin bi-stretch fabrics integrating core-spun elastic yarns. This study involved the characterization of the whole production process- from yarn reception to fabric finishing- , the analysis of all parameters and variables used and the characterization of the resulting bi-stretch fabrics, namely elastic and thermal properties.

This study allowed identifying processes' parameters and variables that most influence the properties of bi-stretch fabrics, in particular elastic properties. It also enabled verifying that the thermosetting process, although fundamental to fabrics' dimensional stability, may have a negative effect on fabrics' elastic properties.

Keywords: bi-stretch fabrics, core-spun yarns, elastic properties, process control parameters



Índice

1. Introdução.....	1
1.1 Objetivo.....	2
1.2 Metodologia.....	2
1.3 Estrutura do trabalho.....	2
2. Revisão bibliográfica	5
2.1 Tecidos bi-elásticos.....	5
2.2 Fios elásticos <i>core-spun</i>	6
2.3 Conforto de tecidos bi-elásticos.....	7
2.4 Processo de produção de tecidos bi-elásticos	8
3. Procedimentos de ensaio e equipamentos	11
4. Desenvolvimento experimental.....	19
4.1 Caraterização e controlo do processo de fabricação dos tecidos bi-elásticos.....	19
4.1.1. Controlo dos processos de preparação dos fios	19
4.1.1.1 Controlo de receção dos fios em cru e após rebobinagem	20
4.1.1.2 Controlo do tingimento e branqueio dos fios.....	22
4.1.1.2.1 Avaliação da uniformidade de tingimento	24
4.1.1.2.2. Avaliação do grau de brancura.....	29
4.1.1.3 Controlo da Vaporização	31
4.1.1.3.1 Avaliação do coeficiente de atrito e taxa de humidade	31
4.1.1.4 Caracterização dos fios elásticos após a etapa de preparação.....	33
4.1.2. Controlo dos processos de preparação de teias e tecelagem.....	33
4.1.2.1 Controlo da Urdissagem das teias	34
4.1.2.1.1 Avaliação da tensão dos fios	36
4.1.2.1.2 Avaliação da dureza das teias	37



4.1.2.2	Controlo da Encolagem das teias	37
4.1.2.3	Controlo da tecelagem	39
4.1.2.3.1	Avaliação do tecido - 1 ^a amostra	42
4.1.2.3.2	Verificação das tensões na trama.....	43
4.1.2.3.3	Determinação da taxa de quebras	43
4.1.2.3.4	Avaliação da taxa de encolhimento dos tecidos.....	44
4.1.2.3.5	Caraterização de defeitos -Revista do tecido	44
4.1.2.4	Caraterização dos tecidos bi-elásticos à saída do tear	45
4.1.3.	Controlo dos processos de preparação e acabamento dos tecidos	46
4.1.3.1	Controlo da preparação dos tecidos	48
4.1.3.2	Controlo do processo de acabamento dos tecidos	50
4.1.3.3	Caraterização dos tecidos bi-elásticos.....	53
4.2	Estudo das propriedades dos tecidos bi-elásticos.....	54
4.2.1	Propriedades elásticas	55
4.2.2	Propriedades associadas ao conforto termofisiológico- propriedades térmicas, de transferência de ar e de vapor.....	56
4.2.2.1	Propriedades térmicas	56
4.2.2.2	Permeabilidade ao ar.....	57
4.2.2.3	Permeabilidade ao vapor de água	57
4.2.3	Propriedades associadas ao conforto sensorial - propriedades de flexão, cair e atrito superficial.....	58
4.2.3.1	Propriedades de flexão.....	58
4.2.3.2	Cair	58
4.2.3.3	Atrito superficial	59
5.	Discussão de resultados	61
6.	Conclusões e perspetivas futuras	63
	Bibliografia	65



Anexo 1.....	68
Anexo 2.....	69
Anexo 3.....	73
Anexo 4.....	79
Anexo 5.....	81
Anexo 6.....	86
Anexo 7.....	87
Anexo 8.....	87
Anexo 9.....	90
Anexo 10.....	90
Anexo 11.....	91
Anexo 12.....	92
Anexo 13.....	93
Anexo 14.....	96
Anexo 15.....	104
Anexo 16.....	110
Anexo 17.....	112
Anexo 18.....	115
Anexo 19.....	118
Anexo 20.....	119
Anexo 21.....	122



Índice de figuras

Figura 1 - Etapas do processo de produção de tecidos bi-elásticos na empresa Somelos Tecidos, S.A.....	8
Figura 2 - Esquema de controlo nos processos de Preparação dos fios elásticos.....	20
Figura 3 - Porta material e Autoclave nº14, Somelos Acabamentos, S.A.....	23
Figura 4 - Bobinas selecionadas e identificadas colocadas no porta material.....	23
Figura 5 - Espectrofotómetro DATA COLOR, SPECTRAFLASH SF600 PLUS – CT.....	24
Figura 6 - Variação do delta E (ΔE) das bobinas com dureza média com a posição na autoclave.	25
Figura 7 - Variação do Delta E (ΔE) das bobinas com maior e menor dureza com a posição na autoclave.....	27
Figura 8 - Amostras retiradas no início (exterior, a meio e no final (interior) da bobina.....	27
Figura 9 - Variação do Delta E (ΔE) ao longo da espessura das bobinas- ref.4000.....	28
Figura 10 - Variação do Delta E (ΔE) ao longo da espessura das bobinas-ref.19450.	29
Figura 11 - Espectrofotómetro DATA COLOR, INTERNACIONAL – MICROFLASH [®]	30
Figura 12 - Variação do Grau Berger das diferentes bobinas nas três zonas definidas.	30
Figura 13 - Máquina de vaporizar WELKER - HUMIVAC [®] - Somelos MIX, S.A.....	31
Figura 14 - Variação do coeficiente de atrito do fio antes e depois da vaporização.....	32
Figura 15 - Variação da taxa de humidade antes e depois da vaporização.....	32
Figura 16 - Esquema de controlo nos processos de Preparação de teias e tecelagem	34
Figura 17 - Zonas de controlo de tensão na urdissagem propriamente dita- representação esquemática.....	35
Figura 18 - Pontos de controlo na repassagem- medição da dureza.....	35
Figura 19 - Tensão média dos fios da teia preta (ref.4000) nas diferentes zonas de controlo na esquinadeira.....	36
Figura 20 - Tensão média dos fios da teia branqueados (ref.0036) nas diferentes zonas de controlo na esquinadeira.....	36
Figura 21 - - Resultados do controlo da dureza da teia cor preta (ref.4000).....	37
Figura 22 - Resultados do controlo da dureza da teia cor branco (ref.0036).....	37
Figura 23 - Comparação das durezas obtidas na teia de cor preta (ref.4000) no final da urdissagem e da encolagem.....	38



Figura 24 - Comparação das durezas obtidas na teia branqueada (ref.0036) no final da urdissagem e da encolagem.....	39
Figura 25 - Esquema de controlo nos processos de Preparação e acabamento de tecidos bi-elásticos.....	47
Figura 26 - Representação gráfica das propriedades elásticas nas diferentes fases de fabrico. .	55
Figura 27 – Perfis dos Tecidos A e B.	59
Figura 28 - Gráfico do coeficiente de atrito cinético dos tecidos A e B.	60



Índice de tabelas

Tabela 1 - Tabela da análise às propriedades dos fios.	12
Tabela 2 - Tabela da análise às propriedades dos tecidos.	14
Tabela 3 - Caraterísticas básicas dos fios utilizados	20
Tabela 4 - Caraterísticas da bobinadeira e condições de operação.	21
Tabela 5 - Comparação de caraterísticas e propriedades dos fios em cru (original-rebobinado).	22
Tabela 6 - Valores médios de delta E (ΔE) obtidos nos testes às 10 bobinas com dureza média.	25
Tabela 7 - Valores médios de delta E (ΔE) obtidos nos testes às bobinas com maior dureza e com menor dureza.	26
Tabela 8 - Valores de delta E (ΔE) obtidos nas três zonas das bobinas – ref.4000.	28
Tabela 9 - Ficha de especificação dos fios	33
Tabela 10 - Caraterísticas da urdissagem das teias	34
Tabela 11 - Caraterísticas da engomadeira, condições de operação e receita de encolagem.	38
Tabela 12 - Dados da ficha técnica para o fabrico dos tecidos.	40
Tabela 13 - Caraterísticas do tear e condições de operação.	41
Tabela 14 - Tabela com os dados da inclinação dos liços e distância da alavanca ao tirante a 310°.	42
Tabela 15 - Afinação do angulo de cruzamento dos liços (ourelas).	42
Tabela 16 - Caraterização da primeira amostra de tecido.	42
Tabela 17 - Controlo das quebras, motivo das quebras e rendimento do tear.	43
Tabela 18 - Controlo ao encolhimento das amostras de tecido ao cair do tear (Tecido A e B), Somelos Tecidos, S.A.	44
Tabela 19 - Identificação e caraterização dos defeitos.	45
Tabela 20 - Caraterísticas de construção e propriedades dos tecidos A e B à saída do tear.	46
Tabela 21 - Controlo ao encolhimento das amostras de tecido, Somelos Acabamentos, S.A.	47
Tabela 22 - Caraterísticas da máquina de enrolar.	47
Tabela 23 - Caraterísticas da gaseadeira e condições de operação.	48
Tabela 24 - Caraterísticas do Jigger, condições de operação e receita de desencolagem.	49
Tabela 25 - Caraterísticas do secador e condições de operação.	49
Tabela 26 - Valores médios da estabilidade dimensional, resistência à tração e ao rasgo dos tecidos A e B.	50



Tabela 27 - Caraterísticas da râmola e condições de operação.	51
Tabela 28 - Valores médios da estabilidade dimensional, resistência atração e ao rasgo dos tecidos A e B.....	51
Tabela 29 - Caraterísticas da Sanfor e condições de operação.....	52
Tabela 30 - Caraterísticas e propriedades dos tecidos A e B nas diferentes fases do seu processamento.....	53
Tabela 31 - Propriedades dos tecidos bi-elásticos.	54
Tabela 32 - Resultados obtidos no aparelho Alambeta.	57
Tabela 33 - Resultados obtidos no teste de permeabilidade ao vapor de água.....	58
Tabela 34 - Coeficiente de atrito cinético dos tecidos A e B, (Friqtorq).....	59



Lista de acrónimos

% - Percentagem

°C – graus centígrados

cm – centímetros

cm² – centímetros quadrados

cN – centinewton

dm³ – decímetros cúbicos

g - gramas

g/ dm³ - gramas por decímetros cúbicos

g/m² – gramas por metro quadrado

Kg – kilograma

Km – Quilómetro

m – metros

m/min – metro por minuto

mbar – milibar

mg.cm - miligramas por centímetro

min – minuto

s – segundo

ml/s – mililitros por segundo

mm – milímetros

N – Newton

Ne – massa linear do fio (método inverso), número inglês.

tex - massa linear do fio (método direto).



1. Introdução

A atual procura por têxteis funcionais que devido à sua estrutura, composição, acabamentos ou uma combinação destes providenciam desempenho ou funcionalidades pré-definidas, tem conduzido ao desenvolvimento de tecidos com requisitos específicos da área de aplicação a que se destinam.

Os tecidos elásticos enquadram-se nesta tipologia e a base do seu desenvolvimento poderá assentar em requisitos associados às áreas da saúde ou desporto (produtos de compressão) ou às áreas do bem-estar e da moda (produtos de vestuário casual).

A maioria dos tecidos elásticos incorpora na sua estrutura fios elásticos constituídos por filamentos elastoméricos (elastómeros/elastanos) em combinação com fibras relativamente inelásticas, como algodão, poliamida ou lã. Os filamentos elastoméricos cumprem a função de providenciar elasticidade aos tecidos para que sejam capazes de esticar e recuperar a sua forma inicial e as outras fibras conferem as restantes características, normalmente associadas a propriedades de conforto.

Na maioria dos casos, as forças de contração desenvolvidas no interior da estrutura de um tecido elástico são superiores às de um tecido que não incorpora elastómeros, conduzindo conseqüentemente a maiores encolhimentos. O controlo das tensões dos fios nas operações de preparação e de tecelagem é considerado um fator fundamental para minorar o encolhimento destes tecidos. Contudo é também reconhecido que para controlar efetivamente o seu encolhimento é necessário recorrer a um processo de termofixação. Acresce que em tecidos produzidos com fio tinto, o tingimento em bobinas de fios contendo filamentos elastoméricos representa uma outra fonte de possíveis problemas. Os filamentos elastoméricos sofrem retração quando submetidos a estas operações, comprimindo a bobina, o que pode prejudicar a penetração uniforme do banho ao longo da sua espessura, resultando em diferenças de cor e de dureza que prejudicarão os processos posteriores de preparação e tecelagem e afetarão a qualidade dos tecidos elásticos produzidos.

Apesar dos problemas relacionados com o desenvolvimento e produção de tecidos elásticos, uni ou bi-elásticos, estarem identificados, há muito poucos estudos sistemáticos sobre a influência das diferentes variáveis dos processos nas características e propriedades dos tecidos elásticos, em particular tecidos bi-elásticos.



A presente dissertação surge neste contexto e na sequência de um projeto que envolveu as empresas do Grupo Somelos (Somelos Tecidos S.A, Somelos Fios S.A. e Somelos Acabamentos S.A.) e a Universidade do Minho, visando o desenvolvimento de tecidos finos bi-elásticos.

1.1 Objetivo

O principal objetivo do trabalho é o estudo de tecidos finos bi-elásticos de elevada qualidade e alto valor acrescentado, integrando fios elásticos *core-spun*. Neste estudo, serão analisadas todas as variáveis e caracterizados todos os parâmetros dos diferentes processos de produção desde a receção do fio por parte da empresa, tingimento do fio e tecelagem, até ao acabamento final dos tecidos produzidos. Os tecidos bi-elásticos produzidos serão caracterizados relativamente às propriedades elásticas e propriedades térmicas.

1.2 Metodologia

A metodologia utilizada no presente trabalho consistiu inicialmente na definição dos objetivos da dissertação seguida de um levantamento bibliográfico acerca de estudos e trabalhos científicos realizados sobre tecidos elásticos e suas propriedades e uma breve abordagem às propriedades associadas ao conforto. Nas fases seguintes procedeu-se à caracterização de todo o processo produtivo (desde a receção dos fios até ao acabamento dos tecidos bi-elásticos) e avaliação das propriedades dos fios em cada fase do processo e posteriormente à avaliação das propriedades dos tecidos à saída do tear, descolados e em acabado. No final do trabalho foram apresentadas as conclusões finais obtidas ao longo dos processos e por fim apresentadas propostas para trabalhos futuros.

1.3 Estrutura do trabalho

A dissertação está estruturada em 6 capítulos:

Capítulo 1 – neste capítulo é feito um enquadramento do trabalho a realizar, definindo-se o seu objetivo e a metodologia adotada no seu desenvolvimento.



Capítulo 2 – neste capítulo é apresentado um resumo da revisão bibliográfica efetuada na área dos tecidos elásticos e das propriedades associadas ao conforto térmico. Faz-se também uma descrição sucinta do processo de produção dos tecidos bi-elásticos.

Capítulo 3 – este capítulo apresenta a especificação técnica dos diferentes equipamentos produtivos, os métodos para determinar as propriedades de controlo do processo, bem como os testes de caracterização dos tecidos bi-elásticos.

Capítulo 4 – este capítulo apresenta todo o trabalho experimental realizado, bem como os resultados obtidos e a sua interpretação.

Capítulo 5 – neste capítulo são discutidos, de uma forma crítica, os resultados mais importantes retirados ao longo do processo de produção dos tecidos e a análise final das propriedades elásticas e associadas ao conforto dos tecidos bi-elásticos produzidos.

Capítulo 6 – neste último capítulo apresentam-se as principais conclusões do trabalho realizado e também estudos a serem realizados em trabalhos futuros.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Tecidos bi-elásticos

Por definição, tecidos elásticos são estruturas têxteis que apresentam extensibilidade uni ou bidirecional. Assim, a principal característica dos tecidos elásticos é a sua capacidade de alongamento – extensão - quando submetidos a forças de tração ou compressão, e posterior recuperação da dimensão/forma inicial, sem deformação, quando essa força é removida.

A extensão (*Stretch*) e a recuperação elástica (*Recovery*), além de dependerem da percentagem de elastano que contêm (Mourad, *et al.* 2012), são afetadas pelos seguintes parâmetros (Gorjanc, *et al.* 2014; Qadir B., *et al.* 2014):

- Tipo de tear e suas configurações;
- Tensões nos vários processos;
- Estrutura do tecido (debuxo);
- Contextura;
- Massa linear do fio;
- Percentagem de mistura das fibras;
- Processo de acabamento do tecido (tempo, temperatura, etc.)

Estes parâmetros ao induzirem forças de atrito na estrutura, geram tensões internas que se não forem relaxadas provocarão deformações, instabilidade dimensional nos tecidos e um deficiente desempenho no vestuário produzido (Gersak, *et al.* 2005; Masaeli R., *et al.* 2015).

No caso dos tecidos bi-elásticos este comportamento é visível na direção da teia e da trama, sendo assim capazes de se ajustar com maior facilidade a diferentes formas.

Dependendo da capacidade de alongamento, estes tecidos são classificados em dois tipos: *Comfort stretch*, quando a extensão se situa entre 5-30% ou *Power stretch* para extensões entre 30-50% (X Wang, *et al.* 2008). Os tecidos elásticos para vestuário casual são normalmente do tipo *Comfort stretch*.

Estes níveis de extensão são geralmente conseguidos através da incorporação de fios elásticos (elastanos nus ou fios recobertos) na estrutura dos tecidos. Contudo a sua integração nos tecidos levanta alguns problemas de processamento que interferem na qualidade e funcionalidade dos

tecidos, designadamente, na contextura, no toque e na estabilidade dimensional e extensão/recuperação do tecido. (Klevaityte, *et al.* 2008).

Na tentativa de melhorar o processamento destes fios e a funcionalidade dos tecidos produzidos, surgiram algumas soluções registadas sob a forma de patente, das quais se destacam a GB 15123273 e a JP 2002-013045 (WO/2009/094311) por se referirem à integração de fios elastoméricos na direção da teia, submetidos por isso a um maior número de fontes de tensão. As soluções propostas visam facilitar a tecelagem deste tipo de fios, combinando fios elásticos com fios “não-elásticos” na montagem das teias. Estas soluções não são adequadas ao objetivo deste trabalho.

O fabrico e desenvolvimento dos tecidos bi-elásticos (bistretch) usando fios elásticos core-spun estão a aumentar devido às suas excelentes capacidade de alongamento, recuperação, compressão e de manter a sua estabilidade dimensional mesmo sendo usados regularmente. (Maqsood M., *et al.* 2016). Neste contexto estudaram-se diferentes variáveis do processo de fabrico de tecidos, designadamente debuxo e contextura para prever a extensão e a recuperação elástica de forma a tentar controlar estas caraterísticas. (Mohammad, A., *et al.* 2011; Ogulata, *et al.* 2006).

2.2 Fios elásticos *core-spun*

Os fios ou filamentos elásticos são o principal componente de um tecido elástico uni ou bidirecional. Os fios elásticos *core-spun* são constituídos por dois componentes, filamentos elásticos (elastanos) na alma (*core*) e fibras no exterior (*sheath*) e podem ser obtidos por diferentes métodos de fiação (contínuo de anel modificado, rotor, vortex), sendo o mais comum o da fiação de anel. Esta técnica de produção numa só operação surgiu nos anos 70 com o objetivo de obter fios multifuncionais por combinação de propriedades de diferentes materiais (Dias, 2009).

Os filamentos de elastano têm uma elevada extensão assim como uma ótima recuperação elástica. A percentagem de elastano usada no fabrico dos fios tem uma influência significativa nas propriedades dos tecidos elásticos, designadamente (Mourad, *et al.* 2012):

- A contração do tecido aumenta com o aumento da percentagem de elastano no fio;
- A resistência à tração do tecido diminui e a extensão aumenta com o aumento da percentagem de elastano usado;



- A permeabilidade ao ar e a resistência ao rasgo do tecido diminuem significativamente com o aumento da percentagem de elastano;
- A extensão e a recuperação elástica aumentam com o aumento da percentagem de elastano.

2.3 Conforto de tecidos bi-elásticos

A ciência do conforto considera que a relação vestuário / bem-estar é essencial na sensação de conforto. Embora o conceito de conforto seja muito subjetivo, tendo em vista que é uma impressão produzida nos órgãos dos sentidos, percebida pelo toque e transmitida ao cérebro pelos nervos, a fisiologia do vestuário enumera quatro tipos de conforto: (Gerald, *et al.* 1999; Behera, *et al.* 2007; Bartels, *et al.* 2006; Saville, *et al.* 2000).

- Conforto térmico ou fisiológico (termofisiológico) – está relacionado com o equilíbrio térmico do homem com o meio ambiente, isto é, quando a perda de calor do corpo é equivalente à quantidade de calor produzida pelos processos fisiológicos internos;
- Conforto sensorial ou táctil – é obtido através das sensações mecânicas que os têxteis causam diretamente na pele. As perceções sentidas podem ser agradáveis, com o toque macio e flexível; mas também podem ser desagradáveis ao tato, se o vestuário for áspero ou se aderir à pele suada;
- Conforto psicológico ou estético – refere-se à sensação que o utilizador tem de se sentir bem de acordo com o seu *status*, nível social, cultural e profissional. Diretamente ligado ao design visual, é definido pelas preferências pessoais, formas, cores, ideologias entre outros fatores. O fator aparência é preponderante e, atender a essa necessidade, favorece o maior interesse do utilizador na hora da escolha da compra sendo, portanto, um aspeto fundamental no processo de desenvolvimento do produto;
- Conforto ergonómico (facilidade de movimento) – trata da estrutura do vestuário com a do utilizador e a sua liberdade de movimentos. Está diretamente ligado com o grau de elasticidade do material têxtil e a modelagem da peça. (Filgueiras, 2008).

A sensação de conforto promovida pelos tecidos bi-elásticos é essencialmente devida à liberdade de movimentos proporcionada pelo vestuário, mas como este estudo se debruça sobre tecidos finos bi-elásticos para vestuário de elevada qualidade e alto valor acrescentado ir-se-ão avaliar também as propriedades associadas ao conforto sensorial e termofisiológico.

2.4 Processo de produção de tecidos bi-elásticos

A produção de tecidos bi-elásticos na empresa Somelos Tecidos, S.A. envolve processos convencionais de preparação dos fios (para teia e trama), de preparação de teias para a tecelagem e tecelagem propriamente dita e de preparação de tecidos e seu acabamento final. A Figura 1 ilustra as três etapas do processo de produção adotado na empresa. No caso em estudo, os tecidos bi-elásticos são produzidos com fio tingido ou branqueado. Estas operações estão incluídas no processo de preparação dos fios.

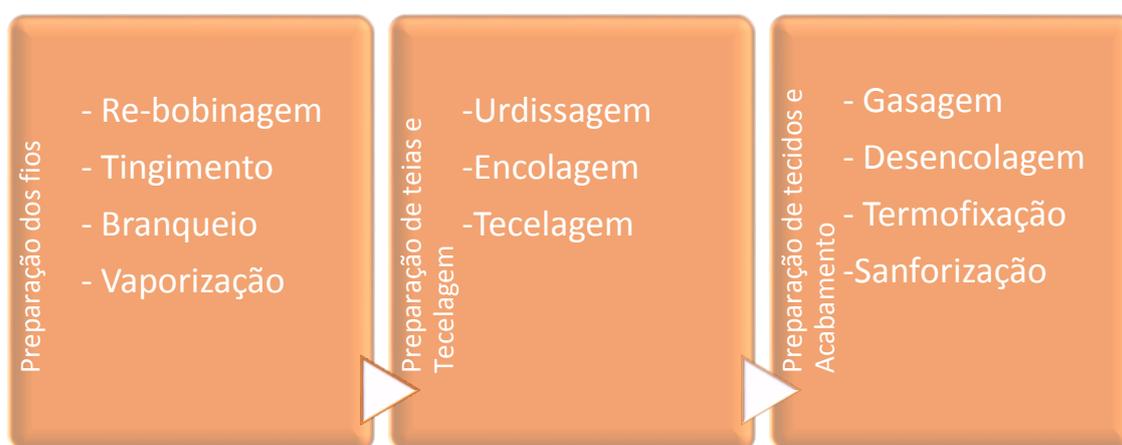


Figura 1 - Etapas do processo de produção de tecidos bi-elásticos na empresa Somelos Tecidos, S.A.

O fio proveniente de bobinas das fiações é numa primeira etapa preparado para tingir ou branquear – rebobinado - de acordo com condições e parâmetros adequados ao fim a que se destina, designadamente, tipo de suporte, tensão de enrolamento, compactação e comprimento de fio na bobina. Esta rebobinagem é efetuada sobre suportes perfurados para que o banho penetre no interior da bobina. A tensão de rebobinagem, que deve mantida o mais baixa possível, é considerada como um dos parâmetros mais importantes para garantir uniformidade de tinto/branco e baixa compactação- dureza (massa volúmica) da bobina. Após tingimento ou branqueio, o fio é novamente bobinado para suportes lisos e a tensão de rebobinagem ajustada de forma a evitar a deficiente formação de espiras e imagem que originam ruturas do fio. As bobinas tingidas ou branqueadas para teia seguem depois um processo de vaporização / humidificação para conferir a humidade relativa pretendida no fio e relaxar as tensões acumuladas, de forma a minorar variações de tensão na urdissagem das várias fitas que compõem a teia e ruturas dos fios na esquinadeira.



Na etapa seguinte - Preparação das teias e tecelagem-, estão incluídas a urdissagem e encolagem das teias e a tecelagem. O controlo de tensões nas teias elásticas é um dos requisitos fundamentais para obter uma dureza no órgão de teia adequada a um bom andamento no tear e uma contração aceitável do tecido à saída do tear. Como referido em estudos anteriormente realizados (Gorjanc, *et al.* 2014), os parâmetros de construção do tecido influenciam significativamente o comportamento elástico dos tecidos.

A última etapa envolve o processamento do tecido para eliminação das fibras soltas à superfície – gasagem-, para eliminação dos produtos encolantes- desencolagem- e para estabilização das dimensões -termofixação. O controlo dos parâmetros de termofixação (temperatura, velocidade, largura e taxa de alimentação) é o principal fator influenciador do comportamento elástico dos tecidos. Por último e devido a um processo deficiente de termofixação e numa derradeira tentativa de atenuar a perda das propriedades elásticas dos tecidos procedeu-se à realização do processo de sanforização para tentar recupera alguma elasticidade e estabilidade dimensional dos tecidos.

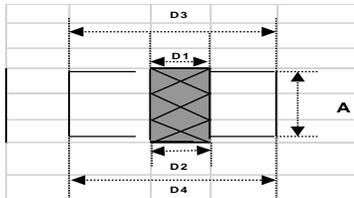


3. Procedimentos de ensaio e equipamentos

As propriedades dos fios e dos tecidos foram avaliadas em cada fase do processo. Na Tabela 1 e Tabela 2 são apresentados os ensaios realizados, respectivas normas, equipamentos utilizados e parâmetros analisados.



Tabela 1 - Tabela da análise às propriedades dos fios.

Propriedade	Norma	Equipamento	Parâmetros
Massa linear do fio (tex)	NP 4105 - 1990	 Meadeira- JESTRITE-WOODFIEL WORKES OLD LANE  Balança digital	$\text{tex} = \frac{P \text{ (g)}}{C \text{ (km)}} ; Ne = 0,59 \frac{C \text{ (m)}}{P \text{ (g)}}$ <p>Onde: P = peso do fio por unidade de comprimento C = comprimento do fio</p>
Densidade da bobina (g/dm ³)	Procedimento interno	 Paquímetro  Balança digital	$\text{Volume (dm}^3\text{)} = [(D4 + D3 \div 4) \times \pi] \times A - [(D1 + D2 \div 4) \times \pi] \times A$ $\text{Densidade (g/dm}^3\text{)} = \text{Peso liquido bobina(g)} \div \text{Volume (dm}^3\text{)} \times 1000$  Pontos de medição da densidade
Coefficiente de atrito do fio		 LAWSON-HEMPHILL (FRICTION METER)	

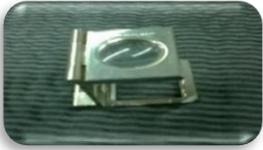
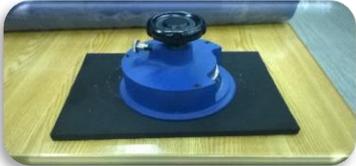


Propriedade	Norma	Equipamento	Parâmetros					
Teor em humidade do fio (%)		 AQUA – BOY, Type: TEM I						
Dureza da bobina e órgão de teia (°Shore)		 Durometro, SCHMIDT-TEXTIL, Typ. HP-5						
Tensão no fio (cN)		 Tensiometro EL-TEM-MC, Electronic						
Regularidade do fio		 Uster Tester 3	<table border="1"><tr><td>Regularidade Um (%)</td></tr><tr><td>Coeficiente de Variação (%)</td></tr><tr><td>Pontos finos (-50 %) Km</td></tr><tr><td>Pontos grossos (+50 %) km</td></tr><tr><td>Neps (+200 %) Km</td></tr></table>	Regularidade Um (%)	Coeficiente de Variação (%)	Pontos finos (-50 %) Km	Pontos grossos (+50 %) km	Neps (+200 %) Km
Regularidade Um (%)								
Coeficiente de Variação (%)								
Pontos finos (-50 %) Km								
Pontos grossos (+50 %) km								
Neps (+200 %) Km								



Propriedade	Norma	Equipamento	Parâmetros				
Resistência (RKM) e extensão do fio (%)		 <p>USTER Dvnamat II</p>	<table border="1"> <tr> <td>Resistência Km (R.K.M.)</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de Variação (Resistência) %</td> </tr> <tr> <td>Alongamento %</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de Variação (Alongamento) %</td> </tr> </table>	Resistência Km (R.K.M.)	Coefficiente de Variação (Resistência) %	Alongamento %	Coefficiente de Variação (Alongamento) %
Resistência Km (R.K.M.)							
Coefficiente de Variação (Resistência) %							
Alongamento %							
Coefficiente de Variação (Alongamento) %							
Torção do fio (voltas/m) Coeficiente de torção	NP 4104 - 1991	 <p>Torciometro</p>	$\alpha = \frac{\text{voltas/polegada}}{\sqrt{Ne}}$				

Tabela 2 - Tabela da análise às propriedades dos tecidos.

Propriedade	Norma	Equipamento	Parâmetros
Debuxo e contextura (fios e passagens/cm)	NP 4114 - 1991 NP EN 1049 - 2	 <p>Conta fios</p>	
Massa por unidade de área (g/m²)	EN 12127 - 1999	 <p>Corta amostras circular de 100 cm² de área</p>	



Propriedade	Norma	Equipamento	Parâmetros
Espessura (mm)	NP EN ISO 5084 1999	 Medidor de espessura	
Contração (%)	NP 4115 - 1991	 Medidor de frisado	
Extensão e recuperação elástica (%)	BS 4952 - 1992	 Dinamómetro	<ul style="list-style-type: none">▪ Extensão (Stretch) = $\frac{L_2 - L_1}{L_1} \times 100$▪ Extensão residual (Recovery) = $\frac{L_3 - L_1}{L_1} \times 100$ Onde: L_1 = Medida do provete entre maxilas; L_2 = Medida do provete à força máxima; L_3 = Medida do provete depois de relaxado.



Propriedade	Norma	Equipamento	Parâmetros
Rigidez à flexão	BS 3356 - 1990	 Flexómetro "Shirley"	$G = 0,10 \times M \times C^3 \text{ (mg.cm)}$ <p>Onde: G = Rigidez à flexão média (mg/cm) M = Massa por unidade de superfície (g/m²) C = Valor médio do comprimento de dobragem (cm)</p>
Coeficiente de drapé	AFNOR G07 - 109	 Drapeometro	$F = \frac{D^2 - 225}{400}$ <p>Onde: D = diâmetro médio das 16 medidas em cm, O coeficiente de F é um valor que se situa entre 0 e 1.</p>
Permeabilidade ao ar	NP EN ISO 9237 - 2005	 Permeabilímetro "TEXTTEST FX 3300"	
Permeabilidade ao vapor de água	BS 7209 - 1990	 Permeabilímetro ao vapor de água "Control dish method"	$WVP = 24M/At \text{ (g/m}^2\text{/dia)}$ <p>Onde: WVP = permeabilidade ao vapor de água; M - é a perda de massa em gramas no tempo t; t - é o tempo em horas, entre as duas pesagens; A - área interna do copo em metros quadrados. $I = (WVP)_f / (WVP)_r$<p>Onde: I = índice da permeabilidade ao vapor $(WVP)_f$ = permeabilidade ao vapor do material ensaiado $(WVP)_r$ = permeabilidade ao vapor do tecido referência</p></p>



Propriedade	Norma	Equipamento	Parâmetros		
			Símbolo	Grandeza	Unidades
Propriedades térmicas	Norma Interna Universidade do Minho	 Aparelho Alambeta	h	Espessura	mm
			λ	Condutividade térmica	$W m^{-1} K^{-1}$
			r	Resistência térmica	$m^2 K W^{-1}$
			α	Difusividade térmica	$m^2 s^{-1}$
			b	Absortividade térmica	$W s^{1/2} m^{-2} K^{-1}$
			qmax	Fluxo térmico (dinâmico) /toque térmico	$W m^{-2}$
			Atrito superficial cinético	Patente Portuguesa N.º 102790	 Frictorq

4. Desenvolvimento experimental

O trabalho experimental foi realizado nas empresas Somelos Tecidos, S.A. e Somelos Acabamentos, S.A. e envolveu as seguintes fases:

Fase 1 - Caraterização e controlo do processo de fabricação de tecidos bi-elásticos (desde a receção dos fios até ao acabamento dos tecidos).

Esta fase envolveu a especificação de equipamentos e parâmetros de cada um dos processos e a avaliação das propriedades dos produtos resultantes de cada processo, usadas como controlo desses processos;

Fase 2 - Estudo das propriedades dos tecidos bi-elásticos.

Esta fase incluiu a avaliação das propriedades funcionais dos tecidos, designadamente propriedades associadas ao conforto ergonómico (propriedades elásticas), sensorial (cair, rugosidade/atrito e rigidez à flexão) e termofisiológico (propriedades térmicas, permeabilidade ao ar e ao vapor)

Alguns testes foram realizados nos laboratórios do Departamento de Engenharia Têxtil da Universidade do Minho.

4.1 Caraterização e controlo do processo de fabricação dos tecidos bi-elásticos

Os subcapítulos seguintes apresentam o trabalho desenvolvido nas três etapas do processo de produção de tecidos bi-elásticos da empresa, designadamente, Preparação dos fios, Preparação de teias e tecelagem e Preparação de tecidos e acabamento.

4.1.1. Controlo dos processos de preparação dos fios

A Figura 2 apresenta um esquema ilustrativo dos pontos de controlo e parâmetros utilizados nos processos incluídos na Preparação dos fios.

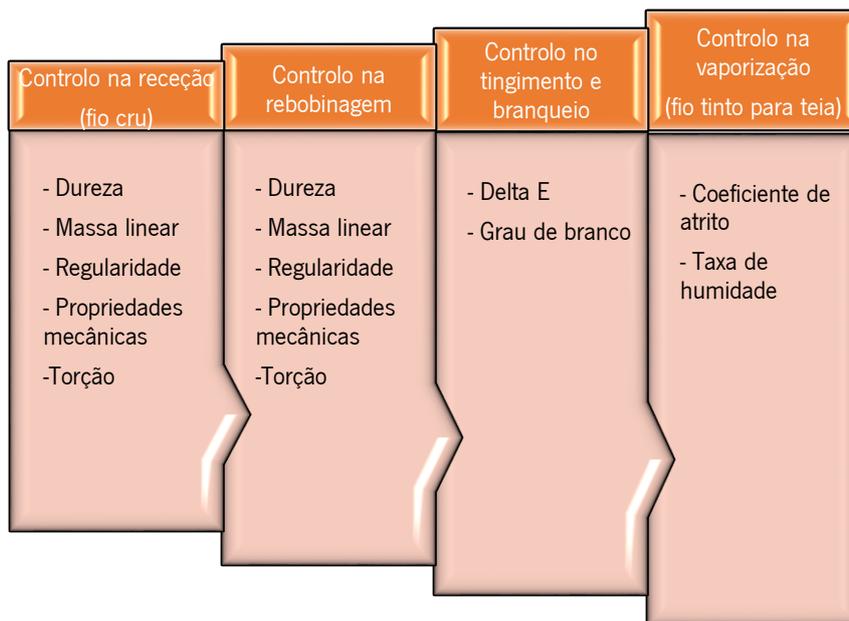


Figura 2 - Esquema de controlo nos processos de Preparação dos fios elásticos

4.1.1.1 Controlo de receção dos fios em cru e após rebobinagem

Os fios de teia e trama em cru e em bobina, provenientes do mesmo fornecedor e pertencentes ao mesmo lote, foram registados no armazém e posteriormente testados no laboratório da empresa para verificar a conformidade com as especificações técnicas requeridas.

A Tabela 3 apresenta as caraterísticas básicas do registo dos fios em armazém.

Tabela 3 - Caraterísticas básicas dos fios utilizados

Fornecedor	M/S.XUZHOU TEXHONG TIMES TEXTILE CO., LTD
Lote	JS25061321
Guia de remessa	2200009702 de 24/09/2015
Tipo de fio	50/1 Ne Compact Pima Corespun Lycra 40 dtex, sem contaminação
Composição	89,2 % Algodão Supima / 10,8 % Lycra
Tipo de cone	Suporte de cartão, ângulo 5°57, altura 17 cm
Nº total de cones	3951
Peso total (Kg)	6321,60
Peso por bobina (g)	1600

Como estes fios estão bobinados em cones de grande diâmetro, em suporte de cartão e com uma compactação não adequada ao tingimento, foi necessário proceder à rebobinagem para bobinas mais pequenas (600 g), com menor massa volúmica (densidade), e sobre suportes de plástico perfurados (cilíndricos, *diaflex* compressíveis) para se poder efetuar o seu tingimento em ótimas condições.

Na Tabela 4 apresentam-se as características da bobinadeira utilizada e condições de operação. Os parâmetros de ajuste da depuração do fio estão apresentados no Anexo 1.

Tabela 4 - Características da bobinadeira e condições de operação.



Marca/Modelo	SCHLAFHORST, AUTOCONER 338 Type K
Nº total de fusos	60 (equipados com tambor de 1,5 voltas)
Tipo de depuração	LOEPFE – YARN MASTER SPECTRA (Depuradores óticos: LOEPFE TK 830N e 840N)
Fusos utilizados	1 - 20
Velocidade de rebobinagem (m/min)	300
Metros de fio / bobina	50800
Emenda por <i>splice</i>	Desligado
Tensão de rebobinagem	Código 1 (mínima possível) escala máquina
Dispositivo de anti imagem	Ativo

A taxa de quebras obtida foi de 0.1 quebras por 100.000 metros de fio rebobinado.

Após rebobinagem, as características e propriedades dos fios foram avaliadas para comparar com as do fio cru original. A Tabela 5 apresenta os valores médios obtidos. As condições de ensaio e resultados dos testes realizados são apresentados nos Anexos 2 e Anexo 3.



Tabela 5 - Comparação de caraterísticas e propriedades dos fios em cru (original-rebobinado)

Caraterização das propriedades do fio cru		
	Fio cru (origem)	Fio rebobinado cru
Dureza média (°Shore)	39,4	27
Densidade (g/dm ³)	461,2	383,6
Massa linear (Ne)	47,1	46,4
USTER TESTER 3		
Regularidade		
Um (%)	9,11	9,4
Coefficiente Variação (%)	11,86	11,86
Pontos Finos (-50 %) /Km	0	0
Pontos Grossos (+50 %) /Km	7	11
Neps (+200 %) /Km	17	5
USTER Dynamat II		
Propriedades mecânicas		
Resistência kilométrica (R. K.M.)	21	19,93
Coefficiente Variação (Resistência) %	8,47	7,97
Extensão %	6,99	6,93
Coefficiente Variação (extensão) %	7,88	7,88
Torciometro		
Torção		
Torção (voltas/polegada)	34,7	34,7
Coefficiente de torção (α)	4,9	4,9

Como seria de esperar, a dureza e densidade (massa volúmica) das bobinas após rebobinagem diminuíram. A densidade encontra-se na gama de valores de referência definidos pela empresa, designadamente, [360-390] g/dm³. As restantes propriedades não apresentam diferenças significativas, pelo que podemos afirmar que a rebobinagem não alterou as caraterísticas iniciais do fio. Aliás no caso da regularidade (quantidade de *Neps*), o fio rebobinado apresenta melhores resultados.

4.1.1.2 Controlo do tingimento e branqueio dos fios

Parte dos fios foram tingidos nas cores preta (ref.4000) - para teia - e azul (ref.19450) - para trama- e outra parte foi branqueada (ref.0036) - para teia. Estes processos foram realizadas na empresa Somelos Acabamentos, S.A. em autoclaves onde a circulação do banho é realizada no sentido

interior-exterior (Δp 0.9 bar), sem inversão do sentido do fluxo do banho. A Figura 3 ilustra o esquema geral de montagem das bobinas numa autoclave.



Figura 3 - Porta material e Autoclave n°14, Somelos Acabamentos, S.A.

O tingimento das bobinas em preto (ref.4000) para teia foi acompanhado e a montagem obedeceu a uma ordem de colocação baseada nos valores de dureza das bobinas após rebobinagem. Este procedimento foi anteriormente adotado no âmbito do projeto de desenvolvimento de tecidos bi-elásticos, realizado em colaboração com a Universidade do Minho.

De entre as 75 bobinas, seleccionaram-se 10 com valores de dureza médios, quatro com os valores de dureza mais baixos e quatro com os valores mais elevados (dados apresentados em Anexo 4). As bobinas com durezas médias (Anexo 4) foram distribuídas (5) numa vareta externa e (5) numa vareta interna, sendo as de durezas médias mais elevadas colocadas na parte inferior da autoclave, progressivamente até às mais baixas na parte superior. A Figura 4 ilustra a montagem das bobinas seleccionadas.



Figura 4 - Bobinas seleccionadas e identificadas colocadas no porta material.

As bobinas com menor dureza foram colocadas (2) na parte inferior e (2) na parte superior em duas varetas, uma externa e outra interna. De igual modo se procedeu à colocação das bobinas com dureza mais elevada.

As condições de processo e receitas utilizadas na preparação e tingimento das bobinas na cor preta (ref.4000) e branqueadas (ref.0036) encontram-se no Anexo 5.

O tingimento das bobinas de fio da cor azul (ref.19450) para trama foi efetuado sem recurso ao procedimento de colocação acima mencionado.

Após tingimento e branqueio os fios foram avaliados em termos de uniformidade de cor, delta E (ΔE), e grau de Berger, respetivamente, para aceitação ou rejeição das bobinas.

4.1.1.2.1 Avaliação da uniformidade de tingimento

A determinação do delta E (ΔE) foi efetuada utilizando o espectrofotómetro DATA COLOR, SPECTRAFLASH SF600 PLUS – CT existente no Laboratório da Somelos Acabamentos, S.A. (Figura 5).



Figura 5 - Espectrofotómetro DATA COLOR, SPECTRAFLASH SF600 PLUS – CT

No caso dos fios de cor preta (ref.4000) para teia, os ensaios foram realizados:

- **(a)** Retirando fio unicamente da parte exterior da bobina;
- **(b)** Retirando fio em três pontos da bobina (parte exterior, parte intermédia e parte interior da bobina) para avaliar, por um lado a influência da posição da bobina na autoclave no valor de delta E **(a)** e por outro a uniformidade do tingimento ao longo da espessura da bobina **(b)**.

No caso dos fios de cor azul (ref.19450) para trama, os ensaios foram realizados de acordo com o procedimento referido em **(b)**.

Os valores de delta E (ΔE) inferiores a 1 são considerados aceitáveis, determinando assim se o tingimento é aceite ou reprovado.

(a) Influência da posição da bobina na autoclave

Como referido anteriormente as medições de delta E (ΔE) do fio preto (ref.4000) foram efetuadas no exterior da bobina. Os valores médios de delta (ΔE) obtidos nos testes às 10 bobinas com dureza média são apresentados na Tabela 6. A variação deste valor com a posição da bobina na autoclave é apresentada no gráfico da Figura 6.

Tabela 6 - Valores médios de delta E (ΔE) obtidos nos testes às 10 bobinas com dureza média.

Nº. Bobina	Densidade	Dureza Bobina	ΔE
72	384,0	28	Padrão
58	384,1	28	0,73
46	384,3	27	0,47
19	384,9	29	0,79
34	384,9	29	0,61
59	385,2	28	0,52
3	385,5	27	0,58
14	385,7	29	0,53
69	386,0	28	0,69
42	386,1	25	0,69
Média	385,1	28	0,62
Desv. Pad.	0,8	1,2	0,11
Coef. Var.	0,002	0,04	0,17

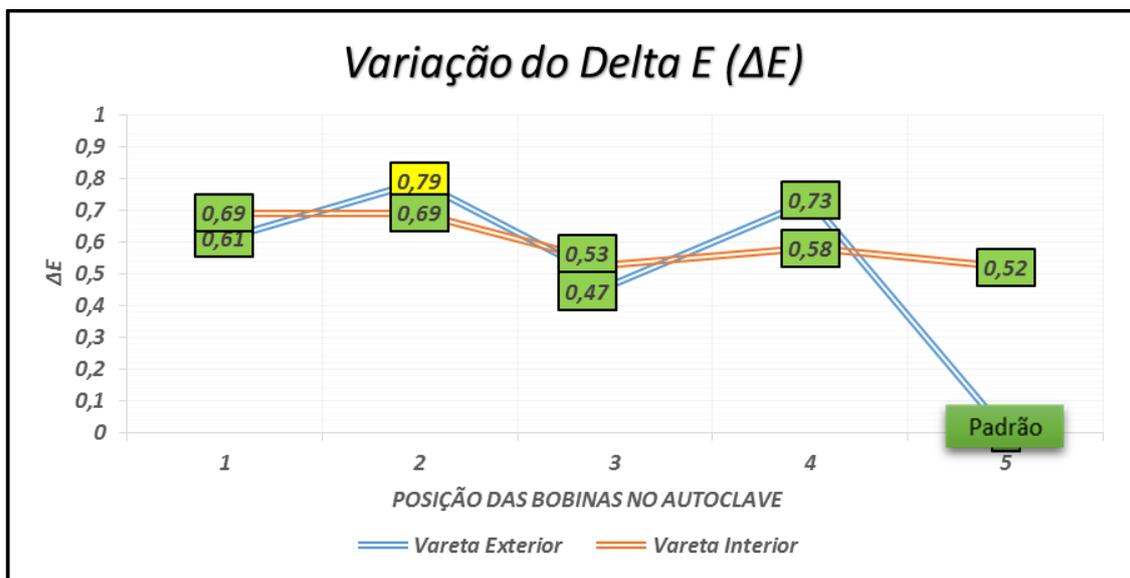
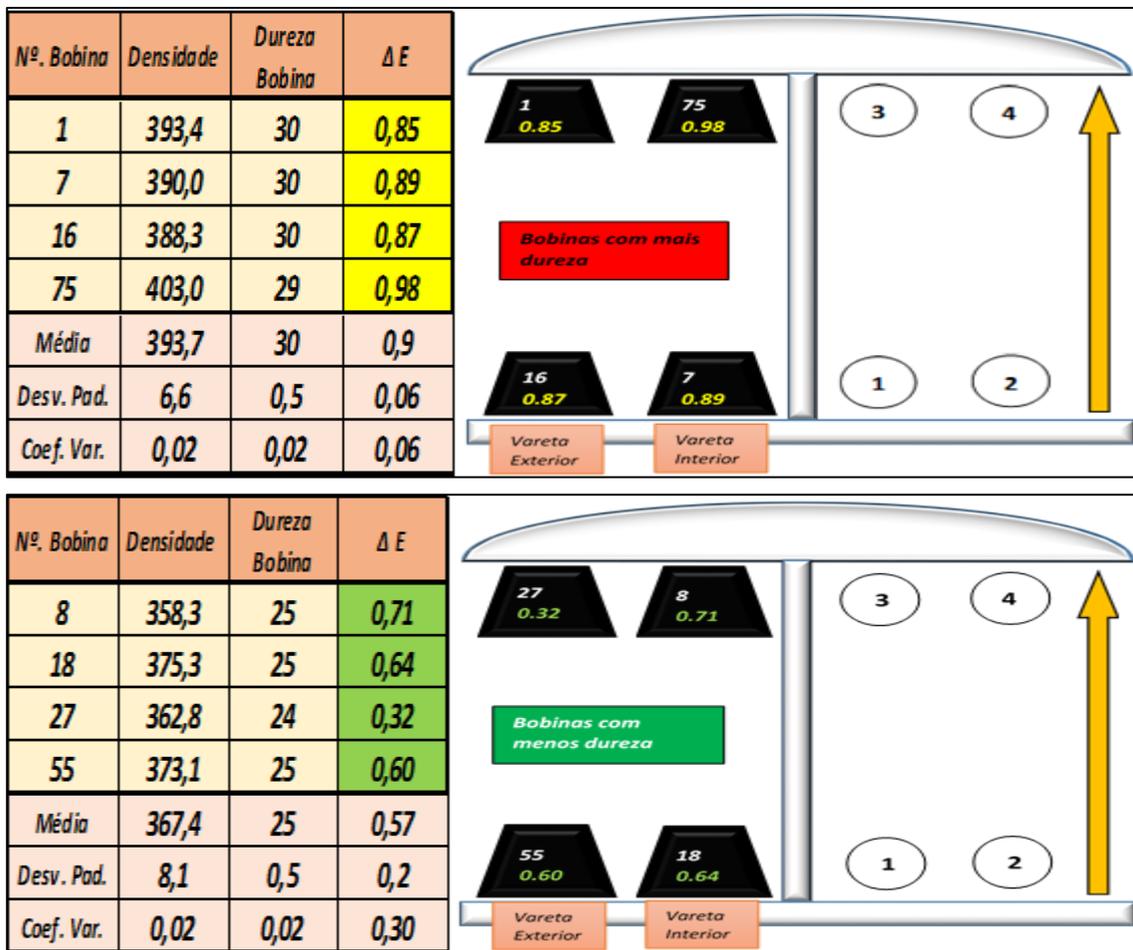


Figura 6 - Variação do delta E (ΔE) das bobinas com dureza média com a posição na autoclave.

Como se pode observar, todos os valores de delta E (ΔE) são inferiores a 1. Assim sendo podemos concluir que não são visíveis a olho nu diferenças de cor entre bobinas. Por outro lado, não existe variação significativa nos valores de delta E com a posição das bobinas na autoclave pelo que, para bobinas com dureza média, a posição não é um fator determinante da uniformidade do processo de tingimento.

Os resultados obtidos com as bobinas com dureza elevada e baixa são apresentados na Tabela 7 e a variação do valor de delta E (ΔE) com a posição na autoclave é ilustrada no gráfico da Figura 7.

Tabela 7 - Valores médios de delta E (ΔE) obtidos nos testes às bobinas com maior dureza e com menor dureza.



Como se pode verificar, apesar de todos os valores se situarem abaixo do limite estabelecido, é claro que nas bobinas com maior dureza o valor do delta E (ΔE) é muito próximo de 1, indiciando a possibilidade de problemas na tecelagem provocados por diferença de cor entre as bobinas.

A posição das bobinas na autoclave, no caso das bobinas com dureza mais baixa, tem influência no valor de delta E (ΔE). O gráfico da Figura 6 mostra a variação deste valor com a posição na autoclave.

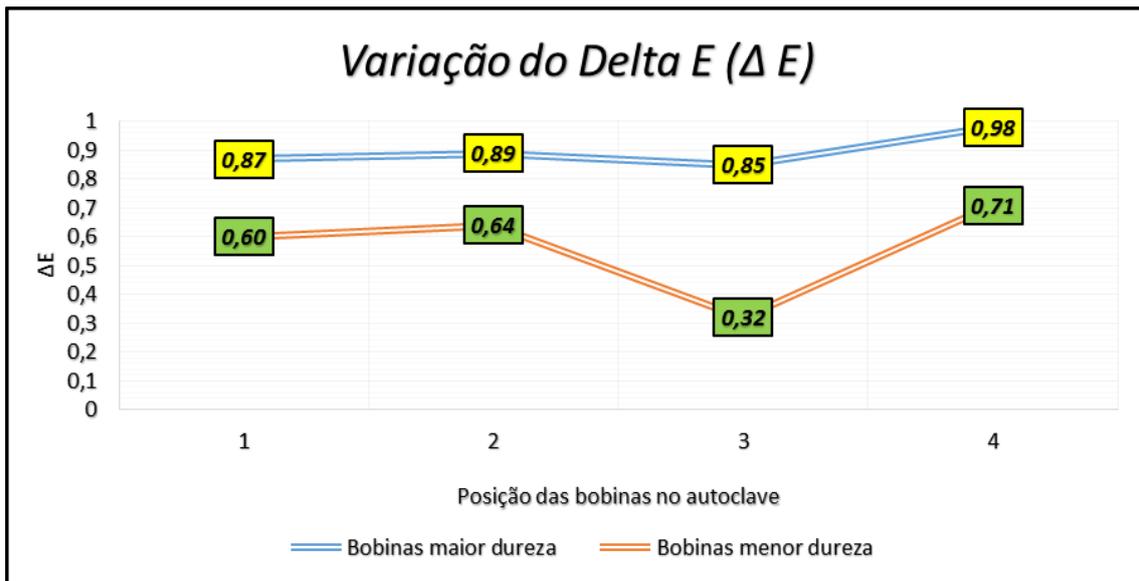


Figura 7 - Variação do Delta E (ΔE) das bobinas com maior e menor dureza com a posição na autoclave.

(b) Variação do delta E (ΔE) ao longo da espessura da bobina.

A Figura 8 apresenta as zonas de onde foram retiradas amostras para teste; início (exterior), meio e final (interior) da bobina.



Figura 8 - Amostras retiradas no início (exterior, a meio e no final (interior) da bobina.

Os valores de delta E (ΔE) obtidos ao longo da espessura da bobina para todas as bobinas de fio preto (4 de dureza elevada, 10 de dureza média e 4 de baixa dureza) são apresentados na Tabela 8. A variação desse valor é ilustrada no gráfico da Figura 9.

Tabela 8 - Valores de delta E (ΔE) obtidos nas três zonas das bobinas – ref.4000.

Dureza baixa			
Nº. CONE	ΔE Exterior da bobina	ΔE Meio da bobina	ΔE Interior da bobina
8	0,71	0,56	0,67
18	0,64	0,85	0,55
27	0,32	0,59	0,67
55	0,60	0,59	0,56
Dureza média			
3	0,58	0,49	0,86
14	0,53	0,83	0,87
19	0,79	0,70	0,79
34	0,61	0,63	0,67
42	0,69	0,67	0,66
46	0,47	0,67	0,96
58	0,73	0,79	0,84
59	0,52	0,76	0,69
69	0,69	0,52	0,76
72	Padrão	0,77	0,93
Dureza elevada			
1	0,85	0,68	0,83
7	0,89	0,62	0,84
16	0,87	0,64	0,88
75	0,98	0,80	0,85

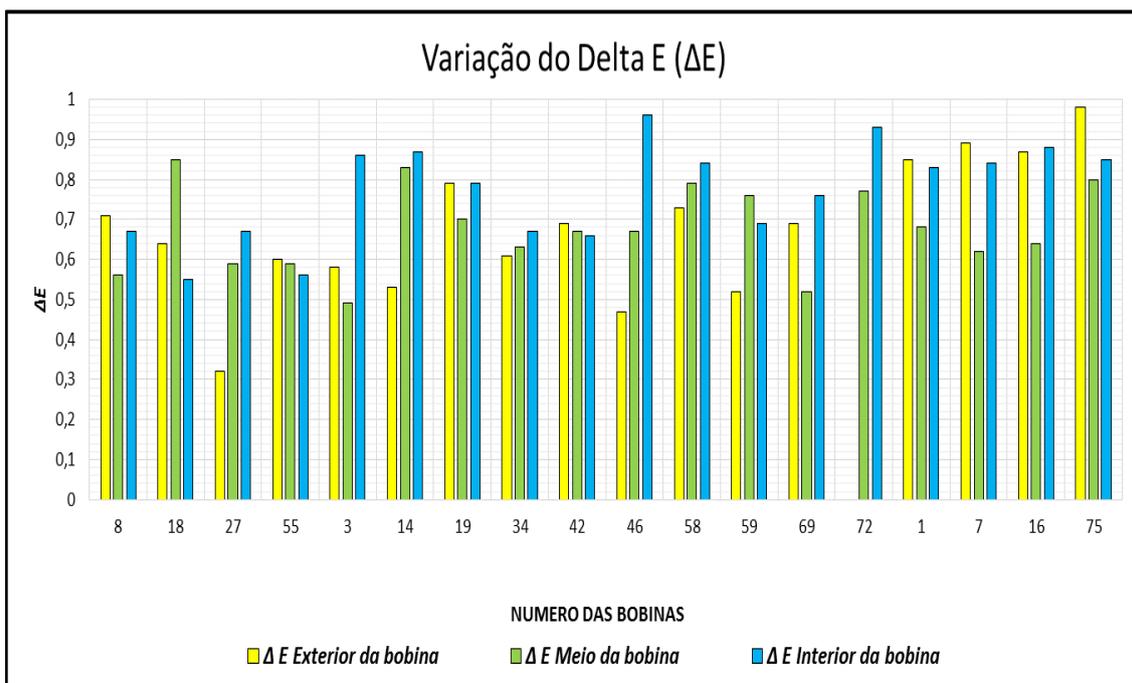


Figura 9 - Variação do Delta E (ΔE) ao longo da espessura das bobinas- ref.4000.

Apesar de todos os valores se situarem abaixo do limite estabelecido, verifica-se na generalidade dos casos um aumento do delta E (ΔE) do exterior para o interior da bobina. Esse aumento é pequeno na maior parte dos casos, mas atingiu em alguns casos, quase 100% (ex. bobina 46).

Em função dos resultados podemos concluir que a distribuição das bobinas na autoclave não é um fator determinante se a dureza das bobinas estiver compreendida entre na gama de valores predefinida pela empresa [360-390] g/dm³.

Os valores de delta E (ΔE) obtidos ao longo da espessura das bobinas (5) de fio azul (ref.19450) para trama são apresentados no gráfico da Figura 10.

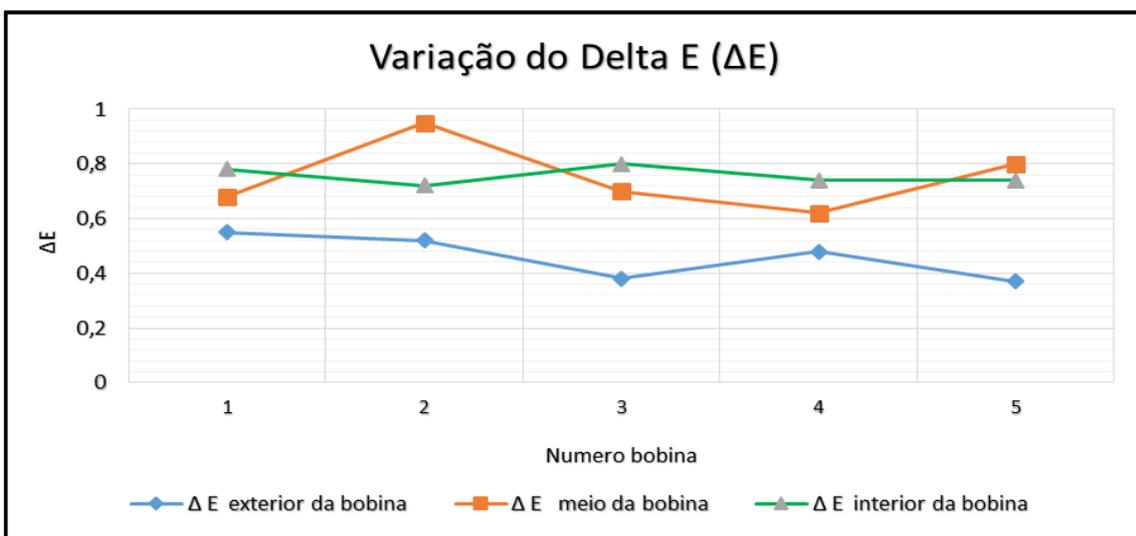


Figura 10 - Variação do Delta E (ΔE) ao longo da espessura das bobinas-ref.19450.

Uma vez mais verifica-se uma tendência de aumento do valor do delta E (ΔE) do exterior para o interior da bobina, em alguns casos significativo, contudo não ultrapassando o valor-limite estipulado.

Em conclusão, em todas as condições e bobinas, os valores de delta E (ΔE) são inferiores ao limite estabelecido, pelo que se aceitou o tingimento como correto.

4.1.1.2.2. Avaliação do grau de brancura

A determinação do grau de brancura (grau BERGER) foi efetuada sobre 10 bobinas branqueadas para teia (ref.0036), analisando fio proveniente de três zonas da bobina- exterior, intermédia e interior. Os testes foram realizados no espectrofotómetro DATA COLOR, INTERNACIONAL –

MICROFLASH[®] (iluminante D 65 10 Deg.) existente no Laboratório da Somelos Tecidos, S.A. (Figura 11).



Figura 11 - Espectrofotômetro DATA COLOR, INTERNACIONAL – MICROFLASH[®]

O grau de brancura – referência (mínimo) estabelecido pela Somelos Tecidos S.A. é 136° Berger. A Figura 12 apresenta os resultados obtidos nos ensaios realizados.

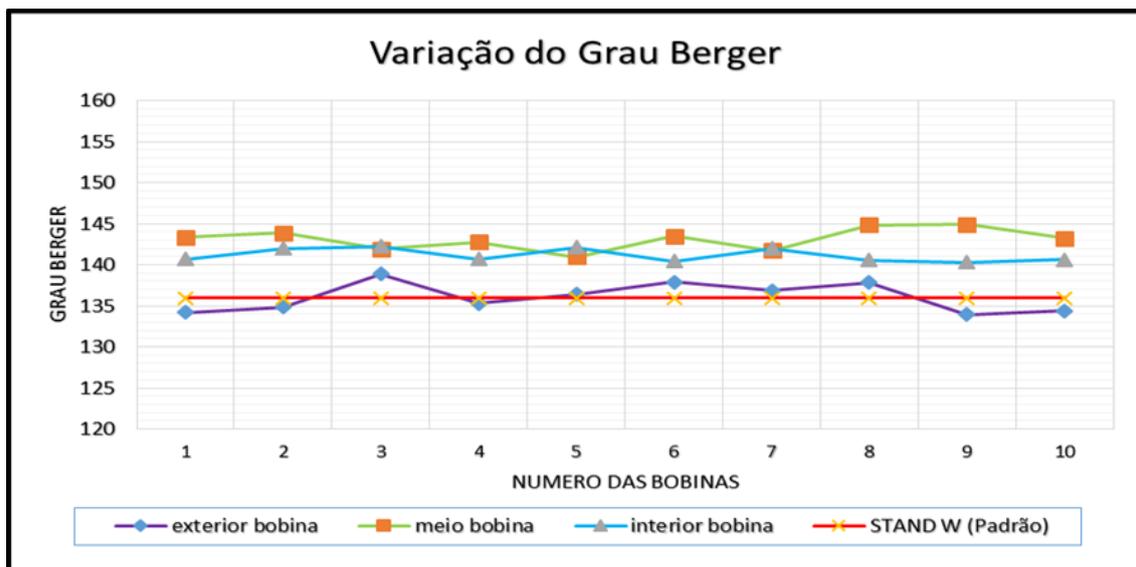


Figura 12 - Variação do Grau Berger das diferentes bobinas nas três zonas definidas.

Analisando os resultados obtidos, é possível constatar não existirem diferenças significativas no grau de brancura entre bobinas, situando-se este valor, na maioria dos casos e em todas as zonas, no limite ou acima da referência mínima estabelecida pela empresa. Apesar do grau de Berger medido no exterior de algumas bobinas estar ligeiramente abaixo da referência estabelecida, as bobinas em branco (ref.0036) foram aprovadas pela Somelos Tecidos, S.A..

4.1.1.3 Controlo da Vaporização

As bobinas tingidas em preto (ref.4000) e branqueadas (ref.0036) para teia foram vaporizadas (Figura 13) na empresa Somelos Mix, S.A.. Depois de vaporizar as bobinas são deixadas a estabilizar durante 24 horas antes de serem usadas no próximo processo. As condições de vaporização são apresentadas no Anexo 6.



Figura 13 - Máquina de vaporizar WELKER - HUMIVAC®- Somelos MIX, S.A..

O controlo da qualidade do processo foi efetuado por avaliação do coeficiente de atrito e da taxa de humidade de uma amostra de 10 bobinas, antes e após vaporização. Os valores-limite exigidos pela Somelos Tecidos, S.A. são para o coeficiente de atrito 0.21 e para a taxa de humidade 8.5%.

4.1.1.3.1 Avaliação do coeficiente de atrito e taxa de humidade

Como se pode constatar no gráfico da Figura 14, o coeficiente de atrito do fio não apresentou uma variação significativa, quer nos fios pretos (ref.4000) quer brancos (ref.0036), antes e depois da vaporização, encontrando-se abaixo do limite estabelecido.

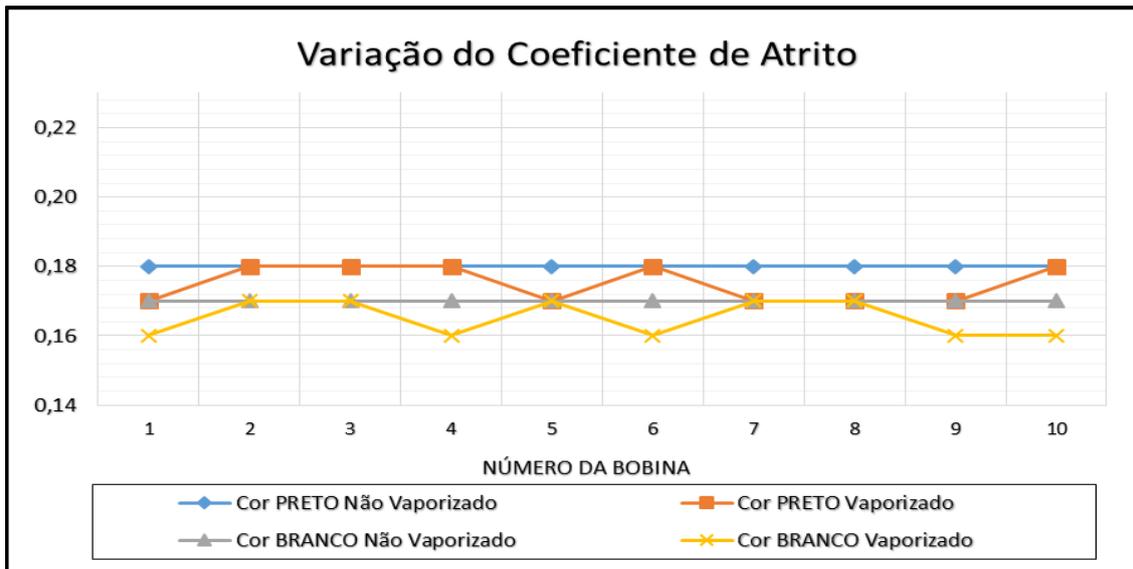


Figura 14 - Variação do coeficiente de atrito do fio antes e depois da vaporização.

Relativamente à taxa de humidade houve um aumento de $\pm 2\%$ após vaporização nos dois casos, situando-se abaixo do limite de aceitação (Figura 15). Dados no Anexo 7.

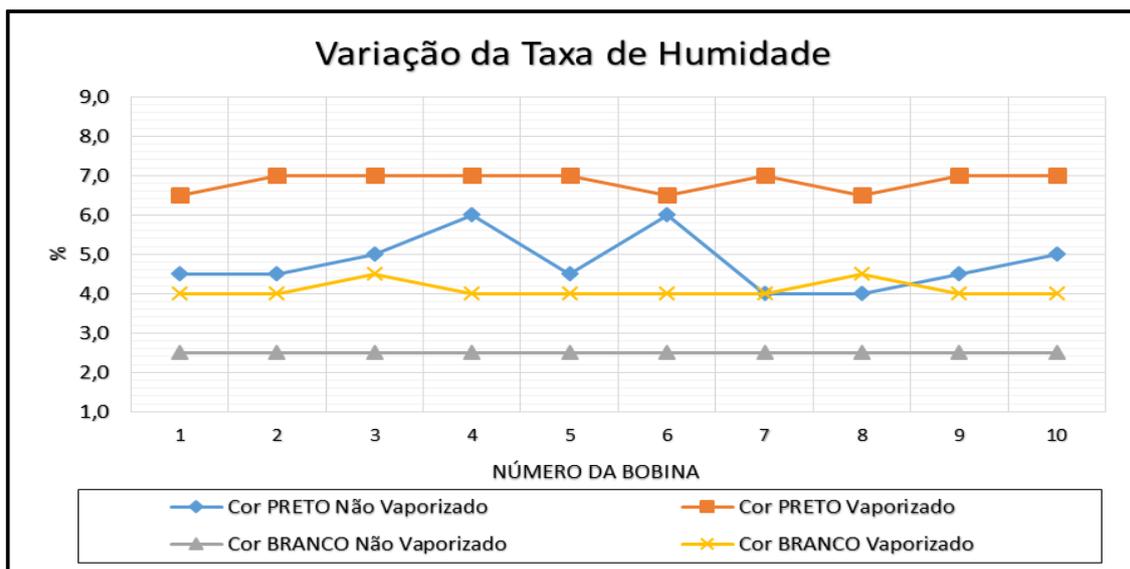


Figura 15 - Variação da taxa de humidade antes e depois da vaporização.

Com estes resultados os fios para teia da cor preto (ref.4000) e branqueados (ref.0036) foram considerados conformes, podendo seguir para o processo seguinte - urdissagem.

4.1.1.4 Caracterização dos fios elásticos após a etapa de preparação

A Tabela 9 apresenta as caraterísticas e propriedades dos fios que serão utilizados na tecelagem.

Tabela 9 - Ficha de especificação dos fios

Propriedade	Fios para teia		Fios para trama
	Ref.4000 (preto-vaporizado)	Ref.0036 (branqueado-vaporizado)	Ref.19450 (azul)
Massa linear (Ne)	47.8	47.6	48.8
Coeficiente de atrito	0.18	0.17	0.16
Taxa de humidade	7.0	4.0	4.2
USTER TESTER 3			
Regularidade			
Um (%)	10.13	9.7	9.7
Coeficiente Variação (%)	12.86	12.26	12.28
Pontos Finos (-50 %) /Km	0	0	0
Pontos Grossos (+50 %) /Km	38	16	20
Neps (+200 %) /Km	12	3	4
USTER Dynamat II			
Propriedades mecânicas			
Resistência kilométrica (R. K.M.)	17.7	19.4	19,6
Coeficiente Variação (Resistência)	5.82	6.43	5.97
Extensão %	7.45	7.75	7.18
Coeficiente Variação (extensão) %	4.63	5.69	5.17
Torciometro			
Torção			
Torção (voltas/polegada)	35.4	35.6	35.8
Coeficiente de torção (α)	5.0	5.0	5.1

4.1.2. Controlo dos processos de preparação de teias e tecelagem

A Figura 16 apresenta um esquema ilustrativo dos pontos de controlo e parâmetros utilizados nos processos incluídos na Preparação de teias e tecelagem propriamente dita.

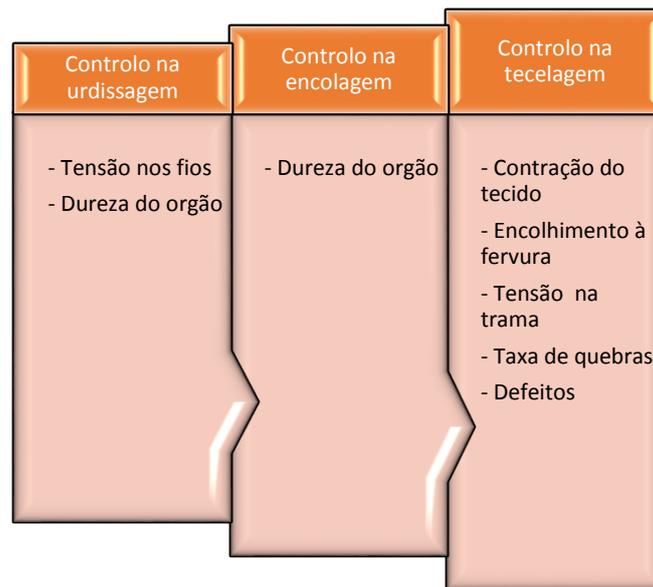


Figura 16 - Esquema de controlo nos processos de Preparação de teias e tecelagem

4.1.2.1 Controlo da Urdissagem das teias

As teias com fios de cor preta (ref.4000) e com fios branqueados (ref.0036) foram urdidas em urdeiras seccionais. As caraterísticas básicas da urdissagem são apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10 - Caraterísticas da urdissagem das teias



Marca	BENNINGER ERGOTEC
Nº de fitas (secções)	19 com 320 fios + 1 com 284 fios
Comprimento de teia (m)	270
Nº total de fios	6364
Nº de bobinas necessárias	320
Velocidade de urdissagem (m/min)	200
Picagem do pente (reto)	5 fios por pua
Largura por fita (cm)	8.3
Largura do órgão teia (cm)	165
Tensão dos fios nas esquinadeiras (cN)	6
Tensão de repassagem (N)	700
Velocidade de repassagem (m/min)	50

O controlo da qualidade do processo envolveu:

- **(a)** Medição da tensão de três fios na urdissagem propriamente dita - um na estante superior, um na estante intermédia e um na estante inferior da esquinadeira - em três zonas do seu percurso - entre o tambor seccional e o início da esquinadeira (zona 1), no corpo central da esquinadeira (zona 2) e no fim da esquinadeira (zona 3) e nos dois lados da esquinadeira (esquerdo e direito). A Figura 17 ilustra o esquema das zonas de controlo considerados.
- **(b)** Medição da dureza do órgão de teia em oito pontos à largura. A Figura 18 ilustra o esquema dos pontos de controlo considerados.

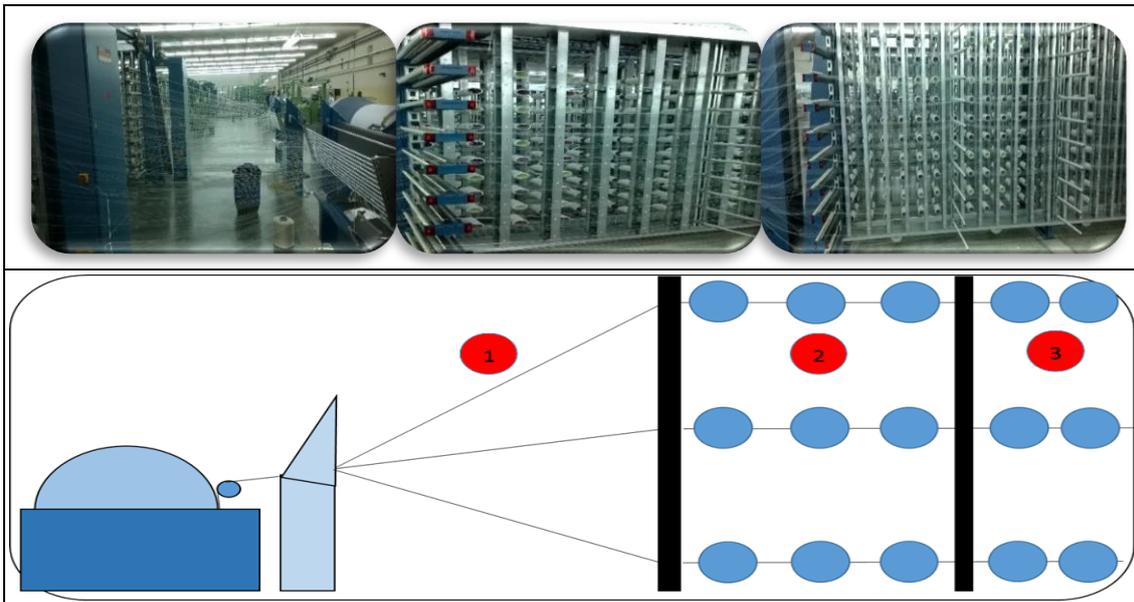


Figura 17 - Zonas de controlo de tensão na urdissagem propriamente dita- representação esquemática.

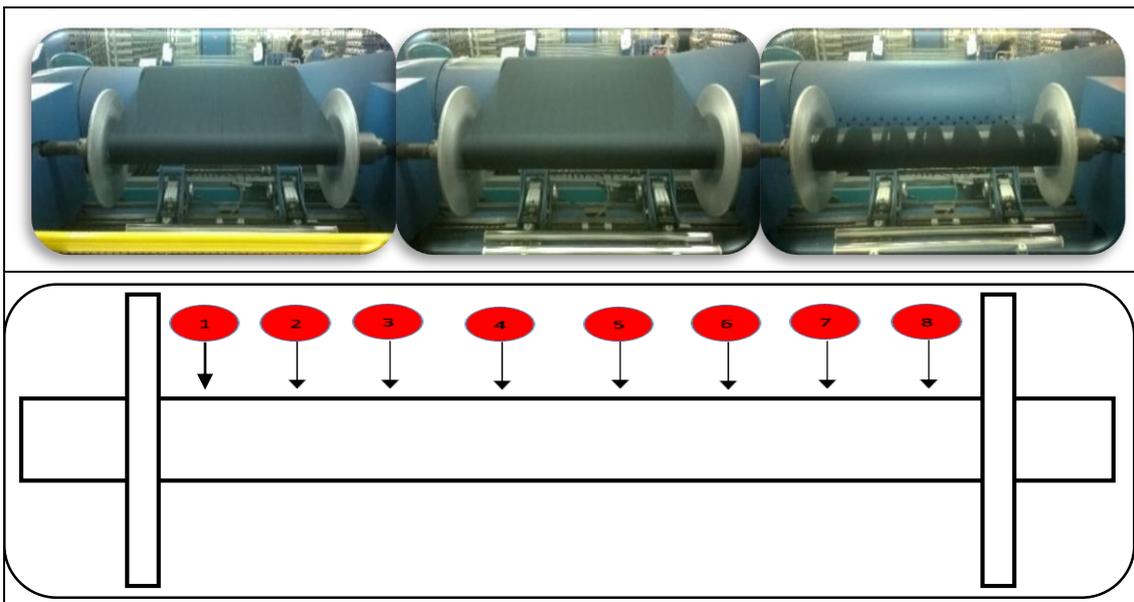


Figura 18 - Pontos de controlo na repassagem- medição da dureza.

4.1.2.1.1 Avaliação da tensão dos fios

Os valores médios de tensão obtidos nos diferentes fios da teia preta (ref.4000) e branqueada (ref.0036) nas diferentes zonas da esquinadeira são apresentados nos gráficos das Figura 19 e Figura 20, respetivamente. Os dados das tensões recolhidas para a elaboração dos gráficos são apresentados no Anexo 8.

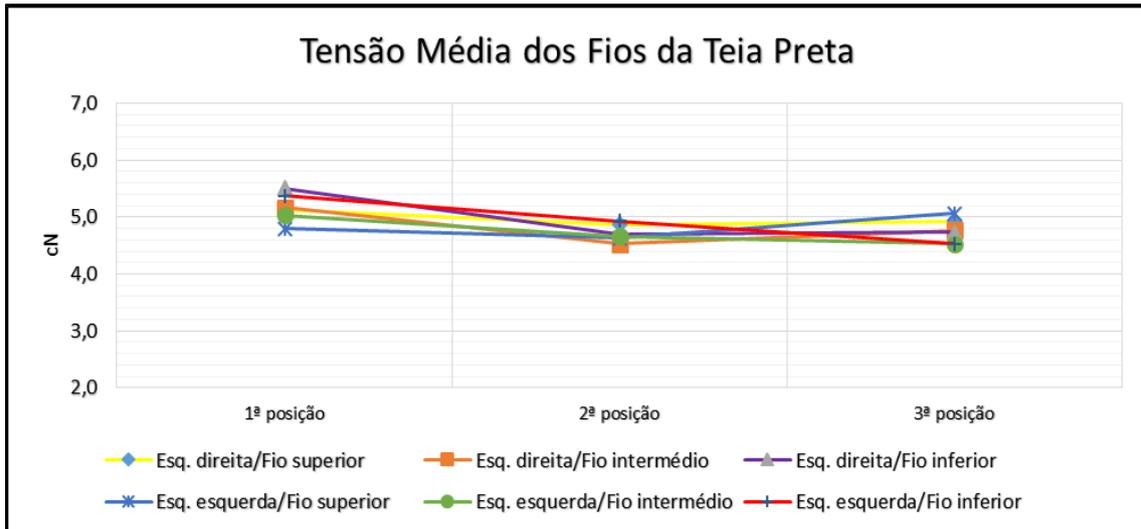


Figura 19 - Tensão média dos fios da teia preta (ref.4000) nas diferentes zonas de controlo na esquinadeira.

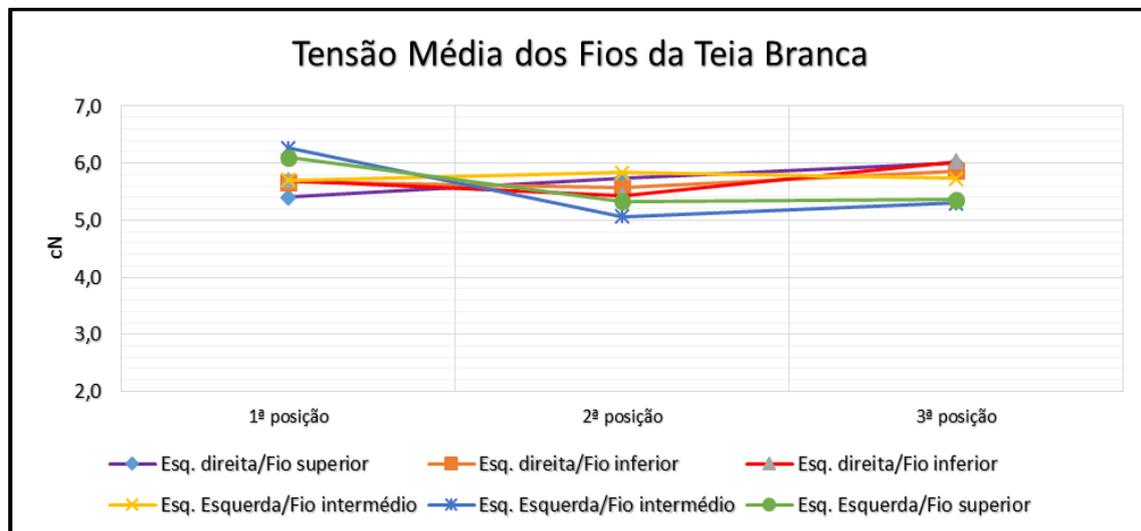


Figura 20 - Tensão média dos fios da teia branqueados (ref.0036) nas diferentes zonas de controlo na esquinadeira.

Como se pode observar a variação das tensões dos fios nas diferentes zonas da esquinadeira não é significativa.

4.1.2.1.2 Avaliação da dureza das teias

As Figuras 21 e 22 apresentam a variação da dureza ao longo da largura dos órgãos de teia preta (ref.4000) e branqueada (ref.0036), respetivamente.

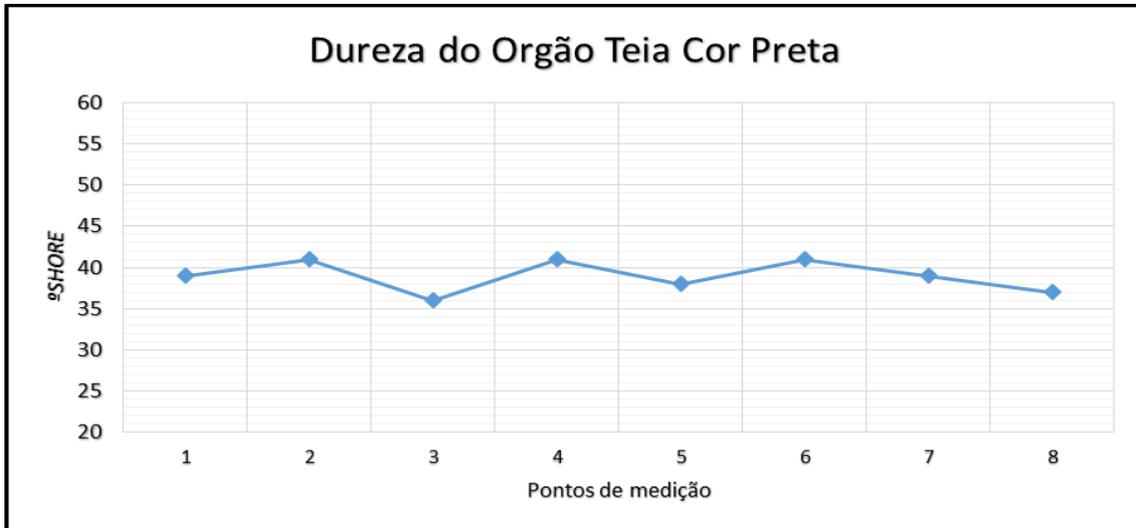


Figura 21 -- Resultados do controlo da dureza da teia cor preta (ref.4000).

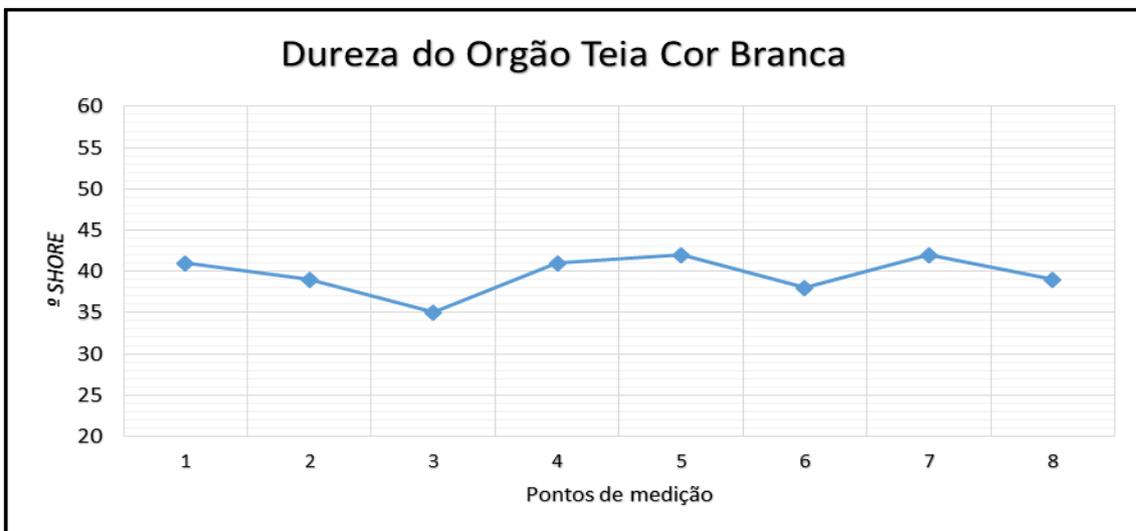


Figura 22 - Resultados do controlo da dureza da teia cor branco (ref.0036).

Pelo que podemos observar, os valores da dureza das teias não tem oscilações significativas, situando-se no intervalo [35/42] °Shore, considerado adequado para um bom andamento no tear.

4.1.2.2 Controlo da Encolagem das teias

A encolagem das duas teias, ref.4000 e ref.0036 foi realizada no equipamento e nas condições de processo apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11 - Caraterísticas da engomadeira, condições de operação e receita de encolagem.

Marca/Modelo	ZELL ECO PRESS XSF Z6 U
Velocidade de encolagem (m/min)	30
Banho de encolagem	
Arcofil G	1- 3.5 % (14 Kg)
Arcofil MYC	4.5 % (18 Kg)
Prefix MSW	0.5 % (2Kg)
Tempo de cozedura (min)	25
Índice de refração (%)	7.5
Tempo de escoamento (copo Lory- 50ml) (s)	6.5
Temperatura (°C)	75

O controlo da qualidade de processo consistiu unicamente na comparação da dureza do órgão de teia encolado com a do urdido, nos pontos anteriormente definidos (Figura 18). Os gráficos das Figuras 23 e 24 comparam a variação da dureza dos órgão de teia preta (ref.4000) e branqueada (ref.0036) urdida e encolada, respetivamente.

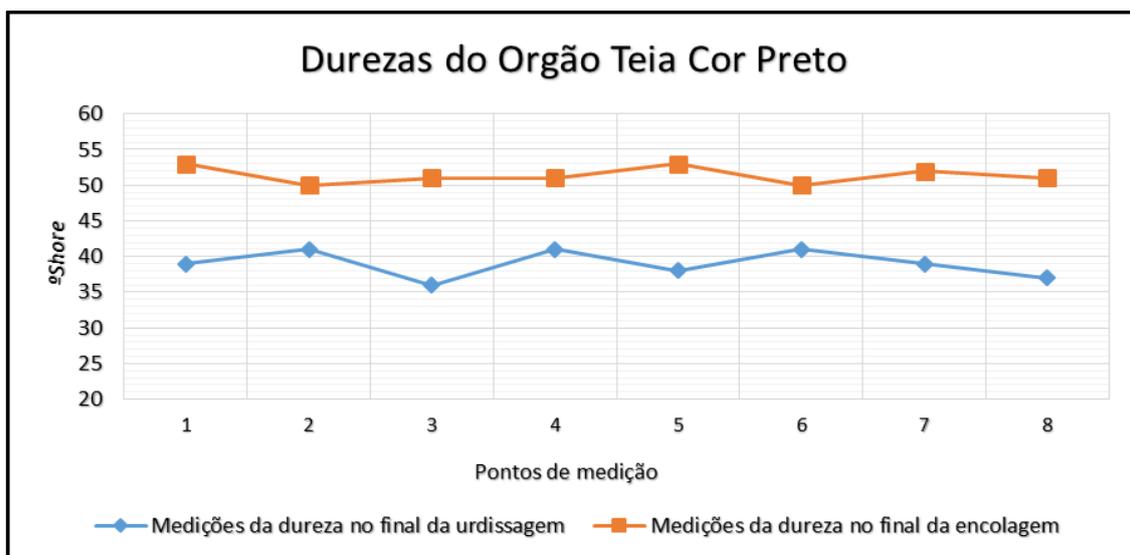


Figura 23 - Comparação das durezas obtidas na teia de cor preta (ref.4000) no final da urdissagem e da encolagem.

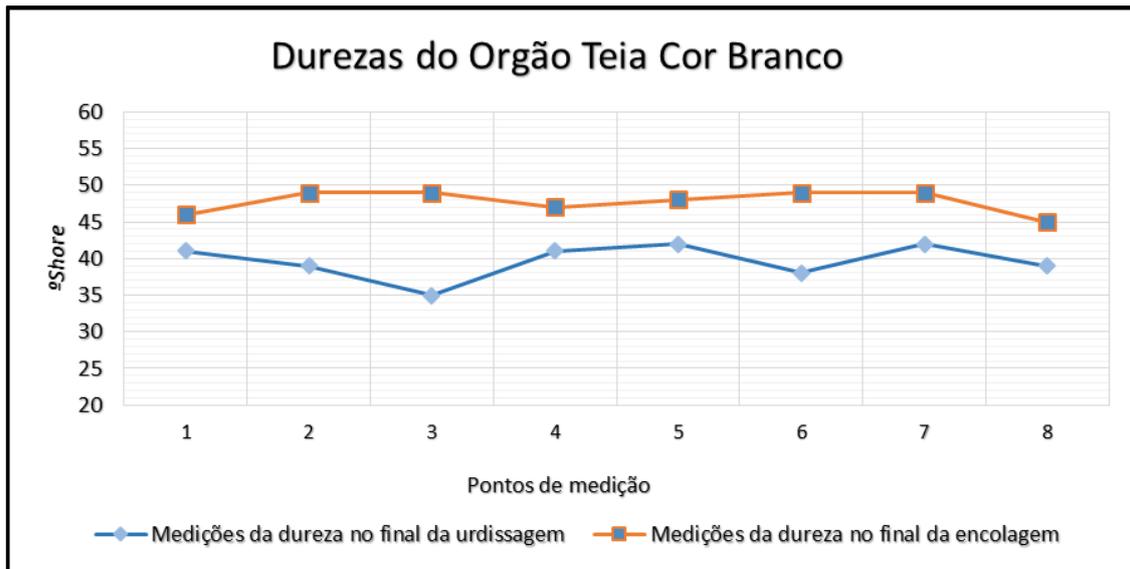


Figura 24 - Comparação das durezas obtidas na teia branqueada (ref.0036) no final da urdissagem e da encolagem.

Comparando os valores da dureza obtidos podemos concluir que, em ambos os casos, no processo de encolar foi aplicada mais tensão, uma vez que a dureza das teias aumentou nos diferentes pontos de medição, temos também que tomar em atenção que os fios teia já impregnados com o encolante ficam mais rígidos aumentando os valores da dureza obtidos. Contudo a dureza dos órgãos é uniforme em toda a sua largura. Os valores individuais recolhidos são apresentados no Anexo 9.

4.1.2.3 Controlo da tecelagem

Depois das operações de preparação para a tecelagem pode-se dar início à tecelagem propriamente dita. Foram produzidos dois tecidos bi-elásticos, designados TECIDO A, fabricado com teia de fios branqueados (ref.0036) e trama de cor azul (ref.19450) e TECIDO B, produzido com teia preta (ref.4000) e trama azul (ref.19450).

Na empresa todas as teias são acompanhadas por uma ficha técnica onde são indicadas as informações essenciais para a produção do tecido (Tabela 12).



Tabela 12 - Dados da ficha técnica para o fabrico dos tecidos.

Ficha técnica de fabrico dos tecidos	
Tear n°:	506
Qualidade	BILASTIC
Ordem de fabrico n°:	9240952
Ordem de trabalho da teia de fundo n°:	356898/897
Metros urdidos	270
Contração (%)	20
Fios totais da teia	6364
Velocidade do tear (rpm)	600
Metros encolados	266
Ponto	Tafetá
Largura da teia ao cair do tear (cm)	160
Largura do tecido acabado (cm)	140
Largura ao pente (cm)	186
Largura do órgão (cm)	186
Receita da encoladeira n°:	74
Valor/Refratômetro (%)	7,5
Tipo de remetido	Alternado
Número de liços	8 (2+6)
Número de pente	88/192/1
Número de fios por pua	2
Número de fios por polegada	101
Número de passagens por polegada	62
Rendimento do tear (%)	85
Teia de fundo	Ne 50/1 89 % Algodão 11 % Lycra, cor preto (ref.4000) /cor branco (ref.0036)
Fios de trama	Ne, 50/1 89 % Algodão 11 % Lycra, n° do desenho (ex.0010/BR0100)

O controlo do processo de tecelagem envolveu a avaliação do primeiro tecido produzido após afinação completa do tear, a verificação das tensões na trama durante a tecelagem, a determinação da taxa de quebras do tear, a avaliação do encolhimento dos tecidos bi-elásticos produzidos e a sua classificação de acordo com a quantidade de defeitos apresentada.

A tabela 13 apresenta as características do tear utilizado e condições de processo. As Tabelas 14 e 15 apresentam os parâmetros de montagem do liços e afinação da cala.

Tabela 13 - Características do tear e condições de operação.

Marca/Modelo	Vamatex Leonardo Silver com Hidrive (n° 506)
Velocidade do tear (rpm)	550
Passagens por polegada	60.0
Tensão da teia de fundo (cN)	2000
Cruzamento (°) (norma)	310
Tipo de tempereiros	Pequenos com roseta extra
Fios de orela (orela falsa)	
Lado da teia	180/2 Ne (70 Den), lado das marcas e da
Lado da orela	80/2 Ne (33 dtex), lado das marcas e da
Rolo porta teias	
Altura (escala do tear)	-2
Profundidade (escala do tear)	14
Número de rolos porta teias	1
Dispositivo quebra teias	
Altura (escala do tear)	5
Profundidade (escala do tear)	1,5
Distância entre a 1ª barra/último liço (cm)	40
Número de fios nas orelas	
Lado direito (lado da recepção)	30 fios (2 fios por malha da meia malha)
Lado esquerdo (lado da inserção)	20 fios (1 fio por malha da meia malha)
Pré-alimentadores tipo ROJ Luna-X2	
Tipo de escova (cor)	Preta de pelo
Tipo de mola (mm):	0,6
Posição do tensor da escova (escala)	4
Posição do tensor do pré-alimentador (escala)	4
Tensor adicional do pré-alimentador	“Bico de pato”: posição ½

Tabela 14 - Tabela com os dados da inclinação dos liços e distância da alavanca ao tirante a 310°.

Liços	1	2	3	4	5	6	7	8
Inclinação dos liços (cm) (cota H)	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
Distância da alavanca ao tirante (cm) (cota A)	16,5	15,8	15,1	14,4	13,7	13	12,3	11,6

Tabela 15 - Afição do angulo de cruzamento dos liços (ourelas).

Angulo de cruzamento dos liços (Splitz) a 300°				
Fios ourela	1	2	3	4
Ourela direita	300	300	300	300
Ourela esquerda	280	280	280	280

4.1.2.3.1 Avaliação do tecido - 1ª amostra

Depois de realizada a montagem da teia, introduzidos os dados e efetuadas as devidas afinações, retirou-se a primeira amostra de tecido e procedeu-se à caraterização da primeira amostra de tecido para aferir a conformidade com as especificações. A Tabela 16 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 16 - Caraterização da primeira amostra de tecido.

Procedimento de controlo da primeira amostra				
	Tecido A		Tecido B	
	Teia	Trama	Teia	Trama
Contração ao cair do tear (%)	5	---	6	---
Contextura (fios/cm)	39	24	40	25
Largura do tecido ao cair do tear (cm)	156		155	

4.1.2.3.2 Verificação das tensões na trama

O controlo das tensões na trama foi efetuado à saída dos 4 pré-alimentadores e basearam-se nos respetivos atritos e humidades de cada bobina de trama, cor azul (ref.19450) para o Tecido A e Tecido B. Depois do controlo efetuado constatou-se a não existência de variações significativas da humidade e atrito das bobinas de trama e conseqüentemente das tensões à saída dos fios trama dos pré-alimentadores onde os valores de tensão se situam entre 10/20 cN e 10/25 cN. Os valores individuais recolhidos são apresentados no Anexo 10.

4.1.2.3.3 Determinação da taxa de quebras

Durante o fabrico dos tecidos A e B procedeu-se a um controlo às quebras do tear (Tabela 17) e analisaram-se as causas de paragem assim como o rendimento do tear.

Tabela 17 - Controlo das quebras, motivo das quebras e rendimento do tear.

Controlo de quebras		
	Tecido A	Tecido B
Rendimento do tear (%)	92,2	93,4
Paragens tear:		
Quebras teia	2	3
Quebra trama	1	---
Paragem manual	1	---

A análise efetuada permitiu determinar a taxa de quebras para cada um dos tecidos e assinalar a principal causa de paragem:

Tecido A:

- A taxa de quebras por teia foi de 1.0 quebras por 100.000 passagens (principal causa: quebra de fios da ourela (ourela falsa));
- A taxa de quebras por trama foi de 0.3 quebras por 100.000 passagens (principal causa: esgotamento da bobina);
- A taxa de quebras por paragem manual foi de 0.3 quebras por 100.000 passagens.

**Tecido B:**

- A taxa de quebras por teia foi de 1.7 quebras por 100.000 passagens (principal causa: quebra de fios da ourela (ourela falsa).

4.1.2.3.4 Avaliação da taxa de encolhimento dos tecidos

No final do fabrico dos tecidos procedeu-se à avaliação do encolhimento. As amostras foram fervidas de acordo com um procedimento interno da Somelos Tecidos, S.A. (Anexo 11). Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 18.

Tabela 18 - Controlo ao encolhimento das amostras de tecido ao cair do tear (Tecido A e B), Somelos Tecidos, S.A.

Encolhimento dos tecidos (fervura) - Somelos Tecidos, S.A.				
	Tecido A		Tecido B	
	Teia	Trama	Teia	Trama
Encolhimento (%)	41,0	26,9	40,5	24,5

Como se pode constatar o encolhimento dos tecidos A e B são muito semelhantes quer à teia quer à trama.

Face aos resultados obtidos nos diferentes indicadores de controlo, é possível concluir que os Tecidos A e B apresentam um bom rendimento na tecelagem. Contudo, dadas as elevadas taxas de encolhimento, em particular na teia é fundamental efetuar o processo de termofixação para estabilização de dimensões.

4.1.2.3.5 Caraterização de defeitos -Revista do tecido

Os tecidos foram inspecionados para identificação e caraterização dos defeitos e posterior qualificação das peças segundo parâmetros de classificação estabelecidos na empresa. A tabela 19 apresenta os resultados obtidos na revista das duas peças dos Tecidos A e B.

Tabela 19 - Identificação e caraterização dos defeitos.

Defeitos	Tecido A	Tecido B
1ª Peça		
Referência	356897/150	356898/150
Comprimento total (m)	65,10	30,10
Largura tecido (cm)	168	160
Matéria estranha	2	
Risca, comprimento do defeito (m)		28,83
2ª Peça		
Referência	356897/160	356898/160
Comprimento total (m)	76,5	106,80
Largura tecido (cm)	170	163
Matéria estranha	2	3
Trama irregular	1	2
Rutura fio teia		1
Manchas de óleo	1	
Sombra		1
Carrapito		1
Matulos de algodão	1	1
Nós teia		1
Nós trama	1	
Lustro de tempereiro, comprimento do defeito (m)	76,44	
Riscado (aspeto riscado), comprimento do defeito (m)	76,44	106,15

De acordo com a classificação da empresa, as duas peças dos tecidos A e B foram consideradas como de 1ª qualidade.

4.1.2.4 Caraterização dos tecidos bi-elásticos à saída do tear

A Tabela 20 apresenta as características de construção e propriedades dos tecidos A e B à saída do tear.

Tabela 20 - Caraterísticas de construção e propriedades dos tecidos A e B à saída do tear.

Propriedades	Tecido A		Tecido B	
Ref ^a	356897		356898	
Debuxo	Tafetá: $\frac{1}{1} A_1$		Tafetá: $\frac{1}{1} A_1$	
Massa/unidade de área (g/m ²)	98,6		107,6	
Largura (cm)	156		155	
Comprimento (m)	141.6		136.9	
	Teia	Trama	Teia	Trama
Massa linear dos fios (Ne)	47.6	48.8	47.8	48.8
Composição dos fios	89 % Algodão 11 % Lycra			
Contextura (fios /cm)	39	24	40	25
Contração (%)	5	---	6	---
Encolhimento à fervura (%)	41.0	26.9	40.5	24.5

4.1.3. Controlo dos processos de preparação e acabamento dos tecidos

Depois da tecelagem propriamente dita seguem-se os processos de preparação e acabamento dos tecidos com o objetivo de:

- Eliminar substâncias estranhas como por exemplo, produtos de encolagem, sujidades e óleos;
- Melhorar o toque e aspeto;
- Conferir estabilidade dimensional, que assegure um bom comportamento durante o seu uso.

O processo de preparação foi realizado na empresa Somelos Acabamentos, S.A.. O processo de acabamento- termofixação – foi efetuado por uma empresa externa ao grupo Somelos.

A Figura 25 apresenta um esquema ilustrativo dos pontos de controlo e parâmetros utilizados nos processos incluídos na preparação e acabamento dos tecidos bi-elásticos.

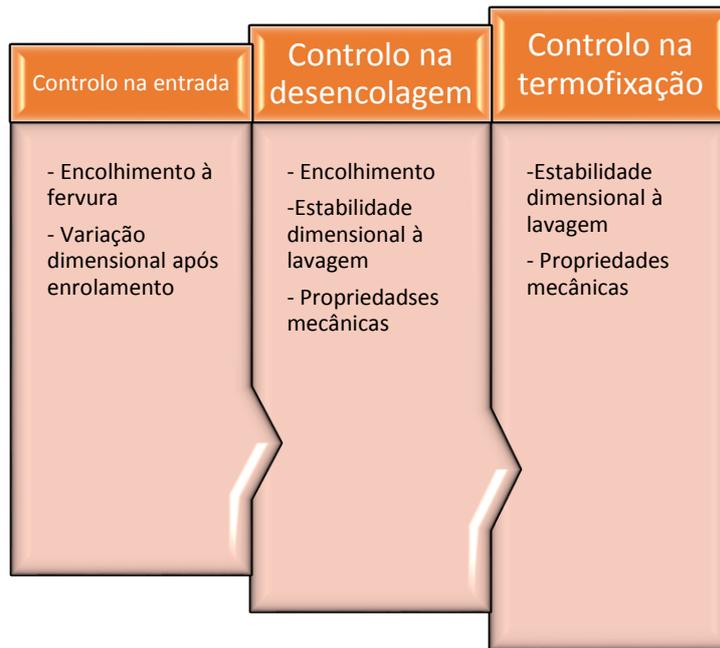


Figura 25 - Esquema de controlo nos processos de Preparação e acabamento de tecidos bi-elásticos

Após receção dos tecidos provenientes da empresa Somelos Tecidos, S.A. é efetuada uma verificação da taxa de encolhimento através de um procedimento interno (Somelos Acabamentos, S.A), descrito no Anexo 12. Como se pode constatar na Tabela 21 os resultados são semelhantes aos obtidos nos ensaios realizados pela Somelos Tecidos, S.A (Tabela 18). Posteriormente, os tecidos são repassados para rolos adequados à operação seguinte (Tabela 22).

Tabela 21 - Controlo ao encolhimento das amostras de tecido, Somelos Acabamentos, S.A..

Encolhimento dos tecidos (fervura) - Somelos Acabamentos, S.A.				
	Tecido A		Tecido B	
	Teia	Trama	Teia	Trama
Encolhimento (%)	39,7	20,1	39,5	21,5

Tabela 22 - Caraterísticas da máquina de enrolar.

Marca	EMIT, CORINE MACCHINE
Velocidade	Variável (através de um variador de velocidade)

4.1.3.1 Controlo da preparação dos tecidos

Este processo envolve a gasagem e descolagem enzimática dos tecidos. As Tabelas 23 e 24 apresentam as características dos equipamentos utilizados e condições de operação. As etapas do processo de descolagem, gráfico e programa do processo e fichas técnicas dos produtos utilizados são apresentadas no Anexo 13.

Tabela 23 - Características da gaseadeira e condições de operação.

Marca	OSTHOFF – SENGE, 42327 WUPPERTAL GERMANY
Gasagem (direito/avesso)	Sim
Número de passagens	1
Número do programa	24
Chama	
Pressão (<i>mba</i>)	9
Distância (<i>mm</i>)	12/10
Velocidade (<i>m/min</i>)	130
Posição chama (escala maquina)	2
Temperatura do tecido (°c)	110
Número de queimadores	2

A gasagem dos tecidos foi realizada dos dois lados, direito e avesso, numa só passagem.

Tabela 24 - Caraterísticas do Jigger, condições de operação e receita de descolagem.

Marca	Jiggers nº 8 – MEZZERA, Mod. VGO/E
Processo	
Peso do tecido (Kg)	64.52
Número do programa	24
Volume total (Litros)	647
Razão de banho	1/10
Volume mínimo (Litros)	475
Volume auxiliar (descolante) (Litros)	75
Volume do tecido (Litros)	97
Temperatura do tecido (°C)	110
Número de queimadores	2
Banho descolante	
TANAZYM LTC 01	2.00 % (1290.43 g)
TANNEX BFD	2.00 % (1290.43 g)

Após descolagem, os tecidos são secos para serem posteriormente inspecionados. Na Tabela 25 apresenta-se o equipamento e parâmetros da secagem.

Tabela 25 - Caraterísticas do secador e condições de operação.

Marca	TUMBLER – THIES
Temperatura de secagem (°C)	120
Tempo de secagem (min)	60
Velocidade (m/min)	100



O controlo do processo de preparação de tecidos envolveu a avaliação da taxa de encolhimento, de acordo com o processo interno anteriormente referido e com a Norma NP EN ISO 6330 (5A/E), da resistência à tração pelo método da tira desfiada e da resistência ao rasgo pelo método Elmendorf. Foi também verificado o alongamento percentual do tecido, na direção da teia, entre a etapa de enrolamento do tecido até a etapa de descolagem. Os resultados obtidos sobre os tecidos descolados são apresentados na Tabela 26.

Tabela 26 - Valores médios da estabilidade dimensional, resistência à tração e ao rasgo dos tecidos A e B.

Após descolagem				
	Tecido A		Tecido B	
	Teia	Trama	Teia	Trama
Encolhimento à fervura (%)	40,1	22,2	39,9	20,3
Alongamento do tecido à teia (entre enrolar - descolagem) (%)	2	--	1	--
Encolhimentos na preparação de acabamentos antes de termofixar (%)	37,1	29,4	37,1	30,0
Estabilidade dimensional - Norma NP EN ISO 6330 (5A/E) (%)	7,7	4,7	4,8	3,3
Resistência à tração (Método da tira) – Norma NP EN ISO 13934 -1 (N)	290,2	317,7	295,1	254,9
Resistência ao rasgo (Elmendorf) – Norma NP EN ISO 13937 – 1 (cN)	3089,1	2912,5	2755,6	2520,3

4.1.3.2 Controlo do processo de acabamento dos tecidos

O principal objetivo do processo de termofixação foi o de promover estabilidade dimensional aos tecidos bi-elásticos. Como referido anteriormente, os tecidos foram a termofixar numa *Empresa externa*, pois o equipamento – râmola - tem que ser capaz de efetuar subalimentação do tecido na direção da teia. As características do equipamento utilizado e as condições de operação são apresentadas na Tabela 27.

Tabela 27 - Caraterísticas da râmola e condições de operação.

Marca	Râmola HASGROUP
Râmola (6 campos) espaço (m)	18 m
Temperatura de termofixação (°C)	200
Velocidade de termofixação (m/min)	27
Largura de termofixação (trama) (m)	1,40
Subalimentação de termofixação (teia) (%).	10

Os resultados dos testes realizados na Somelos Acabamentos, S.A depois da termofixação são apresentados na Tabela 28.

Tabela 28 - Valores médios da estabilidade dimensional, resistência atração e ao rasgo dos tecidos A e B.

Após termofixação				
	Tecido A		Tecido B	
	Teia	Trama	Teia	Trama
Estabilidade dimensional - Norma NP EN ISO 6330 (5A/E) (%)	4,8	0,5	3,7	0,7
Resistência à tração (Método da tira) – Norma NP EN ISO 13934 -1 (N)	---	218.6	---	---
Resistência ao rasgo (Elmendorf) – Norma NP EN ISO 13937 – 1 (cN)	1882,8	1951,5	---	---

Analisando os resultados obtidos antes (Tabela 26) e após termofixação (Tabela 28) é possível constatar o seguinte:

- A variação dimensional à teia e o encolhimento à fervura dos dois tecidos antes de termofixar não apresentam diferenças significativas;
- Os valores de estabilidade dimensional na direção da teia do Tecido A e do Tecido B após descolagem são estatisticamente diferentes;
- Após termofixação os valores de estabilidade dimensional dos dois tecidos, quer à teia quer à trama, não são considerados diferentes, mas o processo de termofixação não lhes conferiu estabilidade dimensional;

- A resistência à tração do Tecido A na direção da trama diminuiu significativamente depois da termofixação;
- A resistência ao rasgo do Tecido A reduziu significativamente, quer à teia quer à trama, após termofixação.

Em suma, podemos afirmar que o processo de termofixação dos Tecido A e Tecido B melhorou a sua estabilidade dimensional, mas não o suficiente para se atingir a estabilidade dimensional pretendida. Acresce que se verificou uma redução significativa da resistência à tração e ao rasgo após termofixação.

Analisando os parâmetros de processo utilizados na termofixação, é possível afirmar que estes resultados tem como principal causa a incorreta taxa de subalimentação da râmola (superior aos 10 % requeridos) que provocou um tensionamento elevado na direção da teia, que após termofixação se traduziu numa perda significativa da resistência mecânica.

Com o objetivo de aumentar a estabilidade dimensional dos tecidos e simultaneamente melhorar o toque, procedeu-se recorreu-se a um processo de *sanforização* (compactação do tecido)

Este processo efetua uma sobrealimentação do tecido, promovendo desta forma uma maior estabilidade dimensional, tanto em comprimento, como em largura. As características do equipamento e condições de processo são apresentadas na Tabela 29.

Tabela 29 - Características da Sanfor e condições de operação.



Marca	Sanfor MONFORTS, MONFORTEX
Velocidade (<i>m/min</i>)	73
Tensões	Mínimas
Vaporização do tecido	Não
Percentagem de contração teórico (encolhimento) (%).	6,6

Após *sanforização* a estabilidade dimensional e o toque dos tecidos bi-elásticos melhorou.

4.1.3.3 Caraterização dos tecidos bi-elásticos

A Tabela 30 apresenta as características e propriedades dos tecidos A e B nas diferentes fases do seu processamento - à saída do tear, após descolagem, após termofixação/sanforização.

Tabela 30 - Caraterísticas e propriedades dos tecidos A e B nas diferentes fases do seu processamento

Propriedades	Saída do tear				Desencolado				Termofixado/Sanforizado			
	Tecido A		Tecido B		Tecido A		Tecido B		Tecido A		Tecido B	
												
Ref ^a	356897		356898		356897		356898		356897		356898	
Massa/unidade de área (g/m ²)	98,6		107,6		179,9		180,2		88,2		89,2	
	Tecido A		Tecido B		Tecido A		Tecido B		Tecido A		Tecido B	
	Teia	Trama	Teia	Trama	Teia	Trama	Teia	Trama	Teia	Trama	Teia	Trama
Contextura (fios/cm)	39	24	40	25	57	39	56	40	43	25	44	25
Contração (%)	5	---	6	---	---	---	---	---	7,9	17,5	10,4	18,0
Encolhimento à fervura (%)	41,0	26,9	40,5	24,5	40,1	22,2	39,9	20,3	---	---	---	---
Alongamento do tecido à teia (entre enrolar - descolagem (%))	---	---	---	---	37,1	29,4	37,1	30,0	---	---	---	---
Estabilidade dimensional - Norma NP EN ISO 6330 (5A/E) (%)	---	---	---	---	7,7	4,7	4,8	3,3	4,8	0,5	3,7	0,7
Resistência à tração (Método da tira) - Norma NP EN ISO 13934 -1 (N)	---	---	---	---	290,2	317,7	295,1	254,9	---	218,6	---	---
Resistência ao rasgo (Elmendorf) - Norma NP EN ISO 13937 - 1 (cN)	---	---	---	---	3089,1	2912,5	2755,6	2520,3	1882,8	1951,5	---	---

4.2 Estudo das propriedades dos tecidos bi-elásticos

A segunda fase do trabalho experimental consistiu na caracterização das propriedades dos dois tecidos bi-elásticos (A e B) produzidos e acabados, com o objetivo de:

- Aferir a sua conformidade com os requisitos de *stretch* (entre 20 e 30%) e extensão residual (inferior a 5%) definidos;
- Avaliar a sua adequabilidade, em termos de propriedades associadas ao conforto sensorial e termofisiológico, a produtos vestuário-moda senhora.

Os ensaios foram realizados de acordo com os procedimentos e normas apresentados no capítulo 3 nos Laboratórios do Departamento de Engenharia Têxtil da Universidade do Minho. Dados nos Anexos 14 ao 21.

Os resultados obtidos são apresentados na tabela 31.

Tabela 31 - Propriedades dos tecidos bi-elásticos.

Propriedades dos tecidos bi-elásticos					
Caracterização básica		Tecido A		Tecido B	
Construção		Teia	Trama	Teia	Trama
	Debuxo	Tafetá: $\frac{1}{1} A_1$		Tafetá: $\frac{1}{1} A_1$	
	Contextura (fios /cm)	43	25	44	25
	Massa linear e do fio (Ne)	47,6	48,8	47,8	48,8
	Contração (%)	7,9	17,5	10,4	18,0
	Composição do fio	89 % Algodão, 11 % Lycra			
	Massa por unidade de superfície (g/m ²)	88,2		89,2	
	Espessura (mm)	0,24		0,24	
Propriedades associadas ao conforto ergonómico					
Elásticas	Extensão (<i>Stretch</i>) (%)	5,6	17,7	5	17,7
	Extensão residual após 1 min. (Recovery) (%)	0	4,4	0	4,2
Propriedades associadas ao conforto termofisiológico					
Térmicas, transferência de ar e transferência de vapor	Condutividade (W m ⁻¹ K ⁻¹) x 10 ⁻³	35,16		35,48	
	Resistência (m ² K W ⁻¹) x 10 ⁻³	7,1		6,7	
	Difusividade (m ² s ⁻¹) x 10 ⁻⁶	0,055		0,035	
	Absortividade (W s ^{1/2} m ⁻² K ⁻¹)	150,40		191,20	
	Permeabilidade ao ar (l/m ² /s)	891,5		786,6	
	Permeabilidade ao vapor (WVP) ^f (g/m ² /dia)	82,57		80,69	
	Índice da permeabilidade ao vapor (%)	107,9		105,4	

Propriedades dos tecidos bi-elásticos (continuação)						
Propriedades associadas ao conforto sensorial						
Rigidez, cair e rugosidade superficial	Flexão	Comprimento (cm)	1,45	1,17	1,42	1,05
		Rigidez (mg.cm)	26,88	14,12	25,56	10,33
	Coeficiente de Drapé (cair)		0.54		0.50	
	Coeficiente de atrito cinético (μ kinetic)		0,1573		0,1557	

4.2.1 Propriedades elásticas

Como se pode verificar na Tabela 31, os Tecidos A e B apresentam um *Stretch* à teia significativamente inferior ao pretendido (20 a 30%). Na direção da trama este valor situa-se próximo do limite inferior, mas ainda assim abaixo do requerido. Os valores de recuperação elástica situam-se abaixo do limite estabelecido (5%).

Como referido anteriormente, a utilização de uma taxa de subalimentação do tecido superior a 10% foi considerado o fator determinante da deficiente estabilidade dimensional conferida no processo de termofixação. Para melhor compreender a influência deste fator nas propriedades elásticas dos tecidos bi-elásticos resultantes, comparam-se o *stretch* e a extensão residual destes tecidos ao longo do processo de produção, isto é, nos tecidos ao cair do tear, descolados e acabados. Os valores médios obtidos são apresentados no gráfico da Figura 26. Os resultados dos testes encontram-se no Anexo 15.

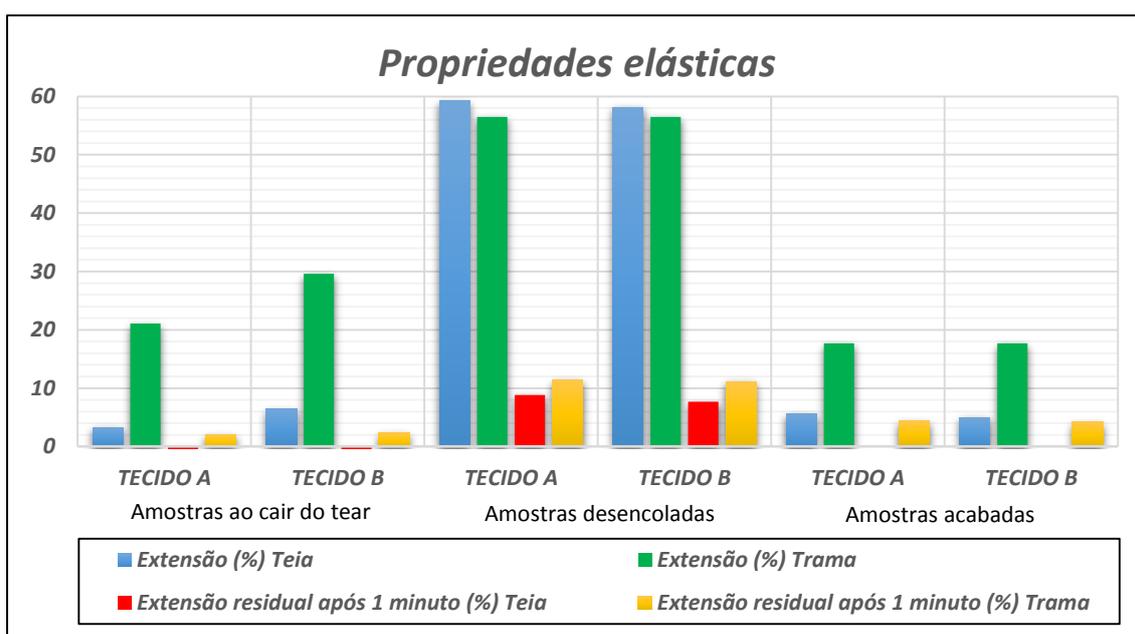


Figura 26 - Representação gráfica das propriedades elásticas nas diferentes fases de fabrico.

Observando o gráfico é possível verificar que a extensão (*stretch*) à trama dos tecidos se situa no intervalo ou próximo do intervalo definido e no caso dos tecidos descolados, bastante acima (cerca de 57%). Na direção da teia, os tecidos à saída do tear apresentam valores de *stretch* baixos, o que seria de esperar devido aos fios estarem encolados. Depois da descolagem, os dois tecidos apresentam, quer à teia quer à trama, valores de extensão significativamente elevados (entre 57-60%) e de recuperação elástica também elevados (entre 8-11%). Após termofixação, os tecidos apresentam uma boa recuperação elástica, mas o processo provocou uma perda significativa de elasticidade (extensão) à teia, não conforme com os requisitos definidos.

Contudo, apesar desta não conformidade de *Stretch* à teia, os tecidos apresentam, em ambas as direções, extensões que se enquadram no *Comfort stretch* (entre 5-30%), sendo por isso adequados para vestuário casual com boas características associadas ao conforto ergonómico.

4.2.2 Propriedades associadas ao conforto termofisiológico- propriedades térmicas, de transferência de ar e de vapor.

Estas propriedades estão associadas ao conforto termofisiológico e serão analisadas nos subcapítulos seguintes.

4.2.2.1 Propriedades térmicas

Comparando as propriedades térmicas, no estado estacionário, dos dois tecidos, verifica-se (Tabela 32) que ambos apresentam um comportamento térmico semelhante e adequada a peças de vestuário de verão, uma vez que a resistência térmica é bastante baixa (inferior a 0.093 m²K/W). (Hedge A., 2006)

Contudo, a difusividade e absorvidade térmicas do tecido B são diferentes das do Tecido A. A menor difusividade térmica do Tecido B (0,035 x10⁶ m² s⁻¹) e a sua maior absorvidade, refletem respetivamente, a maior dificuldade do tecido B em atingir o equilíbrio térmico e a sua maior absorção de calor superficial, que se traduz numa sensação de frescura ao primeiro contacto mais

evidente. Esta diferença poderá ser devida à maior densidade do tecido (n° de fios/ unidade de área). Dados em Anexo 18.

Tabela 32 - Resultados obtidos no aparelho Alambeta.

Parâmetros	TECIDO A	TECIDO B	Unidades
	Médias		
Espessura (h)	0,24	0,24	mm
Densidade média (P)	1,12	1,26	-----
q.máx. - Fluxo térmico	1,06	1,24	$W m^{-2}$
Condutividade térmica (λ)	35,16	35,48	$W m^{-1} K^{-1}$
Absortividade térmica (b)	150,40	191,20	$W s^{1/2} m^{-2} K^{-1}$
Difusividade térmica (α)	0,055	0,035	$m^2 s^{-1}$
Resistência térmica (r)	7,1	6,7	$m^2 K W^{-1}$

4.2.2.2 Permeabilidade ao ar

A determinação da permeabilidade ao ar dos tecidos tem um papel fundamental, já que os espaços de ar presentes na estrutura influenciam a transferência de calor por convecção. Pelos resultados obtidos, a permeabilidade ao ar média do tecido B ($786.6 l/m^2/s$) é ligeiramente inferior à do tecido A ($891.5 l/m^2/s$). Este resultado está em concordância com a menor difusividade térmica apresentada e como referido, poderá ser devido à maior densidade de fios por unidade de área do tecido (n° de fios/cm x passagens /cm). Contudo, a diferença não é considerada significativa, e os valores indiciam que os tecidos apresentarão uma boa *respirabilidade*. Dados no Anexo 19.

4.2.2.3 Permeabilidade ao vapor de água

O teste de permeabilidade ao vapor de água consiste na determinação da quantidade de água dissipada, sob a forma de vapor. Segundo a norma utilizada (BS 7209:1990) sob condições isotérmicas, a permeabilidade ao vapor de água é ótima quando o índice for superior a 80 %. Observando os resultados obtidos (Tabela 33) verifica-se que os tecidos têm um comportamento semelhante, quer de permeabilidade ao vapor ($81-83 g/m^2/ dia$), quer de índice de permeabilidade.

Como se obtiveram índices superiores a 80 % podemos concluir que os tecidos A e B apresentam uma excelente capacidade de transporte de humidade, afastando o suor da pele e promovendo conforto ao utilizador. Dados no Anexo 20.

Tabela 33 - Resultados obtidos no teste de permeabilidade ao vapor de água.

Amostras	Peso inicial (g)	Peso final (23 horas) (g)	Massa (g)	(WVP) _r	(WVP) _f	Índice de permeabilidade ao vapor (%)
Amostra referência	138,368	134,408	3,960	76,52	---	----
Amostra TECIDO A	139,410	135,137	4,273	---	82,57	107,9
Amostra TECIDO B	138,940	134,765	4,176	---	80,69	105,4

4.2.3 Propriedades associadas ao conforto sensorial - propriedades de flexão, cair e atrito superficial.

As propriedades relacionadas com o conforto sensorial que foram avaliadas foram a rigidez à flexão, o cair e a rugosidade superficial, aferida pelo coeficiente de atrito cinético.

4.2.3.1 Propriedades de flexão.

As propriedades de flexão dos tecidos, em particular a rigidez à flexão, são indicadores determinantes do seu cair e da facilidade com que serão “dobrados” durante o uso.

Pelos resultados obtidos podemos concluir que os tecidos A e B possuem uma rigidez à flexão semelhante em ambas as direções (teia e trama), sendo significativamente menor na direção da trama (na teia entre 26-27 mg.cm e na trama entre 10-14 mg.cm). Atendendo a que a contextura à trama dos tecidos é cerca de 60% inferior à contextura à teia, este resultado seria expectável. Dados no Anexo 16.

4.2.3.2 Cair

O cair dos tecidos exprime a forma como se ajusta a uma superfície sob ação do seu próprio peso e é principalmente influenciado pela sua massa por unidade de área e pelas propriedades de

flexão, designadamente, comprimento e rigidez. O coeficiente de *drape* é o indicador utilizado para aferir esta propriedade e varia entre 0 (muito “mole”) e 1 (muito “herto”). Os coeficientes de *drape* determinados para os tecidos A (0,54) e B de (0,50) indicam que os tecidos apresentam um bom cair. A Figura 27 ilustra os perfis obtidos no drapeómetro para os dois tecidos. Dados no Anexo 17.

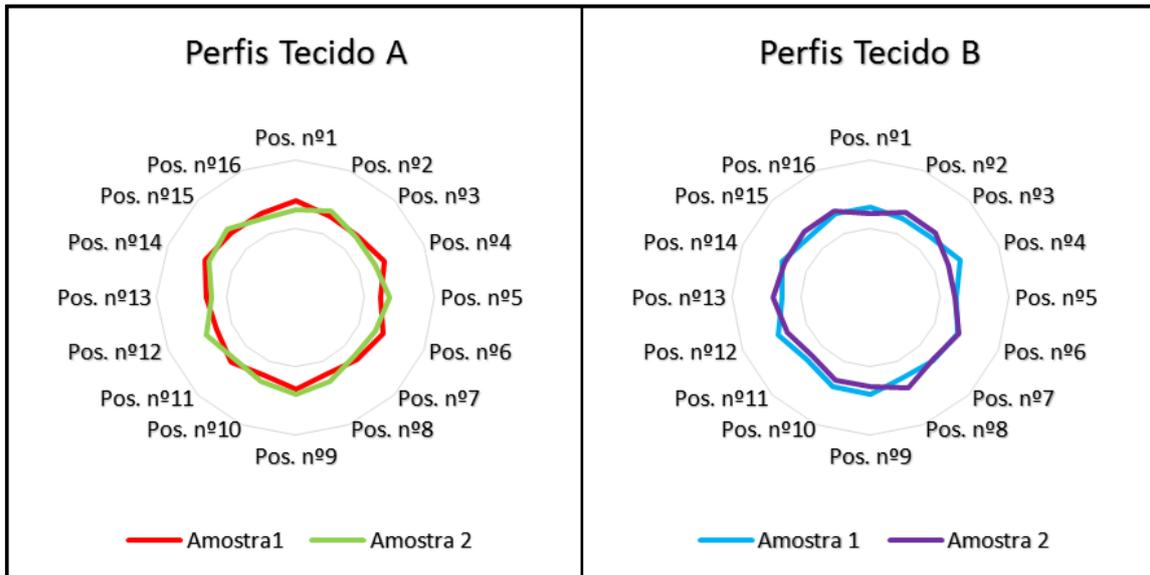


Figura 27 – Perfis dos Tecidos A e B.

4.2.3.3 Atrito superficial

A avaliação do atrito superficial dos tecidos é um bom indicador da sua rugosidade e consequentemente da fricção que promoverá quando em contacto com a pele. A Tabela 34 e Figura 28 apresentam os resultados obtidos nos ensaios realizados. Dados no Anexo 21.

Tabela 34 - Coeficiente de atrito cinético dos tecidos A e B, (Friqtorq).

Ensaio	TECIDO A	TECIDO B
	μ kinetic	μ kinetic
1	0,1535	0,1549
2	0,1515	0,1491
3	0,1624	0,1555
4	0,1606	0,1599
5	0,1584	0,1589
Média	0,1573	0,1557
Desvio Padrão	0,004	0,004
Coefficiente Var. (%)	2,6	2,4

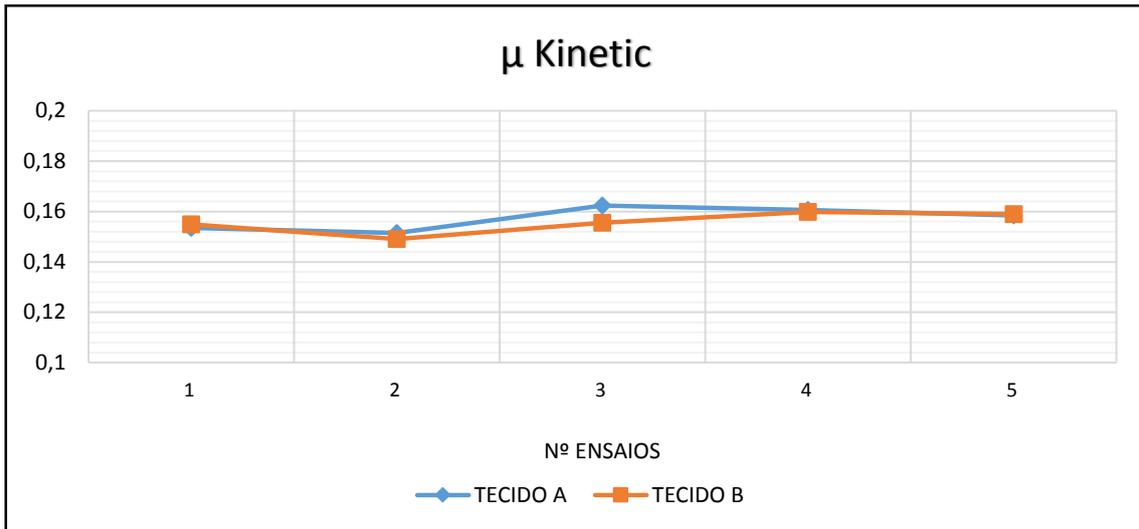


Figura 28 - Gráfico do coeficiente de atrito cinético dos tecidos A e B.

Como se pode constatar o coeficiente de atrito cinético dos dois tecidos é semelhante e não apresentam rugosidade superficial evidente, o que é indicativo de uma sensação agradável ao toque e de bom manuseamento dos tecidos. (Mooneghi S., *et al.* 2014).

5. Discussão de resultados

Os resultados obtidos no trabalho experimental desenvolvido nesta dissertação, analisados em diferentes secções do capítulo 4, serão discutidos de seguida globalmente para melhor compreender a influência dos diferentes processos e variáveis nas propriedades dos tecidos bi-elásticos. Este trabalho permitiu validar as condições de processo estabelecidas na fase de projeto.

De entre os processos de preparação dos fios elásticos, o processo de tingimento foi o que demonstrou ser o mais afetado pelas propriedades das bobinas, designadamente pela sua dureza/densidade. De acordo com os resultados obtidos, os valores destas propriedades deverão situar entre 26-28 °Shore /360-390 g/dm³ para garantir uniformidade do tinto entre bobinas e no interior das bobinas. Foi ainda possível verificar que quando se utilizam bobinas com dureza mais baixa, o valor de delta E (ΔE) é influenciado pela posição das bobinas na autoclave. As condições de rebobinagem desempenham assim um papel fundamental, influenciando a qualidade do tingimento.

O processo de preparação de teias envolveu os controlos efetuados às tensões dos fios teia durante a urdissagem e à dureza do órgão após urdissagem e encolagem. Constatou-se que a variação da tensão dos fios nos vários pontos de controlo das esquinadeiras relativamente ao limite especificado - 6 cN - não é significativa, situando-se as tensões médias entre 4,4-5,6 cN para a teia preta e 5-6,2 cN para a teia branqueada. Os maiores valores de tensão média verificados na teia branqueada devem ser devidos à baixa taxa de humidade que apresentaram, mesmo após vaporização (cerca de 4%). Relativamente à dureza do órgão teia após urdissagem verificou-se que as teias tem pequenas oscilações, não significativas, situando-se no intervalo [35/42] °Shore. Após encolagem a dureza dos órgãos de teia aumentou para [45/55] °Shore, mantendo-se contudo uniforme em toda a sua largura. O *estiramento* [(metros encolados – metros urdidos)/metros urdidos x100] de cerca de 1,5% evidenciado pelas teias, pode ser o principal fator influenciador deste aumento de dureza.

No processo de tecelagem, as tensões na teia e na trama foram os principais parâmetros a considerar para se obter o *stretch* desejado nos tecidos. A tensão na teia foi mantida a 2000 cN e as tensões dos fios de trama foram reduzidas ao máximo possível 10/25 cN e controladas à saída dos pré-alimentadores. No final do processo o rendimento do tear foi satisfatório (92-93%). O



controlo de encolhimento (à fervura) dos tecidos efetuado à saída do tear revelou taxas de encolhimento entre 25-27% à trama e cerca 41% à teia, demonstrando a necessidade de estabilização das dimensões por acabamento, após as operações de preparação dos tecidos (gasagem e desencolagem).

O processo de acabamento envolveu a termofixação em râmola dos tecidos a uma largura mínima de 140 cm, a uma temperatura de 200°C e com uma subalimentação pré-definida de 10% para se obter a estabilidade dimensional e as caraterísticas elásticas pretendidas. Contudo, verificou-se que os tecidos foram submetidos a um tensionamento superior ao estabelecido, que conduziu a uma perda significativa das suas propriedades mecânicas (no tecido A, a resistência ao rasgo reduziu cerca de 40% na direção teia e 32% na direção trama) e afetou o seu aspeto. Atendendo a que na termofixação de tecidos elásticos, a tensão é considerado um dos parâmetros com maior influência no *stretch* resultante (sendo necessário mantê-la o mais baixo possível para que não conduza a perdas irrecuperáveis), analisaram-se as propriedades elásticas dos tecidos em várias fases do processo de produção para melhor aferir a influência deste fator. Constatou-se que o *stretch* dos tecidos bi-elásticos após desencolagem se situa acima dos 50% nas direções (teia e trama) e a extensão residual após 1 minuto entre 8 e 11% (acima do limite de 5%). Após termofixação os tecidos apresentaram uma boa recuperação elástica após 1 minuto (0% na direção teia e cerca de 4% na direção trama), mas sofreram uma perda significativa de *stretch*, situando-se em cerca de 5% na direção da teia (semelhante à verificada nos tecidos à saída do tear com os fios encolados) e em cerca de 18% na direção da trama (abaixo do valores obtidos à saída do tear). Ficou assim demonstrado que o tensionamento dos tecidos, provocado pela superior taxa de subalimentação na termofixação, foi o fator determinante da elevada perda de elasticidade.

Apesar da perda verificada, os tecidos apresentam, em ambas as direções, extensões que se enquadram no *Comfort stretch* (entre 5-30%), sendo por isso adequados para vestuário casual com boas caraterísticas associadas ao conforto ergonómico.

Nos ensaios de caraterização realizados verificou-se ainda terem um bom cair, promovendo uma sensação agradável ao uso e um comportamento térmico semelhante e adequado a peças de vestuário de verão, conferindo uma ótima respirabilidade, e proporcionando um excelente transporte de humidade.

6. Conclusões e perspectivas futuras

Nos dias de hoje o desempenho funcional dos tecidos, associado ao conforto, tem sido identificado como um dos requisitos mais importantes e procurados pelos consumidores de peças de vestuário. Este trabalho insere-se neste contexto e teve como objeto de estudo a produção e caracterização de tecidos bi-elásticos finos produzidos com fios híbridos elásticos *core-spun*, anteriormente desenvolvidos no âmbito de um projeto em colaboração entre as empresas do Grupo Somelos e a Universidade do Minho.

Devido à complexidade dos processos de fabrico de tecidos bi-elásticos finos e à escassez de trabalhos de pesquisa neste domínio, este trabalho foi muito desafiante e procurou colmatar algumas lacunas existentes, analisando, controlando e caracterizando todas as varáveis e parâmetros dos processos, por forma a melhorar e estabelecer o processo de fabrico destes tecidos.

Através da análise dos resultados obtidos é possível concluir que o controlo de tensões é determinante da qualidade e desempenho funcional dos tecidos bi-elásticos. Em particular, na rebobinagem por afetar a dureza das bobinas e na termofixação em râmola por influenciar o *stretch*, este parâmetro deve ser devidamente ajustado e controlado.

Os tecidos bi-elásticos produzidos, apesar de não conformes com os requisitos de *stretch* definidos pela empresa, demonstraram a sua adequabilidade a produtos de vestuário-moda senhora *Comfort-stretch*, em termos de propriedades associadas ao conforto ergonómico, termofisiológico e sensorial.

Como desenvolvimentos futuros perspectiva-se:

- ✓ Aprofundar o estudo do processo de termofixação de tecidos bi-elásticos para melhor compreender a interação entre a temperatura e a tensão dos tecidos na obtenção/fixação do *stretch*.
- ✓ Analisar o efeito de diferentes construções (debuxos e contextura) no comportamento elástico dos tecidos.
- ✓ Comparar o comportamento elástico de tecidos produzidos com diferentes elastanos (constituintes dos fios *core-spun*).

Bibliografia

- ✓ Alan Hedge, Thermal comfort variables, 2006
- ✓ Bartels, VT 2006, 'Physiological comfort of biofunctional textiles' in U-C Hipler & P Elsner, Biofunctional textiles and skin, Curr Probl Dermatology, Basel, Karger, Switzerland, Vol. 33, pp. 51-66.
- ✓ Behera, BK 2007, Comfort and handle behaviour of linen-blended fabrics, Autex Research Journal, Vol. 7, n° 1, pp. 33-47.
- ✓ Bilal Qadir, Tanveer Hussain, PhD, Mumtaz Malik, PhD (2014) - Effect of Elastane Denier and Draft Ratio of Core-Spun Cotton Weft Yarns on the Mechanical Properties of Woven Fabrics, Journal of Engineered Fibers and Fabrics: Volume 9, Issue 1
- ✓ Dias, C. (2009). Design de estruturas fibrosas híbridas para aplicação técnica. Retrieved from <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/10777>.
- ✓ Dunja Sajn Gorjanc; Matejka Bizjak (2014) - The Influence of Constructional Parameters on Deformability of Elastic Cotton Fabrics, Journal of Engineered Fibers and Fabrics Volume 9, Issue 1.
- ✓ Filgueiras A P A (2008), „Otimização do design de malhas multifuncionais para utilização em vestuário desportivo“, Tese de Doutoramento, Universidade do Minho, Portugal.
- ✓ Gerales, MJO 1999, 'Análise experimental do conforto térmico das malhas funcionais no estado húmido', PhD Tese, Universidade do Minho/PT.
- ✓ Gersak, Sajin, & Bukosek. (2005). A Study of the relaxation phenomena in the fabrics containing elastane yarns. internacional journal of clothing science and technology, vol.17, no.3/4.
- ✓ Klevaityte, & Masteikaite. (2008). Anisotropy of Woven Fabric Deformation after Stretching. Fibres and Textiles in Eastern Europe, Vol.16, N°.4(69).
- ✓ Lima, M., Hes, L., Vasconcelos, R., Cunha, J., Martins, J. (2005), " *FRICTORQ, Fabric Friction Tester: A Comparative Study with KES*" (Submitted to the 5th AUTEX Textile Conf..
- ✓ Mohammad Amani Tehran, Mahboubeh Maleki (2011) - Artificial Neural Network Prosperities in Textile Applications.
- ✓ Mourad M. M; M. H. Elshakankery; Alsaid A. Almetwally (2012). Physical and Stretch Properties of Woven Cotton - Fabrics Containing Different Rates of Spandex. Journal of American Science; 8(4): pp.567-572.



- ✓ Muhammad Maqsood, Yasir Nawab, Syed Talha Ali Hamdani, World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering Vol:3, No:2, 2016
- ✓ Ogulata, Sahin, & Balci. (2006). The Prediction of Elongation and Recovery of Woven Bi-stretch Fabric Using Artificial Neural Network and Linear Regression Models. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, Vol. 14, No. 2(56).
- ✓ Reyhaneh Masaeli, Hossein Hasani* and Mohsen Shanbeh (2015) - Optimizing the physical properties of elastic-woven fabrics using Grey–Taguchi method, *The Journal of The Textile Institute*, Vol. 106, N°. 8, pp.814 – 822.
- ✓ Sara Asghari Mooneghi et al, Surface Roughness Evaluation of Textile Fabrics: A Literature Review, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, Volume 9, Issue 2,2014 (p1-18)
- ✓ Saville, BP 2000, *Physical testing of textiles*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- ✓ X. Wang, *et al* (2008), “Physical and mechanical testing of textiles”, in *Fabric Testing*, Hu J. (ed), Woodhead Publishing in Textiles, n° 76, pp90-124.



Anexos



Anexo 1

Maquina - SCHLAFHORST, AUTOCONER 338 Typ K

Dados da depuração:

Ajuste dos canais	
N	DESL.
DS	2.70
LS	2.0 (cm)
DL	1.50
LL	40 (cm)
-D	-30 (%)
-L	40 (cm)

Emendas	
N	DESL.
CompTst	10 (cm)
DS	3.00
LS	2.0 (cm)
DL	2.0
LL	30 (cm)
-D	-20 (%)
-L	24 (cm)

Título do fio	
Título	50 (Ne)
+DesvDiã	DESL (%)
-DesvDiã	DESL (%)
Grosso	DESL (Ne)
Fino	DESL (%)
CntLen	10 (m)
Repet	2

Cluster curto	
Defeitos act. Visual.	***
DS	2.00
LS	1.9 (cm)
Compr.	DESL (m)
Defeit.	DESL
Repet	2

Legenda

N	Valor limite do diâmetro para os nós
DS	Valor limite do diâmetro para defeitos curtos (Short)
LS	Valor limite para o comprimento de defeitos curtos (Short)
DL	Valor limite do diâmetro para defeitos longos e fios duplos (Long)
LL	Valor limite para o comprimento de defeitos longos (Long)
-D	Valor limite para a redução do diâmetro nas zonas finas (Thin)
-L	Valor limite para o comprimento das zonas finas (Thin)
SP	Valor limite para o splice (Splice)



Anexo 2

Resultados obtidos no controlo do fio cru (bobinas de origem)

Massa linear do fio = 47,1 Ne; Norma NP 4105 1990.

Massa linear determinada numa amostra de 10 bobinas no laboratório da Somelos Tecidos S.A..

Resultados obtidos no *USTER TESTER 3 - Regularidade*

Neste teste são efetuados 10 ensaios a 10 bobinas realizando o teste a 1000 m de fio de cada bobina.

Regularidade Um (%)	9.11
Coefficiente Variação (%)	11.86
Pontos finos (-50 %) Km	0
Pontos grossos (+50 %) km	7
Neps (+200 %) Km	17

Resultados obtidos no *USTER Dynamat II – R.K.M e EXTENSÃO*

Este aparelho efetua a medição do alongamento à rotura bem como à força de rotura de um determinado fio.

Resistência Km (R.K.M.)	21
Coefficiente Variação (Resistência) %	8,47
Extensão %	6,99
Coefficiente Variação (Alongamento) %	7,88

Resultados obtidos no *Torciometro*

➤ Este aparelho determina a torção de um fio que consiste no número de voltas por unidade de comprimento do fio (voltas por metro). Norma NP 4104 1991.

Torção/polegada (voltas/polegada)	34,7
α (coeficiente de torção)	4,9

Fórmula do coeficiente de torção:

$$\alpha = \frac{\text{voltas/polegada}}{\sqrt{Ne}}$$

Resultados obtidos no controlo do peso do fio cru (origem)

Teste realizado numa amostra de 10 bobinas sem o peso da tara vazio e realizado com o aparelho Balança Digital.

Tara da bobina (5º-57, 17 cm) – 85 g.

Nº. CONE	Peso (g)
1	1565
2	1626
3	1552
4	1557
5	1600
6	1562
7	1573
8	1569
9	1572
10	1590
MÉDIA	1577
Desvio padrão	22,6
Coef. Variac. %	1,4



Figura – BALANÇA DIGITAL

Resultados obtidos no controlo do atrito do fio cru (origem)

Teste realizado numa amostra de 10 bobinas e com o aparelho *LAWSON-HEMPHILL*

Nº. CONE	Atrito do fio
1	0,21
2	0,22
3	0,22
4	0,22
5	0,22
6	0,21
7	0,21
8	0,22
9	0,21
10	0,21
MÉDIA	0,22
Desvio padrão	0,01
Coef. Variac. %	2,45



Figura - LAWSON-HEMPHILL (FRICTION METER)

Resultados obtidos no controlo da humidade do fio cru (origem)



Teste realizado numa amostra de 10 bobinas e com o aparelho *AQUA – BOY*

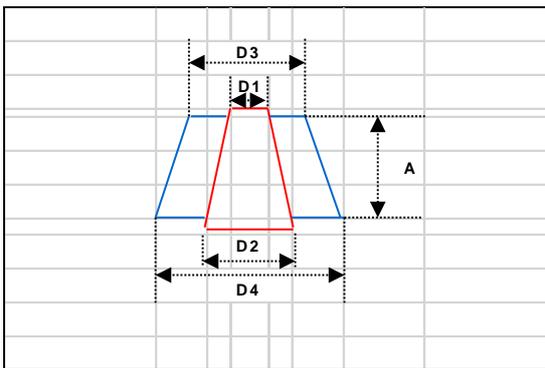
Nº. CONE	Humidade %
1	8,9
2	8
3	8,3
4	8,5
5	8,2
6	7,9
7	7,9
8	8,1
9	8,1
10	8
MÉDIA	8,2
Desvio padrão	0,3
Coef. Variac. %	3,8



Figura - AQUA - BOY, Type: TEM I

Cálculo da densidade do fio cru (bobinas de origem)

Testes realizados numa amostra de 10 bobinas.



Fórmula do volume:

$$V = \frac{D4 + D3}{4} \times 3,14 \times A - \frac{A1 + D2}{4} \times 3,14 \times A$$

Fórmula da densidade:

Densidade = peso liquido cone : volume em litros
X 1000

Cálculo do volume do cone

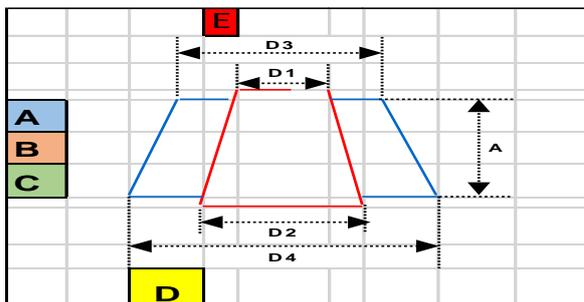
CONE VAZIO (tara)					
Nº. CONE	PESO BOBINE	D1	D2	A	VOLUME CONE
1	85	4	7,3	16,6	415,98

Cálculo do volume das bobinas e respetiva densidade

CÁLCULO DA DENSIDADE (g/dm ³)						
Nº. CONE	PESO BOBINE	D4	D3	A	VOLUME	DENSIDADE DO FIO
1	1602	18,9	15,8	16,6	3,51	456,8
2	1593	18,8	15,9	16,5	3,48	457,4
3	1559	18,6	15,7	16,7	3,44	453,2
4	1601	18,7	15,7	16,5	3,42	468,7
5	1592	18,5	15,9	16,9	3,51	453,7
6	1543	18,8	15,4	16,4	3,35	460,8
7	1628	18,6	15,5	16,6	3,37	482,8
8	1613	18,6	15,8	16,7	3,46	465,9
9	1599	18,9	15,9	16,6	3,53	453,1
10	1602	18,7	15,9	16,6	3,48	459,8
MÉDIA	1593,2	18,7	15,8	16,6	3,5	461,2
Desvio padrão						9,2
Coef. Variac. %						2,0



Controlo da dureza das bobinas de fio cru (origem)



DUREZA (°shore)						
Nº. CONE	A	B	C	D	E	MEDIA CONE
1	30	32	35	52	51	40,0
2	26	26	37	55	54	39,6
3	29	32	35	54	55	41,0
4	28	32	36	57	54	41,4
5	29	31	35	54	53	40,4
6	28	32	39	35	52	37,2
7	29	31	39	56	49	40,8
8	25	30	34	52	52	38,6
9	26	30	32	49	51	37,6
10	26	30	32	49	51	37,6
MÉDIA						39,4
DESVIO PADRÃO						1,6
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %						4,0



Anexo 3

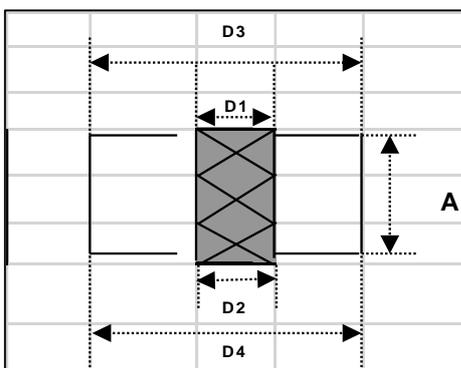
Resultados obtidos no controlo do fio rebobinado para tingir

Fio rebobinado para cones perfurados *diaflex* compressíveis.



Figura - CONE PERFURADO DIAFLEX (COMPRESSIVEL)

Cálculo da densidade



Fórmula do volume:

$$V = \frac{D4 + D3}{4} \times 3,14 \times A - \frac{A1 + D2}{4} \times 3,14 \times A$$

Fórmula da densidade:

Densidade = peso liquido cone : volume em litros X 1000

Cálculo do volume do cone

CONE VAZIO (tara)					
Nº. CONE	PESO BOBINE	D1	D2	A	VOLUME CONE
1	60	6,48	6,79	15,1	522,52

Cálculo do volume das bobinas para tingir, dureza, peso médio e respetivas densidades

Realizou-se os testes para calcular a densidade, volume, peso médio e dureza a todas as bobinas rebobinadas para tingir, na cor preta (ref. 4000). No total de 75 bobinas.

Material utilizado:



Figura - PAQUIMETRO



Figura - BALANCA DIGITAL

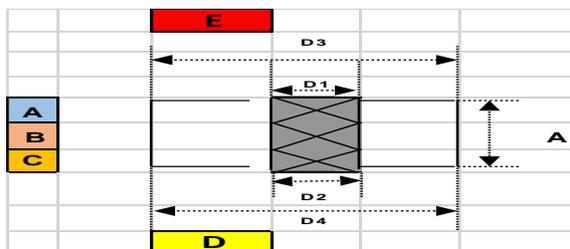


CÁLCULO DA DENSIDADE (g/dm ³)						
Nº. CONE	PESO BOBINE	D4	D3	A	VOLUME	DENSIDADE DO FIO
1	607	13,3	13,1	15,1	1,54	393,4
2	606	13,4	13,1	15,0	1,54	392,3
3	613	13,5	13,2	15,1	1,59	385,5
4	624	13,9	13,6	15,2	1,73	360,0
5	621	13,5	13,2	15,2	1,60	387,1
6	621	13,9	13,4	15,2	1,70	365,1
7	614	13,4	13,2	15,1	1,57	390,0
8	627	14,0	13,6	15,2	1,75	358,3
9	606	13,6	13,2	15,2	1,62	374,1
10	607	13,3	13,2	15,1	1,56	389,5
11	625	13,7	13,5	15,1	1,67	374,3
12	634	13,9	13,6	15,2	1,73	365,8
13	599	13,3	13,1	15,1	1,54	388,2
14	595	13,3	13,1	15,1	1,54	385,7
15	596	13,4	13,2	15,2	1,59	375,3
16	593	13,3	13,0	15,1	1,53	388,3
17	620	13,5	13,4	15,2	1,64	379,0
18	614	13,5	13,4	15,2	1,64	375,3
19	612	13,5	13,2	15,1	1,59	384,9
20	603	13,3	13,1	15,2	1,56	387,4
21	610	13,3	13,2	15,1	1,56	391,4
22	594	13,3	13,0	15,1	1,53	388,9
23	617	13,6	13,3	15,1	1,62	380,4
24	598	13,4	13,0	15,1	1,54	387,6
25	612	13,5	13,3	15,1	1,61	381,1
26	611	13,8	13,5	15,2	1,70	359,3
27	623	13,8	13,6	15,2	1,72	362,8
28	588	13,2	13,0	15,1	1,51	389,0
29	606	13,4	13,1	15,0	1,54	392,3
30	616	13,6	13,3	15,1	1,62	379,8
31	613	13,3	13,2	15,1	1,56	393,3
32	616	13,5	13,3	15,2	1,62	380,2
33	615	13,5	13,2	15,1	1,59	386,8
34	606	13,4	13,2	15,1	1,57	384,9
35	610	13,4	13,2	15,1	1,57	387,5
36	620	13,5	13,2	15,2	1,60	386,5
37	611	13,4	13,2	15,1	1,57	388,1
38	617	13,7	13,5	15,2	1,68	366,3
39	616	13,4	13,3	15,1	1,59	387,4
40	610	13,4	13,2	15,1	1,57	387,5
41	610	13,4	13,2	15,1	1,57	387,5
42	620	13,5	13,3	15,1	1,61	386,1
43	614	13,4	13,2	15,1	1,57	390,0
44	614	13,3	13,2	15,1	1,56	394,0
45	617	13,6	13,3	15,1	1,62	380,4
46	611	13,5	13,2	15,1	1,59	384,3
47	612	13,5	13,2	15,0	1,58	388,3



48	616	13,5	13,3	15,1	1,61	383,6
49	618	13,4	13,2	15,1	1,57	392,6
50	619	13,7	13,2	15,2	1,64	378,4
51	614	13,4	13,3	15,1	1,59	386,2
52	625	13,7	13,5	15,2	1,68	371,0
53	616	13,4	13,1	15,1	1,56	395,2
54	607	13,4	13,1	15,0	1,54	392,9
55	623	13,7	13,5	15,1	1,67	373,1
56	620	13,5	13,2	15,1	1,59	389,9
57	625	13,6	13,5	15,1	1,65	377,9
58	623	13,6	13,3	15,1	1,62	384,1
59	624	13,6	13,2	15,2	1,62	385,2
60	615	13,4	13,2	15,1	1,57	390,7
61	613	13,4	13,1	15,1	1,56	393,3
62	620	13,4	13,1	15,1	1,56	397,8
63	615	13,6	13,2	15,0	1,59	386,4
64	631	13,7	13,5	15,2	1,68	374,6
65	623	13,7	13,5	15,1	1,67	373,1
66	614	13,3	13,1	15,1	1,54	398,0
67	621	13,6	13,4	15,1	1,64	379,2
68	619	13,6	13,4	15,1	1,64	378,0
69	626	13,6	13,3	15,1	1,62	386,0
70	618	13,5	13,2	15,1	1,59	388,7
71	617	13,6	13,3	15,1	1,62	380,4
72	622	13,6	13,2	15,2	1,62	384,0
73	615	13,4	13,1	15,1	1,56	394,6
74	625	13,6	13,4	15,1	1,64	381,6
75	603	13,2	12,9	15,1	1,50	403,0
MÉDIA	614,3	13,5	13,3	15,1	1,6	383,6
DESVIO PADRÃO						9,4
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %						2,4

Controlo da dureza das bobinas para tingir



Pontos de medição



Figura – BALANÇA DIGITAL



DUREZA (°shore)						
Nº. CONE	A	B	C	D	E	MEDIA CONE
1	23,0	25,0	28,0	38,0	38,0	30
2	22,0	24,0	23,0	35,0	38,0	28
3	21,0	24,0	20,0	33,0	38,0	27
4	20,0	21,0	21,0	34,0	37,0	27
5	19,0	26,0	21,0	33,0	36,0	27
6	21,0	22,0	24,0	34,0	38,0	28
7	23,0	26,0	25,0	37,0	37,0	30
8	19,0	21,0	21,0	30,0	33,0	25
9	21,0	24,0	22,0	35,0	40,0	28
10	19,0	23,0	23,0	37,0	39,0	28
11	19,0	23,0	22,0	34,0	34,0	26
12	21,0	20,0	21,0	35,0	37,0	27
13	20,0	24,0	25,0	39,0	37,0	29
14	24,0	25,0	23,0	38,0	36,0	29
15	21,0	21,0	23,0	35,0	34,0	27
16	20,0	27,0	25,0	38,0	39,0	30
17	21,0	23,0	21,0	34,0	34,0	27
18	20,0	24,0	21,0	30,0	32,0	25
19	23,0	22,0	25,0	37,0	39,0	29
20	21,0	26,0	22,0	37,0	39,0	29
21	24,0	25,0	23,0	36,0	39,0	29
22	21,0	25,0	22,0	36,0	36,0	28
23	21,0	24,0	22,0	35,0	37,0	28
24	23,0	24,0	25,0	37,0	38,0	29
25	20,0	26,0	25,0	32,0	37,0	28
26	20,0	21,0	21,0	35,0	39,0	27
27	18,0	20,0	19,0	32,0	31,0	24
28	19,0	25,0	21,0	37,0	39,0	28
29	21,0	24,0	21,0	35,0	35,0	27
30	19,0	24,0	21,0	36,0	40,0	28
31	24,0	22,0	24,0	30,0	30,0	26
32	20,0	25,0	25,0	34,0	35,0	28
33	22,0	24,0	24,0	37,0	38,0	29
34	24,0	26,0	25,0	30,0	39,0	29
35	20,0	24,0	21,0	34,0	38,0	27
36	22,0	24,0	24,0	37,0	37,0	29
37	19,0	26,0	23,0	35,0	36,0	28
38	20,0	21,0	22,0	34,0	39,0	27
39	24,0	24,0	25,0	36,0	34,0	29
40	21,0	25,0	21,0	35,0	35,0	27
41	21,0	24,0	24,0	32,0	34,0	27
42	20,0	22,0	21,0	30,0	34,0	25
43	24,0	25,0	25,0	35,0	36,0	29
44	23,0	23,0	25,0	32,0	38,0	28
45	19,0	20,0	23,0	31,0	35,0	26
46	24,0	26,0	24,0	36,0	25,0	27
47	20,0	22,0	24,0	32,0	36,0	27



48	24,0	24,0	22,0	32,0	38,0	28
49	25,0	26,0	25,0	34,0	36,0	29
50	21,0	22,0	21,0	29,0	36,0	26
51	24,0	26,0	24,0	35,0	35,0	29
52	20,0	21,0	22,0	35,0	34,0	26
53	25,0	28,0	22,0	30,0	33,0	28
54	21,0	26,0	22,0	37,0	35,0	28
55	19,0	20,0	23,0	30,0	35,0	25
56	22,0	26,0	28,0	33,0	35,0	29
57	20,0	24,0	21,0	29,0	35,0	26
58	21,0	23,0	25,0	36,0	35,0	28
59	18,0	25,0	23,0	35,0	37,0	28
60	19,0	24,0	23,0	35,0	32,0	27
61	23,0	24,0	21,0	33,0	34,0	27
62	20,0	27,0	24,0	35,0	27,0	27
63	20,0	22,0	20,0	33,0	37,0	26
64	20,0	21,0	21,0	33,0	35,0	26
65	19,0	24,0	19,0	36,0	36,0	27
66	24,0	24,0	21,0	37,0	34,0	28
67	19,0	22,0	19,0	31,0	34,0	25
68	20,0	22,0	18,0	34,0	34,0	26
69	22,0	25,0	20,0	35,0	37,0	28
70	19,0	23,0	22,0	35,0	31,0	26
71	21,0	20,0	21,0	35,0	35,0	26
72	21,0	25,0	23,0	33,0	36,0	28
73	21,0	21,0	25,0	37,0	39,0	29
74	20,0	24,0	20,0	32,0	38,0	27
75	24,0	26,0	22,0	39,0	36,0	29
MÉDIA TOTAL						27
DESVIO PADRÃO						1,3
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %						4,9

Determinação da massa linear do fio rebobinado para tingir

Teste realizado numa amostra de 10 bobinas e com o aparelho JESTRITE-WOODFIELD WORKES OLD LANE e Balança Digital. Norma NP 4105 1990.

Nº. Cone	Peso (g)	Metros	Ne efetivo
1	1,29	100	45,7
2	1,23	100	48,0
3	1,28	100	46,1
4	1,27	100	46,5
5	1,28	100	46,1
6	1,28	100	46,1
7	1,28	100	46,1
8	1,29	100	45,7
9	1,24	100	47,6
10	1,27	100	46,5
MÉDIA			46,4
Desvio padrão			0,8
Coeficiente Variação (%)			1,6



Figura – BALANÇA DIGITAL

Resultados obtidos no *USTER TESTER 3 – Regularidade*

Neste teste são efetuados 10 ensaios a 10 bobinas realizando o teste a 1000 m de fio de cada bobina.

Regularidade Um (%)	9.40
Coef. Variação (%)	11.86
Pontos finos (-50 %) Km	0
Pontos grossos (+50 %) km	11
Neps (+200 %) Km	5



Figura – USTER TESTER 3

Resultados obtidos no *USTER Dynamat II – R.K.M e EXTENSÃO*

Este aparelho efetua a medição do alongamento à rotura bem como à força de rotura de um determinado fio.

Resistência Km (R.K.M.)	19.93
Coef. Variação (Resistência) %	7,97
Alongamento %	6,93
Coef. Variação (Alongamento) %	7,88



Figura – USTER Dynamat II

Resultados obtidos no *Torciometro*

Este aparelho determina a torção de um fio que consiste no número de voltas por unidade de comprimento do fio (voltas por metro). Norma NP 4104 1991.

Torção (V/")			
Nº. CONE	Nº.	SENTIDO	VOLTAS/''
1	1382	Z	35,1
2	1409	Z	35,8
3	1405	Z	35,7
4	1340	Z	34,0
5	1318	Z	33,5
6	1359	Z	34,5
7	1374	Z	34,9
8	1349	Z	34,3
9	1343	Z	34,1
10	1391	Z	35,3
MÉDIA	1367		34,7
DES.PADRÃO	30,1		0,76
Coef.Variaç. %	2,2		0,02



Torção/polegada (voltas/polegada)	34,7
α (coeficiente de torção)	4,9

Fórmula do coeficiente de torção:

$$\alpha = \frac{\text{voltas/polegada}}{\sqrt{Ne}}$$

Anexo 4

Resultados das densidades e durezas das 75 bobinas da cor preto (ref.4000).

Nº. Cone	Densidade do fio	Dureza cone	Marcação (nós)	Posição
8	358,3	25	1	Base/Interior
26	359,3	27		
4	360,0	27		
27	362,8	24	3	Base/Interior
6	365,1	28		
12	365,8	27		
38	366,3	27		
52	371,0	26		
55	373,1	25	4	Base/Interior
65	373,1	27		
9	374,1	28		

Bobinas com dureza baixa



11	374,3	26		
64	374,6	26		
15	375,3	27		
18	375,3	25	2	Base/Interior
57	377,9	26		
68	378,0	26		
50	378,4	26		
17	379,0	27		
67	379,2	25		
30	379,8	28		
32	380,2	28		
23	380,4	28		
45	380,4	26		
71	380,4	26		
25	381,1	28		
74	381,6	27		
48	383,6	28	Marcação (nós)	Posição
72	384,0	28	3	Topo/Exterior
58	384,1	28	1	Topo/Exterior
46	384,3	27	4	Topo/Exterior
19	384,9	29	8	Topo/Exterior
34	384,9	29	2	Topo/Exterior
59	385,2	28	10	Topo/Exterior
3	385,5	27	6	Topo/Exterior
14	385,7	29	9	Topo/Exterior
69	386,0	28	7	Topo/Exterior
42	386,1	25	5	Topo/Exterior
51	386,2	29		
63	386,4	26		
36	386,5	29		
33	386,8	29		
5	387,1	27		
20	387,4	29		
39	387,4	29		
35	387,5	27		
40	387,5	27		
41	387,5	27		
24	387,6	29		
37	388,1	28		
13	388,2	29	Marcação (nós)	Posição
16	388,3	30	3	Base/Exterior
47	388,3	27		
70	388,7	26		
22	388,9	28		
28	389,0	28		
10	389,5	28		
56	389,9	29		
7	390,0	30	2	Base/Exterior
43	390,0	29		

Bobinas com dureza média



60	390,7	27		
21	391,4	29		
2	392,3	28		
29	392,3	27		
49	392,6	29		
54	392,9	28		
31	393,3	26		
61	393,3	27		
1	393,4	30	1	Base/Exterior
44	394,0	28		
73	394,6	29		
53	395,2	28		
62	397,8	27		
66	398,0	28		
75	403,0	29	4	Base/Exterior

Bobinas com
dureza alta

Anexo 5

Processo do tingimento Preto Novacron (ref.4000) em Corespun

Receita utilizada:

```

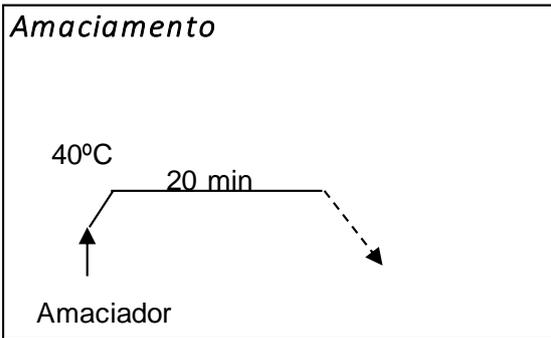
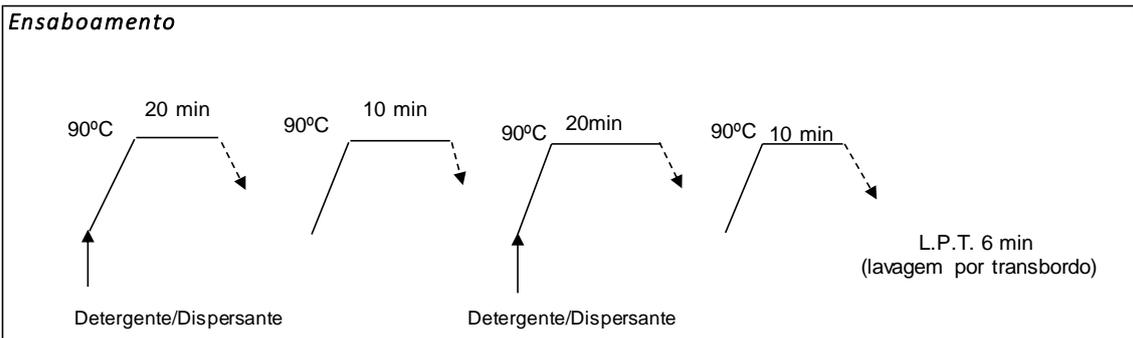
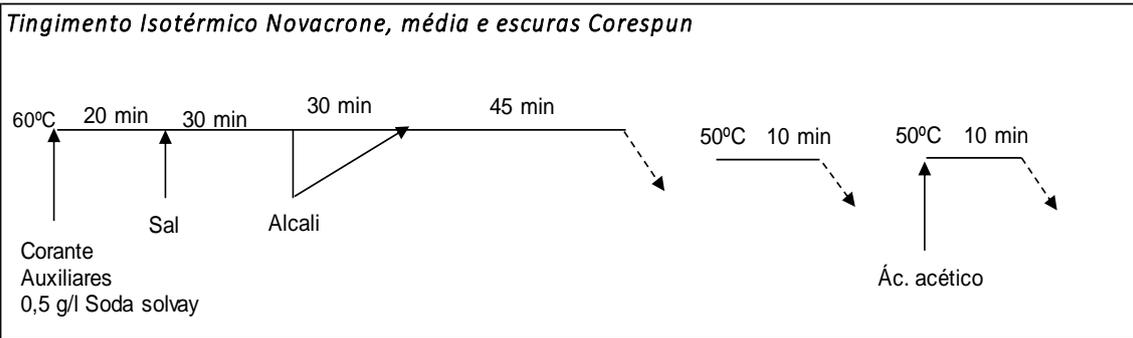
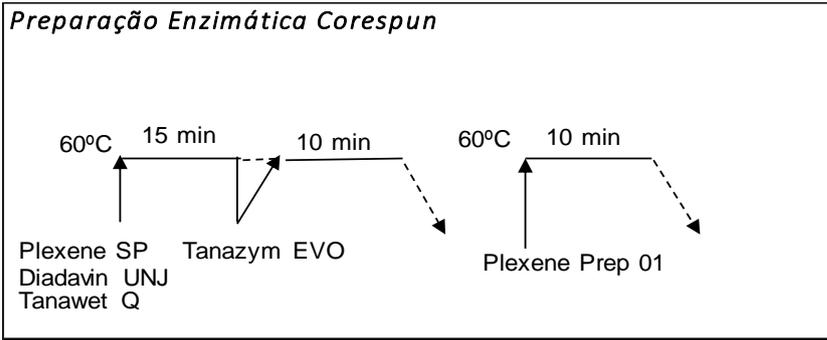
=====
QUANTIDADE UN. DESCRICAO
=====
IT-0251/2.1. FERVURA CO (ENZIM-LTICA)
  0,50000 ml/l PLEXENE SP
  0,50000 ml/l DIADAVIN UNJ
  1,00000 ml/l TANAWET Q
  1,00000 %/Kg TANAZYM EVO
IT-0251/2.1. FERVURA CO (ENZIM-LTICA)
  2,00000 ml/l PLEXENE PREP 01
04000CPS PRETO (CORESPUN)S. FIOS
  5,00000 g/Kg PRETO NOVACRON NS

IT-0471/5.5. TANALEV KDC (2)
  2,00000 ml/l TANALEV KDC
IT-0471/9.1 CIBACEL (ALBATEX) DS (1)
  1,00000 ml/l ALBATEX DS
IT-0471/6.5. TANALUBE FF (2)
  2,00000 ml/l TANALUBE FF
IT-0473/1.3. NOFOME AF (1)
  1,00000 ml/l NOFOME AF
IT-0473/2.2. SAL (100)
  100,00000 g/l SAL VATEL
IT-0473/3.1. SODA 38 BE (2,5)
  2,50000 ml/l SODA CAUSTICA LIQUIDA 38 BE
IT-0473/5.1. SODA SOLVAY (0.5)
  0,50000 g/l SODA SOLVAY
IT-0473/5.1. SODA SOLVAY (4.5)
  4,50000 g/l SODA SOLVAY
IT-0473/7.1. NEUTR. REACTIVOS (0.3)
  0,30000 ml/l ACIDO ACETICO GLACIAL
IT-0430/4.1 ENS. ERIOPON R (1)
  1,00000 ml/l ERIOPON R LIQUIDO
IT-0430/4.1 ENS. ERIOPON R (1)
  1,00000 ml/l ERIOPON R LIQUIDO
IT-0446/5.2 AMACIAMENTO CORESPUN
  2,00000 %/Kg SAPAMINE SEW
  2,00000 %/Kg PERSOFTAL OS

```



Gráficos do processo do tingimento



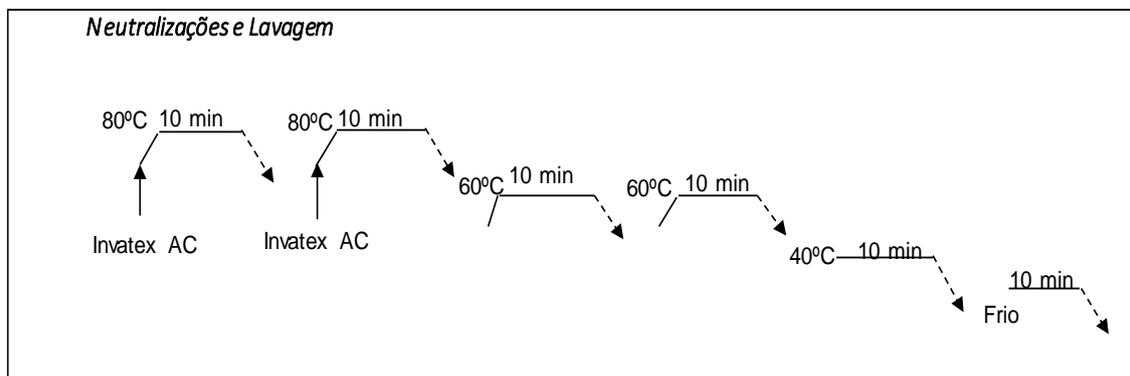
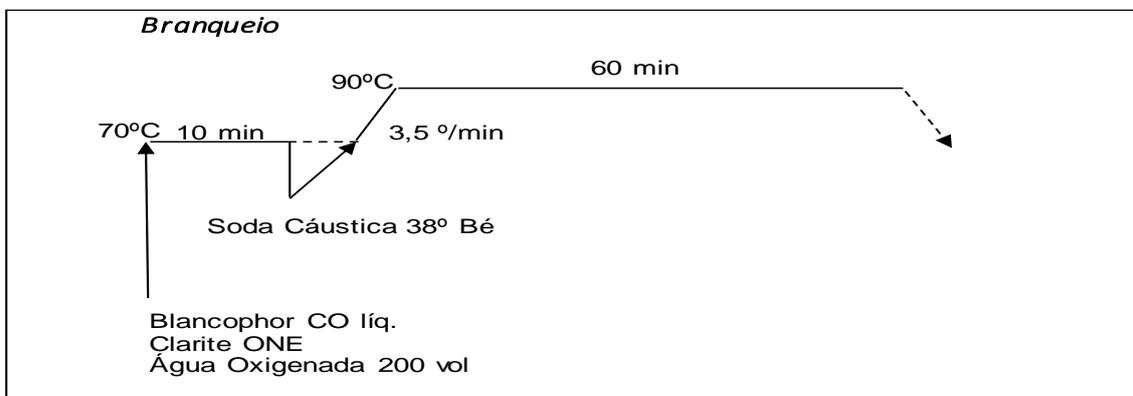
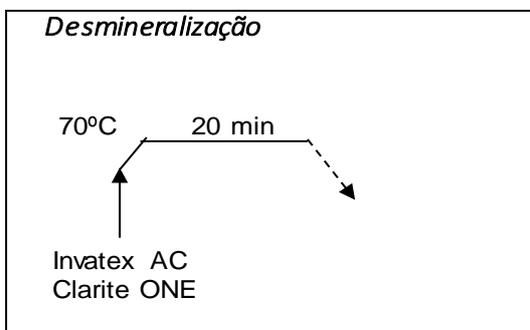
Processo de branqueamento Branco Óptico (ref.0036) Corespun

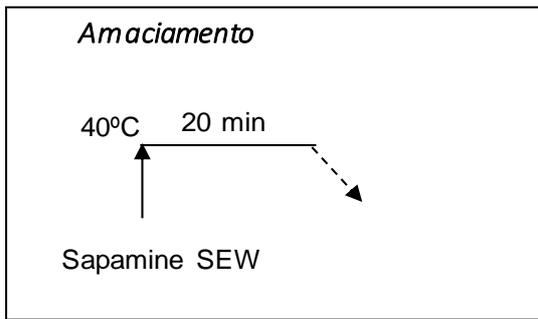
Receita utilizada:



QUANTIDADE	UN.	DESCRICAO
IT-0335/3.4.	BRANCO CORESPUN P. 592	
2,00000	ml/l	INVATEX AC
1,00000	ml/l	CLARITE ONE
IT-0335/3.4.	BRANCO CORESPUN P. 592	
0,75000	%/Kg	BLANKOPHOR CO LIQUIDO
2,00000	ml/l	CLARITE ONE
10,00000	ml/l	AGUA OXIGENADA 200 VOLUMES (50%)
IT-0335/3.4.	BRANCO CORESPUN P. 592	
7,00000	ml/l	SODA CAUSTICA LIQUIDA 38 BE
IT-0335/3.4.	BRANCO CORESPUN P. 592	
0,80000	ml/l	INVATEX AC
IT-0335/3.4.	BRANCO CORESPUN P. 592	
0,40000	ml/l	INVATEX AC
IT-0335/3.4.	BRANCO CORESPUN P. 592	
3,00000	%/Kg	SAPAMINE SEW

Gráficos do processo de branqueamento





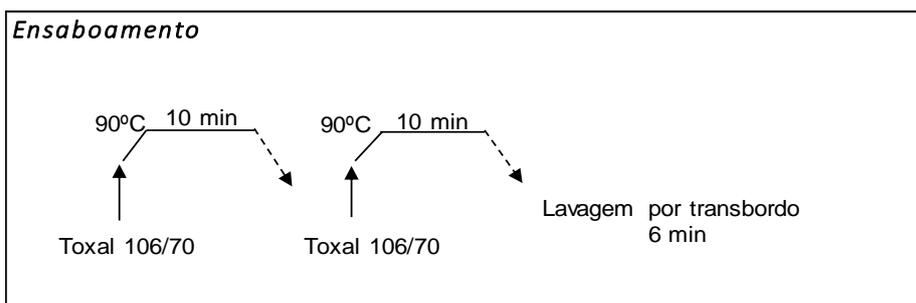
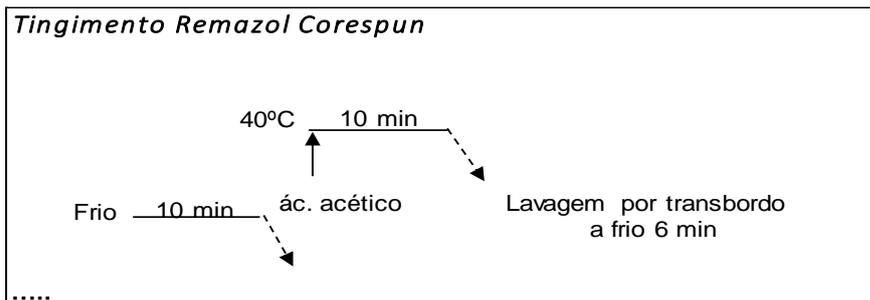
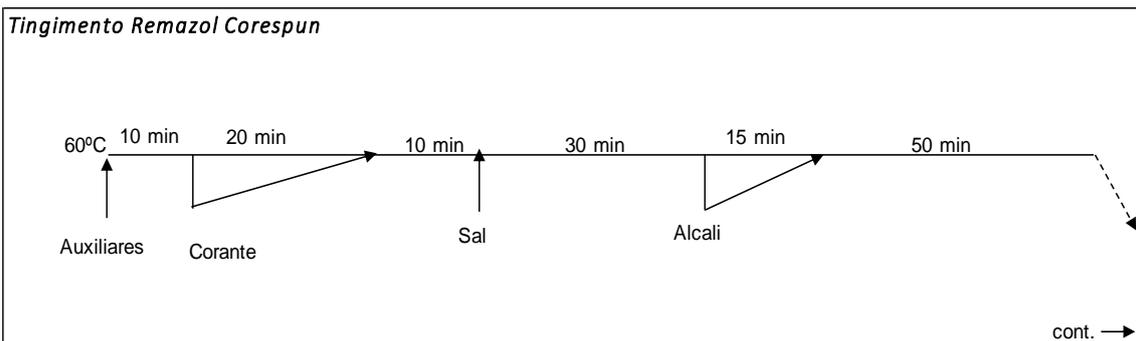
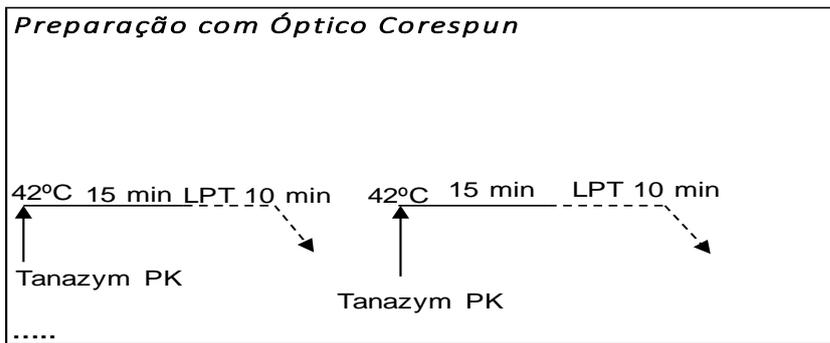
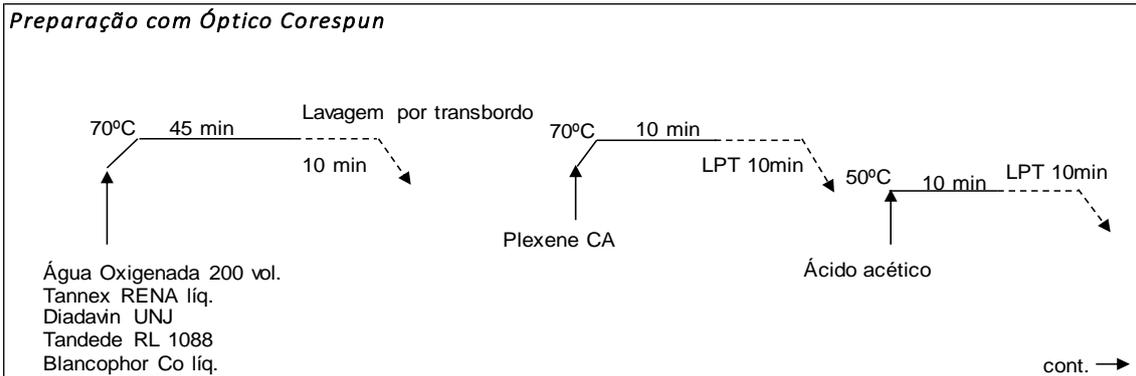
Processo de tingimento Remazol Corespun, Preparação com branqueio ótico, Cor ref.19450

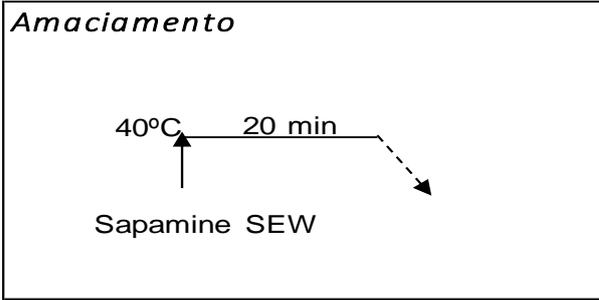
Receita utilizada:

QUANTIDADE	UN.	DESCRICAO
IT-0335/3.4.	PREP.	BAYER CORESPUN C/OP
8,00000	ml/l	AGUA OXIGENADA 200 VOLUMES (50%)
3,00000	ml/l	TANNEX RENA LIQUIDO 01
1,00000	ml/l	DIADAVIN UNJ
1,00000	ml/l	TANEDE RL 1088
0,50000	%/Kg	BLANKOPHOR CO LIQUIDO
IT-0335/3.4.	PREP.	BAYER CORESPUN
1,00000	ml/l	PLEXENE CA
IT-0335/3.4.	PREP.	BAYER CORESPUN
0,15000	ml/l	ACIDO ACETICO GLACIAL
IT-0335/3.4.	PREP.	BAYER CORESPUN
0,15000	ml/l	TANAZYM PK
IT-0335/3.4.	PREP.	BAYER CORESPUN
0,15000	ml/l	TANAZYM PK
19450CPE	AZUL	C/OPT. CPUN B/C F+E
0,00088	g/Kg	AMARELO REMAZOL R GRAN.
0,02880	g/Kg	VERMELHO REMAZOL F3B GRAN.
0,28800	g/Kg	AZUL BRILHANTE SUMIFIX R GRAN.
IT-0471/5.5.	TANALEV	KDC (2)
2,00000	ml/l	TANALEV KDC
IT-0473/1.3.	NOFOME	AF (1)
1,00000	ml/l	NOFOME AF
IT-0471/6.5.	TANALUBE	FF (2)
2,00000	ml/l	TANALUBE FF
IT-0473/2.1.	SAL	(22.5)
22,50000	g/l	SAL VATEL
IT-0473/3.1.	SODA	38 BE (1.18)
1,18000	ml/l	SODA CAUSTICA LIQUIDA 38 BE
IT-0473/5.2.	SODA	SOLVAY (5)
5,00000	g/l	SODA SOLVAY
IT-0473/7.1.	NEUTR.	REACTIVOS (0.3)
0,30000	ml/l	ACIDO ACETICO GLACIAL
IT-0440/1.1	ENSABOAMENTO	NORMAL
0,90000	ml/l	TOXAL 106/70
IT-0440/1.1	ENSABOAMENTO	NORMAL
0,90000	ml/l	TOXAL 106/70
IT-0446/5.2	AMACIAMENTO	CORESPUN
2,00000	%/Kg	SAPAMINE SEW
2,00000	%/Kg	PERSOFTAL OS



Gráficos do processo de tingimento





Anexo 6

Processo de vaporização

Programa do processo

Etapas	Ocorrência	Valor	Duração	
1	Vácuo	80%		
2	Vapor	75°C	15 min.	±2.5°C
3	Vácuo	80%		
4	Vapor	75°C	15 min.	±2.5°C
5	Vácuo	80%		
6	Fim do processo			
Pressão do processo	± 800 mbar (0.80 bar)			
Temperatura do processo	± 75°C			
Duração total do processo	35 minutos			

Fluxograma do processo de vaporização





Anexo 7

Testes realizados ao atrito e a humidade do fio a 10 bobinas metradas antes e depois do processo de vaporização das duas cores para teia, cor preta (ref.4000) e cor branco (ref.0036).

Cor Preto (ref.4000)				
Nº CONE	ATRITO DO FIO		HUMIDADE (%)	
	Não Vaporização	Vaporizado	Não Vaporização	Vaporizado
1	0,18	0,17	4,5	6,5
2	0,18	0,18	4,5	7,0
3	0,18	0,18	5,0	7,0
4	0,18	0,18	6,0	7,0
5	0,18	0,17	4,5	7,0
6	0,18	0,18	6,0	6,5
7	0,18	0,17	4,0	7,0
8	0,18	0,17	4,0	6,5
9	0,18	0,17	4,5	7,0
10	0,18	0,18	5,0	7,0
Média	0,18	0,18	4,8	6,9
Desv. Pad.	0,0	0,01	0,7	0,2
Coef. Var.	0,0	0,03	0,1	0,0

Cor Branco (ref.0036)				
Nº CONE	ATRITO DO FIO		HUMIDADE (%)	
	Não Vaporização	Vaporizado	Não Vaporização	Vaporizado
1	0,17	0,16	2,5	4,0
2	0,17	0,17	2,5	4,0
3	0,17	0,17	2,5	4,5
4	0,17	0,16	2,5	4,0
5	0,17	0,17	2,5	4,0
6	0,17	0,16	2,5	4,0
7	0,17	0,17	2,5	4,5
8	0,17	0,17	2,5	4,5
9	0,17	0,16	2,5	4,0
10	0,17	0,16	2,5	4,0
Média	0,17	0,17	2,5	4,2
Desv. Pad.	0,0	0,01	0,0	0,2
Coef. Var.	0,0	0,03	0,0	0,1

Anexo 8

Controlo de tensões e durezas no processo de urdissagem

Controlo de tensões dos fios nas esquinadeiras da urdideira no processo de urdissagem das teias cor preto (ref.4000) e da teia cor branco (ref.0036).

**Controlo de tensões do fio da teia cor preto (ref.4000).**

Resultados obtidos nas medições das tensões na esquinadeira nº 2, lado direito:

Esquinadeira lado direito											
Tensão do fio superior (cN)			Tensão do fio intermédio (cN)			Tensão do fio inferior (cN)					
	1ª Posição	2ª Posição	3ª Posição		1ª Posição	2ª Posição	3ª Posição		1ª Posição	2ª Posição	3ª Posição
1ª medição	5,3	5,7	5,2	1ª medição	4,7	4,5	4,7	1ª medição	5,2	4,7	4,7
2ª medição	5,1	4,8	5,3	2ª medição	5,6	4,8	5,1	2ª medição	5,6	5,1	4,8
3ª medição	5	4,1	4,3	3ª medição	5,2	4,3	4,5	3ª medição	5,7	4,3	4,7
Média	5,1	4,9	4,9	Média	5,2	4,5	4,8	Média	5,5	4,7	4,7
Desv. Pad.	0,2	0,8	0,6	Desv. Pad.	0,5	0,3	0,3	Desv. Pad.	0,3	0,4	0,1
Coef. Var.%	0,0	0,2	0,1	Coef. Var.%	0,1	0,1	0,1	Coef. Var.%	0,0	0,1	0,0

Variação de tensão da esquinadeira (lado direito) (cN)			
	1ª Posição	2ª Posição	3ª Posição
Fio superior (Média)	5,1	4,9	4,9
Fio intermédio (Média)	5,2	4,5	4,8
Fio inferior (Média)	5,5	4,7	4,7
Média	5,3	4,7	4,8

Resultados obtidos nas medições das tensões na esquinadeira nº 2, lado esquerdo:

Esquinadeira (nº.2) lado esquerdo											
Tensão do fio superior (cN)			Tensão do fio intermédio (cN)			Tensão do fio inferior (cN)					
	1ª Posição	2ª Posição	3ª Posição		1ª Posição	2ª Posição	3ª Posição		1ª Posição	2ª Posição	3ª Posição
1ª medição	4,1	5,1	5,2	1ª medição	4,7	5,2	5,2	1ª medição	4,7	5,2	5,2
2ª medição	5,1	4,7	4,7	2ª medição	5,2	4,3	4,5	2ª medição	5,4	4,5	4,3
3ª medição	5,2	4,1	5,3	3ª medição	5,2	4,5	3,9	3ª medição	6	5,1	4,1
Média	4,8	4,6	5,1	Média	5,0	4,7	4,5	Média	5,4	4,9	4,5
Desv. Pad.	0,6	0,5	0,3	Desv. Pad.	0,3	0,5	0,7	Desv. Pad.	0,7	0,4	0,6
Coef. Var.%	0,1	0,1	0,1	Coef. Var.%	0,1	0,1	0,1	Coef. Var.%	0,1	0,1	0,1

Variação de tensão da esquinadeira (lado esquerdo) (cN)			
	1ª Posição	2ª Posição	3ª Posição
Fio superior (Média)	4,8	4,6	5,1
Fio intermédio (Média)	5,0	4,7	4,5
Fio inferior (Média)	5,4	4,9	4,5
Média	5,1	4,7	4,7

**Controlo de tensões do fio da teia cor branco (ref.0036).**

Resultados obtidos nas medições das tensões na esquinadeira nº 1, lado direito:

Esquinadeira lado direito											
Tensão do fio superior (cN)			Tensão do fio intermédio (cN)				Tensão do fio inferior (cN)				
	1ª Posição	2ª Posição	3ª Posição		1ª Posição	2ª Posição	3ª Posição		1ª Posição	2ª Posição	3ª Posição
1ª medição	5,7	6,1	6,3	1ª medição	5,3	6,3	6,5	1ª medição	5,7	6,5	6,3
2ª medição	5,3	5,8	6	2ª medição	5,7	5,7	5,8	2ª medição	5,3	5,1	5,7
3ª medição	5,2	5,3	5,7	3ª medição	6,0	4,7	5,3	3ª medição	6,1	4,7	6,1
Média	5,4	5,7	6,0	Média	5,7	5,6	5,9	Média	5,7	5,4	6,0
Desv. Pad.	0,3	0,4	0,3	Desv. Pad.	0,4	0,8	0,6	Desv. Pad.	0,4	0,9	0,3
Coef. Var.%	0,0	0,1	0,1	Coef. Var.%	0,1	0,1	0,1	Coef. Var.%	0,1	0,2	0,1

Variação de tensão da esquinadeira (lado direito) (cN)			
	1ª Posição	2ª Posição	3ª Posição
Fio superior (Média)	5,4	5,7	6,0
Fio intermédio (Média)	5,7	5,6	5,9
Fio inferior (Média)	5,7	5,4	6,0
Média	5,6	5,6	6,0

Resultados obtidos nas medições das tensões na esquinadeira nº1, lado esquerdo:

Esquinadeira lado esquerdo											
Tensão do fio superior (cN)			Tensão do fio intermédio (cN)				Tensão do fio inferior (cN)				
	1ª Posição	2ª Posição	3ª Posição		1ª Posição	2ª Posição	3ª Posição		1ª Posição	2ª Posição	3ª Posição
1ª medição	5,9	6,5	6,1	1ª medição	6,2	4,7	5,5	1ª medição	6,1	5,9	5,7
2ª medição	5,5	5,7	5,8	2ª medição	6,6	5,3	5,1	2ª medição	6,5	4,7	5,3
3ª medição	5,7	5,3	5,3	3ª medição	6,0	5,2	5,3	3ª medição	5,7	5,4	5,1
Média	5,7	5,8	5,7	Média	6,3	5,1	5,3	Média	6,1	5,3	5,4
Desv. Pad.	0,2	0,6	0,4	Desv. Pad.	0,3	0,3	0,2	Desv. Pad.	0,4	0,6	0,3
Coef. Var%	0,0	0,1	0,1	Coef. Var.%	0,0	0,1	0,0	Coef. Var%	0,1	0,1	0,1

Variação de tensão da esquinadeira (lado esquerdo) (cN)			
	1ª Posição	2ª Posição	3ª Posição
Fio superior (Média)	5,7	5,8	5,7
Fio intermédio (Média)	6,3	5,1	5,3
Fio inferior (Média)	6,1	5,3	5,4
Média	6,0	5,4	5,5

Anexo 9

Controlo da dureza do órgão teia nos processos de urdissagem e encolagem.

Controlo da dureza do órgão teia cor preto (ref.4000).

Cor ref.4000								
°SHORE	1	2	3	4	5	6	7	8
Medições da dureza da teia no final da urdissagem	39	41	36	41	38	41	39	37
Medições da dureza da teia no final da encolagem	53	50	51	51	53	50	52	51

Controlo da dureza do órgão teia cor branco (ref.0036).

Cor ref.0036								
°SHORE	1	2	3	4	5	6	7	8
Medições da dureza da teia no final da urdissagem	41	39	35	41	42	38	42	39
Medições da dureza da teia no final da encolagem	46	49	49	47	48	49	49	45

Anexo 10

Realizou-se um controlo às tensões de saída dos pré-alimentadores e respetivos atritos e humidades de cada bobina de trama, cor azul (ref.19450) para o Tecido A e Tecido B.

Tensão medida à saída dos pré-alimentadores do Tecido A.

Cor azul (ref.19450) - Tecido A				
Nº. Pré-alimentador	Bobina trama	Tensão (cN)	Atrito	Humidade %
1	Não rebobinada	10/25	0,19	3,5
2	Rebobinada	10/25	0,16	3
3	Não rebobinada	10/25	0,19	3,5
4	Rebobinada	10/25	0,16	3

Tensão medida à saída dos pré-alimentadores do Tecido B.

Cor azul (ref.19450) - Tecido B				
Nº. Pré-alimentador	Bobina trama	Tensão (cN)	Atrito	Humidade %
1	Não rebobinada	10/25	0,18	3
2	Rebobinada	10/20	0,16	3
3	Não rebobinada	10/25	0,18	3,5
4	Rebobinada	10/20	0,16	3

Anexo 11

Procedimento interno da Somelos Tecidos, S.A. na fervura das amostras de tecido:

- Encher um recipiente com água;



- Aquecer a água a temperatura de 90° C num recipiente;



- Colocar a(s) amostra(s) no recipiente e agitar a(s) amostra(s) simulando uma lavagem realizada numa máquina de lavar roupa;



- Efetuar este processo durante 5 minutos;



- Passados esses 5 minutos passa-se as amostras em outro recipiente com a água á mesma temperatura (90° C) para retirar possíveis sujidades ou impurezas;



- Depois de devidamente lavada(s) a(s) amostra(s) são secas á temperatura ambiente.



Valores obtidos na operação de fervura

	Medidas das amostras ao cair do tear		Medidas das amostras após fervura		Encolhimento das amostras	
	Largura	Comprimento	Largura	Comprimento	Teia	Trama
(cm)						
TECIDO A	156	100	114	59	41,0	26,9
TECIDO B	155	100	117	59,5	40,5	24,5

Anexo 12

Procedimento interno da Somelos Acabamentos, S.A. na fervura das amostras de tecido:

- Lavagem das amostras a temperatura de $\pm 98^{\circ} \text{C}$;
- Lavagem realizada durante 10 minutos;
- Operação realizada sem agitação das amostras;
- Amostras secas a temperatura ambiente.



Valores obtidos na operação de fervura

	Medidas das amostras ao cair do tear		Medidas das amostras após fervura		Encolhimento das amostras	
	Largura	Comprimento	Largura	Comprimento	Teia	Trama
(cm)						
TECIDO A	144	34	115	20,5	39,7	20,1
TECIDO B	146	38	115	23	39,5	21,2

Anexo 13

Processo de descolagem

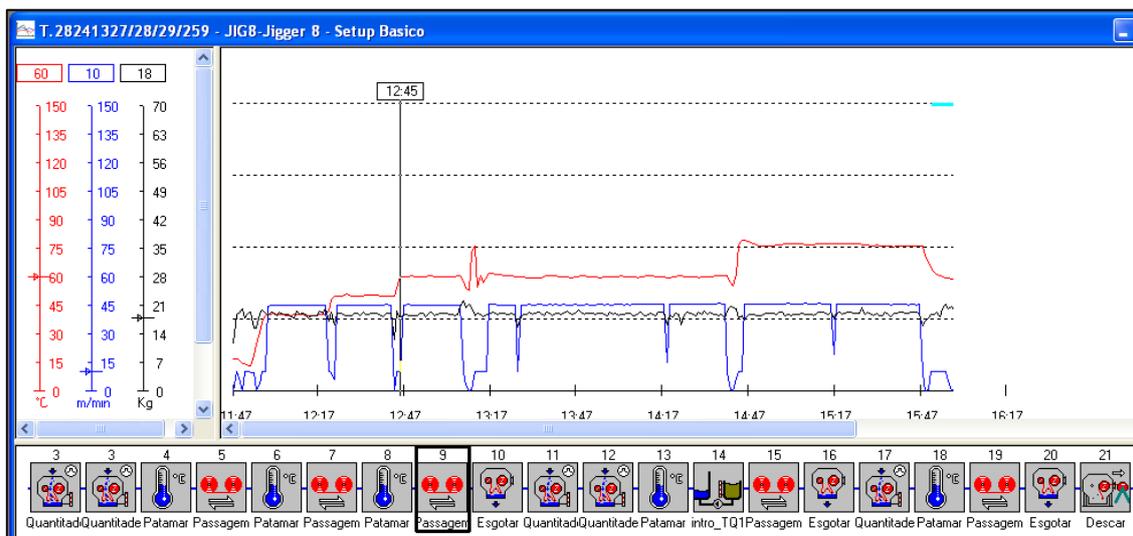
Etapas da descolagem:

- Introdução do tecido para o interior do Jigger.
- Procedeu-se à medição da contração (ou alongamento) do tecido à entrada do Jigger através da marcação prévia no tecido de acordo com a Norma NP EN ISO 6330 (5A/E), medidas do provete 35 × 35, e para posterior medida da contração do tecido. (Dados fornecidos Somelos Acabamentos):
 - TECIDO A (teia): + 2 % (alongamento);
 - TECIDO B (teia): + 1 % (alongamento).
- No final da introdução total do tecido no Jigger, procede-se à emenda do tecido ao “rastilho” (coloca-se o “rastilho” para que o tecido a descolar não fique enrolado nos rolos do Jigger, não ficando assim descolado na sua totalidade).
- Máquina enfiada e pronta a descolar





Gráfico do processo de desencolagem:



Programa do processo de desencolagem:

Operação	Função	Quantidade (litros)	Tipo de agua	Velocidade (m/min)	Tensão (Kg)	Temperatura (°C)	Numero de Passagens	Tempo de espera (min)	Modo agua (%)
1	Início programa								
2	Carregar a maquina			45	20			5	
3	Enchimento da maquina	600	(1)	45	20				
4	Aquecimento			45	20	40			
5	Passagens			45	20		2		
6	Aquecimento			45	20	50			
7	Passagens			45	20		2		
8	Aquecimento			45	20	60			
9	Passagens			45	20		2		
10	Esgotar nivel			45	20			2	
11	Enchimento da maquina	316	(3)	45	20				
11	Encher/retorno Tanque 1	70		45	20				
12	Enchimento da maquina	158	(1)	45	20				
13	Aquecimento			45	20	60			
14	Introdução Tanque 1	0		45	20				
15	Passagens			45	20		8		
16	Esgotar nivel			45	20			2	
17	Enchimento da maquina	548	(3)	45	20				
18	Aquecimento			45	20	70			
19	Passagens			45	20		6		
19	Lavar banho profundo		(3)						30
20	Esgotar nivel			45	20			3	
21	Descarregar			45	20			15	
22	Consumo vapor								
23	Fim programa								

Nota: (1) água fria; (3) água quente.

- Fim da desencolagem e a operação de retirar o tecido do Jigger novamente para o cavalete.





Fichas técnicas dos produtos utilizadas no processo de descolagem.

TANNEX BFD

LOW-FOAMING DETERGENT AND EMULSIFIER GIVING GOOD STABILIZATION OF HYDROGEN PEROXIDE FOR THE PRE-TREATMENT OF COTTON ARTICLES AND THEIR BLENDS.

TANNEX BFD

- Excellent removal of waxes, oils and other impurities
- Very good wetting power
- Good dispersion of insoluble particles
- Good stabilizing power for hydrogen peroxide
- Treated fabric is readily absorbent prior to dyeing
- Suitable for the pre-treatment of fabrics, particularly knitted fabrics
- Very low-foaming
- Simple to dispense and easy to handle
- Contains no alkyl phenol ethoxylates
- Readily biodegradable

SYBRON/Tanatex

Page
1

Anexo 14

Ensaio de caracterização básica

- **Representação do debuxo, da remissa, do picado do pente e do comando dos liços - Norma NP 4114 1991.**

Por tecido entende-se um corpo têxtil laminar mais ou menos elástico, resistente e flexível, criado pelo cruzamento dos dois sistemas de fios: um longitudinal (teia) e o outro transversal (trama).

A forma como os dois sistemas de fios se irão cruzar será em função do ligamento ou debuxo do tecido, podendo construir-se um número quase ilimitado de diferentes ligamentos (debuxos).

O ligamento (debuxo) de um tecido é um elemento muito importante, pois, dele depende a estrutura do tecido final. Propriedades dos tecidos tais como a aparência, o toque, a capacidade de moldagem, a flexibilidade, etc., dependem da estrutura do tecido e do tipo de fios utilizados.

O módulo do debuxo representa a estrutura do tecido, devendo tomar-se precauções para indicar a disposição dos diferentes fios em relação ao debuxo quando há mais que um tipo de fio na teia ou na trama. Pode empregar-se um método tabelar para indicar a sequência das cores a utilizar.

A remissa, o picado do pente e o risco ou debuxo reduzidos são indicados no mesmo papel que o módulo do debuxo e estão em relação com ele através de correspondências convencionais.

Material utilizado:

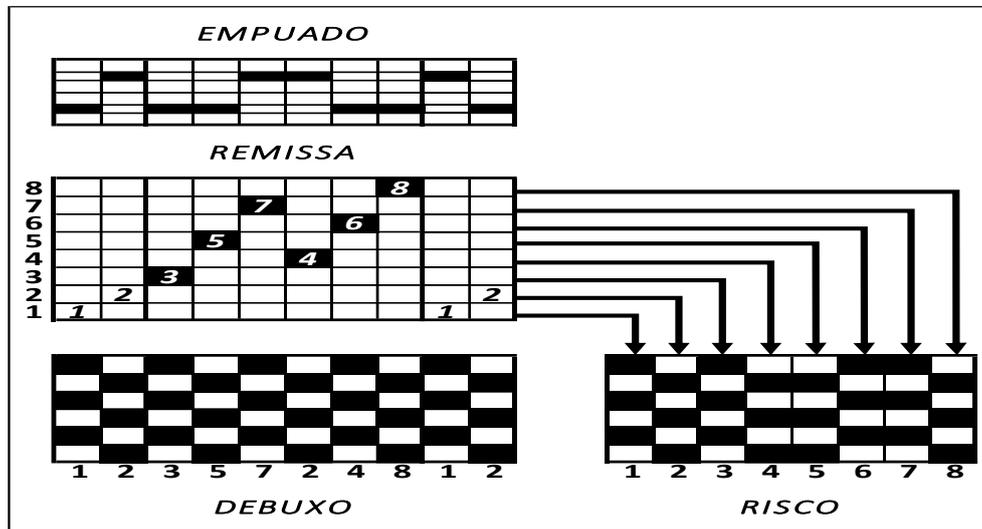
- Papel de debuxo;
- Conta-fios;
- Pinças;
- Tesoura;
- Agulhas de desfiar.

Procedimento de ensaio

Orientou-se a amostra, identificando-se o direito e o avesso do tecido, à teia e à trama.

Com o auxílio das agulhas de desfiar retirar os fios de teia e registar no papel de debuxo os respetivos picas (teia a passar por cima da trama). Continuar a retirar progressivamente os fios do tecido, examinando e marcando o cruzamento de cada fio até que, a partir de uma repetição de cruzamento dos fios de teia e dos fios de trama, se possa constatar que o módulo completo foi obtido.

Depois de analisados os dois tecidos segundo a Norma regista-se o módulo do debuxo, a remissa e o risco além do respetivo empuado. Sendo utilizado na construção dos tecidos, TECIDO A e TECIDO B, uma remissa alternada.



Conclusão

Através desta norma, definiu-se o debuxo do tecido, sendo este um tafetá $\frac{1}{1} A_1$.

➤ Determinação do número de fios por unidade de comprimento – Norma NP EN 1049-2.

A Norma NP EN 1049 destina-se a especificar três métodos para a determinação do número de fios por centímetro nos tecidos. Qualquer um dos três métodos pode ser utilizado: a escolha depende do tipo de tecido.

No entanto, em caso de litígio, recomenda-se o método A.

Para os tecidos produzidos, efetuámos os ensaios usando o método A.

Método A: Desfiamento do tecido. Este método, aplicável a todos os tecidos, é o mais trabalhoso mas tem menos limitações de aplicação que os outros; em particular, é o único que se aplica para análise de certas estruturas complexas de debuxo.

Material utilizado:

- Duas agulhas de desfiar;
- Conta-fios.

Procedimento de ensaio



A seleção dos provetes a testar foi efetuada considerando a diagonal do tecido, de forma a abranger diferentes fios de teia e diferentes fios de trama, garantindo assim uma amostragem que não repetisse os mesmos fios de teia e os mesmos fios de trama, sendo, assim, uma amostragem mais representativa. O ensaio foi efetuado usando o método A da Norma.

Efetuuou-se um pré-teste para determinar em quantos centímetros seria necessário efetuar a contagem, em cada um dos sentidos e em cada um dos tecidos (TECIDO A e TECIDO B), tendo-se obtido os seguintes valores:

TECIDO A		
	Teia	Trama
Pré-contagem	43	25

Valores obtidos no pré-teste realizado ao TECIDO A

TECIDO B		
	Teia	Trama
Pré-contagem	44	25

Valores obtidos no pré-teste realizado ao TECIDO B

Assim, e recorrendo à tabela que consta na Norma (comprimento mínimo de medida), conclui-se que teríamos de contar em 2 centímetros à teia e em 3 centímetros à trama, em cada um dos tecidos.

Número de fios por centímetro	Comprimento mínimo de medida cm	Número de fios por amostra	Precisão em % (contagem a 0,5 fios aproximadamente)
Inferior a 10	10	Inferior a 100	Superior a 0,5
De 10 a 25	5	De 50 a 125	De 1,0 a 0,4
De 25 a 40	3	De 75 a 120	De 0,7 a 0,4
Superior a 40	2	Superior a 80	Inferior a 0,6

Comprimento mínimo de medida

Efetuuou-se as cinco contagens à teia e as cinco contagens à trama. Em ambos os casos, o procedimento foi o seguinte:

Estender o tecido numa superfície horizontal e plana e colocar o conta-fios sobre o tecido de modo que um dos lados da abertura fique paralelo aos fios da teia;

Contar o número inteiro de repetições do debuxo na abertura do conta-fios e somar o número de fios individuais restantes. Determinar o número de fios contido na repetição do debuxo por análise de construção ou por desfiamento do tecido;



Contar o número de fios da teia ou o número de repetições do debuxo, contado individualmente ou por grupos no espaço delimitado pela abertura do conta-fios. Repetir a operação colocando um lado da abertura do aparelho adjacente aos fios da trama, e contar da mesma forma.

Após as cinco contagens, realizadas separadamente para cada um dos sentidos (teia e trama) e em cada um dos tecidos, obteve-se os seguintes valores:

TECIDO A				
	Teia		Trama	
	Nº fios/x 2 cm	Nº fios/cm	Nº fios/x 3 cm	Nº fios/cm
Contagem 1	86	43	75	25
Contagem 2	84	42	75	25
Contagem 3	86	43	75	25
Contagem 4	86	43	75	25
Contagem 5	88	44	75	25
Valor Médio		43		25

Número de fios/cm do TECIDO A

TECIDO B				
	Teia		Trama	
	Nº fios/x 2 cm	Nº fios/cm	Nº fios/x 3 cm	Nº fios/cm
Contagem 1	88	44	75	25
Contagem 2	86	43	75	25
Contagem 3	88	44	75	25
Contagem 4	86	43	75	25
Contagem 5	88	44	75	25
Valor Médio		44		25

Número de fios/cm do TECIDO B

Conclusão

Número de fios por centímetro:

- **TECIDO A:**
 - Teia: 43 fios por centímetro;
 - Trama: 25 fios por centímetro.
- **TECIDO B:**
 - Teia: 44 fios por centímetro;
 - Trama: 25 fios por centímetro.

Condições de ensaio:

- Método utilizado: A
- Número de contagens efetuadas: 5 à teia e 5 à trama (em cada um dos tecidos).
- Comprimento de medida: Teia – 2 cm e Trama – 3 cm

➤ **Determinação da massa por unidade de superfície em amostra de pequenas dimensões - Norma NP EN 12127 1999.**

A amostra de tecido é condicionada no estado relaxado, são cortados provetes e pesados num estado condicionado e/ou seco na estufa. É, então, calculada a massa por unidade de superfície.

Cortar provetes com o mínimo de 100 cm², na diagonal do tecido, evitando a distorção do tecido.

Material utilizado:

- Corta amostras circular de 100 cm² de área
- Balança analítica

Procedimento de ensaio

Com o corta amostras de 100 cm² de área, cortou-se 5 provetes dos dois tecidos, TECIDO A e TECIDO B tecido. Pesaram-se individualmente na balança analítica, registando-se o valor individual de cada um.

Formula: *Massa por unidade de superfície = (massa, g x 10000) / Área do provete*

Resultados obtidos

Determinação da massa por unidade de superfície dos tecidos (g/m ²)				
Provete	TECIDO A		TECIDO B	
	Peso (g)	Peso (g/m ²)	Peso (g)	Peso (g/m ²)
1	0,884	88,4	0,889	88,9
2	0,879	87,9	0,896	89,6
3	0,879	87,9	0,898	89,8
4	0,886	88,6	0,888	88,8
5	0,883	88,3	0,892	89,2
Valor Médio	-----	88,2	-----	89,3
Desvio Padrão (g/m ²)	-----	0,31	-----	0,43
Coef. Variação (%)	-----	0,35	-----	0,49
Intervalo de confiança (95%) (g/m ²)	-----	0,27	-----	0,38

Conclusão

A massa por unidade de superfície do TECIDO A; $M = 88,2 \text{ g/m}^2$;

A massa por unidade de superfície do TECIDO B; $M = 89,3 \text{ g/m}^2$.

➤ Determinação da espessura de têxteis e produtos têxteis - Norma NP EN ISO 5084 1999



Medidor de espessura

A presente norma especifica um método para a determinação da espessura de têxteis e de produtos têxteis quando submetidos a uma pressão específica.

A espessura é a terceira dimensão de um tecido, encontrando-se relacionada com o diâmetro dos fios utilizados e com a geometria dos tecidos.

Material Utilizado:

- Medidor de espessura.

Procedimento de ensaio:

Colocou-se o tecido entre duas placas de referência que exercem uma pressão sobre o tecido. A distância perpendicular entre as placas de referência é medida e registada. Os valores obtidos no Medidor de espessura tem que ser multiplicados por $0,01 \text{ mm}$.

Resultados obtidos

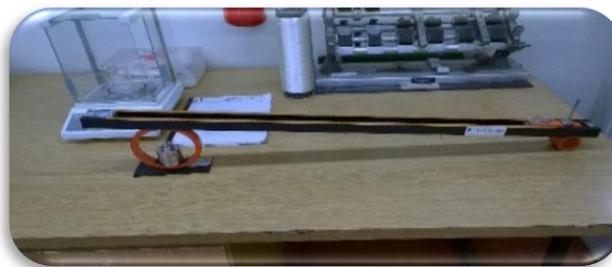
Determinação da espessura dos tecidos (mm)				
Provete	TECIDO A		TECIDO B	
1	23	0,230	23	0,230
2	24	0,240	24	0,240
3	24	0,240	23	0,230
4	24	0,240	23	0,230
5	23	0,230	24	0,240
6	23	0,230	23	0,230
7	23	0,230	24	0,240
8	24	0,240	24	0,240

9	24	0,240	23	0,230
10	23	0,230	24	0,240
Valor Médio	---	0,24	---	0,24
Desvio Padrão (g/m ²)	---	0,01	---	0,01
Coef. Variação (%)	---	2,24	---	2,24
Intervalo de confiança (95%) (g/m ²)	---	0,00	---	0,00

Conclusão

A espessura dos dois tecidos, TECIDO A e TECIDO B, é de 0,24 mm cada.

- **Determinação da contração dos fios (frisado) num tecido – Norma: NP 4115 1991.**



Medidor de frizado

A presente norma especifica um método de determinação da contração dos fios num tecido. No quadro desta Norma são aplicáveis as seguintes definições:

Contração: Diferença média entre o comprimento do fio sob tensão e a distância entre as extremidades do fio ainda no tecido expressa em percentagem desta última.

Tensão de retificação: Força mínima que, aplicada a um fio, faz desaparecer a contração devido à tecelagem.

Material Utilizado:

- Malhímetro;
- Balança analítica;
- Tesoura;
- Régua;
- Agulhas de desfiar.

Procedimento de ensaio



O ensaio apenas foi efetuado aos fios (teia e trama) dos dois tecidos, TECIDO A e TECIDO B. Colocou-se a amostra numa superfície plana, sem tensão e sem pregas. Marcou-se 500 mm no tecido (em cada sentido, teia e trama) e retirou-se 10 fios no sentido da teia e 10 fios no sentido da trama. A pré-tensão (tensão de retificação) usada no malhímetro foi a seguinte:

Determinar a pré-tensão a usar nos ensaios através da fórmula:

Cálculos auxiliares:

$$Tex = \frac{590}{Ne} = \frac{590}{46.4} = 12.7 Tex$$

- Teia: $(12.7 \times 0.2) + 4 = 6.54 \approx 7 gf$;
- Trama: $(12.7 \times 0.2) + 4 = 6.54 \approx 7 gf$.

A pretensão (tensão de retificação) usada no medidor de frisado foi $6.57 \approx 7 gf$ resultando no uso do disco de peso 2 de acordo com a tabela do medidor de frisado.

Fez-se a medição individual dos fios no medidor de frisado e registou-se os valores em *cm*.

Resultados obtidos

TECIDO A			TECIDO B		
N°.Ensaio	Comprimento		N°.Ensaio	Comprimento	
	Teia	Trama		Teia	Trama
1°	54,2	60,2	1°	55,6	60,8
2°	54,2	60,4	2°	55,6	60,9
3°	54,1	60,3	3°	55,6	60,8
4°	54,5	62,1	4°	55,8	61,0
5°	54,2	62,4	5°	56,1	61,2
6°	54,4	60,1	6°	55,5	60,7
7°	54,2	60,1	7°	55,7	61,3
8°	54,1	60,2	8°	55,9	61,5
9°	54,3	60,4	9°	56,0	60,9
10°	54,5	60,2	10°	55,8	61,3
Média	54,3	60,6	Média	55,8	61,0

Fórmula da contração:

$$\text{Contração} = \frac{L_f - L_i}{L_f} \times 100$$

Cálculos:

➤ TECIDO A



$$\text{Contração teia} = \frac{54.3 - 50.0}{54.3} \times 100 = 7.9 \%$$

$$\text{Contração trama} = \frac{60.6 - 50.0}{60.6} \times 100 = 17.5 \%$$

➤ **TECIDO B**

$$\text{Contração teia} = \frac{55.8 - 50.0}{55.8} \times 100 = 10.4 \%$$

$$\text{Contração trama} = \frac{61.0 - 50.0}{61.0} \times 100 = 18.0 \%$$

Conclusão

TECIDO A

- ✓ Contração à teia: 7.9 %;
- ✓ Contração à trama: 17.5 %;
- ✓ Comprimento do provete (tecido relaxado): 50.0 cm;
- ✓ Comprimento médio (sob tensão): 54.3 cm (à teia) e 60.6 cm (à trama);
- ✓ Tensão de retificação: 2 gf (à teia e à trama).

TECIDO B

- ✓ Contração à teia: 10.4 %;
- ✓ Contração à trama: 18.0 %;
- ✓ Comprimento do provete (tecido relaxado): 50.0 cm;
- ✓ Comprimento médio (sob tensão): 55.8 cm (à teia) e 61.0 cm (à trama);
- ✓ Tensão de retificação: 2 gf (à teia e à trama).

Desvio à Norma:

Apenas foram testados 10 provetes, em cada um dos sentidos (teia e trama), do TECIDO A e do TECIDO B.

Anexo 15

Teste às propriedades elásticas dos tecidos bi-elásticos

Controlo de qualidade físico

- *Determinação das propriedades elásticas de tecidos elásticos.*

Norma - British Standard – BS 4952: 1992

Introdução - Este ensaio tem como objetivo determinar as propriedades elásticas dos tecidos elásticos (Stretch e Recovery).

Aplica-se a tecidos elásticos e bi-elásticos. O princípio é a utilização de provetes de tecido (teia e trama) de dimensões especificadas onde o tecido é tracionado a uma velocidade determinada num determinado período de tempo a uma determinada tensão.

Material utilizado:

- Dinamómetro;
- Tesoura;
- Régua.

Condições de ensaio:

- 5 Provetes na direção da teia (dimensões: 200 mm (+ 2×25mm) x 75 mm);
- 5 Provetes na direção da trama (dimensões: 200 mm (+ 2×25mm) x 75 mm).
- Distância entre maxilas: 200 mm;
- Velocidade de ensaio: 100 mm/min;
- Força aplicada: 60 N;
- Tempo de carga máxima: 10 segundos;
- Pré-tensão utilizada: 2 N.



Dinamómetro

Procedimento de ensaio

Recortar os cinco provetes, à teia e à trama, dos tecidos na diagonal (nenhum provete retirado na direção da teia deve ser dos mesmos fios da teia, e nenhum dos provete retirado da trama deve ser dos mesmos fios da trama). Os provetes devem ser recortados a uma distância das orelas de pelo menos 150 mm. Os provetes devem ter as seguintes medidas: 200 mm (mais 25 mm nas extremidades dos provetes para fixar nas maxilas do dinamómetro) por 75mm quer na direção da teia quer na direção da trama. Colocar os provetes no dinamómetro, onde a distância entre as maxilas seja de 200 mm, com uma pré-tensão 2 N, a uma velocidade de 100 mm/min, sendo a força máxima total aplicada de 60 N durante 10 segundos. A distância entre as maxilas é de 200 mm (**L 1**) onde se coloca uma marca no provete junto as maxilas inferior e superior, depois de atingir a força total máxima de 60 N mede-se a distância entre maxilas (**L 2**) depois retira-se o provete do dinamómetro colocando-o numa superfície plana e suave onde se procede à sua

medição (distancia das marcas previamente marcadas) passado 1 minuto (L_3). Esta operação é realizada em todas os provetes de teia e trama. Depois de obtidos estes dados são processados e calculados através das fórmulas indicadas na Norma, sendo assim obtidos as propriedades elásticas dos tecidos.

Norma BS 4952: 1992

In the British standard (BS4952:1992), five specimens from warp and weft directions each are tested. Two different dimensions of specimen in clamps are required for woven and knitted fabrics respectively: a width of 75 mm for both woven and knit, and a gauge length of 75 mm for knit and 200 mm for woven (as L_1). The fabric is to be stretched at a specified force (30 N for knit and 60 N for woven) at a rate of 100 mm/min, and the load is maintained for 10 s; the extension (cross-head movement) is then recorded as L_2 . The sample is removed from the clamps and allowed to relax on a flat, smooth surface and its length is re-measured after 1 min as L_3 . If a longer period of relaxation is required, the length is re-measured as L_4 after 30 min. The stretch and recovery results can be calculated as follows:

Stretch:

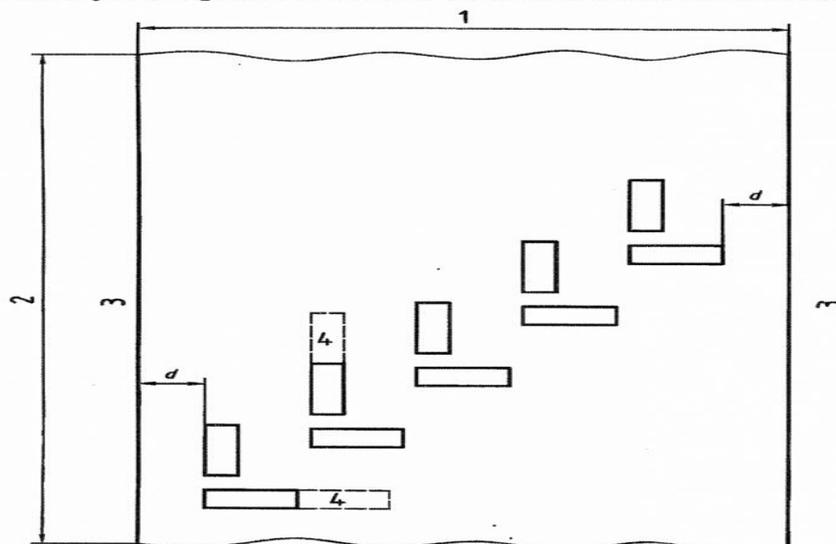
$$\text{Mean extension percent, } E = 100L_2/L_1 \quad 4.3$$

Recovery:

$$\text{Mean residual extension after 1 min, } R_1 = 100(L_3 - L_1)/L_1 \quad 4.4$$

$$\text{Mean residual extension after 30 min, } R_{30} = 100(L_4 - L_1)/L_1 \quad 4.5$$

Localização dos provetes a cortar de uma amostra de laboratório



1. Largura do tecido
 2. Comprimento do tecido
 3. Extremidade
 4. Comprimento adicional para ensaios em molhado, se requerido
- $d = 150 \text{ mm}$

Figura B.1 Localização dos provetes a cortar de uma amostra de laboratório



✓ Resultados

Amostras de tecido ao cair do tear

Desenho/Cor - 10/102 (teia cor ref.0036)

Amostras à teia					
	L 1 (cm)	L 2 (cm)	L 3 (cm)	Stretch	Recovery
				Extensão (%)	Extensão residual após 1 minuto (%)
1° Provete	20	20,7	19,9	3,5	-0,5
2° Provete	20	20,6	19,8	3	-1
3° Provete	20	20,6	19,8	3	-1
4° Provete	20	20,7	19,8	3,5	-1
5° Provete	20	20,7	19,8	3,5	-1
Média	20	20,7	19,8	3,3	-0,9

Amostras à trama					
	L 1 (cm)	L 2 (cm)	L 3 (cm)	Stretch	Recovery
				Extensão (%)	Extensão residual após 1 minuto (%)
1° Provete	20	23,9	20	19,5	0
2° Provete	20	24,2	20	21	0
3° Provete	20	24,3	21	21,5	5
4° Provete	20	24,4	21	22	5
5° Provete	20	24,3	20	21,5	0
Média	20	24,2	20,4	21,1	2

Desenho/Cor - 10/201 (teia cor 4000)

Amostras à teia					
	L 1 (cm)	L 2 (cm)	L 3 (cm)	Stretch	Recovery
				Extensão (%)	Extensão residual após 1 minuto (%)
1° Provete	20	21,2	19,8	6	-1
2° Provete	20	21,2	19,9	6	-0,5
3° Provete	20	21,3	19,9	6,5	-0,5
4° Provete	20	21,3	19,8	6,5	-1
5° Provete	20	21,4	19,8	7	-1
Média	20	21,3	19,8	6,4	-0,8

Amostras à trama					
	L 1 (cm)	L 2 (cm)	L 3 (cm)	Stretch	Recovery
				Extensão (%)	Extensão residual após 1 minuto (%)
1° Provete	20	26,4	20,7	32	3,5
2° Provete	20	25,9	20,4	29,5	2
3° Provete	20	25,8	20,4	29	2
4° Provete	20	26	20,4	30	2
5° Provete	20	25,5	20,4	27,5	2
Média	20	25,9	20,5	29,6	2,3

**Amostras de tecido descolado**

Desenho/Cor - 10/102 (teia cor ref.0036)

Amostras à teia					
	L 1 (cm)	L 2 (cm)	L 3 (cm)	Stretch	Recovery
				Extensão (%)	Extensão residual após 1 minuto (%)
1° Provete	20	31,8	21,7	59	8,5
2° Provete	20	31,9	21,8	59,5	9
3° Provete	20	31,8	21,7	59	8,5
4° Provete	20	31,9	21,8	59,5	9
5° Provete	20	31,8	21,8	59	9
Média	20	31,8	21,8	59,2	8,8
Amostras à trama					
	L 1 (cm)	L 2 (cm)	L 3 (cm)	Stretch	Recovery
				Extensão (%)	Extensão residual após 1 minuto (%)
1° Provete	20	31,3	22,3	56,5	11,5
2° Provete	20	31,3	22,3	56,5	11,5
3° Provete	20	31,4	22,3	57	11,5
4° Provete	20	31,2	22,2	56	11
5° Provete	20	31,3	22,3	56,5	11,5
Média	20	31,3	22,3	56,5	11,4

Desenho/Cor - 10/201 (teia cor ref.4000)

Amostras à teia					
	L 1 (cm)	L 2 (cm)	L 3 (cm)	Stretch	Recovery
				Extensão (%)	Extensão residual após 1 minuto (%)
1° Provete	20	31,6	21,6	58	8
2° Provete	20	31,6	21,5	58	7,5
3° Provete	20	31,6	21,4	58	7
4° Provete	20	31,6	21,6	58	8
5° Provete	20	31,7	21,6	58,5	8
Média	20	31,6	21,5	58,1	7,7
Amostras à trama					
	L 1 (cm)	L 2 (cm)	L 3 (cm)	Stretch	Recovery
				Extensão (%)	Extensão residual após 1 minuto (%)
1° Provete	20	31,4	22,3	57	11,5
2° Provete	20	31,3	22,3	56,5	11,5
3° Provete	20	31,1	22,1	55,5	10,5
4° Provete	20	31,3	22,2	56,5	11
5° Provete	20	31,4	22,2	57	11
Média	20	31,3	22,2	56,5	11,1

**Amostras de tecido acabado**

Desenho/Cor - 10/102 (teia cor ref.0036)

Amostras à teia					
	L 1 (cm)	L 2 (cm)	L 3 (cm)	Stretch	Recovery
				Extensão (%)	Extensão residual após 1 minuto (%)
1° Provete	20	21,1	20	5,5	0
2° Provete	20	21,1	20	5,5	0
3° Provete	20	21,2	20	6	0
4° Provete	20	21,1	20	5,5	0
5° Provete	20	21,1	20	5,5	0
Média	20	21,1	20	5,6	0
Amostras à trama					
	L 1 (cm)	L 2 (cm)	L 3 (cm)	Stretch	Recovery
				Extensão (%)	Extensão residual após 1 minuto (%)
1° Provete	20	23,7	20,9	18,5	4,5
2° Provete	20	23,6	20,9	18	4,5
3° Provete	20	23,7	21	18,5	5
4° Provete	20	23,4	20,9	17	4,5
5° Provete	20	23,3	20,7	16,5	3,5
Média	20	23,5	20,9	17,7	4,4

Desenho/Cor - 10/201 (teia cor ref.4000)

Amostras à teia					
	L 1 (cm)	L 2 (cm)	L 3 (cm)	Stretch	Recovery
				Extensão (%)	Extensão residual após 1 minuto (%)
1° Provete	20	21	20	5	0
2° Provete	20	21	20	5	0
3° Provete	20	21	20	5	0
4° Provete	20	21	20	5	0
5° Provete	20	21	20	5	0
Média	20	21,0	20	5	0
Amostras à trama					
	L 1 (cm)	L 2 (cm)	L 3 (cm)	Stretch	Recovery
				Extensão (%)	Extensão residual após 1 minuto (%)
1° Provete	20	23,3	20,6	16,5	3
2° Provete	20	23,6	20,9	18	4,5
3° Provete	20	23,5	20,8	17,5	4
4° Provete	20	23,6	21	18	5
5° Provete	20	23,7	20,9	18,5	4,5
Média	20	23,5	20,8	17,7	4,2

Teste às propriedades elásticas dos tecidos bi-elásticos

		Stretch		Recovery	
		Extensão (%)		Extensão residual após 1 minuto (%)	
		Teia	Trama	Teia	Trama
Amostras ao cair do tear	TECIDO A	3,3	21,1	-0,9	2
	TECIDO B	6,4	29,6	-0,8	2,3
Amostras descoladas	TECIDO A	59,2	56,5	8,8	11,4
	TECIDO B	58,1	56,5	7,7	11,1
Amostras acabadas	TECIDO A	5,6	17,7	0	4,4
	TECIDO B	5	17,7	0	4,2

Anexo 16

Ensaio de características e propriedades diversas

➤ Determinação da rigidez de um tecido

Este teste tem como finalidade avaliar a tendência que um tecido tem para a flexão através da análise da sua rigidez. O teste é realizado com a ajuda de um flexómetro “Shirley” de acordo com a Norma British Standard 3356: 1990.



Flexómetro “Shirley”

O objetivo deste ensaio é determinar o comprimento de flexão do material e a rigidez à flexão. A análise da rigidez ou flexibilidade de um material é bastante importante, uma vez que condiciona o tipo de artigo a que este se destina.

Procedimento

Cortar três provetes no sentido da teia e três provetes no sentido da trama com dimensões de 200 mm de comprimento e 25 mm de largura iguais a régua graduada do aparelho (teste unidirecional). A temperatura de ensaio deve ser de 20° C ($\pm 2^\circ$ C) e a humidade relativa de 65 % (± 2 %).

Direcionar o aparelho de modo a que o espelho fique de frente para o operador e colocar o provete na parte superior do aparelho fazendo coincidir uma das extremidades com o fim da placa.



Posicionar a régua sobre o provete de modo a que o zero coincide com o traço vermelho da parte superior do aparelho. A técnica para a realização do ensaio indica que se deve deslizar a régua do aparelho, manualmente, até que o tecido dobre na extremidade e coincida com o alinhamento, ficando paralelo com os dois traços pretos visíveis no espelho do aparelho. Anotar o valor medido na régua, tendo como referência o traço vermelho.

Cada provete deve ser ensaiado quatro vezes, isto é, nas duas extremidades do lado direito e nas duas do avesso, no final da recolha dos valores aplica-se a fórmula apresentada na Norma para determinação da rigidez do tecido.

Fórmula da rigidez de flexão:

$$G = 0,10 \times M \times C^3 \text{ (mg.cm)}$$

Onde:

G: Rigidez à flexão média (mg/cm)

M: Massa por unidade de superfície (g/m²)

C: Valor médio do comprimento de dobragem (cm)

Resultados obtidos

Valores obtidos na análise do TECIDO A

TECIDO A				TECIDO A			
Teste à Teia (cm)				Teste à Trama (cm)			
Ensaio n° 1	Direito	Ponta 1	1,40	Ensaio n° 1	Direito	Ponta 1	1,15
		Ponta 2	1,55			Ponta 2	1,20
	Averso	Ponta 1	1,55		Averso	Ponta 1	1,15
		Ponta 2	1,35			Ponta 2	1,15
Ensaio n° 2	Direito	Ponta 1	1,35	Ensaio n° 2	Direito	Ponta 1	1,20
		Ponta 2	1,30			Ponta 2	1,25
	Averso	Ponta 1	1,55		Averso	Ponta 1	1,15
		Ponta 2	1,50			Ponta 2	1,20
Ensaio n° 3	Direito	Ponta 1	1,40	Ensaio n° 3	Direito	Ponta 1	1,10
		Ponta 2	1,35			Ponta 2	1,15
	Averso	Ponta 1	1,55		Averso	Ponta 1	1,20
		Ponta 2	1,60			Ponta 2	1,10
Valor médio global (cm)			1,45	Valor médio global (cm)			1,17

Cálculos:

$$\text{Teia: } = 0,10 \times 88,2 \times (1,45)^3 = 26,88 \text{ (mg.cm)}$$

$$\text{Trama:} = 0,10 \times 88,2 \times (1,17)^3 = 14,12 \text{ (mg.cm)}$$

Conclusão

- O valor médio do comprimento de dobragem à teia é de 1,45 *cm*;
- O valor médio de rigidez de flexão à teia é 26,88 *mg.cm*;
- O valor médio do comprimento de dobragem a trama é de 1,17 *cm*;
- O valor médio da rigidez de flexão à trama é de 14,12 *mg.cm*.

Valores obtidos na análise do TECIDO B

TECIDO B				TECIDO B			
Teste à Teia (cm)				Teste à Trama (cm)			
Ensaio n° 1	Direito	Ponta 1	1,30	Ensaio n° 1	Direito	Ponta 1	1,00
		Ponta 2	1,35			Ponta 2	1,10
	Avesso	Ponta 1	1,30		Avesso	Ponta 1	0,95
		Ponta 2	1,30			Ponta 2	1,30
Ensaio n° 2	Direito	Ponta 1	1,55	Ensaio n° 2	Direito	Ponta 1	0,95
		Ponta 2	1,40			Ponta 2	1,10
	Avesso	Ponta 1	1,45		Avesso	Ponta 1	1,00
		Ponta 2	1,50			Ponta 2	1,00
Ensaio n° 3	Direito	Ponta 1	1,50	Ensaio n° 3	Direito	Ponta 1	1,15
		Ponta 2	1,40			Ponta 2	0,95
	Avesso	Ponta 1	1,40		Avesso	Ponta 1	0,95
		Ponta 2	1,55			Ponta 2	1,10
Valor médio global (cm)			1,42	Valor médio global (cm)			1,05

Cálculos:

$$\text{Teia:} = 0,10 \times 89,3 \times (1,42)^3 = 25,56 \text{ (mg.cm)}$$

$$\text{Trama:} = 0,10 \times 89,3 \times (1,05)^3 = 10,33 \text{ (mg.cm)}$$

Conclusão

- O valor médio do comprimento de dobragem à teia é de 1.42 *cm*;
- O valor médio de rigidez de flexão à teia é 25,56 *mg.cm*;
- O valor médio do comprimento de dobragem a trama é de 1.05 *cm*;
- O valor médio da rigidez de flexão à trama é de 10,33 *mg.cm*.

Anexo 17

Ensaio de características e propriedades diversas

➤ Medição do “drape” de um tecido



Drapeómetro

Este ensaio serve para medir o coeficiente de “drapé” de um tecido dando valores que permitem analisar o cair do tecido, utilizando o aparelho de medição “Drapeómetro” de acordo com a Norma AFNOR G07-109.

Procedimento

Atmosfera de condicionamento e ensaio: Deve-se usar uma das atmosferas de condicionamento e ensaio especificadas na Norma ISO 139: 1973. A temperatura de ensaio deve ser de 20° C ($\pm 2^\circ$ C) e a humidade relativa de 65 % (± 2 %).

Cortar dois provetes circulares de diâmetro igual a 250 mm (dimensão de placa acrílica, molde) e marcando o centro de cada provete.

As amostras devem ser colocadas individualmente no disco de suporte horizontal para que o centro coincida com o centro do disco e fixa-la com o “disco compressor”.

Temos um tempo de espera de quinze minutos e deve-se afastar a régua de medição para a direita.

Apontar o ponto nº 1 do “Drapómetro” em frente ao pino e faze-lo deslizar (régua do lado direito) até tocar no tecido a ensaiar, medir o raio e registar o valor. Repetir a operação para os 16 pontos (sem interrupção de tempo).

Obtidas todas as medidas calcular a média e aplicar a fórmula para calcular o coeficiente “drapé”:

$$F = \frac{SC - Si}{ST - Si} = \frac{Dc^2 - Di^2}{Dt^2 - Di^2}$$

Onde:

- **S** é a superfície do círculo de diâmetro medio em *cm* medido no espelho;
- **Si** é a superfície do disco com diâmetro igual a 150 *mm*;
- **St** é a superfície do provete com diâmetro igual a 250 *mm*;



Obtém-se a fórmula:

$$F = \frac{D^2 - 225}{400}$$

Onde:

- D é o diâmetro médio das 16 medidas em *cm*;
- O coeficiente de F é um valor que se situa entre 0 e 1.

Resultados obtidos

Valores obtidos na análise do TECIDO A

TECIDO A			
Medição do "drapê" (cm)			
Amostra nº1	Valor	Amostra nº2	Valor
Posição nº1	8,9	Posição nº1	10,8
Posição nº2	10,9	Posição nº2	9,7
Posição nº3	11,0	Posição nº3	11,4
Posição nº4	9,1	Posição nº4	11,3
Posição nº5	11,6	Posição nº5	9,6
Posição nº6	9,6	Posição nº6	11,2
Posição nº7	11,1	Posição nº7	12,1
Posição nº8	12,0	Posição nº8	10,3
Posição nº9	10,0	Posição nº9	8,8
Posição nº10	11,6	Posição nº10	10,3
Posição nº11	10,1	Posição nº11	11,2
Posição nº12	11,7	Posição nº12	9,0
Posição nº13	10,8	Posição nº13	11,7
Posição nº14	8,9	Posição nº14	9,8
Posição nº15	10,3	Posição nº15	8,9
Posição nº16	10,3	Posição nº16	11,5
Média	10,5	Média	10,5
Média total	10,5		

Conclusão

Amostras do TECIDO A:

$$F = \frac{21^2 - 225}{400} = 0.54$$

O valor de F está compreendido entre valor 0 e 1, daí o resultado obtido é válido.



Valores obtidos na análise do TECIDO B

TECIDO B			
Medição do "drapè" (cm)			
Amostra nº1	Valor	Amostra nº2	Valor
Posição nº1	10,2	Posição nº1	11,8
Posição nº2	11,4	Posição nº2	9,8
Posição nº3	11,5	Posição nº3	10,2
Posição nº4	9,0	Posição nº4	11,7
Posição nº5	11,3	Posição nº5	11,6
Posição nº6	9,4	Posição nº6	9,2
Posição nº7	10,7	Posição nº7	10,9
Posição nº8	11,2	Posição nº8	8,7
Posição nº9	9,0	Posição nº9	10,5
Posição nº10	9,1	Posição nº10	10,6
Posição nº11	10,8	Posição nº11	12,0
Posição nº12	8,5	Posição nº12	10,5
Posição nº13	10,9	Posição nº13	9,1
Posição nº14	9,4	Posição nº14	10,1
Posição nº15	11,2	Posição nº15	9,7
Posição nº16	10,2	Posição nº16	9,6
Média	10,2	Média	10,4
Média total	10,3		

Conclusão

Amostras do TECIDO B:

$$F = \frac{20 \cdot 6^2 - 225}{400} = 0.50$$

O valor de F esta compreendido entre valor 0 e 1, daí o resultado obtido é valido.

Anexo 18

Testes de Conforto - Conforto térmico

- **Determinação das propriedades térmicas dos tecidos - Teste Alambeta** – Norma Interna
Universidade do Minho

Para avaliar as propriedades térmicas das amostras utilizamos o Alambeta como aparelho de medição:



Aparelho “Alambeta”

O Alambeta faz um a avaliação objetiva da sensação quente/frio, e mede a absorvidade térmica (toque térmico). Esta sensação tem importância, não só quando se experimenta um tecido mas também, quando se veste qualquer peça do vestuário em que existe contacto do tecido com a pele. O aparelho simula o fluxo de calor (q) entre a pele humana com a temperatura (t_p) e o tecido com temperatura (t_t) durante o contacto inicial.

O Alambeta avalia, simultaneamente, as propriedades térmicas estacionárias, como a resistência e a condutividade e as propriedades dinâmicas, como a absorvidade térmica e a difusividade térmica. Para além das propriedades térmicas, ele mede também a espessura das amostras ensaiadas.

O aparelho Alambeta consiste num bloco metálico com temperatura constante (32°C) a qual difere da temperatura da amostra (20°C). Quando a medida se inicia, a cabeça de medida baixa e toca a superfície plana da amostra a medir, a qual se situa na base do aparelho, sob a cabeça de medição. Neste momento, a temperatura da superfície da amostra muda bruscamente e o aparelho regista a evolução do fluxo de calor.

Este aparelho avalia os seguintes parâmetros;

- **h - Espessura do tecido** (mm);
- **λ (10^{-3}) - Condutividade térmica** (propriedade estacionária ou dinâmica – ($\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$)).
- Exprime a quantidade de calor que flui pelo material, por unidade de comprimento.
 - **b - Absorvidade térmica** (propriedade transitória) – ($\text{W s}^{1/2}\text{m}^{-2}\text{K}^{-1}$).
- Representa o fluxo instantâneo que ocorre quando dois corpos semi-finitos, com diferentes temperaturas, entram em contacto físico. Está relacionada com a sensação inicial de contacto da pele com o artigo têxtil. (quanto maior for “b”, maior será o fluxo térmico e pior será a sensação de contacto inicial, pois corresponderá a uma superfície mais fria). A absorvidade térmica indica as propriedades térmicas dos tecidos em contacto, estando relacionado com parâmetros da estrutura e composição dos tecidos, não abrangendo as condições de medição.



- r (10^{-3}) - **Resistência térmica** (propriedade estacionária – ($m^2 K W^{-1}$)).
- Exprime a resistência oferecida por um dado material ao fluxo de calor: razão entre a espessura e a condutividade térmica.
 - α (10^{-6}) - **Difusividade térmica** ($m^2 s^{-1}$).
- Descreve a velocidade de propagação da temperatura (calor) no material: impulso térmico.
 - $q_{max} = q$ – **Fluxo térmico ou toque térmico** (propriedade Dinâmica) - ($W m^{-2}$)
- Avalia a sensação quente/frio, quando se toca num tecido e é dado pelo valor máximo do fluxo térmico (q_{max}). O fluxo de calor (q) está relacionado com o tempo de contacto (t) e com a Absortividade térmica (b).

Neste quadro estão representados os parâmetros retirados da ALAMBETA; grandeza, relação e as suas respetivas unidades:

Símbolo	Grandeza	Relação	Unidades
h	Espessura		mm
λ	Condutividade térmica	$\lambda = q/\Delta T$	$W m^{-1} K^{-1}$
r	Resistência térmica	$r = h/\lambda$	$m^2 K W^{-1}$
α	Difusividade térmica	$\alpha = \lambda/p.c$	$m^2 s^{-1}$
b	Absortividade térmica	$b = (\lambda.p.c)$	$W s^{1/2} m^{-2} K^{-1}$
q_{max}	Fluxo térmico (dinâmico) /toque térmico	$Q_{max} = b\Delta T/(m)^{1/2}$	$W m^{-2}$

Para este ensaio foram realizados cinco ensaios de cada tecido, ao TECIDO A e TECIDO B, em pontos diferentes e na diagonal do tecido, evitando a distorção dos mesmos.

Resultados obtidos

Parâmetros	TECIDO A	TECIDO B	Unidades
	Médias		
Espessura (h)	0,24	0,24	mm
Densidade média (P)	1,12	1,26	----
q.máx. - Fluxo térmico	1,06	1,24	$W m^{-2}$
Condutividade térmica (λ)	35,16	35,48	$W m^{-1} K^{-1}$
Absortividade térmica (b)	150,40	191,20	$W s^{1/2} m^{-2} K^{-1}$
Difusividade térmica (α)	0,055	0,035	$m^2 s^{-1}$
Resistência térmica (r)	7,1	6,7	$m^2 K W^{-1}$

Anexo 19

Testes de Conforto - Conforto térmico

➤ Determinação da permeabilidade dos tecidos ao ar

Para este teste utilizou-se o permeabilímetro “TEXTTEST FX 3300” de acordo com a norma NP EN ISO 9237:2005.



Permeabilímetro “TEXTTEST FX 3300”

A permeabilidade ao ar refere-se à capacidade que um tecido têm para ser atravessado pelo ar. Este teste tem assim como objetivo medir, a uma dada pressão, a quantidade de fluxo de ar que passa perpendicularmente através de uma dada área de tecido num determinado período de tempo.

A permeabilidade ao ar tem um papel fundamental nas propriedades de transferência de calor, pois tem um efeito significativo na condutividade térmica, já que os espaços de ar presentes na estrutura permitem uma maior transferência de calor por convecção.

A avaliação desta propriedade foi realizada utilizando uma pressão de 100 Pa (força recomendada pelas instruções do aparelho para medição em vestuário) e uma área da superfície de ensaio de 20 cm². Os provetes foram testados na diagonal do tecido, evitando a sua distorção, sendo o tecido submetido a um acondicionamento durante 24 horas. A permeabilidade ao ar é quantificada em l/m²/s.

Procedimento

Colocar o provete no suporte circular com tensão suficiente para eliminar eventuais rugas que existam, tendo o cuidado de não deformar o tecido. Evitar as orelhas e as áreas com rugas ou pregas localizadas.

Ligar o aparelho para forçar a passagem do ar através do provete e regular o fluxo do ar regularmente até se obter a diferença de pressão em toda a superfície de ensaio. Registrar o fluxo do ar pelo menos 1 minuto após ou até se estabilizar nas condições requeridas. O ensaio deve ser repetido em pelo menos 10 pontos diferentes da amostra nas mesmas condições

Foram realizados 10 ensaios em cada tecido, TECIDO A e TECIDO B.

Resultados obtidos

- Como se tratou de uma análise a um tecido a pressão utilizada foi de **100 Pa**.
- **Measuring Range = 6**

Permeabilidade ao ar (l/m ² /s)		
Nº de ensaios	TECIDO A	TECIDO B
1º Ensaio	985	784
2º Ensaio	987	830
3º Ensaio	935	829
4º Ensaio	917	818
5º Ensaio	864	816
6º Ensaio	845	741
7º Ensaio	846	777
8º Ensaio	875	774
9º Ensaio	835	779
10º Ensaio	826	718
Média	891,5	786,6
Desv. Padrão	60,7	37,5
Coef. Varia. %	6,81	4,76

Anexo 20

Testes de Conforto - Conforto térmico

➤ Permeabilidade ao vapor de água

O teste de permeabilidade ao vapor de água consiste na determinação da quantidade de água dissipada, sob a forma de vapor. Para a realização deste teste utilizou-se o “Control dish method” para medir a permeabilidade ao vapor de água por parte dos tecidos e seguindo a Norma BS 7209:1990 sob condições isotérmicas.



Permeabilímetro ao vapor de água “Control dish method”

Neste teste marcamos com ajuda do aro metálico do equipamento três provetes do material a analisar e um provete do tecido referência e recortamo-los.

Com auxílio de uma bureta transferimos 46 cm³ de água destilada para cada um dos quatro copos. Colocamos um suporte tipo “triângulo”, para os provetes não entrarem em contacto com a água.



Isolamos os provetes com o objetivo de evitar fuga de vapor pelas laterais do provete e por fim colocamos o conjunto sobre o equipamento de ensaio (máquina). Colocamos a máquina em funcionamento durante 1 hora, até estabelecer o equilíbrio, e registamos os respetivos pesos. Após 16 horas (mínimo 16 horas, ideal 24 horas) registamos novamente os respetivos pesos. Este ensaio começou com uma temperatura ambiente de 20,68° C e uma humidade relativa de 54 % e terminou após 23 horas a 20,60° C de temperatura e 53,05 % de humidade relativa.

Os resultados obtidos encontram-se na tabela seguinte:

Amostras	Peso inicial (g)	Peso final (23 horas) (g)	Massa (g)	(WVP) _r	(WVP) _f	Índice de permeabilidade ao vapor (%)
Amostra referência	138,368	134,408	3,960	76,52	---	---
Amostra TECIDO A	139,410	135,137	4,273	---	82,57	107,9
Amostra TECIDO B	138,940	134,765	4,176	---	80,69	105,4

Segundo a norma BS 7209:1990 sob condições isotérmicas, a permeabilidade ao vapor de água é ótima quando a percentagem do índice é superior a 80 %.

Desvio à norma: apenas se realizaram teste a dois provetes de cada tecido.

O índice de permeabilidade foi calculado segundo a norma BS 7209:1990 e as fórmulas de cálculos do índice de permeabilidade estão apresentadas procedimento da norma, assim como os dados recolhidos no teste realizado.

Procedimento de ensaio para à permeabilidade ao vapor de água

Normalização aplicável - NORMA BS 7209-1990, aparelho Shirley Water Vapour.

Referência: acima de 80 % de índice de permeabilidade ao vapor de água é bom.

Procedimento:

Condicionar em atmosfera padrão o material a analisar, bem como o tecido referência (65, ± 2 % de humidade relativa e 20, ± 2 graus centígrados).

Marcar com ajuda do aro metálico do equipamento 3 provetes do material a analisar e 1 provete do tecido referência e cortar.

Com auxílio de uma bureta transferir 46 cm³ de água destilada para cada um dos 8 copos.

Colocar cola a toda volta da borda do copo.

Colocar o suporte tipo “triângulo”, para os provetes não entrarem em contacto com a água.



O material a ensaiar deve ser colado com o lado que estiver em contacto com a pele virado para o interior do copo.

Colocar o aro que serviu de marcação sobre o material a ensaiar e vedar com fita adesiva para selar a junção dos materiais, devendo-se garantir que o vapor irá só passar pelos materiais a ensaiar “boca do copo”.

Colocar o conjunto pronto sobre o equipamento de ensaio (máquina).

Colocar a máquina em funcionamento durante 1 hora, até estabelecer equilíbrio:

- Registrar o peso inicial dos copos, com uma precisão do miligrama (deve-se anotar a humidade relativa e a temperatura);
- Colocar os copos no equipamento e colocar em funcionamento durante, pelo menos 16 horas, preferencialmente 24 horas;
- Pesquisar novamente os copos e anotar oscilações de temperatura e humidade.

Cálculos:

Para determinar o índice de permeabilidade ao vapor de água, deve utilizar o diâmetro internos dos copos que no caso específico é de 83 mm.

Cálculo da área do círculo em metros quadrados:

$$A = (\pi d^2/4) \times 10^6$$

- ✓ WVP é a permeabilidade ao vapor de água, sendo expressa pela seguinte fórmula:
- ✓ $WVP = 24M/At$, (em g/m²/dia).

Onde:

- M - é a perda de massa em gramas no tempo t ;
- t - é o tempo em horas, entre as duas pesagens;
- A - área interna do copo em metros quadrados.

Deve-se também calcular o índice da permeabilidade ao vapor, cuja expressão é dada pela razão entre a permeabilidade ao vapor do material ensaiado e o tecido referência.

$$I = (WVP)_f / (WVP)_r$$

Onde, $(WVP)_f$ é a permeabilidade ao vapor do material ensaiado e $(WVP)_r$ é a permeabilidade ao vapor do tecido referência.

Amostras/Peso	Inicial 1ª (g)	Inicial 2ª (g)	Média Inicial (g)	Final 1ª (g)	Final 2ª (g)	Média Final (g)
Amostra TECIDO A	139,655	139,164	139,410	135,356	134,917	135,137
Amostra TECIDO B	139,195	138,685	138,940	135,041	134,488	134,765

Anexo 21

➤ FRICTORQ

FRICTORQ (acrónimo do inglês FRICtion + TORQue) está protegido pela Patente Portuguesa N.º 102790, com o título: “Método e Aparelho para a Determinação do Coeficiente de Atrito de Materiais Sólidos Planos”, desde 12 de Junho de 2002. Este aparelho mede o atrito superficial do tecido (fricção do tecido).



Figura – Aparelho Frictómetro

Ao contrário de outros métodos, este equipamento tem um princípio de funcionamento baseado numa atuação rotativa e, conseqüentemente, na medição de um momento de torção reativo gerado pelo movimento de arrasto entre dois corpos. O aparelho é composto, essencialmente, por:

- ✓ Um sensor de binário de precisão reativo com o respetivo sistema de aquisição de dados;
- ✓ Um motor de Corrente Contínua (a 12 Volts) com um redutor de engrenagens e uma correia dentada para acionar o prato de suporte da amostra inferior;
- ✓ Uma aplicação informática que faz a gestão e o controlo de todo o sistema, permitindo a visualização e a recolha dos dados obtidos para posterior tratamento gráfico e estatístico (Lima et al, 2005).

Ensaios:

Ao colocar os provetes, é necessário ter certas precauções (a não existência de rugas nos provetes e que a sua superfície se encontra livre de quaisquer impurezas, depois de colocadas em repouso durante 24 horas em atmosfera padronizada,

Analisar o atrito através da medição da força necessária com o valor coeficiente de variação μ *kinetic* que será o valor a reter pois será o valor diferenciador dos 5 ensaios a cada tecido.

Colocar o sensor de modo correto com muito cuidado. O sensor utilizado para efetuar a medição tem um peso de 57.62 *gramas*. A análise de cada ensaio será feita em 20 *segundos*.

Resultados obtidos

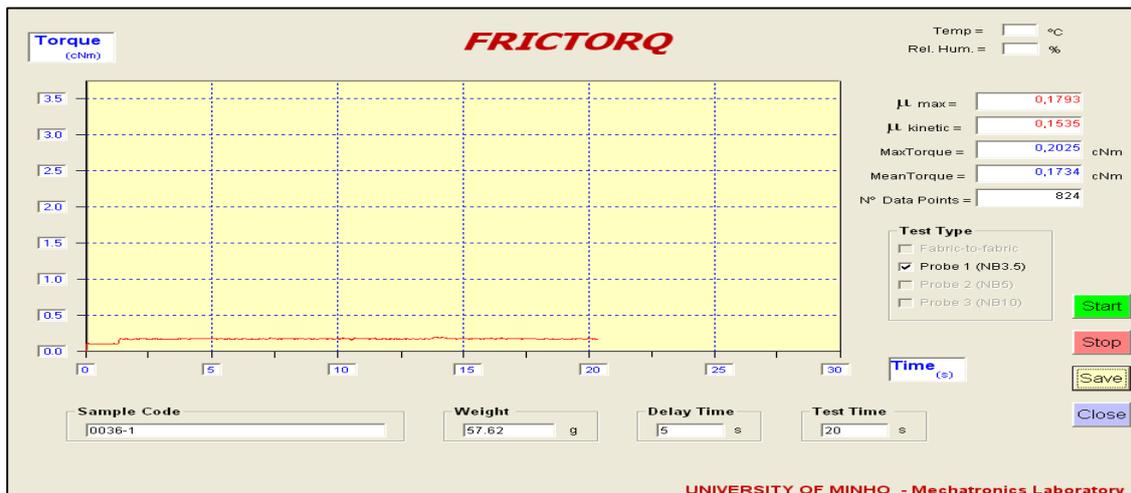


Ensaio	TECIDO A	TECIDO B
	μ kinetic	μ kinetic
1	0,1535	0,1549
2	0,1515	0,1491
3	0,1624	0,1555
4	0,1606	0,1599
5	0,1584	0,1589
Médio	0,1573	0,1557
Desv. Padrão	0,004	0,004
Coef. Var. (%)	2,6	2,4

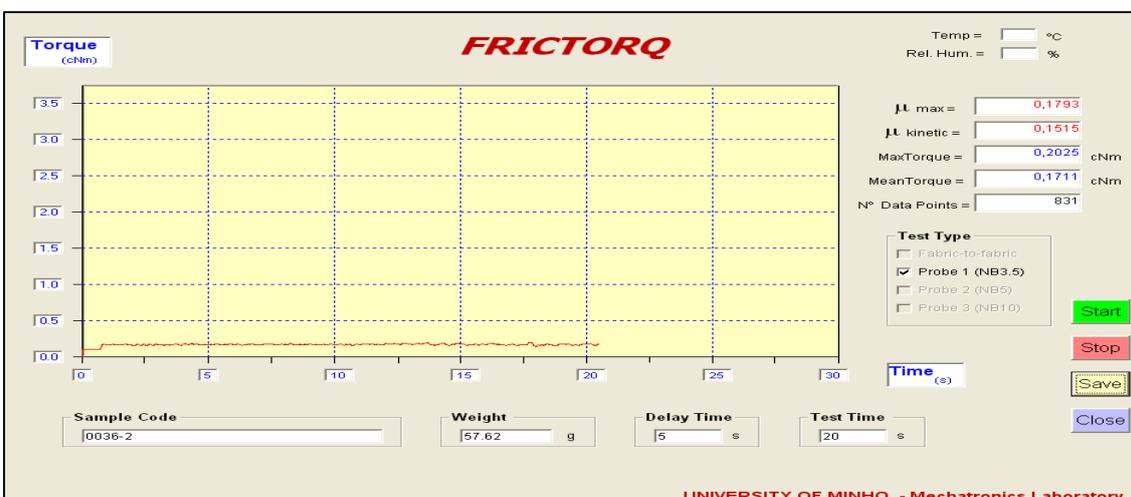
Os gráficos retirados para esta análise, gráficos do programa do *Friqtorq*, dos cinco ensaios realizados aos dois tecidos estão apresentados a seguir:

Resultado dos ensaios ao TECIDO A

Ensaio 1:

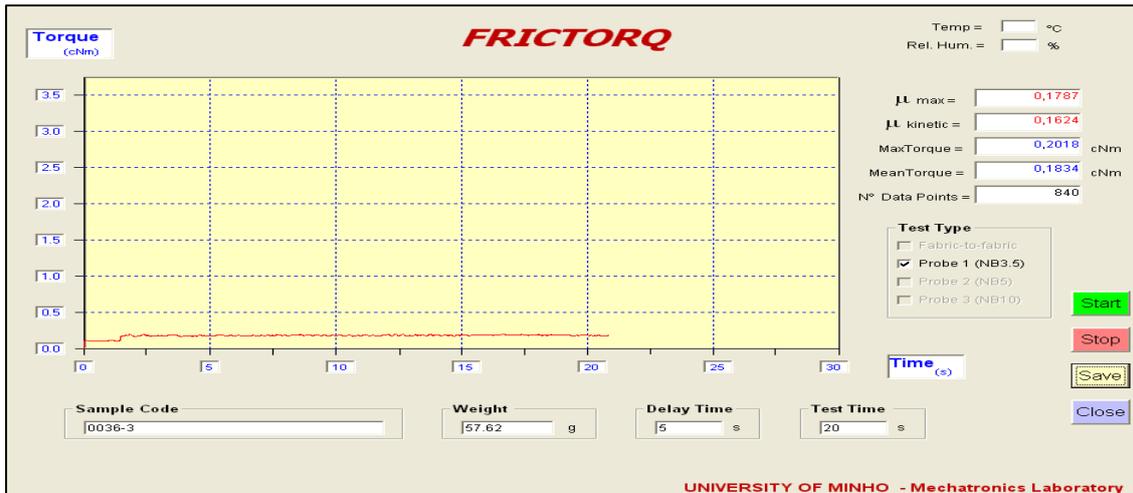


Ensaio 2:

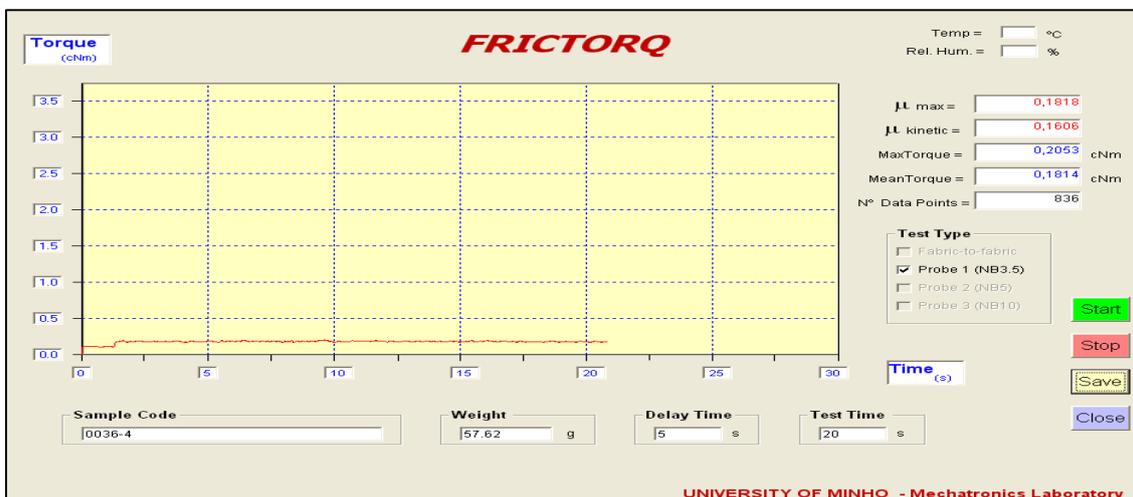




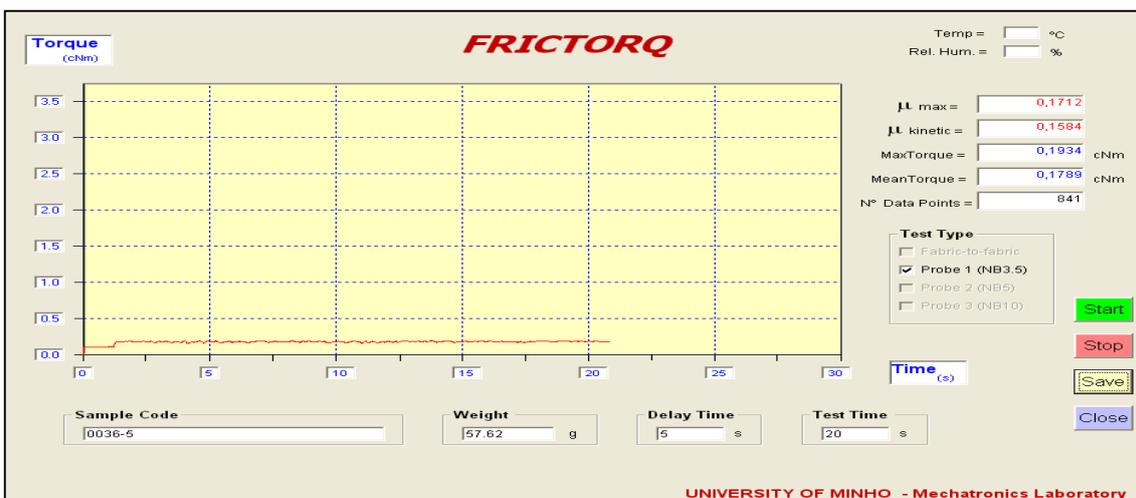
Ensaio 3:



Ensaio 4:



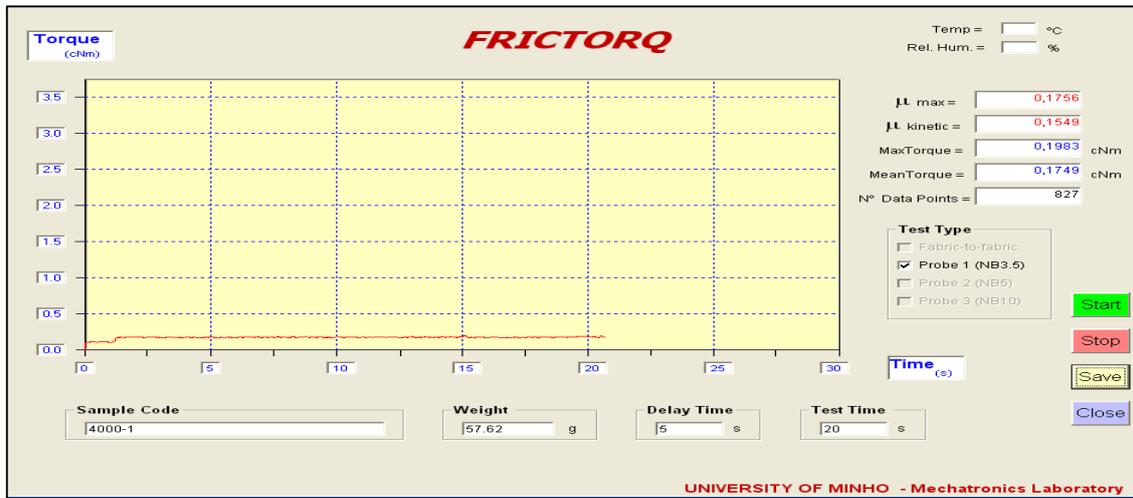
Ensaio 5:



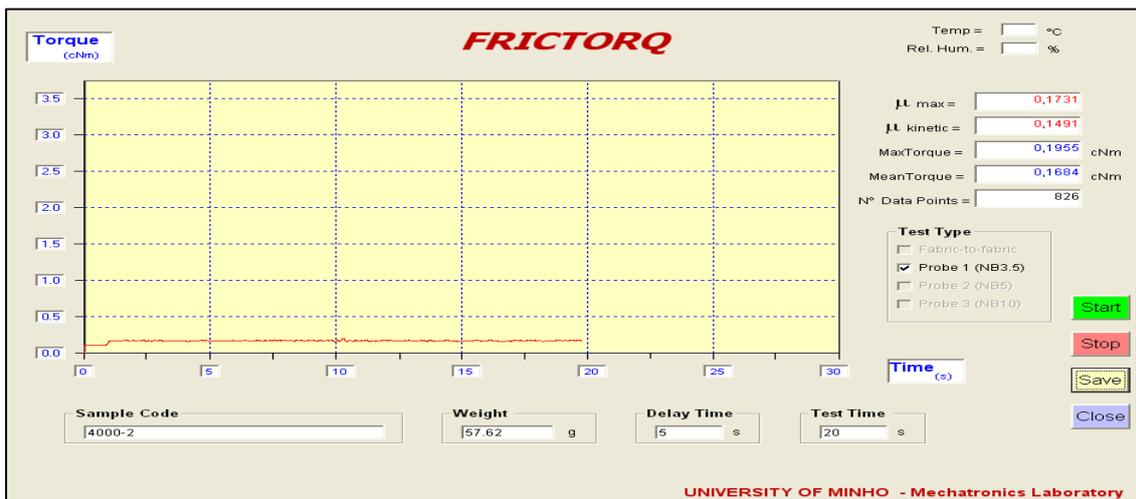


Resultado dos ensaios ao TECIDO B

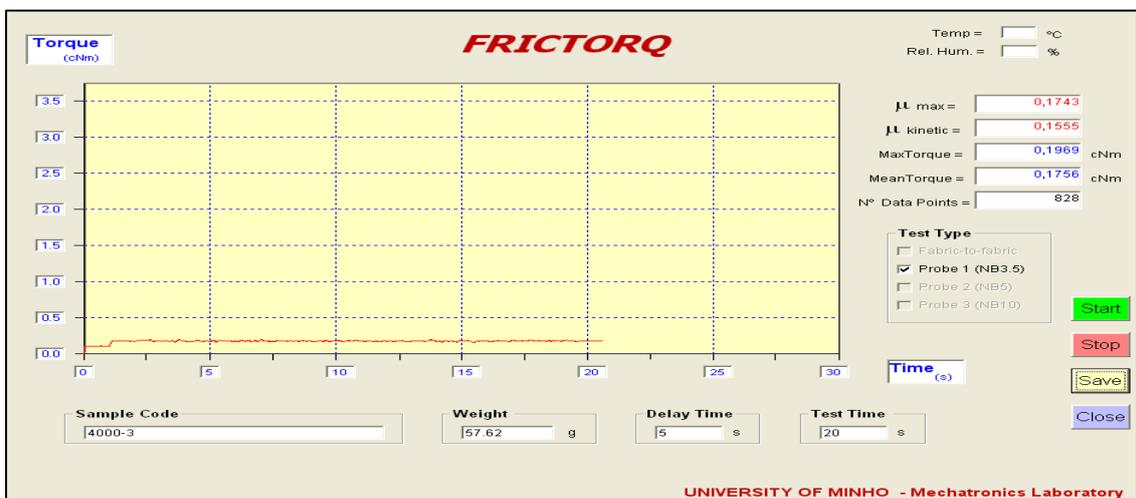
Ensaio 1:



Ensaio 2:

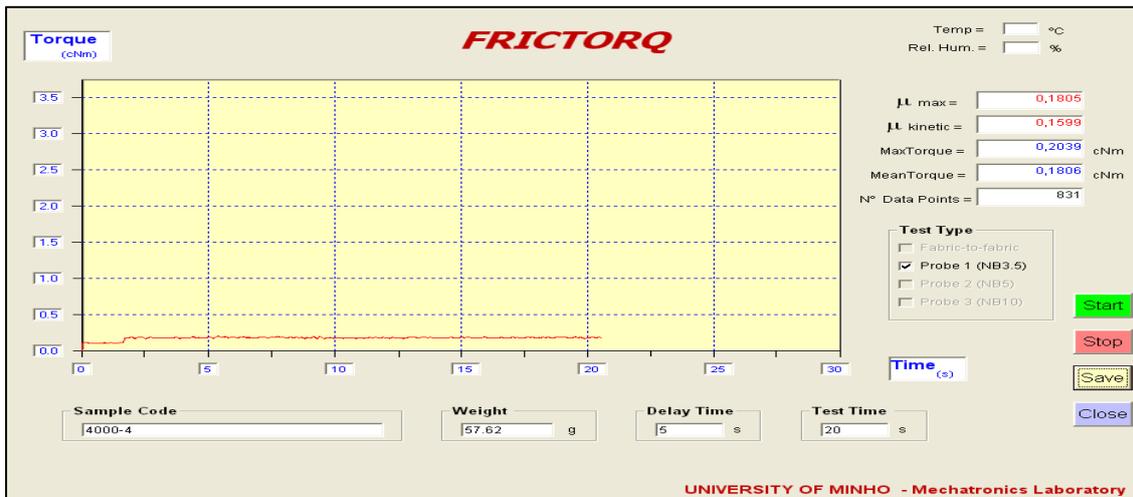


Ensaio 3:





Ensaio 4:



Ensaio 5:

