



Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Estudo da substituição do couro pela pele de  
cortiça para aplicação em calçado/vestuário

Ângela Cidália Antunes da Silva

Estudo da substituição do couro pela pele de  
cortiça para aplicação em calçado/vestuário





Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Ângela Cidália Antunes da Silva

Estudo da substituição do couro pela pele de  
cortiça para aplicação em calçado/vestuário

Tese de Mestrado  
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao  
Grau de Mestre em Engenharia Têxtil

Trabalho efetuado sob a orientação do  
Professor Doutor António Pedro Garcia de Valadares  
Souto

## DECLARAÇÃO

Ângela Cidália Antunes da Silva

Correio electrónico: a.cas@iol.pt

Tlm: 914232094

Número do Bilhete de Identidade: 10550983

Título da dissertação:

**Estudo da substituição do couro pela pele de cortiça para aplicação em calçado/vestuário**

Ano de conclusão: 2013

Orientador: Professor Doutor António Pedro Garcia de Valadares Souto

Designação do Mestrado:

Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao Grau de Mestre em Engenharia Têxtil

Escola de Engenharia

Departamento de Engenharia Têxtil

DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA DISSERTAÇÃO

Guimarães, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_



## **Agradecimentos**

Agradeço ao meu Orientador, Professor Doutor António Pedro Souto, pela orientação, coordenação e contributo essencial, em especial na componente crítica, que ao longo deste trabalho sempre incentivou na procura de novos conceitos e de enriquecimento do conhecimento pessoal, não esquecendo as condições oferecidas para a realização desta dissertação, desde o seu desenvolvimento até à sua conclusão.

Gostaria de expor um especial agradecimento à minha amiga Marta Fernandes, pelo contributo na realização desta dissertação, tanto na vertente de desenvolvimento tecnológico como na amizade e no auxílio prestado no laboratório, que continuamente estimulou a melhorar e a procurar soluções para todos os obstáculos que foram surgindo durante este percurso académico.

Um agradecimento especial às empresas envolvidas neste estudo, nomeadamente à Coltec - Neves e C<sup>a</sup>., Lda., sobretudo ao Eng.º Francisco Fernandes pelo acompanhamento no processo de laminação e à Amishoes – Calçados, Lda., particularmente ao Sr. Francisco pelo empenho na realização dos protótipos de calçado.

Quero também agradecer toda a disponibilidade e atenção dos técnicos dos laboratórios de Têxtil, em particular ao Eng.º Joaquim Jorge pela colaboração, interesse e acompanhamento ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Aos que paralelamente viveram este desenvolvimento em todos os circunstanciados momentos, aos meus pais, à minha irmã e ao meu namorado. Certamente que, foram o motor da minha motivação ao longo de todo este trabalho.

Às pessoas amigas pela boa disposição e amizade, que apoiaram nesta tarefa das mais variadas formas, contribuindo sempre com aspetos positivos, aos meus colegas de trabalho e a todos que direta ou indiretamente estiveram presentes no enriquecimento deste trabalho.





## **Resumo**

No âmbito dos artigos de calçado/vestuário, verifica-se que o consumidor está cada vez mais exigente no que diz respeito ao bem-estar, conforto, funcionalidade e segurança. Ao longo das últimas décadas, o setor do calçado/vestuário tem procurado encontrar novos materiais que vão ao encontro das necessidades dos consumidores. Para além das questões de proteção e design, as recentes exigências estão relacionadas com materiais que sejam amigos do ambiente e que permitam melhorar o conforto. Desta forma, neste trabalho foi estudada a possibilidade de desenvolver um produto à base de pele de cortiça, com a finalidade de se obter um material ideal para a indústria do calçado/vestuário em substituição do couro, cuja preparação industrial está associada a problemas ambientais.

Criou-se assim um novo produto, revolucionário e com características específicas, nomeadamente: baixa densidade, respirabilidade, impermeabilidade, condutividade térmica e resistência. Após uma exaustiva pesquisa bibliográfica e um breve estudo do mercado, com o intuito de parametrizar as propriedades do produto final, realizaram-se diversos ensaios, a diferentes materiais convencionalmente utilizados na indústria do calçado/vestuário.

No âmbito deste trabalho, foi elaborado um material laminado constituído por três camadas, sendo a camada exterior formada por pele de cortiça, a intermédia composta por uma membrana respirável e na face interior por um tecido. A título de exemplo, no caso do calçado tais materiais irão facilitar a ventilação no interior do calçado, permitindo reduzir a sudação do pé e a possibilidade de presença de microrganismos, mantendo as propriedades inerentes ao calçado. Aplicou-se cor à pele de cortiça pelo processo de estamparia convencional com um design apelativo e um acabamento funcional (anti-odor) na camada interior do laminado conferindo ao produto final outras funcionalidades.

Os resultados obtidos confirmam que o couro pode ser substituído pelo trilaminado de cortiça desenvolvido e que a avaliação do impacto da substituição do couro pela pele de cortiça para aplicação em calçado/vestuário permitirá um incremento substancial na utilização de cortiça recuperada (não utilizada no fabrico de rolhas) permitindo responder à dualidade que a sociedade requer: o aumento de lucros e, simultaneamente, a preservação ambiental. Na continuidade deste trabalho, foram elaborados protótipos de calçado/vestuário com o propósito de comprovar o seu desempenho.

Palavras-chave: Cortiça; Laminado de Cortiça; Calçado; Design Ecológico; Conforto.







## **Abstract**

In the context of footwear/clothing items, we verify that the client is getting more demanding in what concerns comfort, well-being, functionality and safety. Throughout the last decades, the footwear/clothing sector has been searching for new materials to meet the clients' expectations. Besides protection and design, the recent demands relate to environmental friendly materials, which improve comfort. Therefore, it was studied the possibility of developing a cork-based product, aiming to obtain an ideal material for the footwear/clothing industry thus replacing leather, whose industrial preparation is associated with environmental problems. It was then created a new, revolutionary product, with specific characteristics, such as: low density, breathability, impermeability, thermal conductivity and resistance. After a thorough bibliographic research and a brief market study, several physical-chemical tests were conducted on different materials traditionally used in the footwear/clothing industry.

Throughout the investigation, it was prepared a laminated material consisting of three layers, being the outside one made of cork skin, the middle one composed by a breathable membrane and the last one of a textile fabric on the inside. As an example, in regard to footwear, such materials will improve the ventilation inside the shoe, allowing the reduction of feet perspiration and the presence of micro-organisms, hence keeping its properties. It was applied color to the cork skin following the traditional printing process with an appealing design and a functional finishing in the inner layer of the laminated material, giving other features to the final product.

The results confirm leather can be replaced by the three-layered laminated cork material developed. Furthermore, the evaluation of the impact of this replacement of the leather by cork skin for footwear/clothing application will allow a substantial increase in the use of reused cork (not used for bottle cork making), allowing an answer to the duality demanded by society: the increase of the profit and, at the same time, the environmental preservation. Following this study, footwear/clothing prototypes have been developed with the intent of confirming their performance.

Keywords: Cork; Laminated Cork; Footwear; Ecological Design; Comfort.





## **Índice Geral**

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice Geral.....	ix
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xv
Índice de Gráficos.....	xvii
Índice de Equações.....	xix
Abreviaturas.....	xxi
1. Capítulo I – Introdução.....	1
1.1 Enquadramento e Motivação.....	3
1.2 Objetivos do Trabalho.....	3
1.3 Metodologia.....	4
1.4 Estrutura da Dissertação.....	5
2. Capítulo II – Revisão Bibliográfica.....	7
2.1 Desenvolvimento Teórico.....	9
2.1.1 Couro.....	9
2.1.2 Cortiça.....	16
2.1.3 Membranas.....	25
2.1.4 Laminagem.....	27
2.1.5 Estamparia.....	28
2.1.6 Acabamentos Funcionais.....	29
2.1.7 Conforto.....	30
2.2 Estado da Arte do Calçado.....	32
2.2.1 Mercado.....	32
3. Capítulo III – Desenvolvimento Experimental.....	37
3.1 Introdução.....	39
3.2 Materiais e Produtos Utilizados.....	39
3.2.1 Couro.....	42



3.2.2	Pele de Cortiça .....	42
3.2.3	Membrana Respirável .....	43
3.2.4	Tecidos e Malhas .....	43
3.2.5	Produtos de Estamparia e de Acabamento .....	44
3.3	Métodos e Equipamentos Usados .....	45
3.3.1	Permeabilidade ao Vapor de Água .....	45
3.3.2	Permeabilidade ao Ar .....	47
3.3.3	Propriedades Térmicas .....	48
3.3.4	Propriedades de Tração .....	50
3.3.5	Resistência à Abrasão e Formação de Borboto .....	50
3.3.6	Ativação Superficial por Plasma (DBD) .....	51
3.3.7	Ângulo de Contacto e Energia de Superfície .....	52
3.3.8	Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR) .....	53
3.3.9	Solidez à Fricção .....	53
3.4	Laminagem .....	54
3.5	Estamparia .....	55
3.6	Acabamentos Funcionais .....	56
4.	Capítulo IV – Análise e Discussão dos Resultados .....	57
4.1	Resultados dos ensaios de caracterização dos materiais .....	59
4.1.1	Permeabilidade ao Vapor de Água .....	59
4.1.2	Permeabilidade ao Ar .....	65
4.1.3	Avaliação das Propriedades Térmicas .....	67
4.1.4	Avaliação das Propriedades de Tração .....	69
4.1.5	Resistência à Abrasão e Formação de Borboto dos Substratos Têxteis .....	75
4.1.7	Ângulo de Contato e Energia de Superfície .....	76
4.1.8	Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier .....	79
4.1.9	Solidez à Fricção do estampado .....	80
4.2	Couro versus Trilaminado de Cortiça .....	81
4.3	Inovação / Conceção de Protótipo .....	84
5.	Capítulo V – Conclusões .....	87



5.1 Conclusão .....	89
5.2 Perspetivas Futuras .....	90
Referências Bibliográficas .....	91
Apêndices .....	99
Anexos .....	121





## Índice de Figuras

Figura 1: Pele animal.....	9
Figura 2: As várias regiões da pele animal.....	10
Figura 3: Tapete proveniente da pele bovina .....	10
Figura 4: Estrutura de uma pele animal de a) vitela b) vaca c) ovelha e d) cabra .....	11
Figura 5: Exemplo de uma cadeia de produção do couro.....	13
Figura 6: Diferentes tipos de couro/pele após o processo produtivo .....	14
Figura 7: Sobreiro <i>Quercus Suber L.</i> ....	17
Figura 8: Depósito de cortiça .....	17
Figura 9: Corte axial do tronco do sobreiro .....	18
Figura 10: Estrutura celular da cortiça observada ao microscópio eletrónico .....	19
Figura 11: Estrutura da cortiça.....	19
Figura 12: Funcionamento de uma membrana respirável .....	25
Figura 13: Transferência do vapor de água através de membranas a) microporosas e b) hidrofílicas. 1 – Moléculas do vapor de água, 2 – Cadeias moleculares do polímero, 3 – Grupos hidrofílicos activos, 4 – Gotas de água ( $\varphi_1$ e $\varphi_2$ – Humidade Relativa, $\varphi_1 < \varphi_2$ ).....	26
Figura 14: Máquina utilizada no processo de laminação.....	28
Figura 15: Alguns artigos produzidos com cortiça.....	33
Figura 16: Par de sandálias de Stella McCartney® com plataforma em cortiça e de marcadores de mesa em cortiça .....	34
Figura 17: Almofada decorativa com aplicação de cortiça estampada .....	34
Figura 18: Alguns materiais inovadores em cortiça .....	35
Figura 19: Diferentes modelos de calçado com cortiça como material principal .....	35
Figura 20: Permeabilímetro onde foram realizados os ensaios de permeabilidade ao vapor de água.....	46
Figura 21: Permeabilímetro onde foram realizados os ensaios de permeabilidade ao ar.....	47
Figura 22: Algumas imagens de ensaios realizados no aparelho Alambeta.....	48
Figura 23: Ensaio de resistência à tração .....	50
Figura 24: Testes de abrasão tipo Martindale .....	51
Figura 25: Máquina de Plasma Softal.....	51
Figura 26: Equipamento de medição do ângulo de contacto .....	52
Figura 27: Escala de cinzentos utilizada para avaliação do manchamento .....	54
Figura 28: Máquina de laminar Cavitec da Santex, da linha Caviflex .....	54
Figura 29: Mesa de estampar e Estufa.....	55
Figura 30: Equipamento Foulard .....	56
Figura 31: Trilaminado – Pele de Cortiça / Membrana Respirável / Tecido.....	59
Figura 32: Imagens resultantes dos ensaios de resistência à abrasão dos tecidos.....	75
Figura 33: Resultados obtidos da abrasão nos diferentes tecidos.....	76
Figura 34: Figuras esclarecedoras da gota de água ao cair na superfície do tecido .....	77
Figura 35: Resultado do teste de solidez à fricção a húmido das amostras estampadas .....	80



Figura 36: Imagem de a) mala em pele de cortiça/membrana estampada/malha e b) saia em pele de cortiça estampada/membrana/tecido..... 85

Figura 37: Protótipo final – botim e sabrina em pele de cortiça estampada/membrana FP40/tecido sarja..... 85





## Índice de Tabelas

Tabela 1: Análise típica de uma cortiça e influência dos seus constituintes .....	20
Tabela 2: Fileira da cortiça, em Portugal .....	21
Tabela 3: Vantagens e Desvantagens do Couro .....	24
Tabela 4: Análise <i>Swot da</i> Cortiça .....	24
Tabela 5: Materiais utilizados neste trabalho .....	40
Tabela 6: Caracterização de diferentes tecidos de algodão .....	43
Tabela 7: Componentes da energia de superfície dos líquidos testados.....	53
Tabela 8: Resultados obtidos dos couros e das cortiças.....	59
Tabela 9: Valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação obtidos das diferentes membranas estudadas .....	60
Tabela 10: Valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação dos vários materiais laminados .....	61
Tabela 11: Valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação dos diferentes materiais...	62
Tabela 12: Valores médios adquiridos dos diferentes tecidos.....	63
Tabela 13: Valores médios referentes ao trilaminado constituído por pele de cortiça/membrana/tecido .....	64
Tabela 14: Valores médios obtidos para o couro em comparação com diferentes materiais. ....	65
Tabela 15: Resultados obtidos da média, desvio padrão e coeficiente de variação dos diferentes tecidos estudados.....	66
Tabela 16: Valores médios resultantes dos diversos laminados .....	66
Tabela 17: Resultados das propriedades analisadas no aparelho Alambeta dos vários materiais .....	67
Tabela 18: Resultado dos ensaios de tração aos tecidos.....	72
Tabela 19: Síntese dos resultados da resistência à tração dos diversos materiais e laminados. 74	
Tabela 20: Valores resultantes das diversas medições realizadas no goniómetro .....	79
Tabela 21: Resultado obtido da permeabilidade ao ar para o couro 1 e para o trilaminado de cortiça.....	81
Tabela 22: Principais características de alguns dos materiais estudados.....	83
Tabela A1. 1: Permeabilidade ao vapor de água para os diferentes materiais.....	101
Tabela A1. 2: Permeabilidade ao vapor de água para os diferentes materiais.....	102



Tabela A1. 3: Permeabilidade ao vapor de água das diferentes membranas .....	103
Tabela A1. 4: Permeabilidade ao vapor de água dos diferentes laminados .....	104
Tabela A1. 5: Permeabilidade ao vapor de água dos diferentes laminados estampados .....	105
Tabela A1. 6: Permeabilidade ao vapor de água dos diferentes tecidos.....	106
Tabela A1. 7: Permeabilidade ao vapor de água dos laminados selecionados .....	107
Tabela A2. 1: Permeabilidade ao ar dos diferentes materiais .....	108
Tabela A2. 2: Permeabilidade ao ar dos diferentes tecidos .....	108
Tabela A2. 3: Permeabilidade ao ar dos diferentes laminados .....	109
Tabela A3. 1: Condutividade térmica dos diferentes materiais .....	110
Tabela A3. 2: Difusão térmica dos diferentes materiais.....	111
Tabela A3. 3: Absortividade térmica dos diferentes materiais.....	111
Tabela A3. 4: Resistência Térmica dos diferentes materiais .....	112
Tabela A3. 5: Espessura dos diferentes materiais.....	112
Tabela A4. 1: Resistência à tração para a pele de cortiça e para o couro .....	113
Tabela A4. 2: Resistência à tração da pele de cortiça/membrana ref <sup>a</sup> .13581 FP40 (L) .....	113
Tabela A4. 3: Resistência à tração da pele de cortiça/membrana ref <sup>a</sup> .13581 FP40 (T) .....	114
Tabela A4. 4: Resistência à tração da pele de cortiça/membrana ref <sup>a</sup> .13583 UM (L).....	114
Tabela A4. 5: Resistência à tração da pele de cortiça/membrana ref <sup>a</sup> .13583 UM (T).....	114
Tabela A4. 6: Resistência à tração da pele de cortiça/membrana ref <sup>a</sup> .13584 FP 380 (L) .....	115
Tabela A4. 7: Resistência à tração da pele de cortiça/membrana ref <sup>a</sup> .13584 FP 380 (T) .....	115
Tabela A4. 8: Resistência à tração da pele de cortiça/membrana ref <sup>a</sup> .13586 UM (L).....	116
Tabela A4. 9: Resistência à tração da pele de cortiça/membrana ref <sup>a</sup> .13586 UM (T).....	116
Tabela A4. 10: Resistência à tração dos diferentes tri e tetralaminados .....	117



## Índice de Gráficos

Gráfico 1: Exportações e consumo interno na fileira da cortiça.....	21
Gráfico 2: Percentagem de importações de produtos manufaturados a partir da cortiça .....	22
Gráfico 3: Percentagem de exportações de produtos manufaturados a partir da cortiça .....	22
Gráfico 4: Resultado do índice relativo de permeabilidade ao vapor de água do couro em comparação com outros materiais .....	60
Gráfico 5: Resultados da permeabilidade ao vapor de água das diversas membranas .....	61
Gráfico 6: Valores obtidos de permeabilidade ao vapor de água dos laminados.....	62
Gráfico 7: Resultados de permeabilidade para diferentes laminados estampados.....	63
Gráfico 8: Resultados obtidos do índice relativo (%) de permeabilidade nos tecidos .....	64
Gráfico 9: Valores médios obtidos para a permeabilidade ao vapor de água do laminado selecionado .....	64
Gráfico 10: Resultados obtidos para a permeabilidade ao ar dos diferentes materiais .....	65
Gráfico 11: Resultados da permeabilidade ao ar em tecidos com debuxo diferente .....	66
Gráfico 12: Valores resultantes da permeabilidade ao ar dos diferentes laminados .....	67
Gráfico 13: Resultados obtidos da força de rotura média dos diferentes materiais e laminados	69
Gráfico 14: Valores resultantes da extensão dos diferentes materiais e laminados .....	70
Gráfico 15: Resultado obtido da tensão vs deformação da membrana com a refª13583 UM ....	70
Gráfico 16: Resultados obtidos da força de rotura (N) de diferentes laminados .....	71
Gráfico 17: Valores resultantes da extensão (%) para os diferentes laminados.....	71
Gráfico 18: Valores resultantes da força de rotura versus alongamento.....	72
Gráfico 19: Resultado obtido da força de rotura versus extensão do tecido a) sarja refª200SF0201 e b) tafetá refª100TL0201 .....	73
Gráfico 20: Resultados obtidos da força de rotura dos trilaminados .....	73
Gráfico 21: Resultados obtidos da extensão dos trilaminados .....	74
Gráfico 22: Curva força de rotura versus extensão do trilaminado.....	74
Gráfico 23: Curva resultante da tendência de perda de massa versus número de ciclos para o tecido sarja.....	76
Gráfico 24: Resultado do ângulo de contato no tecido com e sem acabamento.....	77
Gráfico 25: Curva resultante da avaliação de forma dinâmica ao tecido .....	78
Gráfico 26: Transmitância total atenuada do espectro de infravermelho do tecido de sarja .....	79



Gráfico 27: Resultado do índice relativo (%) de permeabilidade do couro 1 versus trilaminado de cortiça .....	81
Gráfico 28: Valores médios obtidos de a) condutividade térmica e b) resistência térmica para o couro versus trilaminado de cortiça .....	82
Gráfico 29: Resultados da força de rotura a) e extensão b) do couro e do trilaminado de cortiça .....	82
Gráfico A4. 1: Curvas força/extensão para a pele de cortiça .....	113
Gráfico A4. 2: Curvas tensão/deformação para as membranas com a ref <sup>a</sup> .13581 FP40 e ref <sup>a</sup> .13583 UM .....	115
Gráfico A4. 3: Curvas tensão/deformação para as membranas com a ref <sup>a</sup> .13584 FP380 e ref <sup>a</sup> .13586 UM .....	117
Gráfico A4. 4: Curvas força/extensão dos diferentes tri e tetralaminados .....	118
Gráfico A4. 5: Curvas força/extensão de um tetralaminado (L e T) .....	118
Gráfico A4. 6: Curvas força/extensão dos diferentes trilaminados .....	119
Gráfico A4. 7: Curvas força/extensão de diferentes trilaminados .....	119



## **Índice de Equações**

Equação 1: Permeabilidade ao Vapor de Água .....	46
Equação 2: Índice de Permeabilidade ao Vapor de Água.....	46
Equação 3: Condução do Calor.....	48
Equação 4: Condutividade Térmica .....	49
Equação 5: Dosagem Plasmática .....	52
Equação 6: Energia de Superfície Total .....	53
Equação 7: Energia Interface (sólido – líquido) .....	53
Equação 8: Taxa de Expressão.....	56





## **Abreviaturas**

APCOR – *Portuguese Cork Association* - Associação Portuguesa de Cortiça

APICCAPS – Associação Portuguesa dos Industriais de Calçado, Componentes e Artigos de Pele e seus Sucedâneos

ATR – Refletância Total Atenuada

AUTEX – *Association of Universities for Textiles*

DBD – *Double Barrier Dielectric* - Dupla Barreira Dielétrica

FTIR – *Fourier Transform Infra-Red Spectroscopy* – Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier

TECHTEXTIL – *International Trade Fair for Technical Textiles and Nonwovens* - Feira Internacional de Têxteis Técnicos e Não tecidos







## 1. Capítulo I – Introdução





## **1.1 Enquadramento e Motivação**

Ao longo das últimas décadas, o setor do calçado e do vestuário têm procurado encontrar novos materiais que vão de encontro aos requisitos e inconformismo dos consumidores. Para além das questões de proteção e do design, as recentes exigências estão relacionadas com materiais que sejam amigos do ambiente e que permitam melhorar o conforto.

A principal motivação para a realização deste trabalho prende-se com a possibilidade de desenvolver um material ideal para a indústria do calçado e vestuário em substituição do couro (cuja preparação industrial está associada a problemas ambientais), a redução dos custos industriais através de meios mais simplificados e a otimização de processos.

Os novos materiais desenvolvidos no âmbito deste trabalho, serão constituídos por um laminado têxtil com três camadas, sendo a camada exterior formada por pele de cortiça, a intermédia composta por uma membrana respirável e a face interior por um substrato têxtil. Com esta associação serão criadas as condições ideais para aumentar a respirabilidade do calçado, e por consequência a redução de ambientes propícios à formação de fungos. As membranas respiráveis apresentam principalmente uma boa permeabilidade à passagem do vapor de água, nomeadamente o suor, e uma impermeabilidade a líquidos. Com a substituição do couro pela pele de cortiça respondemos às mais recentes exigências dos consumidores, obtendo um produto inovador, único e que não prejudica o meio ambiente.

A procura de novos desafios e conhecimentos, interesses tecnológicos, ambientais e profissionais levaram à realização desta dissertação. A criação de novos e melhores materiais, componentes e produtos que garantam a diferenciação do calçado e/ou vestuário no mercado é tarefa essencial para que as empresas consigam uma vantagem competitiva e só com uma forte aposta em áreas como: ambiente e ecologia, saúde, conforto, segurança e estética, é possível vencer esta batalha de forma a dar uma imagem inovadora à indústria têxtil.

## **1.2 Objetivos do Trabalho**

O principal objetivo é estudar a substituição do couro pela pele de cortiça para aplicação em calçado/vestuário, pois este setor tem procurado encontrar novos materiais em prol das tendências de moda e das exigências dos consumidores. Neste âmbito pretende-se um produto



à base de pele de cortiça, onde serão tidos em consideração aspetos funcionais, de conforto, durabilidade, respirabilidade, impermeabilidade, assim como a da estética.

Neste contexto, este estudo será viável através da conceção de um produto laminado têxtil em que, será estudada a utilização de membranas respiráveis e tecidos/malhas na sua constituição. Aplicar acabamentos funcionais no substrato têxtil (parte interior), nomeadamente um anti-odor, e cor/desenho pelo processo de estamperia à pele de cortiça (parte exterior) no produto inovador desenvolvido, tornando-o mais atrativo, o que permitirá a criação de toda uma nova gama de produtos.

### **1.3 Metodologia**

Relativamente à metodologia seguida neste trabalho, partindo da definição da problemática em estudo e dos objetivos delineados, traçou-se um plano que compreende as seguintes fases:

- A 1ª fase diz respeito à pesquisa de informação e elaboração do estado da arte, assim como conceitos teóricos relevantes para o trabalho a desenvolver. Levantamento e caracterização das propriedades físicas do couro, da pele de cortiça e das membranas respiráveis.
- A 2ª fase passa pela escolha dos materiais e do processo de laminação mais adequado. Acompanhamento na indústria do processo de laminação, para uma melhor compreensão e aprendizagem do método utilizado, assim como adquirir conhecimentos de possíveis alternativas neste âmbito. Pretende-se obter um conhecimento exaustivo e profundo de desenvolvimento do produto (processos de laminação, otimização da aplicação das membranas e colas de laminação utilizadas). Será dada especial atenção às características inerentes ao novo produto: leveza, respirabilidade e impermeabilidade.
- A 3ª fase é dedicada à realização de ensaios de avaliação qualitativa/quantitativa em prol da qualidade do artigo final. Para a caracterização das propriedades físicas do material obtido serão efetuados ensaios laboratoriais, a fim de avaliar a espessura, a condutividade térmica, a permeabilidade ao ar, permeabilidade ao vapor de água, resistência ao rasgo, entre outros.
- Numa 4ª fase é aplicada cor/desenho na pele de cortiça através de métodos de estamperia e empregue um acabamento funcional (anti-odor) ao tecido/malha selecionado.
- Posteriormente, numa 5ª fase, são tratados e avaliados todos os resultados obtidos dos ensaios laboratoriais, documentados e fundamentados. Por último é escrita a dissertação e elaborado um protótipo de calçado com o material desenvolvido.



## **1.4 Estrutura da Dissertação**

Para além dos elementos introdutórios que compõem o princípio desta dissertação, esta está dividida em 5 capítulos, pelo que se resumem sucintamente cada um deles.

- **Capítulo I – Introdução**

Neste 1º capítulo é apresentado um enquadramento, a motivação e os objetivos deste trabalho. É também exposta a metodologia de trabalho e a estrutura adotada.

- **Capítulo II – Revisão Bibliográfica**

O 2º capítulo é dedicado ao estado da arte, que é o resultado das pesquisas bibliográficas onde foram abordadas as principais áreas temáticas com interesse para este projeto e os conceitos teóricos, nomeadamente: couro, cortiça, membranas respiráveis, estruturas têxteis e tecnologias para a elaboração do material que se pretende executar.

- **Capítulo III – Desenvolvimento Experimental**

No 3º capítulo faz-se uma introdução sobre o trabalho, descreve-se e justifica-se de forma técnica todos os materiais, produtos, métodos e equipamentos utilizados no desenvolvimento desta dissertação.

- **Capítulo IV – Análise e Discussão dos Resultados**

No 4º capítulo faz-se uma apreciação e discussão global dos resultados de todo o trabalho desenvolvido. Também se realiza uma síntese para análise/comparação do couro versus trilaminado de cortiça para todas as propriedades/tarefas elaboradas e refletindo sobre as dificuldades detetadas. Aqui apresenta-se também um subcapítulo dedicado à conceção do protótipo.

- **Capítulo V – Conclusões**

Como finalização deste trabalho, são apresentadas todas as conclusões, partindo das expectativas que eram almejadas e os objetivos alcançados. Não esquecendo as perspetivas e desafios futuros.





## 2. Capítulo II – Revisão Bibliográfica





## 2.1 Desenvolvimento Teórico

Neste capítulo é apresentada uma base teórica, fundamentada numa pesquisa bibliográfica, de forma a evidenciar os assuntos decisivos para uma boa compreensão do método de trabalho e desenvolvimento desta dissertação.

### 2.1.1 Couro

O couro/pele é um material natural que é extraído de vários animais, sendo os mais comuns os obtidos de peles de animais como ovelhas, cabras, porcos, cavalos e bovinos. O couro de origem bovina é o mais utilizado na indústria do calçado, onde encontra as suas principais aplicações, na indústria automóvel (estofos e revestimentos), na indústria de mobiliário (estofos de cadeiras e sofás), na indústria de tapeçaria, entre outras.

Existem também um conjunto de couros, usados com menor frequência, os denominados couros/peles exóticas que são extraídos de animais como lagartos, cobras, jacarés, avestruzes, búfalos, elefantes, entre outros (Franceschini, 2010; Caetano, 2012).

Posto isto é pertinente falar um pouco mais do couro/pele, sendo a pele o revestimento externo do corpo dos animais, que mesmo após o processo de curtimenta mantém os pêlos ou a lã. A pele é formada por três camadas (epiderme, derme e hipoderme), visível na Figura 1, exercendo uma ação protetora e termoreguladora (Franceschini, 2010).

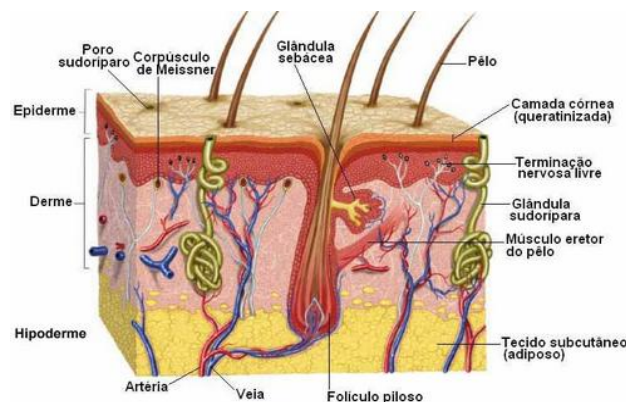
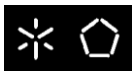


Figura 1: Pele animal

Fonte: <http://www.auladeanatomia.com/tegumentar/tegumentar.htm>

A pele em vida é constituída na sua maioria por água (64%), no entanto quanto mais velho for o animal, maior será a quantidade de proteína fibrosa e menor a de água. Consoante as suas características e de acordo com a sua qualidade, espessura e elasticidade, a pele é dividida por



regiões, como mostra a Figura 2. As regiões da pele estão sujeitas a diferentes níveis de tração e a elasticidade influencia o aspeto e a qualidade do produto, sendo sempre preciso verificar os sentidos de elasticidade no couro para saber como orientar o corte da peça (Franceschini, 2010; Angélica, Dornellas, Arroyo, Engenharia, & Uem, n.d.).

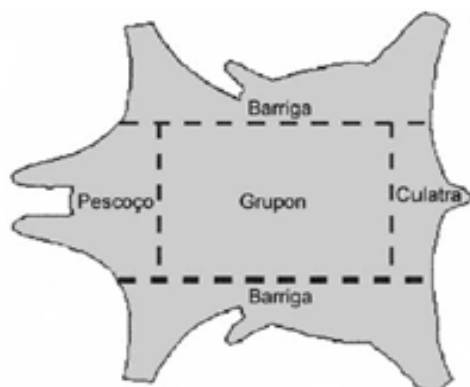


Figura 2: As várias regiões da pele animal

Fonte: [http://www.sinacouro.org.br/docs/manual\\_confeccionador\\_bolsas\\_sintetica.pdf](http://www.sinacouro.org.br/docs/manual_confeccionador_bolsas_sintetica.pdf)

São imensas as peles encontradas atualmente no mercado, sendo interessante descrever algumas de forma sucinta, nomeadamente bovina, caprina, suína e ovina (Franceschini, 2010; Caetano, 2012). A pele bovina é a mais utilizada, Figura 3, devido ao seu tamanho, às suas propriedades físico mecânicas e à sua maleabilidade, para além do seu baixo custo e da grande abundância deste tipo de animal. A partir do *wetblue* (termo vulgarmente designado quando é utilizado o processo de curtimento com crómio, obtendo-se um produto de cor azulada), o couro é transformado e preparado, podendo receber qualquer tipo de acabamento. Os tipos de couro mais comuns derivados do *wetblue*, dependendo do seu acabamento são: napa, anilina, nubuk, verniz, croco e semi-anilina.



Figura 3: Tapete proveniente da pele bovina

Fonte: <http://www.elo7.com.br/pele-bovina-preto-e-branco/dp/168EFB>

As peles caprinas provêm da cabra, do cabrito e do bode. Esta espécie de pele, em função da sua espessura, do seu tamanho, do excelente aspeto visual e do alto custo, tem grande utilização em bolsas e calçado de alta gama e na confeção de pequenos artefactos. A pele de cabra também se caracteriza por ter a chamada camada flor (camada superior da derme) a ocupar metade da espessura total da pele. Estas peles recebem diversas denominações conforme o tratamento recebido: pelica, napa e camurça.

As peles suínas apresentam quase a mesma composição de fibras das demais peles, a diferença está no facto de que a raiz do pêlo atravessa toda a pele, chegando até à carne. As principais aplicações da pele suína são: forros e vestuário (Angélica et al., n.d.).

Por último, as peles ovinas, estas provêm da ovelha, do carneiro e do cordeiro. São peles com um bom poder isolante e aplicadas numa vasta gama de vestuário, calçado e tapeçaria (Franceschini, 2010).

Não menos importante é a estrutura da pele dos animais, que possuem uma estrutura básica semelhante (Figura 4), sendo composta por inúmeros feixes de fibras e fibrilas de colagénio, que se entrecruzam tridimensionalmente. Estas constituem três camadas distintas da derme: a flor ou grão, o cório e o carnaz (lado interior da derme). Grande parte das propriedades estéticas e utilitárias deste material derivam desta estrutura (Universidade do Porto, 2008).



Figura 4: Estrutura de uma pele animal de a) vitela b) vaca c) ovelha e d) cabra  
Fonte: [http://sigarra.up.pt/up/pt/web\\_base.gera\\_pagina? P\\_pagina=2289](http://sigarra.up.pt/up/pt/web_base.gera_pagina? P_pagina=2289)

Cada espécie animal possui uma estrutura e um padrão de cruzamento das fibras bastante próprio, o qual é influenciado pela idade, sexo, raça, alimentação e como se movimenta.



Para cada espécie existem proporções características entre a flor e o cório, espessuras diferentes, arranjos distintos dos poros, bem como disposições e densidades típicas das fibras de colagénio que não são homogêneas na pele. Estes fatores influenciam o aspeto da superfície e as propriedades físicas dos couros. As peles dos ovinos, por exemplo produzem cabedais mais macios, mais flexíveis e menos denso que as peles dos bovinos. As peles bovinas e as caprinas são mais rígidas e mais resistentes à abrasão (Universidade do Porto, 2008; Angélica et al., n.d.).

O homem desde os seus antepassados que recorre à utilização de peles de animais para se proteger (corpo) de condições hostis, em particular, nos pés, pela da agressividade do solo. Contudo, as peles, sem tratamento deterioravam-se, apodrecendo e adquirindo um mau cheiro difícil de suportar. Com o intuito de impedir o processo degenerativo natural do couro/pele foram estudados/elaborados vários tipos de tratamento com os mais variados produtos. O processo utilizado desde sempre para travar esse processo degenerativo era a exposição das peles ao fumo, o que na verdade era uma espécie de curtimento, eram feitas fogueiras que serviam para secar e conservar as peles. As peles também eram utilizadas em tendas e cabanas como material de construção (Caetano, 2012).

Pode afirmar-se que os métodos utilizados no curtimento das peles até ao século XIX tinham sido descobertos de forma mais ou menos acidental, sendo que, correntemente é utilizado o couro de curtimento vegetal (taninos), curtimento com crómio (sulfato e outros sais de crómio) e curtimento mineral (com alúmen e aditivos), transformando o setor do couro numa indústria de características modernas (Falcão, 2009; Caetano, 2012).

No que concerne à sua transformação, a pele é transformada em couro através da sua combinação com certos produtos que possuem a capacidade de se ligarem quimicamente, estabilizando a estrutura do colagénio. A Figura 5 apresenta um exemplo de uma cadeia de produção do couro. As operações de acabamento concedem várias propriedades ao couro, como o toque, a maciez e a aparência desejada. A revolução industrial introduziu a mecanização e a utilização de novas substâncias químicas, o que permitiu reduzir o tempo de produção do couro. Atualmente, o curtimento com crómio é o mais utilizado, demorando cerca de 4 a 5 semanas. Os diferentes tipos de curtimento e acabamento, associados a diferentes tipos de pele, permitem

obter uma grande variedade de cabedais, com propriedades morfológicas, físico-químicas e aplicações muito distintas (Universidade do Porto, 2008).



Figura 5: Exemplo de uma cadeia de produção do couro  
 Fonte: <http://web.dv.utfpr.edu.br/www.dv/professores/>

Após ser extraído dos animais, o couro passa pelo processo de curtimenta para adquirir propriedades únicas, tais como: ótimas condições de elasticidade e adaptação às formas pretendidas, o que faz com que seja um material maleável e ao mesmo tempo apresente boa resistência, permeabilidade e respirabilidade, porém apresenta desvantagens como por exemplo uma estrutura irregular, exige manutenção, o preço elevado, permeável à água e apresenta processos de transformação bastante nefastos para o meio ambiente (Pacheco, 2005).

Existem vários processos de curtimenta (processo de transformação da pele animal putrescível num material estável, adequado a diversas aplicações) e todos eles implicam um grande número de operações que podem variar de acordo com três aspetos fundamentais: a espécie/proveniência do animal, as características químicas dos agentes de curtimenta, as propriedades físicas finais que se pretende obter (por exemplo, rígido ou flexível, fino ou espesso) e o processo de fabrico (Pacheco, 2005; Falcão, 2009; Mancopes, 2011; Caetano, 2012). A Figura 6 mostra um exemplo do couro/pele após o processo de curtimenta.



Figura 6: Diferentes tipos de couro/pele após o processo produtivo

Fonte: <http://www.euroleather.com/socialreporting/SER/EuropeanSocialandEnvironmentalReport2012.pdf>

Os couros derivados de curtimenta vegetal são flexíveis e de cor acastanhada, esta cor altera consoante o tipo de banho utilizado no curtimento e com a cor original. Não são estáveis em contato com a água, consentem descolorações e quando imersos em água quente encolhem e depois de secos são rígidos e quebradiços. Os resultantes do curtimento com crómio são mais flexíveis e deformáveis, não encolhendo nem descolorando, para além de serem mais fáceis de tingir (Franceschini, 2010; Caetano, 2012). Essa evolução ao nível dos métodos de curtimento do couro/pele permite obter todos os tipos de artigos (vestuário, marroquinaria e apetrechos e calçado) utilizados nos dias de hoje.

Na indústria de calçado europeia, mais de 70% do couro utilizado é de couro bovino curtido com crómio. Devido às quantidades de crómio utilizado, os resíduos produzidos são considerados demasiado perigosos (Ferreira, Almeida, Pinho, & Santos, 2010). Uma grande parte do couro utilizado no calçado é processado com crómio, no entanto, esta substância provoca alergias de pele e é extremamente prejudicial para a saúde (Gong, Liu, Huang, & Chen, 2010). O couro curtido com crómio usado no calçado pode ser um risco para a sensibilização e induzir a dermatite alérgica. Esta doença é considerada grave do ponto de vista clínico, quando comparada com outras alergias de contato direto (Johansen, Thyssen, Strandesen, Poulsen, & Menn, 2012).

A produção de couro é um processo bastante complexo, que envolve uma sequência de reações químicas e processos mecânicos com um elevado impacto ambiental, neste estudo sobre o perfil ambiental de recursos e de couro são apresentados resultados indicadores dos



significativos malefícios ambientais causados durante o curtimento e acabamento do couro, assim como do dispêndio energético necessário neste processo (Joseph & Nithya, 2009).

### **Produção de Curtumes**

A produção na indústria de curtumes em Portugal é de aproximadamente 9,29 milhões de m<sup>2</sup>/ano para um volume de negócios de cerca de 200 milhões de euros. A principal produção é de couro bovino, com cerca de 80% da produção total, 15% para ovinos e 5% para os caprinos, cavalos e outros (APIC, 2010).

A produção/volume de negócios total em 2011 da indústria de curtumes na UE foi de 7,8 mil milhões de euros, correspondente à produção de 224 milhões de m<sup>2</sup> de couros acabados e cerca de 44 mil toneladas de sola de couro (COTANCE, 2012).

### **Propriedades do Couro**

O couro é um material excelente, nobre, versátil e com muitas possibilidades de usos/ tradições, pelo que, passo a citar algumas das suas principais propriedades (Harader, 2008; Muirhead®, 2012):

- Elevada resistência à tração, ao rasgo e à flexão, fazendo com que os artigos de couro durem mais tempo, mantendo uma boa aparência;
- É uma barreira de calor e proporciona um excelente isolamento térmico. O couro contém uma elevada quantidade de ar, sendo mau condutor de calor, o que faz com que seja muito confortável para a pele humana;
- A propriedade “termostática” do couro torna-o quente no inverno e fresco no verão;
- É capaz de armazenar grandes quantidades de vapor de água, como a transpiração humana, e, em seguida, dissipá-la mais tarde. Elevada respirabilidade;
- Pode ser flexível ou duro, podendo ser moldado numa determinada forma e depois remodelado para uma outra mais tarde;
- Resistente à abrasão, em ambientes secos e molhados, o que faz dele um excelente protetor da pele humana;
- Resistente ao calor, ao fogo e ao crescimento de fungos, como por exemplo o mofo.
- O couro pode ser tingido em muitas cores diferentes, tornando-o atraente para a produção de roupas, mobiliário e para muitas outras aplicações em que a cor seja primordial.



Em suma, tradicionalmente e durante muitos anos, o material mais utilizado na produção do corte do calçado foi o couro, daí ser considerado a matéria-prima mais nobre, apesar do seu alto custo, fazendo com que certas empresas tenham dificuldades na sua aquisição. Apesar da sua grande importância para a indústria do calçado/vestuário, o processo de acabamento do couro é bastante agressivo e gera resíduos altamente tóxicos e poluentes. Diante disto, nos dias de hoje, uma grande parte da investigação científica e do desenvolvimento centra-se na obtenção de processos mais amigos do ambiente e/ou na averiguação de novos materiais, nomeadamente cortiça, que possuam propriedades semelhantes aos da pele.

### 2.1.2 Cortiça

A cortiça é uma matéria-prima versátil, capaz de se adaptar a diferentes processos tecnológicos de transformação e, assim, dar origem a diferentes aplicações, com propriedades únicas. Não absorve água, é compressível, impermeável a líquidos e a baixa condutividade térmica torna-a num bom isolante, para além de ser um produto natural, renovável, reutilizável e biodegradável (Gil, 1998; Silva et al., 2005; Pereira, 2007; Bureau, 2010; Amorim, 2008; Amorim, 2010).

Muitos aspetos ainda não são conhecidos e são precisas compreender novas aplicações e um melhor entendimento sob a sua constituição, propriedades e usos. A cortiça é parte da nossa história e cultura, as características estruturais e químicas da cortiça não são totalmente exploradas e as aplicações atuais não cobrem as muitas possibilidades oferecidas pelas propriedades especiais deste material celular natural (Pereira, 2007; Florestais, Agronomia, & De, n.d.).

O sobreiro, Figura 7, oferece a vantagem de ser a única árvore cuja casca se pode regenerar após a colheita, tornando-a num material verdadeiramente renovável. *Quercus suber L.* é o nome botânico da casca do carvalho, sendo a sua colheita comumente a cada 9-12 anos. Em termos de morfologia, a cortiça pode ser descrita como um material isotrópico, com próxima estrutura celular e células de paredes finas, que apresenta uma estrutura alveolar semelhante a um favo de mel. É dada especial atenção à geometria e topologia celular e às ondulações que são observadas nas paredes celulares (Pereira, Rosa, & Fortes, 1987).





Figura 7: Sobreiro *Quercus Suber L.*  
Fonte: <http://omeujardim.com/plantas/quercus-suber-l>

É possível encontrar no mercado alguns produtos tendo por base esta matéria-prima, que é obtida de uma árvore e de um sistema que tem uma excepcional importância ecológica. A *Quercus Suber L.* é a única espécie florestal do mundo produtora de cortiça com capacidade para utilização industrial, pois todas as outras produzem este tecido suberoso com características completamente diferentes (Pereira, 2009).

É uma árvore da família do carvalho, onde a casca ou capa protetora desempenha na árvore a função da epiderme (pele). O processo de extração designa-se por descortiçamento, um processo amigo do ambiente, altamente especializado que garante que a árvore não seja danificada. O sobreiro é uma árvore de crescimento lento, que pode atingir os 200 anos, permitindo, em média, 16 descortiçamentos ao longo da sua vida (Pereira, Rosa, & Fortes, 1987; Amorim, 2010; Amorim 2011).



Figura 8: Depósito de cortiça  
Fonte: <http://www.visitalentejo.pt/pt/o-alentejo/experimente/ao-ritmo-das-estacoes/>

Sendo Portugal mundialmente o maior produtor e transformador industrial de cortiça, tem no setor corticeiro uma oportunidade aliciante de crescimento e desenvolvimento. Após retirada da

árvore a cortiça é colocada em pilhas de pranchas, como mostra a Figura 8 e fica em “descanso”, durante aproximadamente seis meses, altura em que se inicia a sua transformação tecnológica (Pereira, 2007; Gil, 2009; Pereira, 2009).

Considera-se como virgem, Figura 9, a primeira cortiça a ser formada, as fortes tensões de crescimento radial a que se encontra sujeita, fazem com que apresente uma estrutura bastante irregular, sendo utilizada maioritariamente para artigos decorativos.



Figura 9: Corte axial do tronco do sobreiro

Fonte: <http://naturlink.sapo.pt/Natureza-e-Ambiente/Agricultura-e-Floresta/content/A-Cortiça-jóia-da-coroa-dos-nossos-recursos-naturais>

Normalmente é a cortiça extraída de sobreiros com uma idade próxima ou superior a 40 anos que constitui a base da transformação industrial. Esta cortiça apresenta características muito particulares, como por exemplo: elevada elasticidade, compressibilidade, capacidade de isolamento e baixa densidade. Os sobreiros necessitam de cuidados especiais após o descortiçamento (geralmente entre julho e setembro), para não prejudicar nem comprometer a próxima produção de cortiça. A lei obriga a que o descortiçamento só se realize de 9 em 9 anos e quando o sobreiro apresenta um perímetro do tronco superior a 70 cm (Gil, 1998).

Como se pode observar na Figura 10, cada célula tem a forma de um prisma, pentagonal ou hexagonal, cuja altura não ultrapassa os 40 a 50 milimicrons; as células mais pequenas podem medir 10 a 20 milimicrons. Cada centímetro cúbico de cortiça contém, em média, 40 milhões de células. As células existentes na cortiça estão preenchidas com uma mistura gasosa de composição muito idêntica à do ar (Gil, 1998; Amorim, 2008; Caetano, 2012).

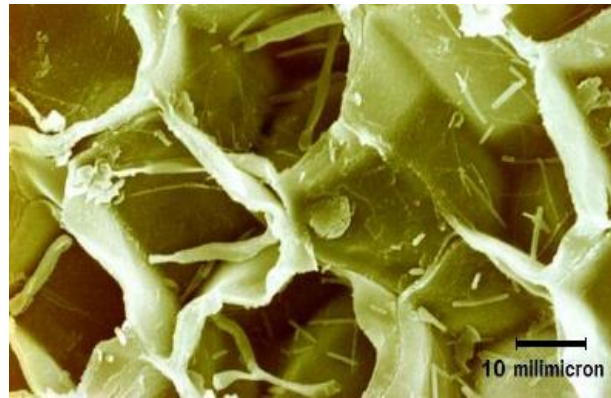


Figura 10: Estrutura celular da cortiça observada ao microscópio eletrónico  
 Fonte: [http://www.ctb.com.pt/?page\\_id=894](http://www.ctb.com.pt/?page_id=894)

A cortiça é um produto natural peculiar, complexo, cuja valiosa matriz é difícil de estudar do ponto de vista químico. Quimicamente é constituída por vários tipos de compostos que tradicionalmente são divididos em 5 grupos: suberina, lenhina, polissacáridos, taninos e ceróides, como evidencia a Tabela 1. As suas células estão empilhadas lateralmente de modo que, cada célula está em contato com 14 células vizinhas, Figura 11 (Gil, 1998).

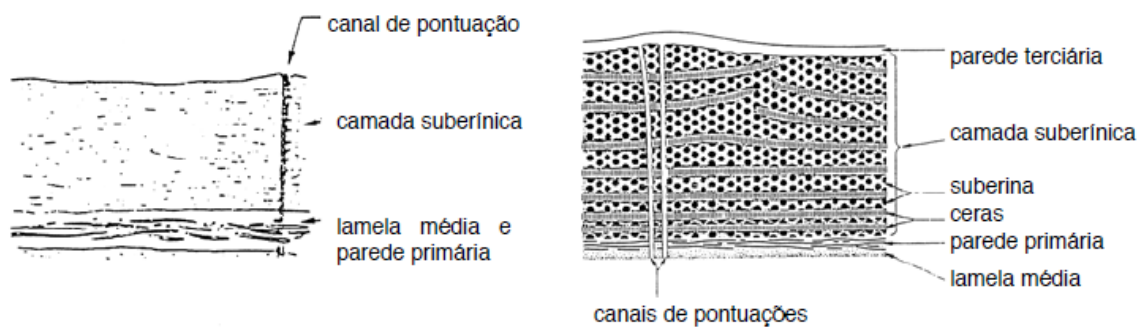


Figura 11: Estrutura da cortiça  
 Fonte: <http://www.apcor.pt/userfiles/File/Caderno%20Tecnico%20F%20PT.pdf>

A composição química da cortiça não é ainda totalmente conhecida, pois depende de vários fatores, tais como: a origem geográfica, as condições de solo e clima, a origem genética, a dimensão e idade da árvore e as condições de crescimento (Gil, 1998; Pereira, 2007).

A Tabela 1 apresenta os principais constituintes químicos da cortiça, assim como a sua influência nas propriedades (Mestre A., Campelo M. G., Silva M. & Velhinho R., 2006; Amorim, 2011).



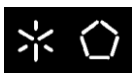
Tabela 1: Análise típica de uma cortiça e influência dos seus constituintes

Constituinte	% Peso	Influência nas Propriedades
Suberina	45%	Principal constituinte das células da cortiça, responsável pela elasticidade e impermeabilidade aos líquidos
Lenhina	27%	Composto isolante, influência as propriedades térmicas, acústicas e vibráticas da cortiça
Celulose e Polissacáridos	12%	Ajudam a definir a textura da cortiça
Taninos	6%	Responsável pela cor da cortiça
Ceróides	5%	Como são compostos hidrófobos, influenciam o grau de impermeabilidade da cortiça
Cinza e outros produtos	5%	

### Produção de Cortiça

Segundo dados da Associação Portuguesa da Cortiça (APCOR), anualmente a produção média de «cortiça em Portugal é de cerca de 160 mil toneladas (52,5%) e em Espanha, o segundo maior produtor, é de 90 mil toneladas (29,5%)». Um montado português produz, em média, 200-250 kg de cortiça por hectare/ano, onde cada sobreiro dá entre 40 a 60 kg por descortiçamento. «Cada tonelada de cortiça permite a fabricação de mais de 65 mil rolhas e uma arroba de cortiça (15 kg) mediante a sua qualidade pode apresentar custos variáveis que podem atingir os 30 euros» (Bureau, 2010; Cortiça & Salvador, 2001).

Para além do uso da cortiça para a produção de rolhas, «a cortiça também é usada em pavimentos e revestimentos, artigos decorativos para a casa e o escritório, palmilhas e outras aplicações para sapatos, juntas de automóveis, produtos para a indústria militar e de aviação, produtos para a indústria química e farmacêutica e muitos outros com design inovador e moderno». Com um valor mundial de cerca de 1.298 milhões de euros, as exportações da cortiça apresentam uma tendência de recuperação face a 2010 de cerca de seis por cento, o que equivale a mais de 60 milhões de euros. A mesma tendência foi seguida por Portugal (líder no setor da cortiça) que, segundo os dados do comércio externo do Instituto Nacional de Estatística (INE), registou, em 2011, 806,1 milhões de euros (168,6 milhares de toneladas), o que significa uma subida de sete por cento face a 2010, no que toca às exportações (Gallery & Dome, 2012).



A Tabela 2 apresenta os valores das quantidades produzidas e exportadas para a fileira da cortiça em Portugal, segundo dados fornecidos pela APCOR, nos últimos anos.

Tabela 2: Fileira da cortiça, em Portugal

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Quantidades Produzidas (1000t)	176	158	147	141	156	141	180	157	137	100	140	150	
Quantidades Exportadas (1000t)		134	139	150	155	154	165	159	159	145	158		
Valor das Exportações (1000€)	927.507	908.085	921.180	916.814	891.902	832.107	852.215	859.233	832.308	698.115	765.570	812.368	845.666
Quantidades Importadas (1000t)		50	53	71	59	67	61	64	59	41	51		
Valor das Importações (1000€)	162.341	147.587	148.139	178.058	142.096	145.463	139.558	142.068	132.393	91.574	104.295	136.283	132.387

Fonte: (Silvestres, Para, & Fileiras, 2013)

Cerca de 95% da produção de cortiça, em Portugal é destinada à exportação. «A cortiça escolheu sete mercados para chegar a 1000 milhões de exportações», sendo que a segunda campanha de promoção internacional representa um investimento de 7,3 milhões de euros. O Brasil e a Escandinávia são as novas apostas. Os mercados foram cirurgicamente escolhidos, até porque o apoio financeiro diminuiu, os objetivos estão definidos e a APCOR revela que quer aumentar os 850 milhões de euros de exportações, registados no ano passado, para os mil milhões no final de 2015 (Oliveira, 2013).

O Gráfico 1 mostra a tendência das exportações e consumo interno na fileira da cortiça desde 2000 até 2012.

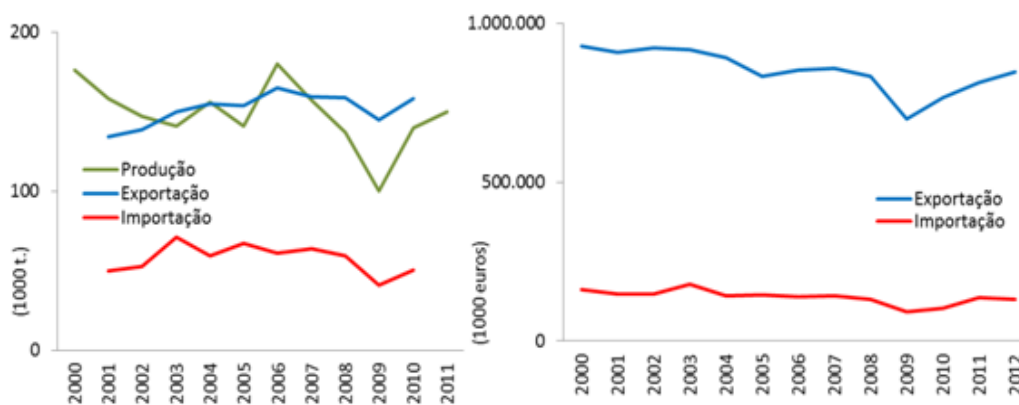


Gráfico 1: Exportações e consumo interno na fileira da cortiça  
Fonte: ICNF (Silvestres et al., 2013)

Posto isto, os Gráficos 2 e 3, ilustram os principais produtos manufacturados a partir da cortiça e a proporção direccionada para o mercado interno e externo.

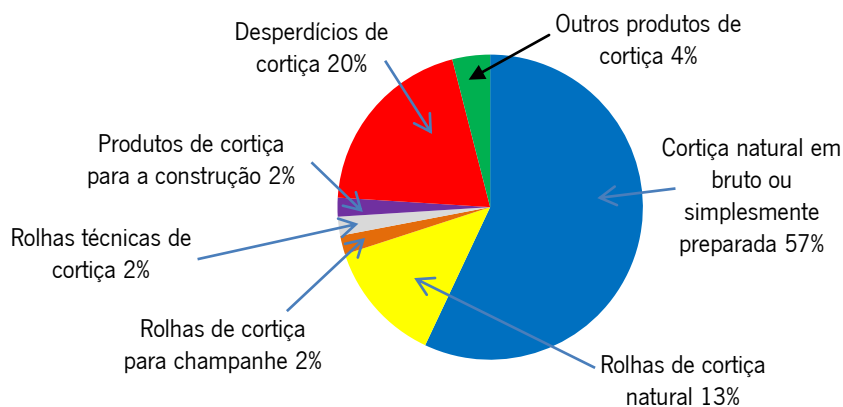


Gráfico 2: Percentagem de importações de produtos manufacturados a partir da cortiça  
Fonte: ICNF (Silvestres et al., 2013)

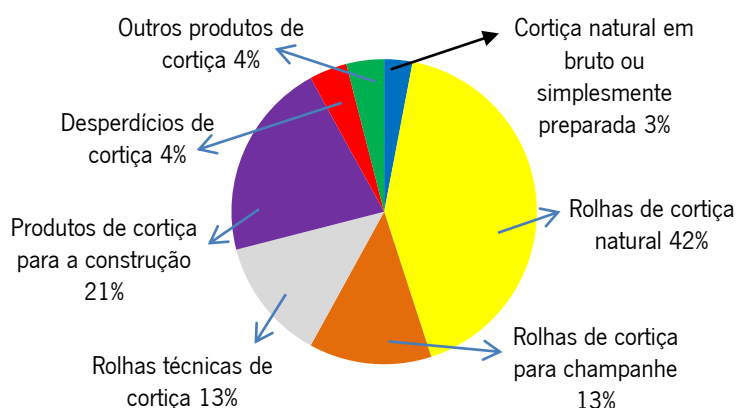


Gráfico 3: Percentagem de exportações de produtos manufacturados a partir da cortiça  
Fonte: ICNF (Silvestres et al., 2013)

É visível nos Gráficos 2 e 3 todos os produtos de cortiça, quer nas importações, quer nas exportações. Salientando-se o elevado nível de exportações de rolhas de cortiça (68%).

### Propriedades da Cortiça

A cortiça é um material natural sustentável, reciclável, biodegradável e apresenta ainda inúmeras propriedades/características, destacando-se entre elas as seguintes (Mestre A., Campelo M. G., Silva M. & Velhinho R., 2006; Bureau, 2010; Gallery & Dome, 2012):



- A leveza (contém 90% de ar e cerca de 40 milhões de células/cm<sup>3</sup>), que lhe confere a tão conhecida flutuabilidade. A cortiça é um material leve e flutua na água. Apresenta uma massa volúmica de 0,24 kg/dm<sup>3</sup>;
- A elasticidade (recupera o seu volume inicial em 90% em menos de 24 horas), a compressibilidade e a impermeabilidade (a gases e líquidos). A cortiça comprimida inclui instantaneamente 85% do seu volume inicial. A sua resistência à humidade permite-lhe envelhecer sem se deteriorar;
- A resistência ao fogo, a cortiça é um excelente isolante térmico, apresentando uma resistência térmica de -18°C a 110°C, uma condutividade térmica de 0,074 W m<sup>-1</sup> °K (0,063 kCal/mh°C);
- Corretor acústico: a cortiça reduz em média 20 a 30 dB de acordo com o tipo de frequência; a eficiência isoladora do ponto de vista acústico, térmico e vibrático, deve-se ao facto do ar se encontrar encerrado em minúsculos compartimentos estanques, isolados por um material de baixa densidade e não higroscópio. A cortiça é, também, um retardador de fogo natural, não faz chama, nem expele gases tóxicos durante a combustão (lenta) e é quimicamente inerte.
- A durabilidade da cortiça é extraordinária, é resistente ao desgaste e tem um coeficiente de atrito elevado. Graças à sua estrutura em favo de mel, é menos afetada pelo impacto ou atrito do que outras superfícies duras.
- É inodora, conserva a sua eficiência indefinidamente, é compacta e resistente e pode considerar-se imputrescível e inalterável.
- É hipoalergénica (naturalmente antimicrobiana), não absorve pó, contribui para a proteção contra alergias e não apresenta risco para pessoas asmáticas (Silva et al., 2005; Mestre et al., 2006; Pereira, 2007; Pereira, 2009).

Para além disto, a cortiça sob a forma de aglomerado mantém todas as suas propriedades indefinidamente e o facto de salvaguardar o ambiente confere-lhe uma posição clara de vantagem face aos requisitos ecológicos a que hoje se aspira.

### **Vantagens e Desvantagens do Couro *Versus* Análise *Swot* da Cortiça**

Sendo o couro considerado uma matéria-prima nobre para a indústria do calçado, pelas suas propriedades únicas, a Tabela 3 apresenta algumas das suas vantagens e desvantagens.



Tabela 3: Vantagens e Desvantagens do Couro

Vantagens	Desvantagens
É permeável, respirável e tem elevada resistência à tração, ao rasgo e à flexão	Processo bastante agressivo para o meio ambiente e gera resíduos altamente tóxicos
Excelente isolamento térmico	Exige certas precauções na sua finalização
Matéria natural que deixa passar a transpiração, com bom poder de absorção	Raramente é impermeável
Moldável, distende e adapta-se ao corpo	Possui uma estrutura irregular
Resistente à abrasão, em ambientes secos e molhados	Os defeitos visíveis provam a proveniência natural dos animais
Regulador da temperatura	Exige manutenção
Confortável ao uso e toque agradável	Preço elevado

Fonte: Harader, 2008; Muirhead\*, 2012

Na Tabela 4 é elaborada uma análise *swot* da cortiça onde são evidenciados alguns pontos fortes, pontos fracos, assim como, algumas limitações e oportunidades.

Tabela 4: Análise *Swot* da Cortiça

Análise <i>Swot</i> da Cortiça	
Pontos Fortes	Pontos Fracos
<ul style="list-style-type: none"><li>- Características intrínsecas e únicas das suas propriedades físico-químicas. Natural, renovável, reciclável, não tóxico;</li><li>- Material versátil em termos de manuseamento e transformação;</li><li>- Excelentes características sensoriais;</li><li>- Grande disponibilidade local e Conotação Cultural.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Fragilidade inerente ao processo produtivo;</li><li>- Fraca visão do setor;</li><li>- Setor heterogéneo;</li><li>- Fraca agressividade nos mercados por parte das empresas;</li><li>- Pouca divulgação das potencialidades do material;</li><li>- Flutuação de preços da matéria-prima no montado.</li></ul>
Oportunidades	Limitações
<ul style="list-style-type: none"><li>- Criação de condições para a elaboração de novos produtos, para além dos convencionais;</li><li>- Elevado potencial de inovação tecnológica;</li><li>- Desenvolver e divulgar os novos produtos de cortiça;</li><li>- Realçar a posição privilegiada de Portugal em relação à produção e transformação do material;</li><li>- Campanhas de marketing, promoção e divulgação.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Campanhas promocionais por parte de algumas indústrias concorrentes;</li><li>- Escassez do material pelo forte direcionamento para a indústria das rolhas;</li><li>- Pouca diversidade e disponibilidade de processos produtivos da cortiça, para além dos utilizados na indústria das rolhas, pavimentos e isolamentos.</li></ul>

Fonte: Mestre et al., 2006



### 2.1.3 Membranas

O conforto do calçado depende das propriedades dos materiais, tais como: macieza e flexibilidade. As membranas respiráveis são filmes poliméricos impermeáveis a líquidos, como a chuva, que permitem a transmissão de vapor através de um mecanismo molecular (Horrocks & Anand, 2000; Lomax 2007).

A transferência de vapor de água, Figura 12, é considerada como sendo um fator particularmente importante no fabrico de tecidos à prova de água e respiráveis. A perda de vapor de água através do vestuário/calçado é fundamental para o equilíbrio térmico do corpo e para o conforto. As membranas são permeáveis ao ar e contudo são capazes de funcionar como uma barreira para a água líquida proveniente do meio ambiente. A capacidade para passar o vapor de água ou transpiração dos têxteis laminados utilizados em calçado tem uma fulcral intervenção sobre o conforto do utilizador. A transferência da água no material depende da estrutura do forro do laminado têxtil (Gulbinienė, Jankauskaitė, & Sacevičienė, 2007).

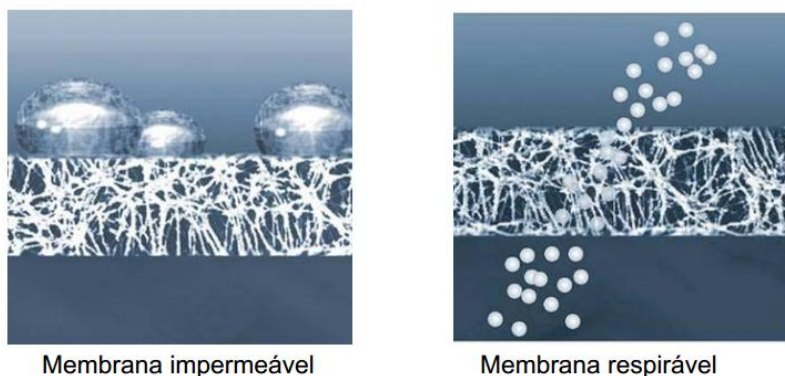


Figura 12: Funcionamento de uma membrana respirável  
Fonte: <http://www.citeve.pt/bin-cache/XPQC1DD5C15936DF7273C88ZKU.pdf>

Para a produção de materiais laminados são principalmente utilizados dois tipos de membranas respiráveis, membrana microporosa ou membrana hidrofílica, sendo que, o que as distingue é o mecanismo de transferência do vapor de água. As membranas microporosas (Figura 13 - a) apresentam uma estrutura com poros de aproximadamente  $0.02\mu\text{m}$  -  $1\mu\text{m}$  de diâmetro e é através desses poros que a membrana pode “respirar”. Este facto permite que ocorra a passagem do vapor de água para o exterior através dos poros da membrana sem que haja passagem de água líquida no sentido contrário. No caso das membranas hidrofílicas, visto que estas não apresentam poros, a transmissão do vapor de água ocorre por um mecanismo

molecular (Figura 13 - b), devido à diferença de pressão do vapor de água entre os dois lados da membrana (Jassal, Khungar, Bajaj, & Sinha, 2004; Morgado, 2005; Principles, 2008).

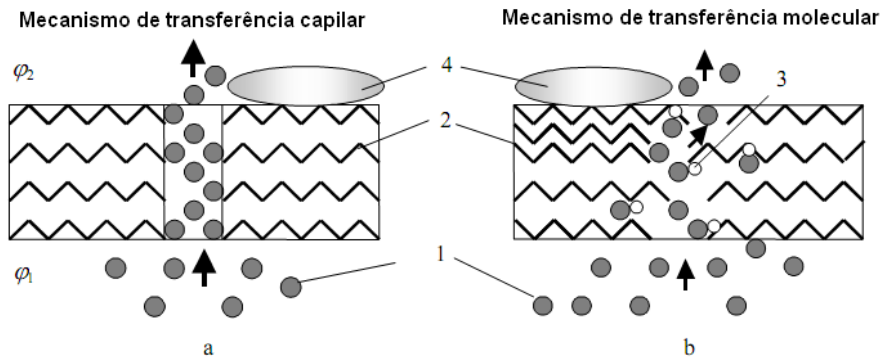


Figura 13: Transferência do vapor de água através de membranas a) microporosas e b) hidrofílicas. 1 – Moléculas do vapor de água, 2 – Cadeias moleculares do polímero, 3 – Grupos hidrofílicos activos, 4 – Gotas de água ( $\phi_1$  e  $\phi_2$  – Humidade Relativa,  $\phi_1 < \phi_2$ )  
 Fonte: Imagem adaptada de (Gulbinienė et al., 2007)

Normalmente são utilizadas membranas microporosas de politetrafluoretileno (Gore-Tex®) ou poliuretano, enquanto as membranas hidrofílicas utilizadas são de poliéster (Sympatex®) ou mistura de poliéster com poliamida (Carr, 1995; Gulbinienė et al., 2007).

No caso de tecidos laminados com membranas porosas, o tamanho dos poros varia entre 0,1 e 50  $\mu\text{m}$ , sendo as mais usadas as de poliuretano, politetrafluoretileno, acrílico, etc. O poliuretano é o polímero mais usado, devido à sua dureza, à flexibilidade do filme e à sua capacidade de ajuste, adequando as propriedades do filme à exigência da utilização final. As regulações de humidade através do material têxtil obtêm-se colocando de um lado uma membrana microporosa e do outro um *coating* microporoso (Fung, 2002).

Existem vários tecidos respiráveis, com membranas microporosas, membranas hidrofílicas, revestimentos e combinação de membranas microporosas e hidrofílicas. A formulação e aplicação de membranas, microporosas e hidrofílicas, e revestimentos foram bem estudadas em diferentes campos de aplicação. A tecnologia está a evoluir de forma contínua nas áreas de um processo de fabrico economicamente eficiente, melhorando as propriedades do filme, controlo do tamanho dos poros e suas distribuições. Método de incorporação da membrana, técnicas de revestimento, o substrato de tecido, o material de revestimento e, sobretudo, o material utilizado na construção do produto final, são também objeto de mudanças e desempenham papel vital na conceção de peças de vestuário/calçado respiráveis (Principles, 2008).



A Gore-Tex® é uma membrana de Teflon® expandido, isto é, uma espécie de filme polimérico branco, muito fino e com muitos microporos, precisamente são milhares de vezes menores que as gotas de água, porém centenas de vezes maiores que o vapor de água. Tal faz com que a água exterior não possa entrar, tornando-a impermeável. Esta característica permite a transferência de fluidos gerados pelo corpo (Holms, 2000). Muitas das peças de vestuário existentes no mercado são produzidas com estes filmes, como o Gore-Tex® e o Sympatex®. Geralmente, o têxtil é composto por uma malha aberta, que é macia e flexível e tem uma construção aberta, que não impede a passagem da transpiração (Gretton, 1999; Watts, 1994).

#### **2.1.4 Laminagem**

Um tecido laminado pode ser definido como sendo um material constituído por duas ou mais camadas, sendo que pelo menos uma delas é uma superfície têxtil, ligadas conjuntamente por meio de um adesivo, ou graças às propriedades adesivas de uma ou mais camadas componentes (Van Parys, 1994).

Revestimento e laminação são métodos para melhorar, modificar as propriedades físicas e a aparência dos tecidos e também a possibilidade de desenvolvimento de produtos totalmente novos, através da combinação das vantagens de diferentes materiais, como por exemplo: polímeros, tecidos, cortiça, espumas e filmes. O revestimento de polímero confere novas propriedades sobre o tecido, tais como a impermeabilidade e também pode melhorar as propriedades físicas existentes como a abrasão. O componente de tecido geralmente determina a resistência ao rasgo e à tração, alongamento e estabilidade dimensional, ao passo que o polímero controla principalmente as propriedades químicas, resistência à abrasão e resistência à penetração de líquidos e gases. Muitas propriedades são determinadas por uma combinação de ambos os componentes, e todos os materiais devem ser cuidadosamente selecionados por uma análise exaustiva das propriedades requeridas no produto final (Fung, 2002).



A Figura 14 mostra a máquina utilizada no processo de laminação e/ou revestimento de materiais.

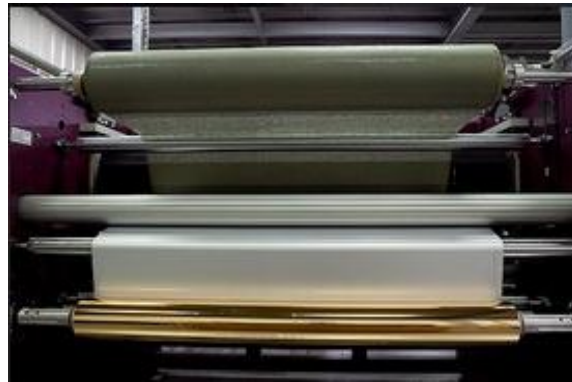


Figura 14: Máquina utilizada no processo de laminação  
Fonte: <http://coltec.wearematerial.com/>

As estruturas têxteis à base de laminados com membranas podem ser de vários tipos, designadamente:

- Tecido exterior laminado – o material exterior encontra-se ligado diretamente à membrana. O forro encontra-se pelo interior sem se encontrar ligado à membrana. Este tipo de laminado usa-se em vestuário desportivo e de lazer, dando uma boa respirabilidade;
- Laminado inserido – a membrana é laminada conjuntamente com um não tecido ou uma malha e inserido de forma livre entre o tecido exterior e o forro;
- Forro laminado – o forro é laminado conjuntamente com a membrana. O tecido exterior está “desligado” do resto da estrutura. Utiliza-se em casacos muito leves;
- Trilaminado – a membrana está ligada ao tecido e ao forro.

Os trilaminados são robustos, duráveis e geralmente utilizados em vestuário de proteção. A porosidade da membrana é selecionada de modo a impedir a passagem de líquidos, bactérias, no entanto permite a passagem do vapor de água (suor), mantendo a termo regulação natural de forma a assegurar o conforto (Patel, et al., 1998).

### **2.1.5 Estamparia**

Sendo a estamparia um processo bastante antigo, é uma técnica têxtil bastante exigente, também a que mais se aproxima com a arte e a mais criativa, permitindo obter desenhos a várias cores sobre o mesmo material. Existem vários processos de estampagem,



nomeadamente, estampagem ao quadro plano, ao quadro rotativo, por transferência, por jato de tinta, entre outros. (Araújo, 1987; Neves, 2000; Silva, 2005; Ascari & Vizinhos, 2005; Comério, 2007; Yamane, 2008).

Neste trabalho, em particular, foi utilizado o processo de estamparia convencional pigmentária para dar cor à cortiça, utilizando para o efeito um quadro plano, a fim de se obter uma diferenciação do produto final tornando-o mais apelativo.

### **2.1.6 Acabamentos Funcionais**

Define-se acabamentos como tratamentos que têm como objetivo, a indução de propriedades, em substratos têxteis, de forma a proporcionar-lhes uma valorização estética, conforto, proteção e facilitar a sua limpeza e conservação (Araújo, 1987; Rodrigues, 2006; BlogTêxtil, 2011; Mabeira, n.d.).

Os acabamentos funcionais são produtos mais eficientes e “inteligentes”, podendo ser aplicados na fibra, no fio, no tecido/malha ou na peça já confeccionada. Estes podem ser elaborados com produtos químicos pela tecnologia de microencapsulação, ciclodextrinas e por nano acabamentos (José, Sánchez & Politécnica, 2006; Almeida, 2011; Kisilak & Golob, 2011; Troficolor, 2004).

A tecnologia do Bayscent® Neutralizer foi desenvolvida através de uma colaboração entre fabricantes de perfumes e o departamento de pesquisa da Bayer®. Este produto encontra-se armazenado em microcápsulas de poliuretano impermeáveis em grande parte à difusão, que após rebentamento das mesmas permite neutralizar e eliminar odores desagradáveis (TANATEX®, n.d.). A necessidade desta tecnologia surgiu devido ao facto dos métodos tradicionais de neutralização dos maus odores utilizarem altos níveis de dosagem de fragrâncias para simplesmente “mascarar” esse mau odor. “Estes métodos foram por vezes eficazes mas raramente eficientes” (Catálogo técnico da Bayer®).

Um acabamento adequado, além de melhorar o produto vai torná-lo mais pretendido por parte do utilizador.

Os tratamentos de superfície têm uma importância crescente na aplicação destes acabamentos, nomeadamente, o tratamento plasma que permite modificar as propriedades hidrofílicas ou hidrofóbicas aumentando desta forma a capacidade do material captar mais produto que



permitirá ao produto final ter uma vida útil mais longa o que implica um ciclo de vida maior, tornando o material a desenvolver mais sustentável.

### **Tratamento Plasmático**

As técnicas não poluentes são essencialmente processos físicos de produção de plasmas a baixa pressão, descarga plasmática DBD à pressão atmosférica, feixe de electrões e UV. Estas técnicas são consideradas boas soluções para simplificar e rentabilizar processos, sendo ao mesmo tempo tecnologias limpas que originam produtos de maior qualidade (Machado, 2008; Sparavigna, Fisica, Torino & Abruzzi, 2008; Oliveira & Souto, 2010).

O tratamento plasmático DBD consiste em fazer passar o substrato a tratar entre um eléctrodo cerâmico e um contra eléctrodo revestido de um material isolante onde se dá uma descarga elétrica de alta voltagem (aproximadamente 10.000 V, com uma frequência de 40 kHz), à temperatura ambiente e à pressão atmosférica. As modificações superficiais físicas e químicas na estrutura de fibras naturais e sintéticas podem ser observadas após a descarga DBD. A criação de canais (aumento da rugosidade), a oxidação e a criação de novos grupos químicos são referidas como as responsáveis pela variação das propriedades dos materiais têxteis após a descarga plasmática, em especial a absorção de soluções aquosas (Rocha, 2009).

A aplicação da descarga plasmática DBD à indústria têxtil possui um grande potencial para melhorar diversas operações têxteis em artigos celulósicos, nomeadamente preparação, tingimento, estampagem, acabamento e também em artigos de fibras sintéticas (tingimentos e enobrecimentos), podendo ser executadas de uma forma mais expedita, permitindo reduzir a carga poluente e otimizar o dispêndio energético (Xu et al., 2006; Oraji, 2008; Seki, Sever, Sarikanat, & Hakk, 2009; Freitas, 2009; Oliveira, Fernandes, Carneiro & Souto, 2013).

#### **2.1.7 Conforto**

A definição de conforto é subjetiva, dependendo, em grande parte, da perceção da pessoa em causa, não existindo uma definição aceite universalmente, mas o conforto é geralmente definido como o estado psicológico que revela a satisfação do indivíduo com o vestuário que enverga (Abreu, 2004; Poruschi & Ikonomu, 2010; Broega, Elisabete & Silva, n.d.). O conforto pode



ainda ser definido como um estado agradável de harmonia fisiológica, física e psicológica entre o ser humano e o ambiente (Slater, 1985).

O conforto total pode ser dividido em diferentes componentes: conforto psicológico; conforto sensorial; conforto termofisiológico e conforto ergonómico. As características de conforto que um utilizador/consumidor procura numa determinada peça de vestuário constituem as suas especificações funcionais e estéticas:

- As especificações estéticas são as que irão dar ao utilizador/consumidor conforto psicológico;
- As especificações funcionais são aquelas que lhe irão dar conforto sensorial, termofisiológico e ergonómico.

O conforto psicológico está relacionado com as tendências de moda seguidas pela sociedade, bem como o ambiente socioeconómico e cultural onde se está inserido. As propriedades, dos artigos, que conferem este tipo de conforto podem ser a cor, o “design”, o cair da peça e os elementos estéticos neles inseridos (Abreu, 2012).

Para a determinação do conforto sensorial é necessário ter em conta as propriedades mecânicas, de superfície e o toque térmico. As propriedades que influenciam o toque térmico são:

- A pilosidade, um dos parâmetros que mais influência o toque térmico. Os tecidos com mais pilosidade dão a sensação de serem mais quentes;
- As características de absorção das fibras.

As propriedades consideradas críticas para a determinação do conforto térmico são:

- Resistência térmica (isolamento térmico);
- Permeabilidade ao ar e Permeabilidade ao vapor de água e aos líquidos (Abreu, 2012).

O conforto termofisiológico está relacionado com a sensação que uma peça de vestuário confere ao seu utilizador. Propriedades de transporte de calor e humidade da roupa e a forma como o vestuário ajuda a manter o equilíbrio térmico do corpo são formas de calcular este tipo de conforto. O conforto termofisiológico é também definido como um estado de conforto em termos térmicos e de humidade, que envolve o transporte de calor e vapor de água através do vestuário.



O utilizador atinge o estado ideal de conforto térmico quando não necessita de retirar ou colocar roupa para estar satisfeito com a temperatura ambiente (Abreu, 2004).

No que concerne ao conforto ergonómico, pode afirmar-se que uma peça de vestuário é confortavelmente ergonómica quando tem a capacidade de “vestir bem” e de permitir a liberdade dos movimentos do corpo. Para atingir este conforto, a fabricação do vestuário deve ter em conta as funções anatómicas, fisiológicas e psicológicas na relação morfológica e ergonómica relativa à postura e ao movimento do corpo para o fim a que se destina. O objetivo do vestuário confortável deve ter em conta a dinâmica do corpo e os seus movimentos de flexão, extensão e abdução, rotação e inclinação (Gonçalves, n.d.; Broega et al., n.d.; Carvalho, Férias & Paz, 2004; Abreu, 2012).

## **2.2 Estado da Arte do Calçado**

A fileira do calçado tem sido dinâmica e capaz de evoluir, principalmente motivada e de alguma forma pressionada pelas alterações de mercado. Algumas das modificações foram mesmo profundas e acontecem porque é necessário manter a competitividade. No entanto, quer se trate da fileira do calçado ou de outra, é essencial ter presente a eficácia de determinada solução encontrada, os fatores que influenciam o êxito de determinado plano e a inovação.

A cortiça apresenta cinco propriedades que são responsáveis pelo seu elevado interesse para a indústria do calçado, designadamente: baixa densidade; capacidade de amortecimento; boa resistência à fadiga; elevada impermeabilidade e bom isolamento térmico.

### **2.2.1 Mercado**

A indústria da cortiça assume-se, cada vez mais, como um setor de futuro, são diversas as aplicações e o facto de possuir excelentes propriedades faz com que seja um material único, o que explica o interesse de diferentes indústrias no desenvolvimento de diversificados produtos. A inovação é uma constante das empresas de cortiça, sendo bem elucidativa ao nível da gestão e dos processos de fabrico, mas também ao nível da diversificação dos produtos e da aposta em novas soluções que consideram a cortiça enquanto matéria-prima de excelência (Amorim, 2008; Amorim, 2011).





A cortiça é impermeável à água, resistente, tem baixa condutividade térmica, baixa densidade e uma estrutura química complexa. Esta combinação de características é difícil de combinar com outros materiais, o que permite a sua aplicação em objetos, em que seja crucial ter uma capacidade excelente de vedação e facilidade de remoção (rolhas), conforto térmico e amortecimento para caminhadas (palmilhas), isolamento térmico a temperaturas muito baixas (revestimentos), entre outros. A cortiça tem provado ser um material altamente flexível, que dá origem a produtos de baixa e alta tecnologia incorporada (Silva et al., 2005).

Em 2003, a empresa Nova cortiça, S.A., produtora de discos de cortiça natural para garrafas de champanhe, lançou a marca Pelcor® que tem vindo a produzir diversos acessórios utilizando pele de cortiça. Esta pele de cortiça resulta da granulagem de aparas de cortiça. Inicialmente foram produzidas malas, carteiras, cintos e bonés em cortiça, como pode ser observado na Figura 15. Atualmente, são diversos os artigos apresentados por esta marca, desde os mais variados artigos de moda, acessórios de escritório e calçado.



Figura 15: Alguns artigos produzidos com cortiça  
Fonte: [www.pelcor.pt](http://www.pelcor.pt)

É grande a aposta na versatilidade e performance da cortiça e são muitas as revistas de moda, nomeadamente: Cosmopolitan, Vogue, Caras, entre outras, que apresentam nas suas coleções uma infinidade de artigos em cortiça. A Pelcor® é uma marca portuguesa do grupo Amorim direcionada para este mercado, disponível na internet: <https://www.pelcor.pt/pt/noticias/>.

A principal razão para o crescente interesse de algumas empresas portuguesas na utilização da cortiça no fabrico de calçado em substituição do couro deve-se ao facto da cortiça ser um produto português, ser mais ecológico e mais económico (APICCAPS, 2010).

A cortiça está a ser aplicada nas mais diversas áreas, desde a construção até à indústria aeroespacial devido ao seu excelente isolamento térmico/acústico. O grupo Amorim está a comercializar os aglomerados compósitos de cortiça com diferentes marcas, estando a ser aplicados desde o calçado até aos produtos de decoração. A título de exemplo, a Figura 16 mostra uma sandália onde é aplicada a cortiça para assegurar o conforto ao andar e uma aplicação de marcadores de mesa (Amorim, 2011).



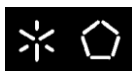
Figura 16: Par de sandálias de Stella McCartney® com plataforma em cortiça e de marcadores de mesa em cortiça  
Fonte: (Amorim, 2011)

Em 2013, no edifício da alfândega do porto, na tradicional Modtissimo “Porto Fashion Week” 27.28-02-2013, foi exposta no stand inovação/têxteis do futuro uma almofada decorativa, visível na Figura 17, onde a parte exterior/superior é composta por cortiça estampada.



Figura 17: Almofada decorativa com aplicação de cortiça estampada  
Fonte: [www.modtissimo.com\\_www.portofashionweek.com](http://www.modtissimo.com_www.portofashionweek.com)

Mais recentemente, a empresa Coltec – Neves & C<sup>a</sup>., Lda., apresentou na Techtextil 2013, de 11.13-06-2013, em Frankfurt na Alemanha, alguns produtos desenvolvidos com materiais em estudo neste trabalho, nomeadamente, uma cadeira forrada, uns sapatos de senhora e um



casaco, como mostra a Figura 18, demonstrando a aplicabilidade destes materiais inovadores em setores industriais diferentes, como o de mobiliário, de calçado e do vestuário.



Figura 18: Alguns materiais inovadores em cortiça  
Fonte: Empresa Coltec – Neves & C<sup>a</sup>, Lda.

Em setembro de 2013 foi anunciado que a marca RUTZ escolheu a cortiça como material principal, dando uma abordagem contemporânea, de forma a criar modelos de calçado nacional diferenciado, que se encontram disponíveis comercialmente na sua loja on-line ([www.rutz.pt](http://www.rutz.pt)). Esta marca é pioneira na utilização deste material em calçado que está sujeito a ser dobrado a cada passo que é dado no processo de marcha do utilizador. A Figura 19 mostra alguns exemplos da recente coleção da marca RUTZ.



Figura 19: Diferentes modelos de calçado com cortiça como material principal  
Fonte: [www.rutz.pt](http://www.rutz.pt)





## 3. Capítulo III – Desenvolvimento Experimental





### **3.1 Introdução**

O desenvolvimento experimental deste trabalho foi projetado com o intuito de parametrizar e analisar as propriedades de diferentes materiais e/ou combinações de materiais, pretendendo obter um produto final ideal para a indústria do calçado e do vestuário em substituição do couro. Aquando da seleção de alguns materiais foi realizado em simultâneo um estudo ao processo de laminação (diferentes métodos de aplicação e colas/adesivos) e a possibilidade de aplicar cor/desenho por estamperia na parte exterior (pele de cortiça), assim como, a utilização de acabamentos funcionais na parte interior (tecido/malha) no produto desenvolvido.

Para testar as características inerentes ao novo produto, nomeadamente, a leveza, a respirabilidade, a impermeabilidade, a porosidade, a resistência ao desgaste, o conforto térmico, são necessários efetuar diversos ensaios físico-químicos, sendo estes fulcrais para avaliar a permeabilidade ao ar e ao vapor de água, as propriedades de tração, as propriedades térmicas, entre outras. Para uma melhor compreensão, este trabalho experimental divide-se, em várias atividades:

- Ensaio laboratoriais e avaliação qualitativa/quantitativa de vários materiais – caracterização das propriedades dos diversos materiais e laminados desenvolvidos;
- Aplicação de cor/desenho na pele de cortiça (parte exterior) através do processo de estamperia pigmentar;
- Utilização de acabamentos funcionais, um anti-odor, no tecido/malha (parte interior);
- Criação de protótipos de calçado e de peças de vestuário com o material desenvolvido.

### **3.2 Materiais e Produtos Utilizados**

A pele de cortiça por si só não apresenta resistência suficiente para dar resposta ao objetivo final, substituir o couro, por isso efetuou-se uma pesquisa sobre possíveis materiais a aplicar de forma a resolver esse problema. Tendo-se obtido a resposta pela elaboração de um laminado (tri/tetralaminado), cujo “performance” passa por combinar diferentes produtos de forma a garantir uma elevada resistência do material à flexão, propriedade crucial em calçado/vestuário. Posto isto, foram estudados vários tipos de cortiça, de membranas, de tecidos e malhas, assim como, diferentes laminados/combinções destes materiais.

A Tabela 5 apresenta os materiais utilizados no decorrer deste estudo para uma melhor compreensão do trabalho desenvolvido.

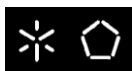




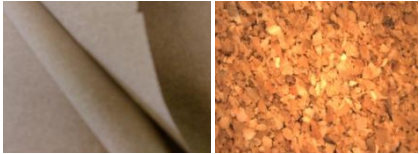
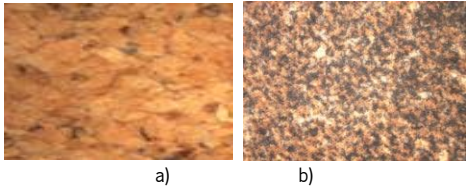
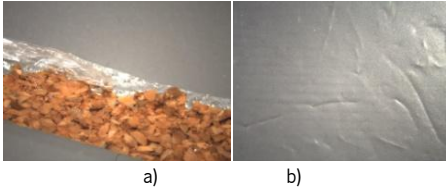
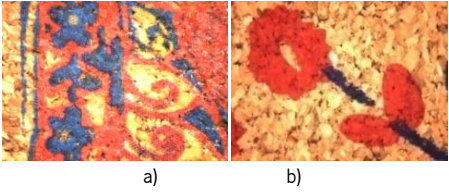



Tabela 5: Materiais utilizados neste trabalho













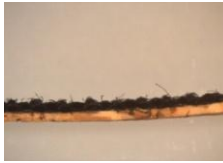






Referência das amostras	Descrição / Tipo	Imagem
Couro 1, 2 e 3	Pele Natural - Origem Bovina (Ampliação 8x)	 Couro 1      Couro 2      Couro 3
Napa	Pele Sintética (Ampliação 8x)	
Compósitos de Cortiça (fornecedor - Corticeira Amorim)	Cortiça (Ampliação 35x)	
Aglomerado de Cortiça (fornecedor - Coltec)	Cortiça (Ampliação 8x)	
Pele de Cortiça <sup>1</sup> (fornecedor - Coltec)	a) Rolo de Pele de Cortiça e b) Pele de Cortiça (Ampliação 8x)	
Pele de Cortiça / Membrana em filme (fornecedor - Coltec)	a) Pele de Cortiça com Membrana e b) Pele de Cortiça com Membrana Estampada (Ampliação 8x)	 a)      b)
Laminado Pele de Cortiça / Membrana <sup>2</sup> (fornecedor - Coltec)	a) Pele de Cortiça / Membrana (Ampliação 35x) e b) Membrana Respirável FP40 (Ampliação 8x)	 a)      b)
Pele de Cortiça Estampada (fornecedor - Coltec)	Pele de Cortiça Estampada a) Sublimação e b) Pigmentária (Ampliação 8x)	 a)      b)
Malhas Teia - Teares Ketten Malhas Trama (fornecedor - Coltec)	Malha Coltec - 100% PES Malha UM - 50% PA / 50% PES Malha Rib 2x1 100% CO (Ampliação 8x)	 Malha Coltec (cinza) Malha UM (branca) Malha Rib (bege)

<sup>1</sup> A ficha técnica da pele de cortiça fornecida pela empresa Coltec encontra-se no Anexo 1.

<sup>2</sup> As fichas técnicas das membranas FP40 e FP380 fornecidas pela empresa Coltec encontram-se no Anexo 2.





Tecidos Tafetá Refª.100TL0201 Refª.105TS0206 Refª.105TS0506 (fornecedor - Coltec)	100% CO Tafetás $A_1 \frac{1}{1}$ (Ampliação 8x)	 Refª.100TL0201  Refª.105TS0206  Refª.105TS0506
Tecidos Sarja Refª.UM Refª.200SF0201 Refª.200SF0501 (fornecedor - Coltec)	50% CO/ 50% PES Sarja $A_1 \frac{2}{1}$ 100% CO Sarjas $A_1 \frac{1}{2}$ (Ampliação 8x)	 Refª.UM  Refª.200SF0201  Refª.200SF0501
Trilaminado A (elaborado na Coltec)	Pele de Cortiça / Membrana Estampada (Filme) / Malha Coltec (Ampliação a) 8x e b) 35x)	 a)  b)
Tetralaminado A (elaborado na Coltec)	Pele de Cortiça / Membrana / Malha UM / Tecido UM (Ampliação 35x)	
Tetralaminado B (elaborado na Coltec)	Pele de Cortiça / Membrana / Malha UM / Malha Rib (Ampliação a) 35x e b) 25x)	 a)  b)
Trilaminado B (elaborado na Coltec)	Pele de Cortiça / Membrana FP40 / Tecido Tafetá Refª.100TL0201 (Ampliação 8x)	 a)  b)
Trilaminado C Protótipo (elaborado na Coltec)	Pele de Cortiça / Membrana FP40 / Tecido Sarja Refª.200SF0201 (Ampliação a) 8x e b) 35x)	 a)  b)
Protótipo de calçado apresentado na feira TechTêxtil (elaborado na Coltec)	Pele de Cortiça / Membrana Estampada (Superficial) / Tecido Sarja Refª.200SF0201	 
Protótipo de mobiliário apresentado na feira TechTêxtil (elaborado na Coltec)	Pele de Cortiça Estampada / Membrana (Superficial) / Malha UM	 

<sup>3</sup> As imagens com ampliação apresentadas foram tiradas numa lupa (Leica EZ 4D).



### **3.2.1 Couro**

O couro/pele dos animais (mais precisamente a derme, porque o restante é eliminado durante o processo produtivo) é a matéria-prima mais utilizada na indústria do calçado. Este nobre material, da indústria de curtumes, salienta-se pelas suas características únicas de resistência, elasticidade, respirabilidade, durabilidade, porosidade e estética (Franceschini, 2010; Angélica et al., n.d.; Ferreira et al., 2010; Johansen et al., 2012).

Adapta-se facilmente à temperatura do corpo, é de fácil manuseio e não se deforma, tendo uma excelente capacidade de se adaptar à forma do pé (calçado), para além de ser bastante macio e confortável. Em contrapartida, e como grande desvantagem é a necessidade de utilização de produtos tóxicos no seu processo de fabrico, desde que a pele é extraída do animal até ficar apta a poder ser utilizada na indústria, não descurando também a elevada quantidade de água gasta e o dispêndio energético (Pacheco, 2005; Paes et al., 2007; Joseph & Nithya, 2009).

O tingimento, a estamparia e os acabamentos em couro também são de execução rigorosa, pelo que, iniciou-se esta investigação na expectativa que o produto “verde” final selecionado seja capaz de substituir o couro. As indústrias têxteis e do calçado usam couro, principalmente, derivado de bovinos. No que concerne ao custo da matéria-prima, também o couro apresenta um valor de mercado muito superior ao da cortiça. O couro utilizado neste estudo é de proveniência bovina, apresenta uma espessura de 1,60 mm e o seu peso é de 976 g/m<sup>2</sup>.

### **3.2.2 Pele de Cortiça**

A cortiça é uma matéria-prima renovável com muitas aplicações em diferentes áreas, devido ao seu conjunto único de propriedades (Pereira et al., 1987; Pereira, 2007). Estas propriedades são responsáveis pelo intenso interesse por parte da indústria de calçado, sendo elas: a baixa densidade, a compressão e a capacidade de resiliência, a boa resistência à fadiga, a alta impermeabilidade e o bom isolamento térmico (Silva et al., 2005; Mestre et al., 2006).

A ficha técnica da pele de cortiça utilizada neste estudo e fornecida pela empresa Coltec encontra-se no Anexo 1, sendo que, esta apresenta uma espessura de 0,47 mm e 89 g/m<sup>2</sup> de peso.



### 3.2.3 Membrana Respirável

Estudaram-se vários tipos de membranas, no entanto, a membrana respirável comercial selecionada para o desenvolvimento do novo produto apresenta uma espessura de 5µm. A base química da membrana é composta por poliamida (COPA) e as suas propriedades incluem: respirabilidade, resistência à abrasão, uma boa recuperação, flexibilidade, boa resistência química, resistência mecânica e estabilidade térmica. Como já referido, as especificações técnicas das membranas FP40 e FP380 encontram-se no Anexo 2.

### 3.2.4 Tecidos e Malhas

Os laminados desenvolvidos com a empresa Coltec, para o estudo preliminar, apresentam na sua constituição três malhas e um tecido: i) malha teia (Teares Ketten) 100% PES (cor cinza), ii) tecido 50% CO 50% PES branqueado com uma estrutura de sarja, iii) malha de trama 100% CO com debuxo rib 2X1 (cor bege) e iv) malha teia (Teares Ketten) 50% PES 50% CO (cor branca) ref<sup>a</sup>.UM.

Findos os ensaios preliminares, optou-se por aplicar vários tecidos 100% CO com estruturas de tafetá e sarja (tecidos já tingidos e acabados), tendo sido caracterizados, a fim de escolher o que mais se adequa para ser aplicado na parte interior do trilaminado.

A Tabela 6 mostra esses diferentes tecidos fornecidos pela empresa Coltec para análise, o tecido com a ref<sup>a</sup>.200SF0201 foi o selecionado.

Tabela 6: Caracterização de diferentes tecidos de algodão

Tecidos	Massa por unidade de área	Composição	Espessura	Contextura	Massa Linear
Ref <sup>a</sup> .200SF0201	198 g/m <sup>2</sup>	100% CO	0,52 mm	44 Fios/cm 22 Passagens/cm	Teia 20,42 Ne Trama 21,37 Ne
Ref <sup>a</sup> .105TS0206	163 g/m <sup>2</sup>	100% CO	0,79 mm	32 Fios/cm 13 Passagens/cm	Teia 21,62 Ne Trama 10,77 Ne
Ref <sup>a</sup> .200SF0501	202 g/m <sup>2</sup>	100% CO	0,58 mm	43 Fios/cm 21 Passagens/cm	Teia 19,24 Ne Trama 20,52 Ne
Ref <sup>a</sup> .100TL0201	138 g/m <sup>2</sup>	100% CO	0,38 mm	24 Fios/cm 22 Passagens/cm	Teia 20,23 Ne Trama 18,43 Ne
Ref <sup>a</sup> .105TS0506	178 g/m <sup>2</sup>	100% CO	0,92 mm	32 Fios/cm 14 Passagens/cm	Teia 20,78 Ne Trama 10,37 Ne



**Massa por unidade de área** (g/m<sup>2</sup>) – Ensaio realizado baseado na Norma NP EN 12127:1999 – Têxteis. Tecidos. Determinação da massa por unidade de superfície em amostras de pequenas dimensões, em que o n<sup>o</sup> de ensaios a realizar são 5 e a dimensão do provete é de 100 cm<sup>2</sup>.

**Composição** – Análise qualitativa de fibras têxteis de acordo com a Norma AATCC 20.

**Espessura** – Teste executado de acordo com a Norma NP EN ISO 5084:1999 Têxteis. Determinação da espessura de têxteis e produtos têxteis.

**Contextura** (n<sup>o</sup> de fios e passagens/cm ou n<sup>o</sup> de colunas e fileiras/cm) – Norma NP EN 1049-2:1995 – Têxteis. Tecidos – Construção - Métodos de análise – Parte 2: Determinação do número de fios por unidade de comprimento (ISO 7211-2:1984 modificada).

**Massa Linear** (Ne) – Norma NP 4105:1990 Têxteis. Tecidos. Construção. Métodos de análise. Determinação da massa linear de um fio retirado de um tecido.

### 3.2.5 Produtos de Estamparia e de Acabamento

#### Estamparia

O método de estampagem utilizado foi o quadro plano pois é o processo mais económico, simples e que permite obter uma boa qualidade de estampado. O tipo de estamparia direta revelou-se ser o processo ideal e a pasta de estampar<sup>4</sup> utilizada é constituída por vários elementos, nomeadamente, água, espessante, ligante, o que permite a sua difusão na cortiça, sendo possível obter uma boa penetração, um bom rendimento e um bom recorte. A pasta de estampar (pigmentária) usada envolvia a pasta de estampar (Magnaprint ND extra) e 3% de Pigmento (Helizarin castanho esc. TT e verde LBS).

O espessante é um produto indispensável em todas as pastas de estampar, para dar a viscosidade à pasta. Para os pigmentos é obrigatório a utilização de um ligante para fixar o pigmento na superfície do material, visto que os pigmentos são corantes insolúveis em água, não têm afinidade para com as fibras nem reagem com elas, necessitando de uma resina, ligante, para se fixarem às fibras. Nos pigmentos o pH é ligeiramente ácido para obter uma boa ligação. As condições ideais de termofixação do pigmento foram de 140/150° durante 4/5 minutos.

---

<sup>4</sup> A pasta de estampar foi fornecida pela empresa ATUSMIC, já pronta a ser utilizada.



## Acabamento

Como produto de acabamento foi usado o Bayscent® Neutralizer, que é um anti odor e segundo o catálogo de produtos da Tanatex Chemicals (2007), apresenta as seguintes características:

- Ligeiramente catiónico;
- Neutraliza odores em todos os tipos de têxteis;
- Não afeta o toque;
- Pode ser aplicado em todos os processos de acabamento.

Neste acabamento, recomenda-se a utilização de 20 a 80 g/L de produto anti-odor<sup>5</sup>, com uma termofixação a 140°C durante 3 minutos.

### 3.3 Métodos e Equipamentos Usados

Os diferentes materiais foram testados segundo a normalização existente, sendo que o estudo comparativo foi baseado nos seguintes processos e equipamentos:

#### 3.3.1 Permeabilidade ao Vapor de Água

A permeabilidade ao vapor de água é um aspeto preponderante quando se trata de materiais para aplicação em calçado/vestuário, justificando assim, ser a primeira propriedade a ser estudada neste trabalho.

Um dos métodos de avaliação da permeabilidade ao vapor de água é baseado na Norma BS 7209:1990 - *British Standard Specification for water vapour permeable apparel fabrics*, em que se utiliza o aparelho de medição denominado permeabilímetro ao vapor de água, representado na Figura 20, sob condições isotérmicas. O objetivo deste ensaio é determinar a permeabilidade ao vapor de água (WVP), expressa em g/m<sup>2</sup>/dia (Abreu, 2004).

O comportamento da permeabilidade ao vapor de água dos materiais depende:

- massa volúmica do material;
- estrutura do material;
- propriedades de difusão e de absorção do material.

---

<sup>5</sup> A ficha técnica do produto anti-odor “Bayscent® Neutralizer” encontra-se no Anexo 4.



A perda de água através do vestuário, sob a forma de vapor, é muito importante para o balanço térmico e para o conforto. Para níveis baixos de stress térmico, a restrição da passagem de água por difusão pode ser sentida subjetivamente.

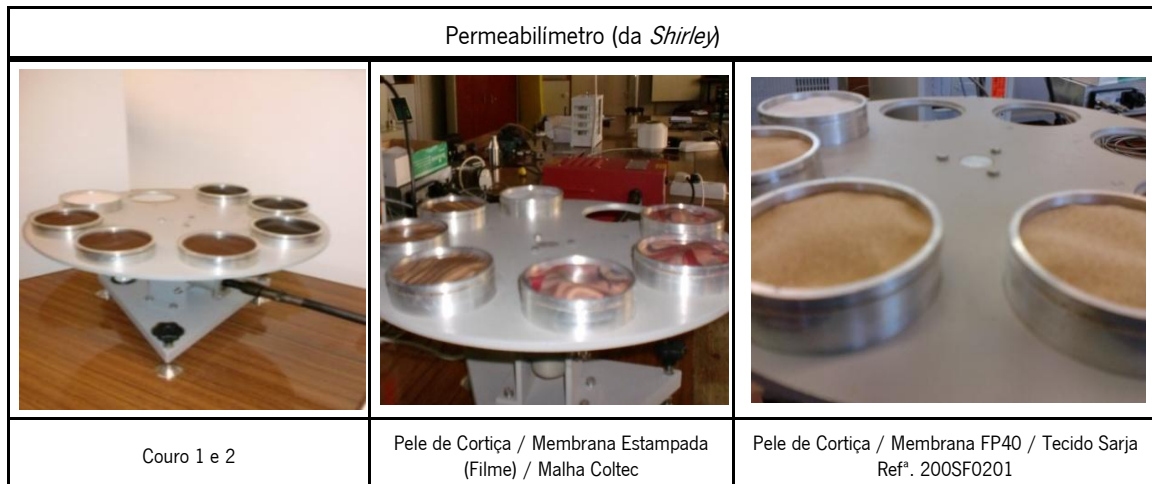


Figura 20: Permeabilímetro onde foram realizados os ensaios de permeabilidade ao vapor de água  
Fonte: Autora

Adotou-se o método interno existente no laboratório de Física Têxtil, do Departamento de Engenharia Têxtil da Universidade do Minho. O Resultado é representado pela Equação 1 e expresso em  $g/m^2/dia$ .

$$WVP = \frac{24W}{At}$$

Equação 1: Permeabilidade ao Vapor de Água

Em que,

W - Massa do vapor de água (g)

A - Área interna do copo de medição ( $m^2$ )

$\tau$  - Tempo entre as várias pesagens (s).

Reorganizando a equação, o índice de permeabilidade ao vapor de água, expresso em percentagem, obtêm-se pelo índice de permeabilidade ao vapor de água do tecido a ensaiar sobre o índice de permeabilidade do tecido de referência, como evidencia a Equação 2.

$$I = \frac{WVP_f}{WVP_r} \times 100$$

Equação 2: Índice de Permeabilidade ao Vapor de Água



Em que,

I – Índice de permeabilidade ao vapor de água (%)

WVP<sub>r</sub> - Permeabilidade do vapor de água do provete a ensaiar

WVP<sub>r</sub> - Permeabilidade do vapor de água do provete de referência.

### 3.3.2 Permeabilidade ao Ar

A permeabilidade ao ar é determinada, medindo-se a velocidade de um fluxo de ar que atravessa perpendicularmente um provete, sob condições especificadas: área de ensaio, pressão e tempo.

Para a realização deste ensaio foram seguidos os princípios da Norma NP EN ISO 9237:1997 - Permeabilidade ao Ar de Tecidos. Existem vários métodos e instrumentos para avaliar a permeabilidade ao ar de tecidos, nomeadamente, o Permeabilímetro TEXTEST FX 3300, representado na Figura 21, que permite medir a permeabilidade ao ar em L/m<sup>2</sup>/s.

A permeabilidade ao ar indica a capacidade que um material tem em ser atravessado pelo ar, o que está diretamente relacionado aos poros/interstícios existentes no material.

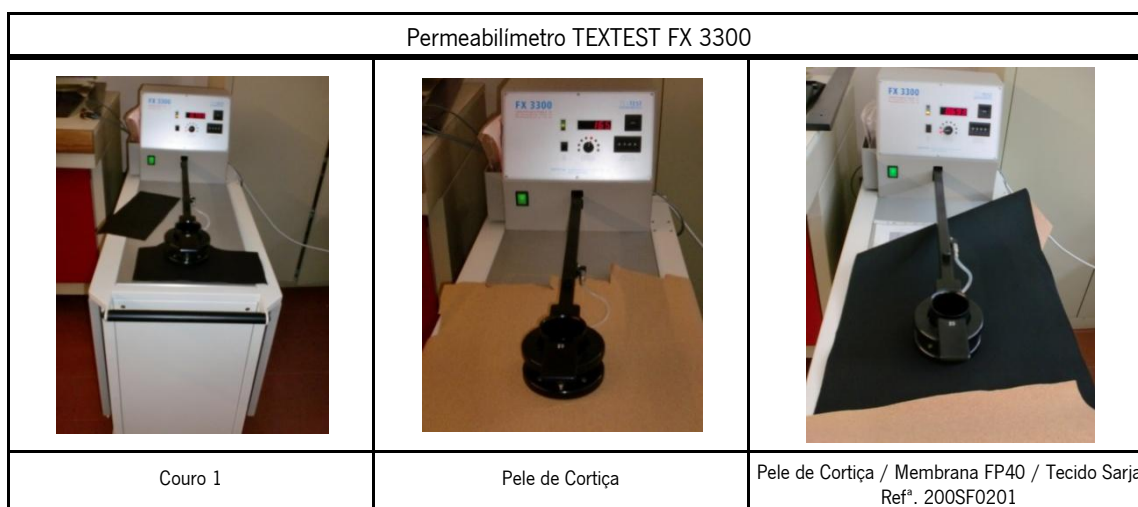


Figura 21: Permeabilímetro onde foram realizados os ensaios de permeabilidade ao ar  
Fonte: Autora

Primeiramente, efetua-se a calibração do equipamento, depois o equipamento força o ar através do material a ensaiar, obtendo-se uma diferença de pressão entre as duas faces do provete. O ensaio possibilita determinar a capacidade de transferência de ar que atravessa o corpo, pela quantificação do caudal de ar.

### 3.3.3 Propriedades Térmicas

Para avaliar as propriedades térmicas utiliza-se o aparelho Alambeta, representado na Figura 22, que permite obter uma avaliação objetiva da sensação quente/frio. Esta sensação é importante, não só no momento em que se experimenta o material, mas também quando se usa qualquer peça de vestuário/calçado. Este equipamento avalia, simultaneamente, as propriedades térmicas estacionárias, como a condutividade térmica ( $\lambda$ ) e a resistência térmica ( $r$ ), e as propriedades dinâmicas, como a absorvidade térmica ( $b$ ) e a difusão térmica ( $a$ ) – que descreve a velocidade de propagação da temperatura (calor) no material. A resistência térmica exprime a resistência oferecida por um dado material ao fluxo de calor: razão entre a espessura  $h$  (mm) e a condutividade térmica.



Figura 22: Algumas imagens de ensaios realizados no aparelho Alambeta  
Fonte: Autora

O aparelho Alambeta tem um bloco metálico a temperatura constante (32°C), a qual difere da temperatura da amostra. Quando a medição se inicia, a cabeça de medida baixa e toca na superfície da amostra a medir, a qual se situa na base do aparelho, sobre a cabeça de medição. Neste momento, a temperatura da superfície da amostra muda e o aparelho regista a evolução do fluxo de calor. Simultaneamente é medida a espessura da amostra.

A condutividade térmica é a propriedade física de um material, que indica a sua capacidade de conduzir calor. Define-se a condução do calor de acordo com a Equação 3.

$$H = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{K \cdot A \cdot \Delta T}{x}$$

Equação 3: Condução do Calor





Em que,

$\Delta Q/\Delta t$  - Taxa de fluxo de calor ( $W \cdot m^{-2}$ );

K - Condutividade térmica ( $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ );

A - Área total da superfície condutora ( $m^2$ );

$\Delta T$  - Diferença de temperatura ( $^{\circ}K \cdot m^{-1}$ ); e

x - Espessura do material condutor (mm).

De acordo com a Equação 4 é possível calcular a condutividade térmica,

$$K = \frac{x \cdot \Delta Q}{A \cdot \Delta t \cdot \Delta T}$$

Equação 4: Condutividade Térmica

Assim, a condutividade térmica, pode ser definida como a quantidade de calor transmitida durante o tempo  $\Delta t$ , através de uma distância x, em uma direção normal à superfície de área A, devido à diferença de temperatura  $\Delta T$ , sob condições estacionárias e quando a transferência de calor depende exclusivamente do gradiente de temperatura. No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade para condutividade térmica é  $W \cdot m^{-1} \cdot K$  (Neves, 2011).

A Absortividade Térmica **b** (propriedade transitória -  $Ws^{1/2}/m \cdot K$ ) que representa o fluxo instantâneo que ocorre quando dois corpos semi-finitos, com diferentes temperaturas, entram em contato físico. Assim, a absortividade térmica está diretamente relacionada com a sensação inicial de contato da pele com o artigo têxtil. Pode-se dizer que quanto maior for “b”, maior será o fluxo térmico e pior será a sensação de contato inicial, pois corresponderá a uma superfície mais fria.

A Difusão Térmica **a** ( $10^6$ ) descreve a velocidade de propagação da temperatura (calor) no material - IMPULSO TERMICO. Durante o fenómeno de transferência de calor do corpo para o meio ambiente, através do vestuário, a velocidade de propagação da temperatura varia enquanto não é atingido o estado estacionário. A unidade para a difusão térmica é  $m^2/s$  (Abreu, 2012).

### 3.3.4 Propriedades de Tração

A resistência à tração é uma propriedade mecânica importante neste estudo e foi utilizada para estudar o comportamento dos diversos materiais, quer no sentido da teia, quer no sentido da trama. O equipamento utilizado para estudar a resistência à tração foi o dinamómetro da marca HOUNSFIELD modelo H10 KS, representado na Figura 23.

Com este ensaio pretende-se determinar os valores da força máxima e da extensão pelo método da tira. Ensaio realizado segundo a Norma ASTM D 5035 – *Breaking Strength e Elongation (strip force)*. Neste método a largura total do provete é fixada, provetes, com 50 mm de largura e um comprimento que permita uma distância inicial entre as amarras do dinamómetro de 200 mm, são fixados nas amarras e submetidos à tração e até à rotura. O ensaio realizou-se com uma pré-tensão de 5N.

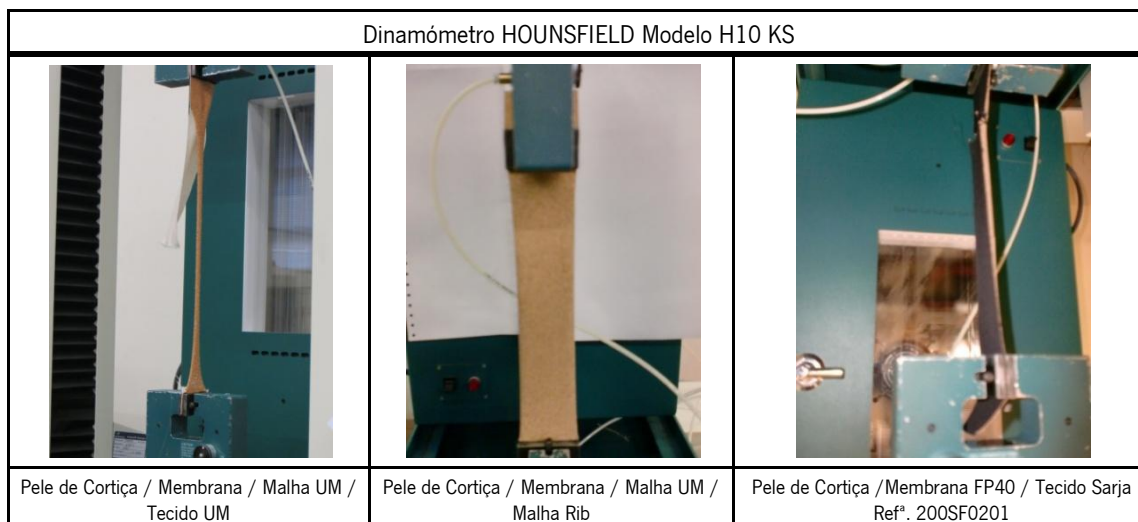


Figura 23: Ensaio de resistência à tração  
Fonte: Autora

### 3.3.5 Resistência à Abrasão e Formação de Borboto

Para a determinação da resistência à formação de borboto e mudança do aspeto do tecido existe uma grande variedade de instrumentos e métodos. Este ensaio foi realizado com a utilização do aparelho Martindale, representado na Figura 24, de acordo com a Norma ASTM D 4970 - 89 (2007). O defeito na superfície caracterizado pelo aparecimento de aglomerados de fibras ou pequenas bolas de fibras emaranhadas que conferem má aparência aos tecidos que é normalmente designado por *pilling*. Esta aglomeração acontece quando as fibras são friccionadas, formando assim fibras emaranhadas.

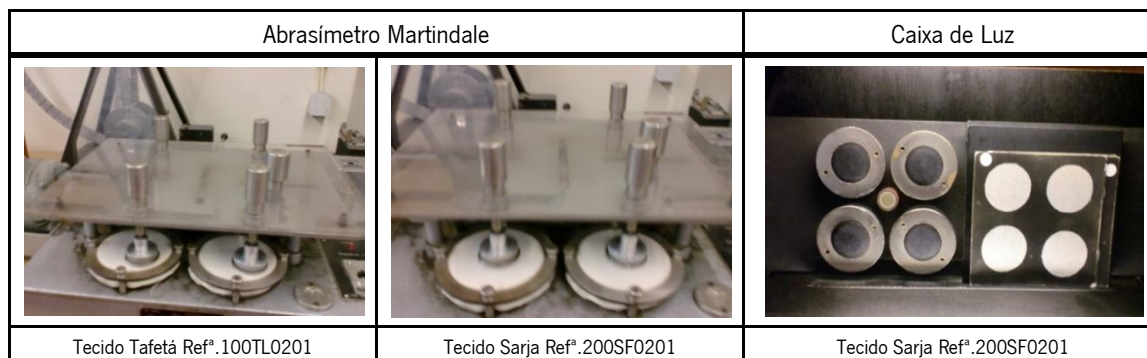


Figura 24: Testes de abrasão tipo Martindale  
Fonte: Autora

A técnica consiste em colocar o lado direito do tecido sobre a ação abrasiva de um tecido testemunho, sendo a abrasão feita com o movimento em ciclos. Realizaram-se 5000 ciclos, sendo verificado o aspeto e o grau de borboto de 1000 em 1000 ciclos, nas quatro amostras que são testadas em simultâneo.

Numa caixa de luz classifica-se o aspeto do provete, numa escala de 1 a 5 em que 1 significa que tem uma grande quantidade de pilling e 5 não tem qualquer alteração, em comparação com imagens padrão.

### 3.3.6 Ativação Superficial por Plasma (DBD)

Após o tecido de sarja com a ref<sup>a</sup>.200SF0201 ter sido selecionado para fazer parte do interior do material laminado (pelas suas características estudadas e resultados obtidos anteriormente), resolveu-se aplicar este tratamento plasmático, com o objetivo de preparar o tecido para a aplicação de acabamentos funcionais. Posto isto, o equipamento utilizado para efetuar a descarga plasmática de dupla barreira dielétrica foi um protótipo denominado Lisboa (Figura 25).

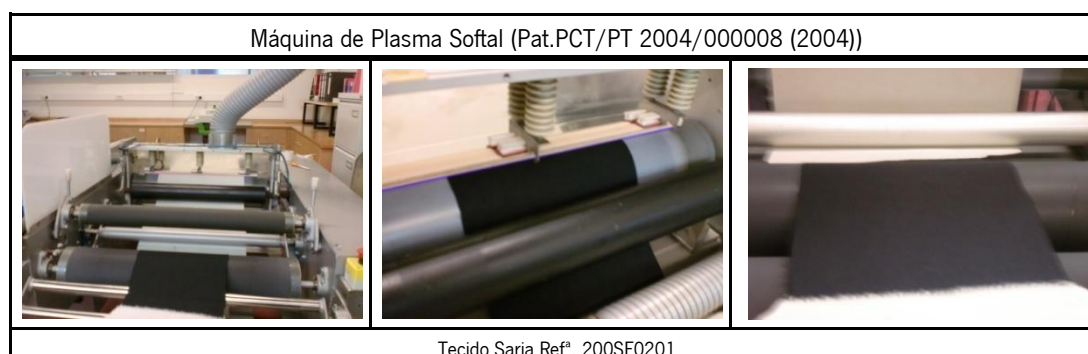


Figura 25: Máquina de Plasma Softal  
Fonte: Autora



Este equipamento é composto por um eletrodo metálico revestido de cerâmica e um contra eletrodo metálico recoberto com silicone, um gerador elétrico, um transformador de alta tensão e com largura útil (l) de 50 cm. A velocidade e a potência são variáveis, sendo o tecido passado pelos eletrodos de forma contínua. A equação matemática que define a dosagem plasmática aplicada está representada pela Equação 5.

$$\text{Dosagem} = \frac{N \times P}{v \times L} \left( \frac{W \times \text{min}}{m^2} \right)$$

Equação 5: Dosagem Plasmática

Em que,

N - N° de Passagens;

P - Potência (W);

v - Velocidade (m/min); e

L - Largura (m).

### 3.3.7 Ângulo de Contacto e Energia de Superfície

A medição do ângulo de contacto e cálculo da energia de superfície do tecido de sarja com a ref<sup>a</sup>.200SF0201 em estudo, foi efetuado no equipamento Dataphysics (Figura 26) com um sistema de vídeo para a captação de imagens no estado estático e/ou dinâmico e utiliza-se o software OCA20.

A energia de superfície ( $\gamma$ ) é composta pelas componentes polar e dispersiva. A componente polar resulta de três diferentes forças intermoleculares criadas por dipolos permanentes ou induzidos e ligações de hidrogénio, enquanto a componente da energia de superfície dispersiva (não polar) se deve a momentos instantâneos dipolares.

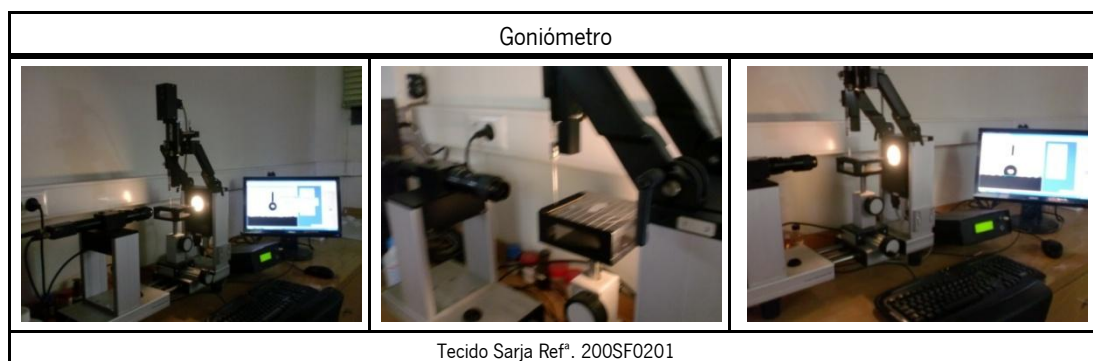


Figura 26: Equipamento de medição do ângulo de contacto  
Fonte: Autora



Para sólidos ou líquidos polares a energia de superfície total é a soma das forças de dispersão de London existentes ( $\gamma^D$ ) com as interações intermoleculares que dependem da natureza química do material, como forças polares ( $\gamma^P$ ), como mostra a Equação 6.

$$\gamma = \gamma^D + \gamma^P$$

Equação 6: Energia de Superfície Total

As componentes polares e dispersivas da energia de superfície foram calculadas pelo método de Wu, de acordo com a Equação 7.

$$\gamma_{sl} = \gamma_s + \gamma_l - 4 \left[ \frac{\gamma_s^D \gamma_l^D}{\gamma_s^D + \gamma_l^D} + \frac{\gamma_s^P \gamma_l^P}{\gamma_s^P + \gamma_l^P} \right]$$

Equação 7: Energia Interface (sólido – líquido)

Uma vez que para o cálculo da energia de superfície são necessários pelo menos dois líquidos com energia de superfície conhecidas, foram usados os três líquidos apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Componentes da energia de superfície dos líquidos testados

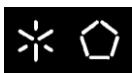
Líquidos	$\gamma$ (mJ/m <sup>2</sup> )	$\gamma^D$ (mJ/m <sup>2</sup> )	$\gamma^P$ (mJ/m <sup>2</sup> )
Água Destilada	72.8	29.1	43.7
Polietileno Glicol 200 (PEG)	43.5	29.9	13.6
Glicerol	63.4	37.4	26.0

### 3.3.8 Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR)

Um espectrofotômetro Nicolet - Avatar 360 FT-IR foi utilizado com o objetivo de avaliar se a percentagem do acabamento aplicado aumenta ou não pela aplicação prévia do tratamento plasmático no tecido. A modificação das amostras foi avaliada por espectrofotometria de infravermelho (IV) e os espectros de refletância total atenuada (ATR) foram registrados.

### 3.3.9 Solidez à Fricção

O aparelho Crockmeter foi usado para a realização dos testes de solidez à fricção a seco e a húmido, segundo a Norma NP EN ISO 105-X12:2001. A avaliação do manchamento foi efetuada



por comparação, numa câmara de luz, através de uma escala de cinzentos, Figura 27, segundo a Norma NP EN ISO 20 105-A03.

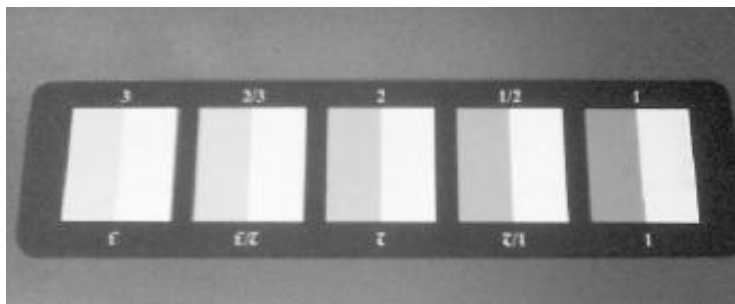


Figura 27: Escala de cinzentos utilizada para avaliação do manchamento  
Fonte: Autora

### 3.4 Laminagem

O processo de laminagem foi executado na empresa Coltec, usando uma máquina Cavitec da Santex (*Caviflex Line*), representada na Figura 21 e a colagem dos materiais foi feita com um rolo multi-pontos. A laminação por pontos permite a circulação de ar e com esta operação é possível obter um material laminado respirável, para aplicar em calçado. O adesivo utilizado é um poliuretano reativo “*hot melt*” porque este garante propriedades de lavagem, um bom toque e uma baixa gramagem para adesivar. Após a laminação é feita uma cura de 2 dias para se proceder a reticulação “*cross linking*”.



Figura 28: Máquina de laminar Cavitec da Santex, da linha Caviflex  
Fonte: <http://www.cavitec.ch/en/?menu=produkteprogramm>

### 3.5 Estamparia

No que concerne ao processo de estamparia (pigmentária), após terem sido escolhidos alguns desenhos, foram estampadas algumas amostras. Estas foram desenvolvidas com o propósito da elaboração de um protótipo na área do calçado. O método de estamparia utilizado foi com quadro plano (manual). Neste processo utiliza-se uma mesa de estampar (*Zimmer*), Figura 29, quadro escolhido, pasta de estampar, vareta média, numa única passagem com a velocidade 3 e uma força magnética de 3.

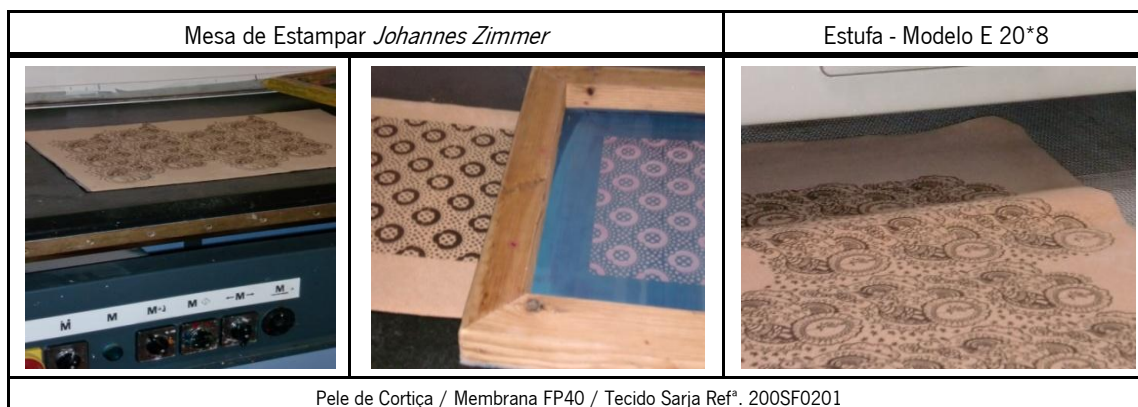


Figura 29: Mesa de estampar e Estufa  
Fonte: Autora

O estampado utilizado nos protótipos de calçado foi produzido com a seguinte receita:

- 120,0 g de pasta de estampar Magnaprint ND extra;
- 3,6 g de pigmento Helizarin castanho esc. TT<sup>6</sup>.

O estampado utilizado na saia foi produzido com a seguinte receita:

- 90,0 g de pasta de estampar Magnaprint ND extra;
- 2,7 g de pigmento verde LBS.

No final, o material estampado foi submetido a uma secagem/polimerização para se obter uma boa fixação do pigmento. Foi utilizada uma temperatura de 140°C durante 3 minutos.

<sup>6</sup> Pigmento fornecido pela BASF.



### 3.6 Acabamentos Funcionais

Procedeu-se à aplicação do produto Bayscent Neutralizer, por impregnação no tecido a ser laminado. No caso de conceção de calçado está em contacto com o pé.

O processo utilizado na aplicação do acabamento foi por foulardagem, sendo nestes casos necessária calcular a taxa de expressão, de acordo com a Equação 8.

$$\text{Taxa de Expressão (\%)} = \frac{\text{Peso Molhado} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}} \times 100$$

Equação 8: Taxa de Expressão

Nesta aplicação foi usado um Foulard da Roaches (modelo BHP), como mostra a Figura 30, e o produto de acabamento (anti-odor) foi aplicado de acordo com a seguinte receita:

- 60,0 g/L Bayscent® Neutralizer
- Taxa de Expressão 72%
- Pressão: 2,1 bar
- Velocidade: 0,51 m/min (velocidade mínima)
- Secagem: Ambiente
- Cura: 140°C durante 3 minutos.

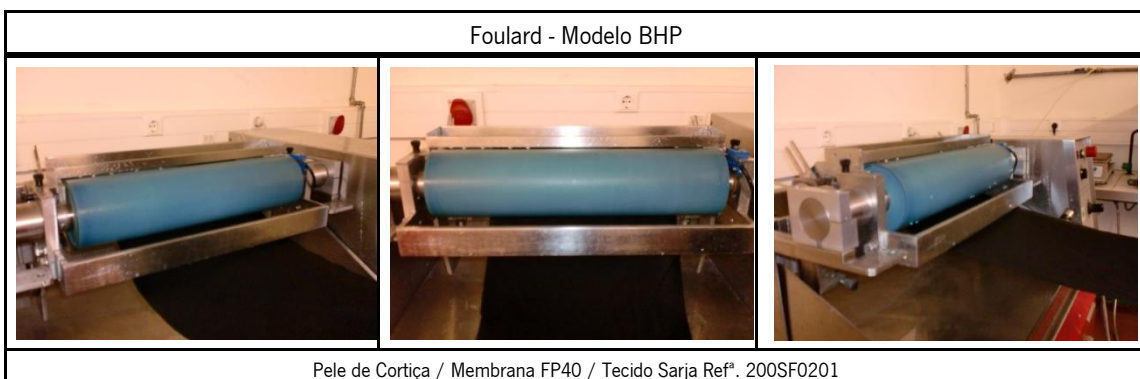


Figura 30: Equipamento Foulard  
Fonte: Autora





## **4. Capítulo IV – Análise e Discussão dos Resultados**



## 4.1 Resultados dos ensaios de caracterização dos materiais

Este capítulo expõe todos os resultados obtidos dos diferentes materiais testados ao longo deste trabalho, para a obtenção de um material laminado de cortiça, Figura 31, com características que o torna capaz de substituir o couro.



Figura 31: Trilaminado – Pele de Cortiça / Membrana Respirável / Tecido  
Fonte: Imagem adaptada de <http://blog.blackboots.com>

### 4.1.1 Permeabilidade ao Vapor de Água

#### Estudo da permeabilidade ao vapor de água de diversos materiais

Os valores médios apresentados para cada material derivam do resultado de 3 ensaios, de acordo com a Norma BS 7209:1990. A Tabela 8 apresenta os valores médios, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos diferentes materiais<sup>7</sup>.

Como é visível no Gráfico 4, inicialmente, foram encontrados valores de índice de permeabilidade ao vapor de água para a pele de cortiça (74,04%) susceptíveis de serem comparados/substituídos pelo couro. É de salientar a falta de permeabilidade ao vapor de água quer nos compósitos, quer na napa e até nos aglomerados de cortiça, materiais estes obrigatoriamente excluídos deste estudo.

Tabela 8: Resultados obtidos dos couros e das cortiças

	Couro 1	Couro 2	Couro 3	Napa	Compósitos de Cortiça	Aglomerado de Cortiça	Pele de Cortiça	Pele de Cortiça / Membrana (Filme)
Média	60,63	70,17	74,72	13,69	12,31	31,63	74,04	9,05
Desvio Padrão	3,70	1,17	0,35	0,59	5,74	1,24	9,23	0,48
Coeficiente de Variação	6,10	1,67	0,47	4,28	46,61	3,91	12,47	5,25

<sup>7</sup> Todos os cálculos realizados para a permeabilidade ao vapor de água (Gráficos 4, 5, 6, 7, 8 e 9) encontram-se no Apêndice 1.

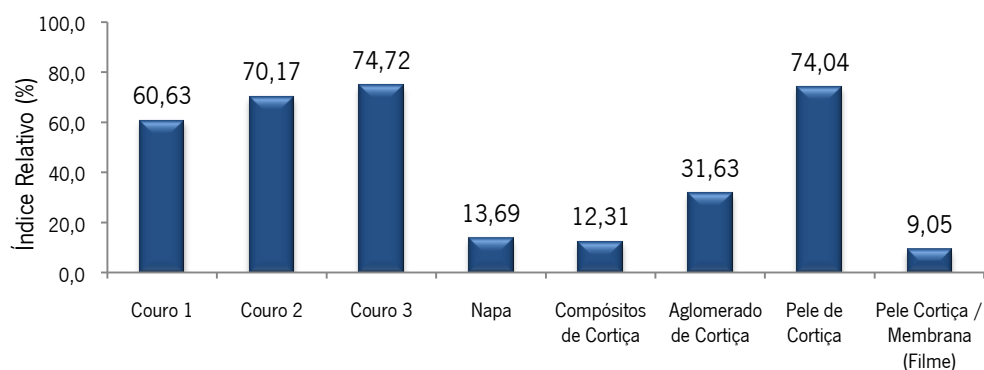


Gráfico 4: Resultado do índice relativo de permeabilidade ao vapor de água do couro em comparação com outros materiais

Conclui-se que, os valores de permeabilidade ao vapor de água para o couro quando comparado com a pele de cortiça (74,04%) são muito promissores, isto é, ao substituir o couro pela pele de cortiça consegue-se manter a respirabilidade do material. Contudo, a pele de cortiça/membrana (filme – processo de laminação inicial da Coltec) não apresenta permeabilidade ao vapor de água (9,05%), o que significa que o processo de aplicação do filme/cola fecha os poros, diminuindo drasticamente a permeabilidade/respirabilidade. Posto isto, torna-se necessário utilizar outro processo de laminação.

### Estudo da permeabilidade ao vapor de água de laminados para diversas membranas

O Gráfico 5 e a Tabela 9 apresentam os resultados da permeabilidade ao vapor de água obtidos em quatro amostras de pele de cortiça laminadas com diferentes membranas e para a membrana FP40. É possível visualizar que existe uma elevada uniformidade na aplicação da membrana à pele de cortiça nos diferentes materiais desenvolvidos. Contudo, por exemplo há diferenças de comportamento das membranas de acordo com as suas proveniências, a título de exemplo, para membranas com a mesma espessura (5 $\mu$ m), a ref<sup>a</sup>.13581 FP40 (61,42%) com a ref<sup>a</sup>.13585 UM (52,57%) verifica-se uma variação de cerca de 14%.

Tabela 9: Valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação obtidos das diferentes membranas estudadas

Membranas	Ref <sup>a</sup> .13581 FP40	Ref <sup>a</sup> .13586 UM	Ref <sup>a</sup> .13583 UM	Ref <sup>a</sup> .13584 FP380	Membrana FP40
Média	61,42	65,25	52,57	58,84	96,82
Desvio Padrão	1,73	1,64	0,46	0,55	1,25
Coeficiente de Variação	2,81	2,52	0,88	0,93	1,29

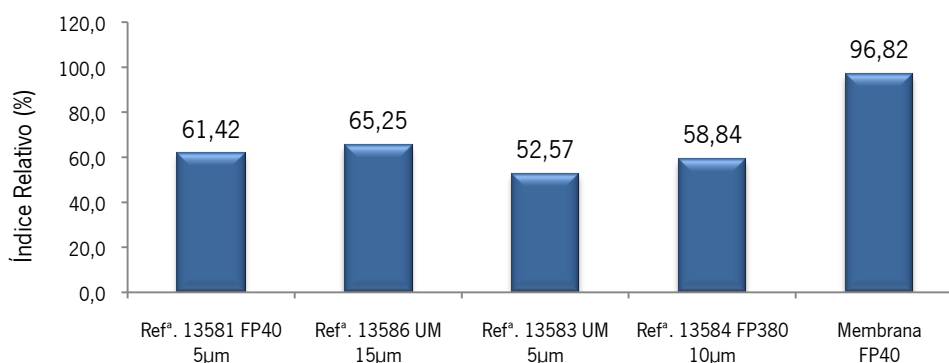
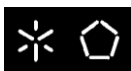


Gráfico 5: Resultados da permeabilidade ao vapor de água das diversas membranas

Quando testada, a membrana sem a pele de cortiça apresenta um valor bastante elevado (96,82%), confirmando a permeabilidade/respirabilidade da membrana e também que ao ser laminada com a pele de cortiça perde entre 44,25% a 31,57% da permeabilidade.

A membrana selecionada para garantir uma boa respirabilidade do material foi a com a ref.<sup>a</sup>.13581 FP40 5µm, sendo a espessura desse laminado de 0,62 mm.

### Estudo da permeabilidade ao vapor de água a tetra e trilaminados

Numa fase posterior foram estudadas diferentes combinações de laminados. A partir dos resultados visíveis na Tabela 10, é possível constatar que o material que apresenta uma melhor permeabilidade ao vapor de água é o trilaminado constituído por pele de cortiça/membrana/malha UM (65,66%).

Tabela 10: Valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação dos vários materiais laminados

Laminados	Pele Cortiça / Membrana / Malha UM	Pele Cortiça / Membrana FP40/ Malha UM	Pele Cortiça / Membrana / Malha UM / Tecido	Pele Cortiça / Membrana FP40 / Malha UM/ Tecido	Pele Cortiça / Membrana / Malha UM / Malha Rib	Pele Cortiça / Membrana / Tecido UM
Média	65,66	59,78	64,23	58,36	14,52	64,71
Desvio Padrão	1,56	1,10	0,98	1,68	0,22	0,58
Coeficiente de Variação	2,38	1,84	1,52	2,88	1,51	0,89

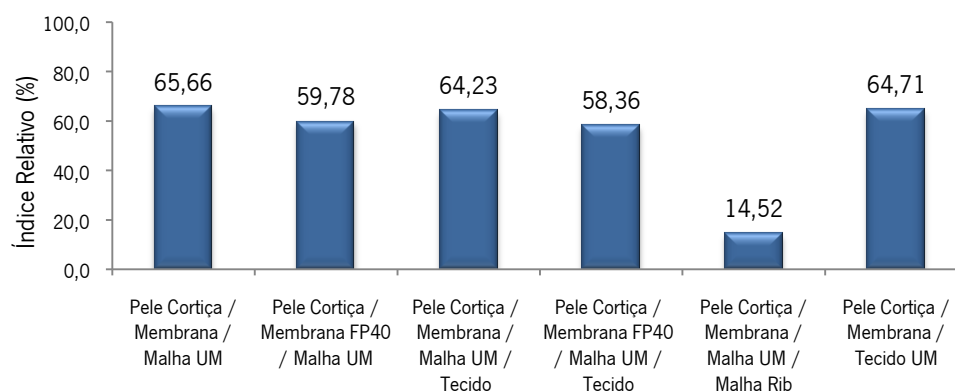
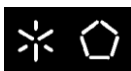


Gráfico 6: Valores obtidos de permeabilidade ao vapor de água dos laminados

O tetralaminado com duas malhas, apesar de aparentemente mais resistente, perde a permeabilidade ao vapor de água (14,52%), como mostra o Gráfico 6. A malha jersey que foi colada por prensagem apresentava uma elevada quantidade de cola, o que possivelmente funcionou como um filme não poroso, isto é, impediu a passagem do vapor de água, retirando a respirabilidade e desde logo foi um material excluído deste estudo, no entanto é um material interessante para ser utilizado por exemplo em marroquinaria (malas, acessórios, etc.) onde esta propriedade não é crucial, mas onde a flexibilidade é mais importante.

### Estudo da permeabilidade ao vapor de água a tetra e trilaminados estampados

Através do processo de estamparia convencional é normal obter materiais com um design mais atrativo e aplicar diferentes motivos com várias cores, possibilitando projetar calçado e vestuário personalizado e de valor acrescentado.

O processo de estamparia convencional por si só não influencia na permeabilidade ao vapor de água dos materiais analisados. No entanto, verificou-se (Tabela 11) que a pele de cortiça estampada por sublimação (79,2%) quando comparada com a pele de cortiça (Tabela 8 - 74,04%) aumenta a permeabilidade ao vapor de água, o que significa que provavelmente o processo de laminação leva a um certo estiramento da pele de cortiça.

Tabela 11: Valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação dos diferentes materiais

Laminados	Pele Cortiça / Membrana Estampada (Filme)	Pele Cortiça Estampada (Sublimação)	Pele Cortiça / Membrana Estampada (Filme) / Malha Coltec	Pele Cortiça Estampada (Pigmentária) / Malha UM	Pele Cortiça / Membrana Estampada (Superficial) / Malha UM	Pele Cortiça / Membrana Estampada (Superficial) / Tecido Sarja Ref. 200SF0201
Média	9,62	79,2	14,94	66,63	54,11	56,93
Desvio Padrão	0,15	3,23	0,11	0,90	0,13	2,76
Coeficiente de Variação	1,57	4,08	0,72	1,35	0,24	4,84

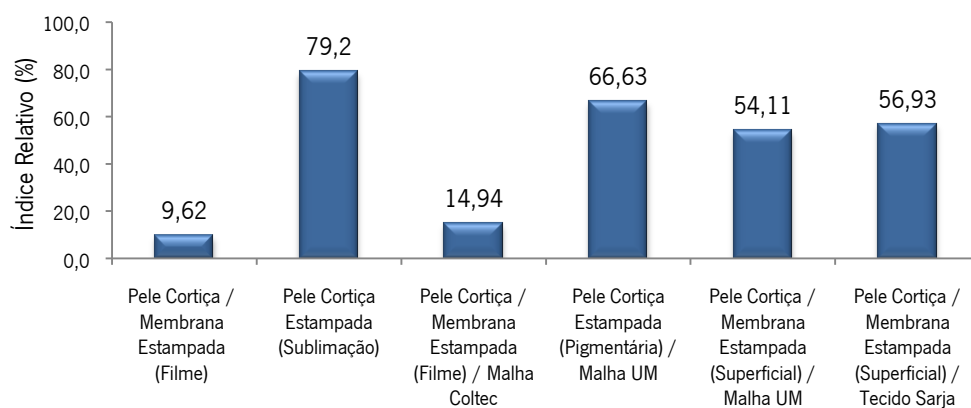
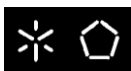


Gráfico 7: Resultados de permeabilidade para diferentes laminados estampados

Como já tinha sido verificado no Gráfico 4, as amostras laminadas pelo processo de laminação inicial da Coltec (filme/adesivo) não apresentam permeabilidade ao vapor de água, independentemente de serem só pele de cortiça/membrana (Tabela 8 - 9,05%), pele de cortiça/membrana estampada (9,62%) ou o trilaminado pele de cortiça/membrana estampada/malha teia (14,94%).

No que concerne ao processo de estamparia pigmentária, este não representa nenhum problema de aplicação e o laminado constituído por pele de cortiça estampada (estamparia convencional) /malha tem boa permeabilidade ao vapor de água (66,63%). Assim como, os laminados com membrana e tecido de sarja mantêm uma permeabilidade favorável (56,93%).

### Estudo da permeabilidade ao vapor de água dos tecidos com debuxo diferente

Por último, efetuou-se o teste da permeabilidade ao vapor de água de diferentes tecidos (fornecidos pela empresa Coltec) com a finalidade de apurar o ideal para ser aplicado no interior do trilaminado e apto para ser submetido a acabamentos funcionais. A Tabela 12 apresenta os resultados de permeabilidade ao vapor de água obtidos.

Tabela 12: Valores médios adquiridos dos diferentes tecidos

Tecidos	Sarja Ref <sup>o</sup> .200SF0201	Tafetá Ref <sup>o</sup> .105TS0206	Sarja Ref <sup>o</sup> .200SF0501	Tafetá Ref <sup>o</sup> .100TL0201	Tafetá Ref <sup>o</sup> .105TS0506
Média	98,09	100,00	94,72	95,59	100,00
Desvio Padrão	0,99	0,33	0,27	2,93	1,36
Coefficiente de Variação	1,01	0,32	0,28	3,06	1,36

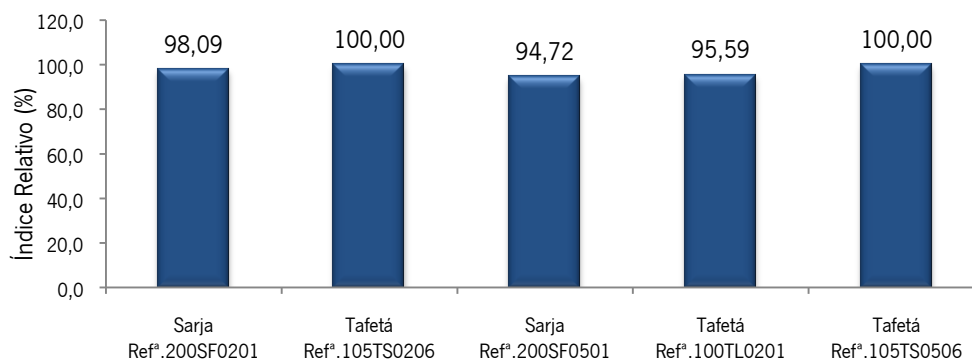
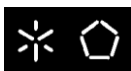


Gráfico 8: Resultados obtidos do índice relativo (%) de permeabilidade nos tecidos

Confirma-se Gráfico 8, a excelente permeabilidade ao vapor de água ( $\approx 100\%$ ) de todos os tecidos estudados, independentemente da sua estrutura/debuxo.

### Estudo da permeabilidade ao vapor de água dos protótipos finais a tetra e trilaminados estampados

Por último, na Tabela 13 é possível verificar que o laminado pele de cortiça/membrana FP40/tecido sarja é o que apresenta uma permeabilidade ao vapor de água melhor (55,75%), assim como um menor coeficiente de variação, podendo assim, e no que diz respeito a esta propriedade, ser utilizado em substituição do couro (Tabela 8).

Tabela 13: Valores médios referentes ao trilaminado constituído por pele de cortiça/membrana/tecido

Trilaminados	Pele Cortiça/Membrana FP40/Tecido Sarja	Pele Cortiça/Membrana FP40/Tecido Tafetá
Média	55,75	46,60
Desvio Padrão	0,74	1,05
Coeficiente de Variação	1,32	2,25

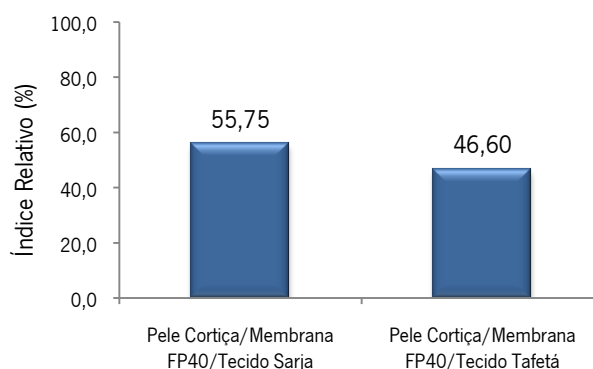
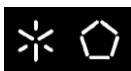


Gráfico 9: Valores médios obtidos para a permeabilidade ao vapor de água do laminado selecionado





Comparando os valores obtidos dos dois trilaminados, Gráfico 9, é visível uma diferença de cerca de 10%, não se verificando uma diferença tão acentuada (cerca de 2%) entre os dois tecidos (sarja e tafetá) antes da laminação, afirmando-se mais uma vez que o processo de laminação (não uniforme) altera a permeabilidade ao vapor de água, mesmo tratando-se de uma laminação por pontos para permitir a respirabilidade.

#### 4.1.2 Permeabilidade ao Ar

##### Estudo da permeabilidade ao ar de diversos materiais

Os resultados médios<sup>8</sup> obtidos, Tabela 14, representam os valores de permeabilidade ao ar, expressos em L/m<sup>2</sup>/s para os diferentes materiais. Realizaram-se 10 ensaios por material e as condições de ensaio foram as seguintes:

- Área de medida utilizada – 20 cm<sup>2</sup>;
- Pressão - 200 Pascal (Pa).

Tabela 14: Valores médios obtidos para o couro em comparação com diferentes materiais.

	Couro 1	Couro 2	Couro 3	Napa	Aglomerado de Cortiça	Pele de Cortiça	Pele Cortiça Estampada / Malha UM
Média	0,75	0,65	0,78	0,56	61,61	232,00	248,80
Desvio Padrão	0,04	0,02	0,07	0,00	5,63	99,44	10,05
Coefficiente de Variação	5,64	3,49	8,86	0,25	9,14	42,86	4,04

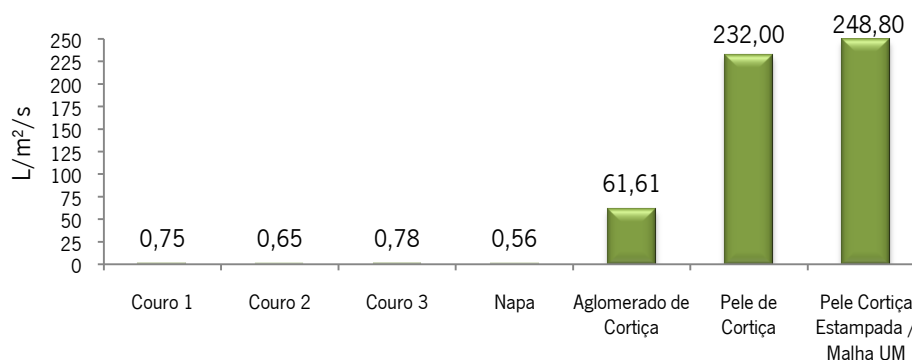


Gráfico 10: Resultados obtidos para a permeabilidade ao ar dos diferentes materiais

Constatou-se pela análise pelo Gráfico 10 que o couro apresenta uma permeabilidade ao ar muito próxima de zero, contrariamente à pele de cortiça que confere uma elevada passagem de ar. De notar ainda que a pele de cortiça estampada/malha mantém uma elevada permeabilidade ao ar.

<sup>8</sup> Os cálculos efetuados para a obtenção dos valores médios para a permeabilidade ao ar (Gráficos 10,11 e 12) encontram-se no Apêndice 2.



### Estudo da permeabilidade ao ar dos tecidos com debuxo diferente

A Tabela 15 apresenta os resultados obtidos de permeabilidade ao ar para os diferentes tecidos, ficou patente da análise destes resultados que os tecidos com estrutura tafetá apresentam uma permeabilidade ao ar bastante mais elevada que os tecidos de sarja, Gráfico 11.

Tabela 15: Resultados obtidos da média, desvio padrão e coeficiente de variação dos diferentes tecidos estudados.

Tecidos	Sarja Refª.200SF0201	Tafetá Refª.105TS0206	Sarja Refª.200SF0501	Tafetá Refª.100TL0201	Tafetá Refª.105TS0506
Média	69,73	682,10	151,30	741,50	681,10
Desvio Padrão	3,82	15,13	6,00	28,16	32,03
Coeficiente de Variação	5,48	2,22	3,97	3,80	4,70

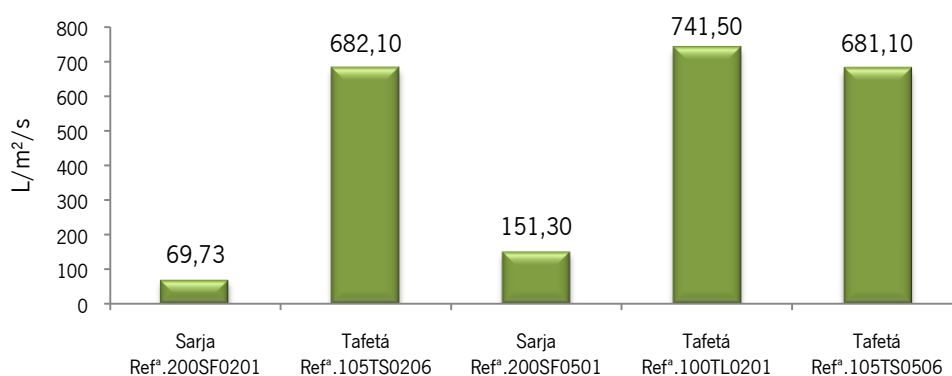


Gráfico 11: Resultados da permeabilidade ao ar em tecidos com debuxo diferente

### Estudo da permeabilidade ao ar a diferentes laminados

A Tabela 16 e o Gráfico 12 evidenciam os resultados obtidos de permeabilidade ao ar de diferentes laminados, observa-se uma passagem de ar quase nula. No que concerne ao trilaminado de pele de cortiça /membrana estampada (filme) /malha que apresenta um valor de 4,62 L/m²/s provavelmente o que aconteceu foi uma degradação da membrana quando realizado o processo de laminação (filme).

Tabela 16: Valores médios resultantes dos diversos laminados

Laminados	Pele Cortiça / Membrana (Filme)	Pele Cortiça / Membrana Estampada (Filme)	Pele Cortiça / Membrana Estampada (Filme) / Malha UM	Pele Cortiça / Membrana / Malha UM / Tecido UM	Pele Cortiça / Membrana FP40 / Tecido Sarja
Média	0,55	0,73	4,62	0,67	0,57
Desvio Padrão	0,00	0,08	0,17	0,02	0,01
Coeficiente de Variação	0,79	10,50	3,68	2,76	2,47

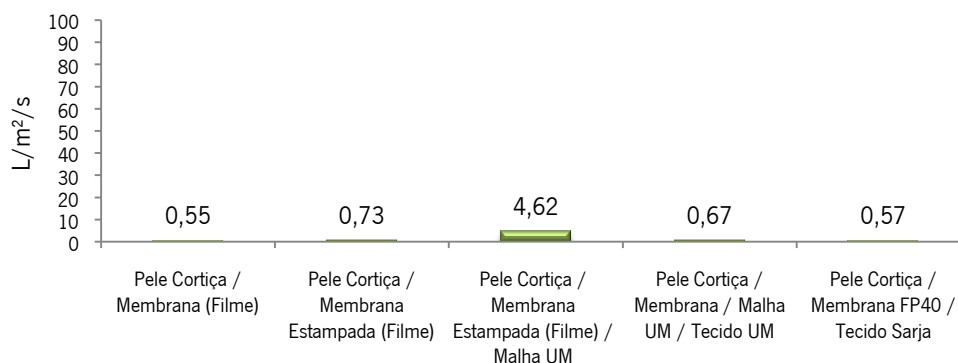
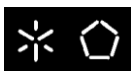


Gráfico 12: Valores resultantes da permeabilidade ao ar dos diferentes laminados

O trilaminado constituído pela pele de cortiça/membrana FP40/tecido sarja obteve um resultado (0,57) equivalente ao couro (Tabela 21 –  $\approx 0,73$ ).

#### 4.1.3 Avaliação das Propriedades Térmicas

A Tabela 17 apresenta os resultados obtidos das diferentes propriedades avaliadas no aparelho Alambeta, sendo efetuada a média de 5 ensaios por material<sup>9</sup>, de acordo com a Norma.

Neste estudo, a condutividade térmica ( $\lambda$ ) e a resistência térmica dos materiais são muito importantes, estando diretamente ligadas ao conforto do utilizador. O isolamento térmico dos materiais é uma propriedade intrínseca, que é independente das condições externas, ambientais ou do corpo e representa a resistência à transferência de calor entre a pele e o exterior do material.

A taxa de transferência de calor através dos materiais é feita por condução, que depende da área de superfície ( $m^2$ ), do gradiente de temperatura ( $^{\circ}C$ ) entre as duas faces do material e da condutividade térmica. A resistência térmica dos materiais é inversamente proporcional à condutividade térmica.

Tabela 17: Resultados das propriedades analisadas no aparelho Alambeta dos vários materiais

Materiais	Condutividade Térmica ( $\lambda$ ) $10^3$ $W m^{-1} K^{-1}$	Difusão Térmica (a) $10^6 m^2/s$	Absortividade Térmica (b)	Resistência Térmica (r) $10^3$ $m^2 \cdot K W^{-1}$	Espessura (h) mm
Couro 1	84,60	0,09	291,4	18,92	1,60
Couro 2	61,14	0,07	230,8	21,24	1,30
Couro 3	64,94	0,09	224,6	24,70	1,60
Napa	44,60	0,10	138,4	22,24	0,99

<sup>9</sup> Todos os cálculos efetuados para avaliação das propriedades térmicas (Tabela 24) são apresentados no Apêndice 3.



Aglomerado Cortiça	41,54	0,18	98,84	54,36	2,26
Pele de Cortiça	39,28	0,16	111,1	11,34	0,45
Pele Cortiça / Membrana (Filme)	45,94	0,07	175,8	11,42	0,52
Pele Cortiça / Membrana Estampada (Filme)	46,12	0,07	166,2	16,20	0,73
Pele Cortiça Estampada (Sublimação)	35,32	0,14	96,24	14,56	0,51
Pele Cortiça Estampada (Pigmentária) / Malha UM	41,14	0,13	115,8	16,50	0,68
Pele Cortiça / Membrana Estampada (Filme) / Malha Coltec	41,96	0,10	130,6	20,50	0,86
Pele Cortiça / Membrana / Malha UM / Tecido UM	53,34	0,16	136,2	26,00	1,38
Pele Cortiça / Membrana / Malha UM / Malha Rib	52,68	0,14	143,2	27,28	1,44
(Tecidos Tafetá) Ref <sup>a</sup> .100TL0201	41,84	0,09	140	9,10	0,38
Ref <sup>a</sup> .105TS0206	39,78	0,14	106	20,0	0,79
Ref <sup>a</sup> .105TS0506	40,24	0,15	103,2	22,9	0,92
(Tecidos Sarja) Ref <sup>a</sup> .200SF0201	50,62	0,14	135,4	10,22	0,52
Ref <sup>a</sup> .200SF0501	50,32	0,14	137,6	11,52	0,58
Pele Cortiça / Membrana FP40 / Tecido Tafetá	48,46	0,16	123,4	15,52	0,75
Pele Cortiça / Membrana FP40 / Tecido Sarja	49,04	0,14	133,8	17,54	0,85

Nos resultados obtidos referentes à condutividade térmica e à resistência térmica conclui-se que a pele de cortiça e mesmo o trilaminado (pele de cortiça/membrana FP40/tecido) têm um menor valor de condutividade térmica e uma menor resistência térmica quando comparado com o couro.

Os resultados revelaram que ao aumentar a condutividade térmica, a resistência térmica também aumenta. Esta pode ser explicada pela diferença na espessura do material. A relação inversa entre condutividade térmica e resistência térmica, tem de ter em conta a seguinte fórmula,  $R = h / \lambda$ , onde R - resistência térmica, h - espessura e  $\lambda$  - condutividade térmica.

Em forma de conclusão, a resistência térmica do trilaminado tem um valor (17,54) semelhante quando comparado com o couro 1 (18,92), o que significa que se obteve um material, que para uma mesma espessura terá um comportamento análogo, conseqüentemente um efeito de termorregulação.

#### 4.1.4 Avaliação das Propriedades de Tração

Os ensaios de resistência à tração a que foram submetidos os diversos materiais foram realizados segundo a Norma ASTM D 5035, no sentido longitudinal (L) e no sentido transversal (T), as condições de ensaio foram as seguintes:

- Velocidade 100 mm/minuto;
- A Pré-tensão é variável em função da massa por unidade de superfície.

Foram efetuadas dez medições para cada material, cinco no sentido da trama e cinco no sentido da teia.

#### Estudo da resistência à tração de diversos materiais

Os Gráficos 13 e 14 apresentam os resultados totais obtidos da força de rotura (N) e da extensão (%), respetivamente, em que é visível a diferença existente entre o couro, a pele de cortiça e os laminados constituídos por pele de cortiça/membrana<sup>10</sup>.

Os ensaios indicam o valor de rebentamento dos diferentes laminados e constatou-se que o laminado com a Ref<sup>a</sup>.13586 UM é o que apresenta uma maior força de rotura. Contudo, apresentam uma força de rotura inferior ao couro e à pele de cortiça. Estes primeiros ensaios de resistência à tração, ao couro e à pele de cortiça, foram efetuados apenas a um provete para cada estudo.

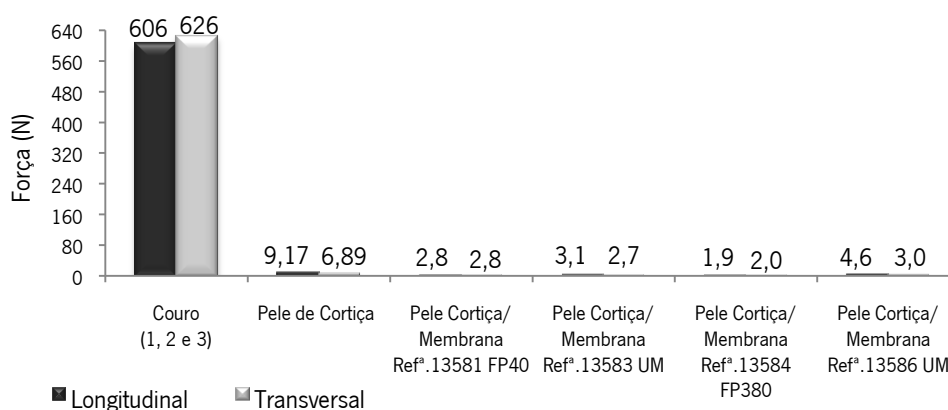


Gráfico 13: Resultados obtidos da força de rotura média dos diferentes materiais e laminados

No que concerne à extensão (%), Gráfico 14, o laminado com a Ref<sup>a</sup>.13583 UM é o que apresenta melhores resultados, sendo também de salientar que não existe uma disparidade de valores (longitudinal e transversal), o que já não acontece nos outros laminados.

<sup>10</sup> Os valores resultantes (Gráfico 13 e 14) dos ensaios e os respetivos gráficos com as curvas encontram-se no Apêndice 4.

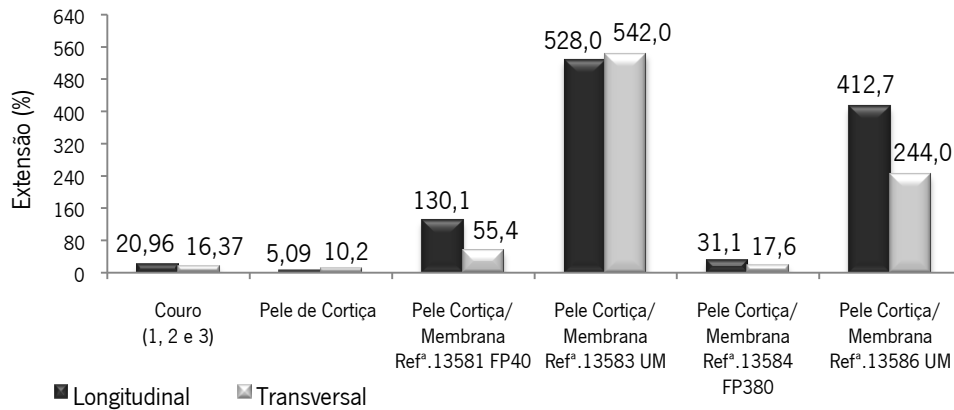


Gráfico 14: Valores resultantes da extensão dos diferentes materiais e laminados

### Gráfico da tensão versus deformação da membrana com a refª13583 UM

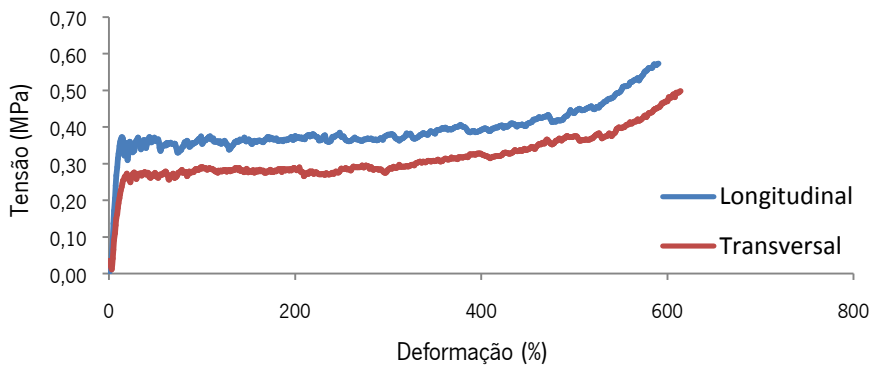


Gráfico 15: Resultado obtido da tensão vs deformação da membrana com a refª13583 UM

No Gráfico 15 é visível a curva resultante da tensão versus deformação para a membrana com a Refª13583 UM. Este gráfico apresenta um aspeto típico de um material polimérico de elevada elasticidade com uma deformação de geralmente 600%, longitudinalmente e transversalmente. Os gráficos, com as curvas das restantes membranas, podem ser consultados no Apêndice 4.

### Estudo da resistência à tração de diversos laminados

Os Gráficos 16 e 17 exibem a diferença entre materiais laminados, em termos de força de rotura (N) e extensão (%). Estes resultados<sup>11</sup> são preliminares e inicialmente só se mediu a força e a extensão no sentido longitudinal dos tetralaminados, tendo-se constatado que os materiais constituídos com um tecido apresentam uma força de tração maior.

A pele de cortiça tem pouca resistência (Gráfico 13 - Long. 9,17 N e Trans. 6,89 N), assim sendo, para se obter um material laminado que fosse mais resistente, de forma a ser capaz de

<sup>11</sup> Os valores resultantes (Gráficos 16 e 17) dos ensaios e os gráficos com as curvas força/alongamento apresentam-se no Apêndice 4.

substituir o couro, este material terá de ser forrado com um substrato têxtil para lhe conferir uma elevada resistência à tração.

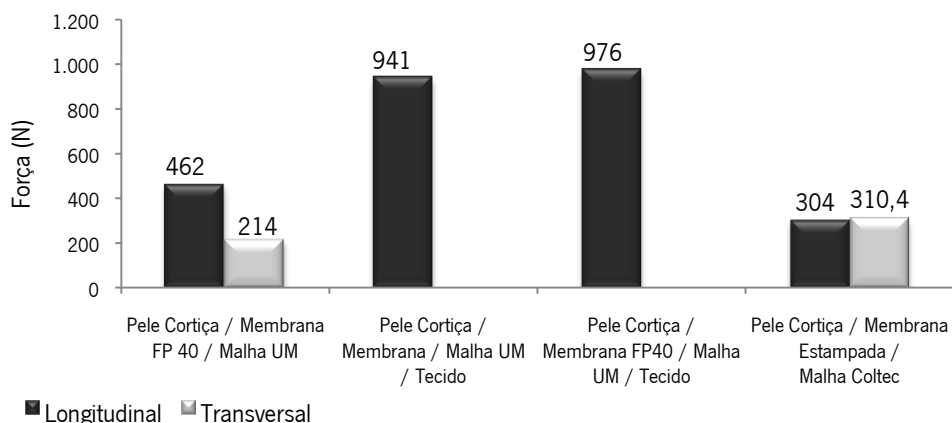


Gráfico 16: Resultados obtidos da força de rotura (N) de diferentes laminados

No Gráfico 17, verifica-se que os trilaminados apresentam uma maior extensão (%) quando comparados com os tetralaminados, o que pode ser explicado pelos tecidos retiram a possibilidade dos materiais terem uma elasticidade elevada.

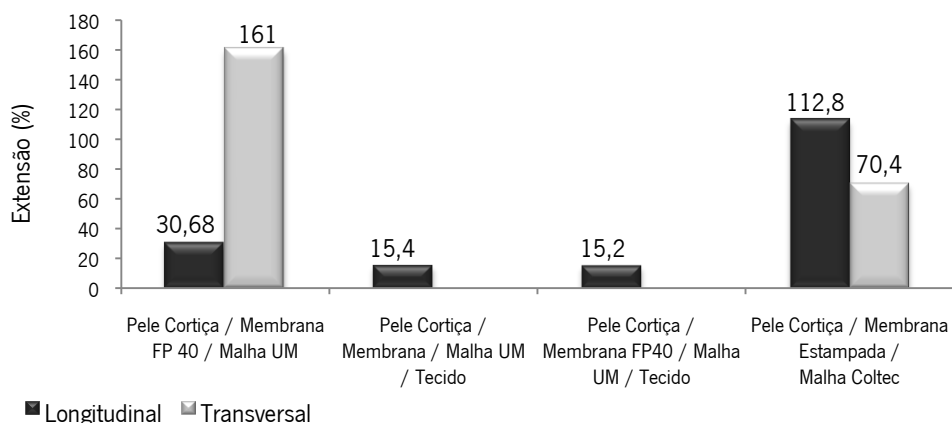


Gráfico 17: Valores resultantes da extensão (%) para os diferentes laminados

### Estudo da resistência à tração de um tetralaminado

Os ensaios foram efetuados num tetralaminado, Gráfico 18, com o intuito de determinar o valor da força e da extensão a partir do qual a pele de cortiça começa a desagregar-se. Foram, efetuados ensaios em que se levaram os diversos provetes às extensões compreendidas entre 8 a 20 mm. As amostras após terem sido submetidas a estas extensões não foram observadas quaisquer desagregações nas partículas de cortiça que constituem a pele.

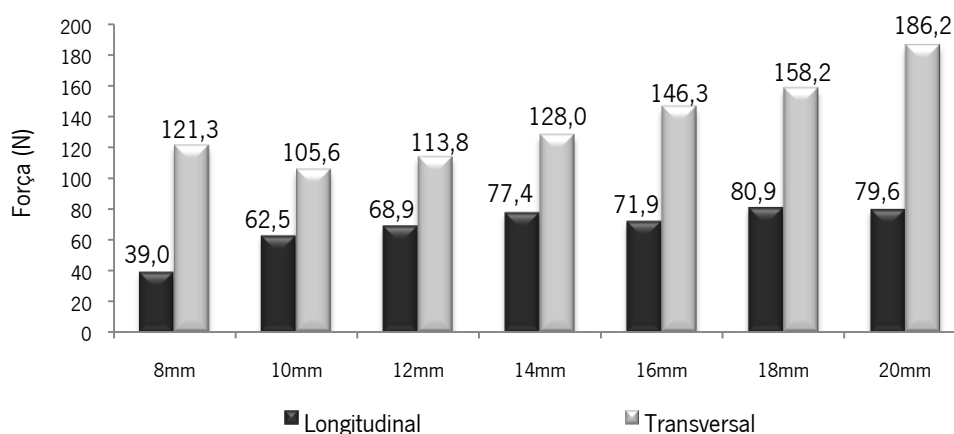
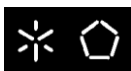


Gráfico 18: Valores resultantes da força de rotura versus alongamento

Verificou-se que o tetralaminado constituído por pele de cortiça/membrana/malha UM/malha rib, até uma extensão de 20 mm (10%), não sofre qualquer alteração, isto é, visivelmente não se deteta nenhuma desagregação da cortiça, não sendo visível nenhum dano no material. Foram realizados vídeos ilustrativos e os gráficos com as curvas força/alongamento que podem ser consultados no Apêndice 4.

#### Estudo da resistência à tração dos tecidos com debuxos diferentes

De seguida, foram realizados dez ensaios para cada um dos tecidos estudados, nas direções da trama e da teia respetivamente. Os testes foram conduzidos a uma velocidade de 100 mm/min e com uma pré-tensão de 5 N.

Tabela 18: Resultado dos ensaios de tração aos tecidos

Tecidos		Ref. <sup>a</sup> . 200SF0201	Ref. <sup>a</sup> . 105TS0206	Ref. <sup>a</sup> . 200SF0501	Ref. <sup>a</sup> . 100TL0201	Ref. <sup>a</sup> . 105TS0506
Força de Rotura (N)	Longitudinal (Teia)	1271,4	412,3	938,6	548,8	459,6
	Transversal (Trama)	524,8	286,2	372,4	578,4	357,0
Extensão (%)	Longitudinal (Teia)	10,57	7,27	13,36	7,34	9,94
	Transversal (Trama)	11,32	5,32	8,34	9,20	6,23

Em resultado dos ensaios realizados, como se pode observar na Tabela 18, foram selecionados dois tecidos diferentes para dar continuidade ao estudo. A seleção destes tecidos é fundamentada pela elevada força de tração obtida, valores aproximados ao couro, e também pela extensão ser inferior aos valores em que se verifica desagregação da pele de cortiça.



O Gráfico 19 representa a força de rotura desses dois tecidos com estruturas diferentes, sarja e tafetá, respetivamente, no sentido da teia e da trama.

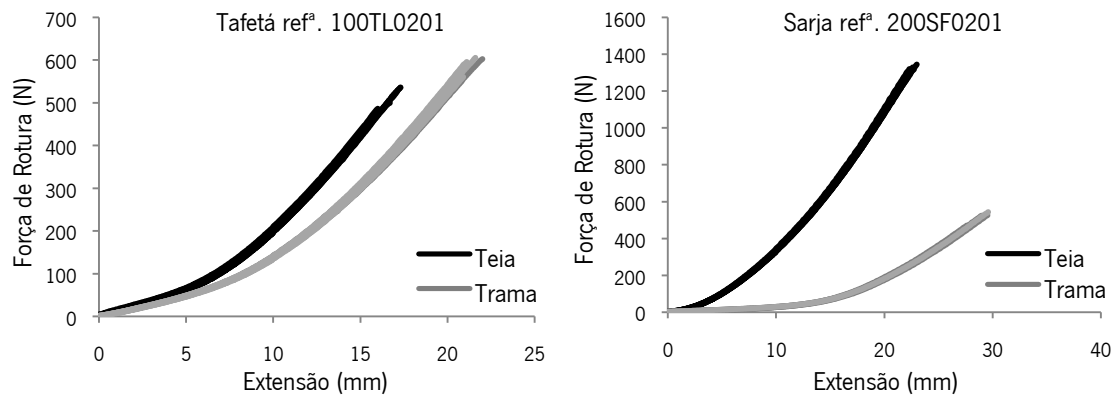


Gráfico 19: Resultado obtido da força de rotura versus extensão do tecido a) sarja refª200SF0201 e b) tafetá refª100TL0201

### Estudo da resistência à tração dos trilaminados

O trilaminado constituído por pele de cortiça/membrana/tecido sarja é o que apresenta melhores resultados de força de rotura, com 1243,2N à teia e 399,2N à trama, perceptível no Gráfico 20.

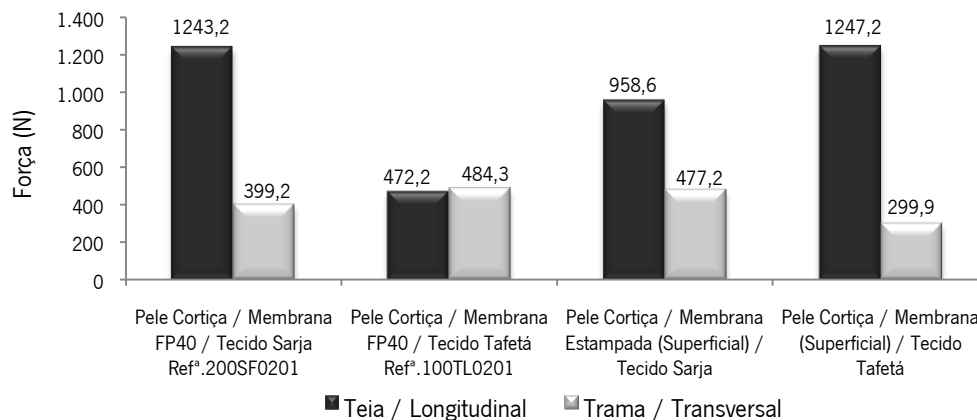


Gráfico 20: Resultados obtidos da força de rotura dos trilaminados

Constata-se, no Gráfico 21, que também na extensão, o trilaminado constituído por pele de cortiça/membrana/tecido sarja é o que apresenta o melhor conjunto de resultados, uma elevada extensão do trilaminado sem serem observados danos no material.

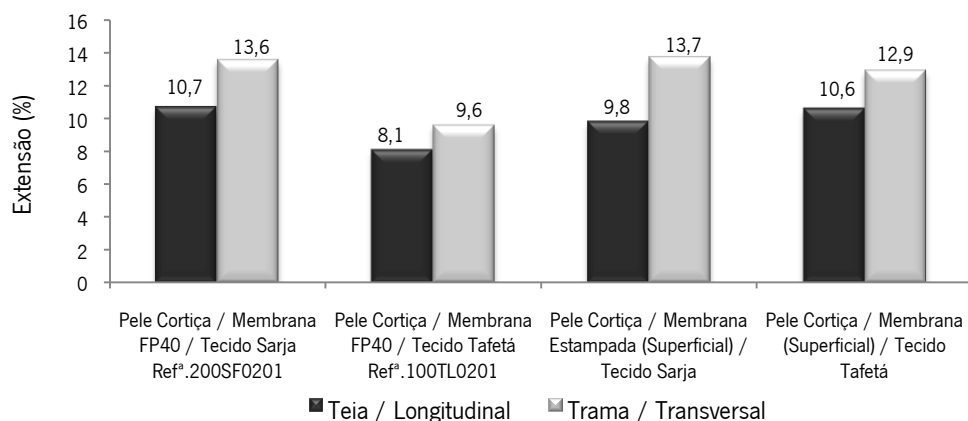
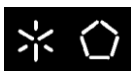


Gráfico 21: Resultados obtidos da extensão dos trilaminados

O Gráfico 22 mostra o comportamento da curva, força de rotura (N) versus extensão (mm) do trilaminado constituído por pele cortiça/membrana FP40/tecido sarja<sup>12</sup>.

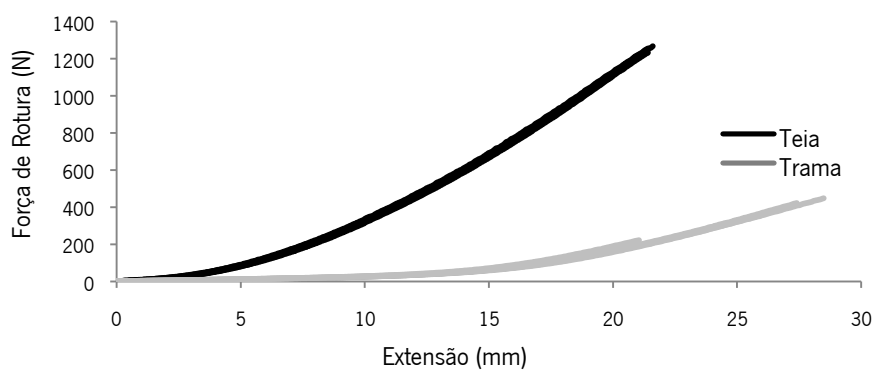


Gráfico 22: Curva força de rotura versus extensão do trilaminado

## Conclusão de resultados

Tabela 19: Síntese dos resultados da resistência à tração dos diversos materiais e laminados

		Couro (1,2 e 3)	Pele de Cortiça	Malha UM	Tecido Sarja Ref <sup>o</sup> . 200SF0201	Tecido Tafetá Ref <sup>o</sup> . 100TL0201	Pele de Cortiça / Membrana FP40 / Malha UM	Pele de Cortiça / Membrana FP40 / Tecido Sarja Ref <sup>o</sup> . 200SF0201	Pele de Cortiça / Membrana FP40 / Tecido Tafetá Ref <sup>o</sup> . 100TL0201
Força de Rotura (N)	Longitudinal / Teia / Colunas	606	9,2	498,4	1271,4	548,8	462	1243,2	472,2
	Transversal / Trama / Fileiras	626	6,9	191,1	524,8	578,4	214	399,2	484,3
Extensão (%)	Longitudinal / Teia / Colunas	20,7	5,1	26,1	10,6	7,3	30,7	10,7	8,1
	Transversal / Trama / Fileiras	16,4	10,2	91,4	11,3	9,2	161	13,6	9,6

<sup>12</sup> As curvas força/extensão para os outros trilaminados (Gráfico 20 e 21) são apresentadas no Apêndice 4.

A Tabela 19 mostra uma síntese de resultados, observa-se que o tecido com estrutura de sarja (ref<sup>a</sup>.200SF0201) possui maior resistência que as malhas e os tecidos escolhidos com estrutura de tafetá. Também é possível verificar que o couro pode ser substituído pelo trilaminado, no que diz respeito a esta propriedade de resistência à tração, o trilaminado apresenta valores muito bons quando comparados com o couro, exceção feita em termos de extensibilidade do material.

#### 4.1.5 Resistência à Abrasão e Formação de Borboto dos Substratos Têxteis

Na avaliação da resistência à abrasão foram testados provetes de cada tecido de acordo com a Norma ASTM D 4970 - 89 (2007).

Quanto à pilosidade na superfície e/ou formação de borboto, as amostras foram avaliadas em intervalos de 5000 ciclos, de acordo com a Norma, e estimadas numa escala de 1 (muito borboto) até 5 (sem formação de borboto).



Figura 32: Imagens resultantes dos ensaios de resistência à abrasão dos tecidos  
Fonte: Autora

Concluiu-se que o tecido de sarja é o mais resistente à abrasão, visível na Figura 32, após 61000 ciclos sendo o seu aspeto superior ao tecido de tafetá, pois este rompeu findos 31000 ciclos.

O Gráfico 23 representa a perda de peso ao longo do aumento do n<sup>o</sup> de ciclos do tecido de sarja. Nota-se que à medida que aumenta o número de ciclos aumenta o desgaste do tecido. A perda de peso é em torno dos 5%, onde a correlação é muito elevada (98%).

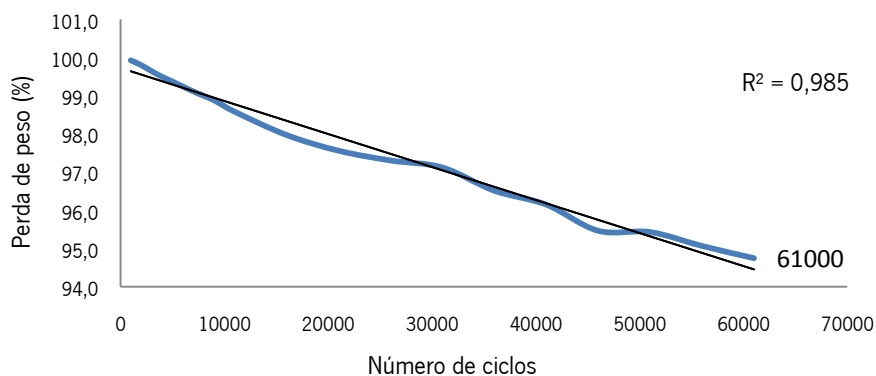
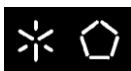


Gráfico 23: Curva resultante da tendência de perda de massa versus número de ciclos para o tecido sarja

No que concerne ao aparecimento de fibras soltas na superfície e à formação de borboto, constatou-se que os dois tecidos apresentam uma boa resistência. Os provetes foram avaliados como é visível na Figura 33.

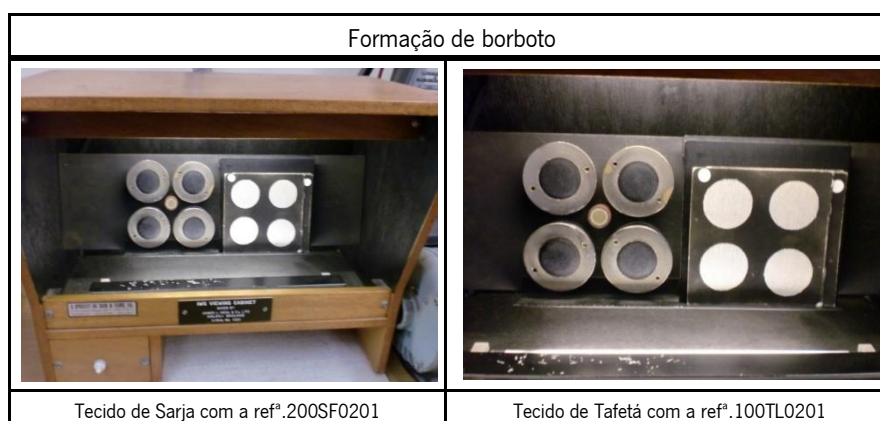


Figura 33: Resultados obtidos da abrasão nos diferentes tecidos  
Fonte: Autora

De salientar a pouca ou quase nula formação de borboto em tecidos 100% CO no decorrer destes ensaios. Sendo que, os tecidos estudados foram classificados com grau 5, ou seja, sem formação de borboto.

#### 4.1.7 Ângulo de Contato e Energia de Superfície

Com o goniómetro analisou-se a hidrofiliidade dos tecidos após estes serem sujeitos ao tratamento plasmático. Foram usados os seguintes parâmetros para o tratamento plasmático:

- Velocidade – 4 m/min;
- Potência de descarga – 1000 W;
- Número de passagens (em cada lado do tecido) – 2, 4 e 6 passagens, respetivamente.

### Ângulo de Contato Estático

Verifica-se através da medição do ângulo de contato estático que ocorreram modificações superficiais após o tratamento plasmático, uma vez que o ângulo de contato diminui à medida que a dosagem aumenta ( $72,02^\circ - 0^\circ$ ).

O Gráfico 24 demonstra o elevado ângulo de contato nas amostras com acabamento, isto é o acabamento cria hidrofobicidade ao tecido. Verificando-se também que o tratamento prévio com plasma não beneficia este tipo de acabamento. Salienta-se que, utilizou-se 60 g/L de Bayscent Neutralizer, com uma taxa de expressão de 72%, uma pressão de 2,1 bar e uma velocidade de 0,51 m/min. O processo de cura foi  $140^\circ\text{C}$  durante 3 minutos.

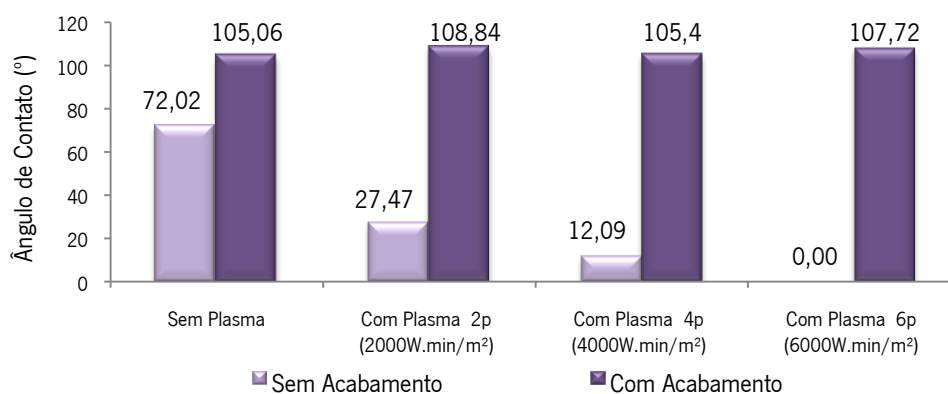


Gráfico 24: Resultado do ângulo de contato no tecido com e sem acabamento

Na Figura 34 pode ser observada a diferença de comportamento existente numa gota de água ao cair sobre a superfície do tecido de uma amostra tratada com plasma sem e com acabamento.

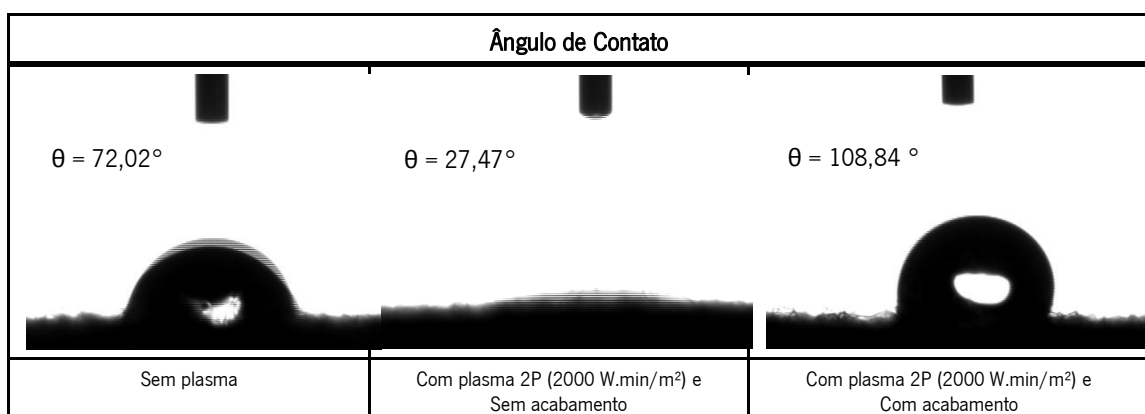


Figura 34: Figuras esclarecedoras da gota de água ao cair na superfície do tecido

Fonte: Autora

Conclui-se que na amostra com acabamento a gota não penetra no tecido ( $\theta = 108,84^\circ$ ) enquanto na amostra sem acabamento a absorção da gota é quase instantânea ( $\theta = 27,47^\circ$ ), o que comprova que o acabamento plasmático torna o tecido hidrofílico e o acabamento anti-odor aplicado à posteriori reverte a situação.

### Ângulo de Contato Dinâmico

No Gráfico 25 é visível o ângulo de contato de uma gota de água, avaliado de forma dinâmica, no tecido de sarja utilizado na parte interior do produto laminado sem tratamento plasma e com tratamento plasma de 2000 e 4000 W.min/m<sup>2</sup>. De realçar que o tratamento plasmático fornece uma boa molhabilidade do tecido, pois na amostra sem tratamento notou-se que a gota demora alguns segundos a penetrar no tecido.

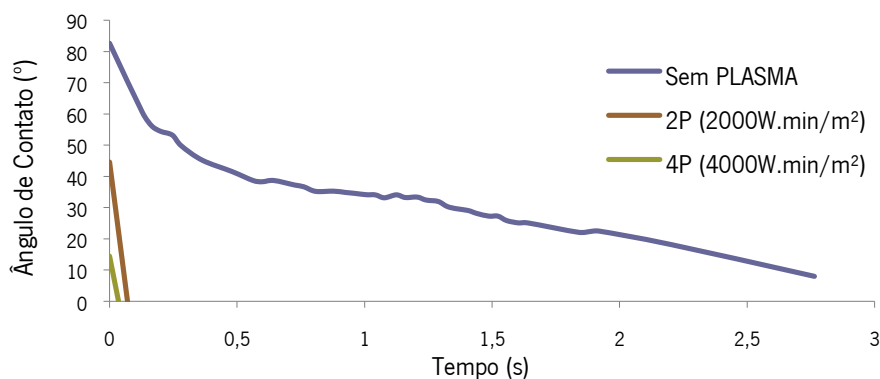


Gráfico 25: Curva resultante da avaliação de forma dinâmica ao tecido

Os resultados evidenciam o aumento da molhabilidade do tecido após o tratamento plasmático, o que pode ser extremamente útil na aplicação de acabamentos funcionais (como por exemplo anti-odor) porque aumentando a absorção do acabamento pela fibra, consequentemente, existirá uma redução do tempo de processo, menos produtos químicos, menos água, redução do dispêndio energético e uma solução amiga do ambiente.

A Tabela 20 indica os resultados obtidos para a amostra de tecido de sarja (ref<sup>a</sup>.200SF0201), com diferentes líquidos, sem o tratamento plasmático e após o tratamento com diferentes dosagens (2000, 4000 e 6000 W.min/m<sup>2</sup>).



Tabela 20: Valores resultantes das diversas medições realizadas no goniómetro

Dosagem	$\theta$ Água (°)	$\theta$ Glicerol (°)	$\theta$ PEG (°)	$\gamma$ (mJ/m <sup>2</sup> )	$\gamma^p$ (mJ/m <sup>2</sup> )	$\gamma^r$ (mJ/m <sup>2</sup> )
Sem Plasma	72,02	124,11	50,31	29,33	3,85	25,48
2000 W.min/m <sup>2</sup>	27,47	107,80	36,28	91,75	1,15	90,6
4000 W.min/m <sup>2</sup>	12,09	101,27	29,81	106,35	1,81	104,53
6000 W.min/m <sup>2</sup>	0	97,14	28,30	109,34	2,3	107,04

Verifica-se um aumento da energia de superfície significativo com o aumento da dosagem plasmática, sendo que este aumento se deve ao aumento da componente polar. Esta componente aumenta de 25,48 mJ/m<sup>2</sup> (dosagem de 2000 W.min/m<sup>2</sup>) para 107,04 mJ/m<sup>2</sup> (dosagem de 6000 W.min/m<sup>2</sup>), comprovando-se desta forma que o aumento da hidrofiliabilidade se deve à criação de novos grupos polares.

#### 4.1.8 Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier

A verificação da modificação dos materiais foi consumada por análise estrutural comparando os espectros obtidos por espectrofotometria de FTIR-ATR. O Gráfico 26 mostra os espectros de FTIR das seguintes amostras: i) substrato têxtil (tecido sem plasma e sem acabamento), ii) tecido sem plasma e com acabamento, iii) com tratamento plasmático (6000 W.min/m<sup>2</sup>) e acabamento e iv) o espectro só do produto de acabamento (anti-odor).

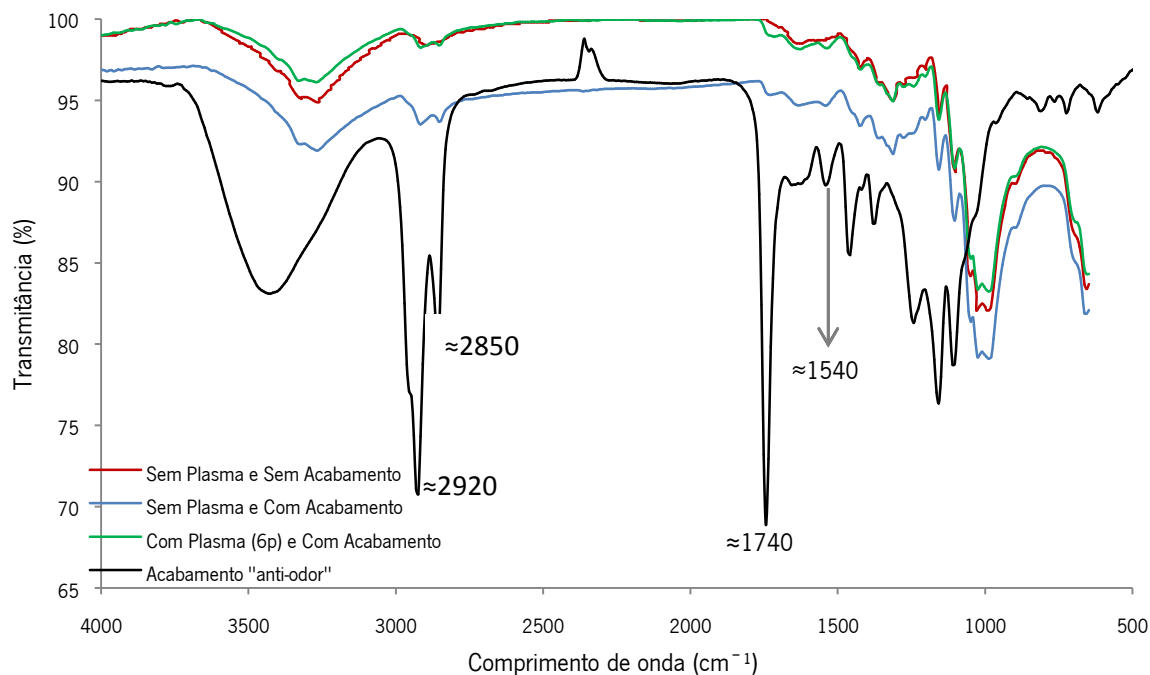


Gráfico 26: Transmittância total atenuada do espectro de infravermelho do tecido de sarja

Constatou-se uma ligeira alteração da intensidade dos picos em alguns grupos químicos, Os espectros FTIR mostram que não há alterações na estrutura química das amostras após o tratamento plasmático (DBD). Por outro lado, é visível que as amostras com acabamento apresentam um aumento na absorção das bandas, em alguns grupos. Os dois maiores picos de vibração ( $2850 - 2920 \text{ cm}^{-1}$ ) representam os grupos  $\text{CH}_2$ , alongamento simétrico e assimétrico respetivamente das ligações C-H dos alcanos ou de alifáticos. A presença de uma banda ( $1740 \text{ cm}^{-1}$ ) pode ser atribuída ao grupo C=O de ésteres (gordura) ou de aldeídos. A banda a  $1540 \text{ cm}^{-1}$  corresponde a uma amida II e pode ser atribuída à extensão do C-N ou da deformação do N-H. Em suma, o produto anti-odor está presente nas amostras que foram submetidas à aplicação do acabamento, contudo deste ensaio não se pode considerar que o efeito plasma é neste caso indutor de uma maior captação de produto.

#### 4.1.9 Solidez à Fricção do estampado

Realizaram-se no crockmeter dois ensaios de solidez à fricção, nomeadamente fricção a seco e a húmido. Após o teste à fricção, no testemunho, não é evidente qualquer manchamento, contudo na fricção a húmido comprova-se um elevado manchamento, Figura 35.



Figura 35: Resultado do teste de solidez à fricção a húmido das amostras estampadas  
Fonte: Autora

Em suma, todas as amostras testadas têm boa solidez à fricção a seco, não havendo manchamento - grau 5, e elevado manchamento à fricção a húmido, grau 1. Concluindo-se que este material estampado por pigmentos, não pode ser utilizado quando sujeito à fricção em meios húmidos, sendo susceptível a manchamentos. Um melhor estudo da aplicação de estampados deve ser levado em conta.



## 4.2 Couro versus Trilaminado de Cortiça

Neste subcapítulo é estabelecida uma relação onde é comparado o couro 1 com o trilaminado de cortiça (Pele de Cortiça/Membrana FP40/Tecido de Sarja), nas diferentes propriedades físicas, respirabilidade, permeabilidade, condutividade térmica e resistência, de forma a ir ao encontro primordial objetivo desta dissertação.

### Resultado da permeabilidade ao vapor de água do couro 1 vs trilaminado de cortiça

No que concerne às propriedades de respirabilidade e permeabilidade, é visível no Gráfico 27 que a permeabilidade ao vapor de água é um pouco mais elevada no couro 1 do que no trilaminado de cortiça, cerca de 5%.

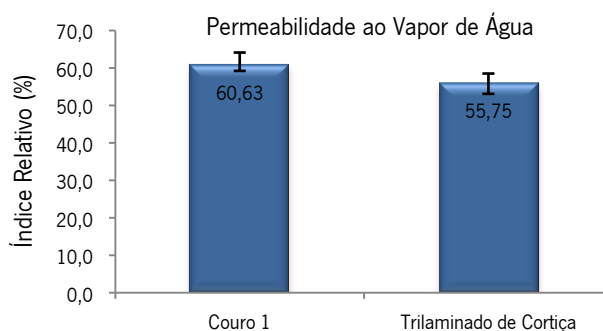


Gráfico 27: Resultado do índice relativo (%) de permeabilidade do couro 1 versus trilaminado de cortiça

### Resultado da permeabilidade ao ar do couro 1 vs trilaminado de cortiça

Em relação à permeabilidade ao ar é possível verificar que o substrato de cortiça laminado apresenta um melhor resultado com uma menor passagem de ar quando comparado com o couro 1.

Tabela 21: Resultado obtido da permeabilidade ao ar para o couro 1 e para o trilaminado de cortiça

Permeabilidade ao Ar (L/m <sup>2</sup> /s)	Couro 1	Trilaminado de Cortiça
Média	0,75	0,57
Desvio padrão	0,04	0,01
Coefficiente de variação	5,64	2,47

Em suma, comparando o couro 1 com o trilaminado de cortiça, observa-se (Gráfico 27 e Tabela 21) que é possível substituir o couro pelo trilaminado, porque apesar de apresentar uma respirabilidade e uma permeabilidade inferior, os resultados são bons para aplicação em calçado/vestuário.

### Resultado da condutividade e resistência térmica do couro 1 vs trilaminado de cortiça

Quanto às propriedades térmicas, o Gráfico 28 (a e b) apresenta os resultados obtidos para a condutividade e para a resistência térmica, respetivamente.

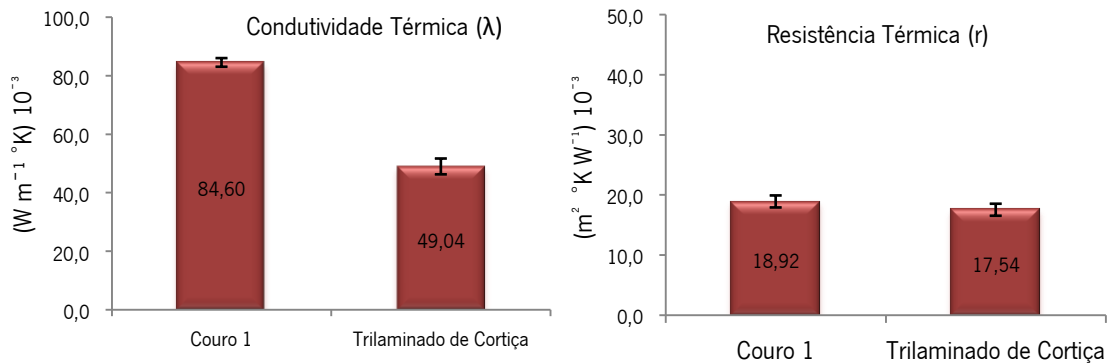


Gráfico 28: Valores médios obtidos de a) condutividade térmica e b) resistência térmica para o couro versus trilaminado de cortiça

O couro 1 e a cortiça laminada estudada exibem uma boa condutividade térmica (84,60 e 49,04) permitindo ao calor fluir, mostrando serem materiais com excelentes propriedades possíveis de ser aplicadas no calçado/vestuário. Os valores de desvio padrão são 3,44 e 2,71, respetivamente. O trilaminado de cortiça possui uma menor resistência térmica (17,54) quando comparado com o couro 1 (18,92), ou seja, apresenta uma melhor condutividade térmica. Os valores do desvio padrão são de 0,56 para o couro e 2,82 para o trilaminado de cortiça.

### Resultado da resistência à tração do couro 1 vs trilaminado de cortiça

A resistência à tração é uma propriedade fulcral, pelo que o Gráfico 29 (a e b) mostra os resultados da força de rotura e do alongamento, respetivamente do couro versus trilaminado de cortiça.

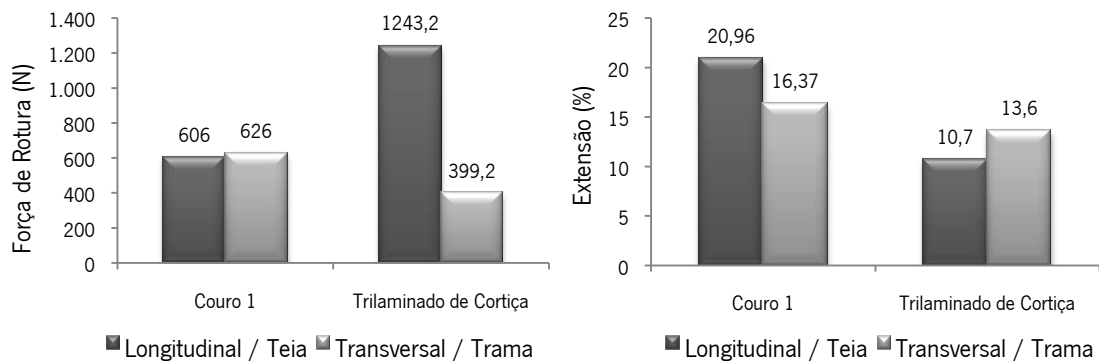
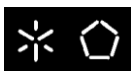


Gráfico 29: Resultados da força de rotura a) e extensão b) do couro e do trilaminado de cortiça



É possível verificar que o substrato de cortiça laminada na direção da teia tem uma resistência à tração superior (51,25%) e na direção da trama inferior (-56,81%) do que o couro. No alongamento é evidente que o material estudado tem uma extensão menor, quando comparado com o couro 1, em ambas as direções, existindo uma maior variação na direção da teia.

### Síntese de resultados

Em suma, a Tabela 22 disponibiliza uma síntese de resultados das diferentes propriedades para diversos materiais, para uma melhor comparação e avaliação final. Conclui-se que os materiais inovadores são comparáveis com o couro e de acordo com os resultados obtidos este pode ser substituído para alguns casos de calçado e de vestuário.

Tabela 22: Principais características de alguns dos materiais estudados

	Couro 1	Pele de Cortiça	Membrana Respirável	Pele de Cortiça/ Membrana FP40/Tecido Sarja	Pele de Cortiça/ Membrana FP40/Tecido Tafetá
Massa por unidade de superfície (gm <sup>-2</sup> )	976	89	-	321	240
Espessura (mm)	1.60	0.47	-	0.85	0.75
Permeabilidade ao vapor de água (%)	60.63	74.04	96.87	55.75	46.60
Resistência térmica (m <sup>2</sup> ·K W <sup>-1</sup> )	0.02	0.01	-	0.02	0.02
Condutividade térmica (W m <sup>-1</sup> K)	0.08	0.04	-	0.05	0.05
Permeabilidade ao ar (L/m <sup>2</sup> /s)	0.75	232.0	0	0.57	-
Força de rotura - Longitudinal/Teia (N)	606	9.17	-	1243.2	472.2
Força de rotura – Transversal /Trama (N)	626	6.89	-	399.2	484.3
Alongamento à rotura - Longitudinal/Teia (%)	20.96	5.09	-	10.70	8.10
Alongamento à rotura - Transversal/Trama (%)	16.40	10.20	-	13.60	9.60

O trilaminado constituído por pele de cortiça/membrana/tecido foi o escolhido, porque ao comparar o tecido com as malhas verifica-se que o tecido é o mais indicado, pois apresenta uma menor elasticidade e não sendo necessária utilização dos quatro materiais. O tecido utilizado no material laminado tem excelentes propriedades evidenciadas em testes de abrasão e borboto.

Neste contexto, afirma-se que o trilaminado de cortiça constituído por pele de cortiça/membrana FP40/tecido de sarja foi o eleito porque apresenta características muito semelhantes às do couro, sendo este possível de utilizar para a confeção de calçado/vestuário. O novo substrato possui respirabilidade, é impermeável, tem muito bom isolamento e a baixa densidade do material inovador é claramente uma vantagem. Uma vez que é composto com um tecido de



sarja, este material tem possibilidade ainda de criar novas oportunidades para a aplicação de tratamentos anti-bacterianos e anti-fungos com o intuito de diminuir a proliferação de microrganismos no calçado. Este novo material laminado pode ser utilizado na indústria.

### **4.3 Inovação / Conceção de Protótipo**

O conceito de inovação é bastante amplo, contudo nesta dissertação, é a exploração com sucesso de novas ideias e na sua aplicação. Os novos materiais foram desenvolvidos numa área que visa o desenvolvimento de calçado diferenciador de elevado valor acrescentado e sustentável.

A cortiça é vista como um material estratégico com enormes potencialidades e múltiplos usos e os novos conhecimentos técnicos associada a uma nova postura por parte do utilizador, apostando nos produtos naturais e ecológicos, permitirá ser uma alternativa aos materiais que hoje em dia são usados na indústria do calçado.

Posto isto, tendo em conta os objetivos deste trabalho e em resposta aos desafios colocados, desenvolveu-se o design concetual de alguns protótipos inovadores (Figuras 36 e 37), especificamente, uma mala, uma saia estampada e dois pares de sapatos (um botim e uma sabrina).

A Figura 36 apresenta uma mala constituída por membrana estampada (filme) / pele de cortiça / malha Coltec, o material utilizado não apresenta qualquer respirabilidade, daí sendo utilizado como matéria-prima para acessórios, em que o ter baixo custo e resistência são características importantes a ter em conta. A saia e os sapatos são constituídos por pele de cortiça estampada/membrana FP40/tecido de sarja. Este material trilaminado é respirável, impermeável, confortável e funcional (acabamento anti-odor no tecido/forro).

### Da Tradição à Inovação



Figura 36: Imagem de a) mala em pele de cortiça/membrana estampada/malha e b) saia em pele de cortiça estampada/membrana/tecido  
Fonte: Autora

O protótipo final, representado na Figura 37, é constituído por pele de cortiça estampada/membrana FP40/tecido de sarja. É respirável, leve e impermeável.

No que concerne à saia e aos sapatos são produtos que apresentam um elevado conforto, funcionalidade e detêm um elevado grau de sustentabilidade quando comparados com os mesmos artigos elaborados com a os materiais tradicionais, couro.



Figura 37: Protótipo final – botim e sabrina em pele de cortiça estampada/membrana FP40/tecido sarja  
Fonte: Autora





## 5. Capítulo V – Conclusões







## **5.1 Conclusão**

Neste trabalho foi realizado um estudo com o intuito de criar e desenvolver um material com pele de cortiça que pudesse substituir o couro em aplicações de calçado/vestuário. Foram selecionados e ensaiados diferentes materiais com potencial de substituição do couro, convencionalmente utilizado no calçado. Uma extensa pesquisa de mercado permitiu concluir que neste momento não existe nenhum material com as características ambicionadas, nomeadamente respirabilidade, que seja capaz de substituir eficazmente o couro. Apesar de a cortiça já estar a ser muito utilizada e haver inúmeras aplicações em calçado/vestuário, esta não tem substituído o couro em calçado que a cada passo dado pelo utilizador esteja sujeito a dobrar.

Atendendo às exigências propostas, no que toca à funcionalidade e ao conforto, delineou-se um trilaminado constituído por pele de cortiça/membrana/tecido. As funcionalidades, inicialmente delineadas e conseguidas no âmbito deste trabalho, estão relacionadas com a obtenção de um material de baixa densidade, com as seguintes características: elevada respirabilidade e permeabilidade ao ar, impermeabilidade à água e anti-odor, criando a possibilidade de se obter um artigo de calçado leve e de elevada funcionalidade.

Os resultados obtidos com o trabalho desenvolvido no âmbito desta dissertação permitiram que se procedesse à divulgação dos mesmos, sob a forma de protótipos apresentados na feira TechTêxtil em Frankfurt e de uma comunicação de índole científica na Autex em Dresden (Silva, et al., 2013). Neste contexto, e tendo como base os resultados alcançados, é pertinente afirmar que o trilaminado de cortiça constituído por pele de cortiça/membrana respirável FP40/tecido de sarja apresenta características muito semelhantes às do couro, podendo substituí-lo e como tal ser usado na indústria têxtil e do calçado.

Sendo que, o próximo objetivo é a resolução para os problemas da abrasão e desgaste superficial, que o calçado está sujeito aquando do seu uso. Realizadas as etapas planeadas e posterior análise dos resultados é possível concluir que os objetivos deste trabalho foram alcançados e que é exequível a substituição do couro pela pele de cortiça, com diversas vantagens para este último, nomeadamente a sua baixa densidade. Foram elaborados protótipos



que foram experimentados, tendo o utilizador validado o conforto e o desempenho das suas funcionalidades.

## **5.2 Perspetivas Futuras**

No âmbito das perspetivas futuras e dando continuidade a este trabalho que pretende assumir um certo pioneirismo no desenvolvimento destes materiais (com cortiça), realçam-se os seguintes temas a desenvolver:

- Avaliação/Estudo de um produto “acabamento especial” que resolva o problema da abrasão na parte exterior da pele de cortiça. Acabamento superficial que evite a fricção/atrito aquando do uso do calçado, melhorando assim as propriedades dos materiais laminados, não alterando o aspeto superficial da cortiça;
- Como complemento do trabalho efetuado também será necessário averiguar a forma de aumentar a resistência deste material à flexão, a fim de poder ser usado em qualquer parte do corte no calçado;
- Desenvolver um tecido com o intuito de conferir propriedades de tração e extensão semelhantes ao couro;
- Melhorar a aplicação de coloração na face exterior do material inovador, com uma elevada resistência à fricção a seco e a húmido.



## Referências Bibliográficas





- Abreu, M. (2012). *Apontamentos Teóricos de Ciência e Fisiologia do Vestuário - Opção III*, Mestrado Integrado em Engenharia Têxtil, Universidade do Minho, Guimarães.
- Abreu, M. (2004). *Contribuição para o Estudo da Parametrização de Têxteis Hospitalares*, Dissertação de Doutoramento, Universidade do Minho, Guimarães.
- Almeida, L. (2011). *Apontamentos Teóricos de Materiais e Processos Têxteis V- Acabamentos*, Universidade do Minho, Guimarães.
- Amorim, S.S. (2011). *A Arte da Cortiça*. Mozelos, p.55.
- Amorim, S.S. (2010). *Relatório de Sustentabilidade*. Corticeira Amorim, S.G.P.S., S.A., p.45.
- Amorim, A.R. (2008). Portugal Global. *Inovação num Sector Tradicional*. AICEP., p.54, consultado em março de 2013 em [http://www.portugalglobal.pt/PT/PortugalNews/Documents/Revistas\\_PDFs/portugalglobaln\\_6.pdf](http://www.portugalglobal.pt/PT/PortugalNews/Documents/Revistas_PDFs/portugalglobaln_6.pdf)
- Angélica, M., Dornellas, S., Arroyo, P. A., Engenharia, D. De, & Uem, Q. (n.d.). Capítulo IV O Processamento de Peles, p.17.
- APIC (2010). Social & Environmental Report of the Portuguese Leather Industry.
- APICCAPS (2010). Associação Portuguesa dos Industriais de Calçado, Componentes e Artigos de Pele e seus Sucedâneos.
- Araújo, Mário de; Castro, E. M. de Melo e (1987). *Manual de Engenharia Têxtil*, Volume II: Fundação Calouste Gulbenkian, Coimbra.
- Ascari, N., & Vizinhos, D. (2005). Qualidade nos Processos de Estamparia, p.4–66.
- BlogTêxtil (2011). Consultado em abril de 2013 em [http://www.blogtextil.xpg.com.br/Art\\_Acab\\_01.html](http://www.blogtextil.xpg.com.br/Art_Acab_01.html)
- Broega, A. C., Elisabete, M., & Silva, C. (n.d.). O Conforto Total do Vestuário: Design para os cinco sentidos, p.10.
- Bureau, C. I. (2010). *Cortiça Matéria Prima*, Cork Information Bureau, p.7.
- Caetano, M. (2012). Consultado em dezembro de 2012 em [http://www.ctb.com.pt/?page\\_id=847](http://www.ctb.com.pt/?page_id=847)
- Carr, C. M. (1995), *Chemistry of the Textiles Industry*, Blackie Academic & Professional, Londres.
- Carvalho, M. A., Frias, M., & Paz, D. C. (2004). Ergonomics, Anthropometrics and Clothing Fit - discussion and analysis of impact upon comfort and quality, p.10.
- Cortiça, E. E. M., & Salvador, S. (2001). Inovação de produtos ecológicos em cortiça, p.57.
- COTANCE. (2012). Social and Environmental Report the European leather industry.



- Falcão, L. (2009). Caracterização dos Taninos usados na Curtimenta Vegetal de Cabedais Europeus dos séculos XVII a XIX, Mestrado em Química Aplicada ao Património Cultural, Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Lisboa.
- Ferreira, M. J., Almeida, M. F., Pinho, S. C., & Santos, I. C. (2010). Finished leather waste chromium acid extraction and anaerobic biodegradation of the products. *Waste Management*, 30(6), 1091–1100. doi:10.1016/j.wasman.2009.12.006
- Florestais, C. D. E., Agronomia, I. S. De, & De, U. T. (n.d.). Evolução recente da indústria de cortiça Helena Pereira e Augusta Costa A produção de cortiça constitui , desde há muito , uma actividade económica relevante para Portugal , com importância crescente desde a segunda metade do século XIX , e correspondendo, p.1–10.
- Franceschini, M. A. V. de A. (2010). Confeccionador de Bolsa em Couro e Sintético. SENAI-SP, Escola SENAI, São Paulo.
- Freitas, D. O. de. (2009). Modificação superficial do tecido 100% Algodão tratado com plasma.
- Fung, Walter (2002). *Products from Coated and Laminated Fabrics, Coated and Laminated Textiles*. The Textile Institute, Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, England.
- Gallery, S., & Dome, C. (2012). *Notícias APCOR*, p.20. Consultado em junho de 2013 em [http://www.apcor.pt/userfiles/File/Publicacoes/NoticiasAPCOR\\_AbrilMaioJunho\\_2012.pdf](http://www.apcor.pt/userfiles/File/Publicacoes/NoticiasAPCOR_AbrilMaioJunho_2012.pdf)
- Gil, L. (1998). *A cortiça como material de construção* - Manual Técnico. APCOR - Associação Portuguesa de Cortiça, p.66.
- Gil, L. (2009). *Dimensão social, económica e ambiental da produção da cortiça*. Naturlink® Unidade de Tecnologia da Cortiça - INETI. Consultado em fevereiro de 2012 em <http://naturlink.sapo.pt/Natureza-e-Ambiente/Agricultura-e-Floresta/content/Dimensao-social-economica-e-ambiental-da-producao-de-cortiça?bl=1>
- Gonçalves, E. L. L. (n.d.). Ergonomia no Vestuário: Conceito de conforto como valor agregado ao produto de moda, p.1–9.
- Gong, Y., Liu, X., Huang, L., & Chen, W. (2010). Stabilization of chromium: An alternative to make safe leathers. *Journal of Hazardous Materials*, 179(1-3), 540–544. doi:10.1016/j.jhazmat.2010.03.037
- Gulbinien, A., Jankauskait, V., & Sacevičien, V. (2007). Investigation of Water Vapour Resorption/Desorption of Textile Laminates, *Materials Science (MEDŽIAGOTYRA)*, volume 13, Nº 3, pp. 255-261.
- Gretton, J. (1999). Condensation in Clothing System, *World Sports Active wear*, 5(1): p.38–43



- Harader, M. (2008). Consultado em dezembro de 2012 em [http://EzineArticles.com/?expert=Mike\\_Harader](http://EzineArticles.com/?expert=Mike_Harader)
- Holms, D. A. (2000). Waterproof Breathable Fabrics. Handbook of Technical Textiles, pp. 282–315, *The Textile Institute, Wood Head Publishing Ltd.*, Cambridge, England.
- Horrocks, A. R., & Anand, S. C. (2000). Handbook of Technical Textiles, p.677, *The Textile Institute, Wood Head Publishing Ltd.*, Cambridge, England.
- Jassal, M., Khungar, A., Bajaj, P., & Sinha, T. J. M. (2004). Waterproof Breathable Polymeric Coatings Based on Polyurethanes. *Journal of Industrial Textiles*, 33(4), 269–280. doi:10.1177/1528083704045179
- Johansen, J. D., Thyssen, J. P., Strandesen, M., Poulsen, P. B., & Menn, T. (2012). Chromium in leather footwear – risk assessment of chromium allergy and dermatitis, *PubMed (Vi)*, 279–285. doi:10.1111/j.1600-0536.2012.02053.x
- José, I., Sánchez, C., & Politécnica, U. (2006). Têxteis inteligentes (p. 14).
- Joseph, K., & Nithya, N. (2009). Material flows in the life cycle of leather. *Journal of Cleaner Production*, 17(7), 676–682. doi:10.1016/j.jclepro.2008.11.018
- Kisilak, D., & Golob, D. (2011). *Cosmetotextile as Innovation in the Production of Protective Clothing*, 53(2), 103–108.
- Lomax, GR. (2007). *Breathable polyurethane membranes for textile and related industries*, The Royal Society of Chemistry, volume 17, pp. 2775-2784
- Mabera (n.d). *Acabamentos Funcionais*. Consultado em maio de 2013 em [http://www.mabera.pt/docs/Acab\\_Func\\_PT.pdf](http://www.mabera.pt/docs/Acab_Func_PT.pdf)
- Machado, M. J. da S. (2008). *Ativação e Funcionalização de Superfícies Têxteis através de Descargas Plasmáticas*, Dissertação de Mestrado, FEUP, Porto.
- Mancopes, F. (2011). Influência dos processos de engraxe e acabamento na modificação da estrutura e nas propriedades do couro, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Mestre A., Campelo M. G., Silva M. & Velhinho R. (2006). *Dossier Info Cortiça – Setor e Materiais de Cortiça*. SUSDESIGN\_06, p.38, consultado em outubro de 2012 em [http://www.amorim.com/xms/files/CorticeiraAmorim/Noticias/Susdesign\\_DossierInfoCortica.pdf](http://www.amorim.com/xms/files/CorticeiraAmorim/Noticias/Susdesign_DossierInfoCortica.pdf)
- Morgado, J. (2005). *Funcionalização de Substratos Têxteis*, Seminário Inovação no Setor Têxtil e do vestuário: Ideias e Oportunidades; CITEVE, V. N. Famalicão.



Muirhead®, A. (2012). *Leather Properties* - Andrew Muirhead & Son Ltd. Consultado em setembro de 2013 em

[http://www.muirhead.co.uk/AndrewMuirhead/Understanding\\_Leather/AMS\\_Leather\\_Properties.aspx](http://www.muirhead.co.uk/AndrewMuirhead/Understanding_Leather/AMS_Leather_Properties.aspx)

Neves, Jorge (2000). *Manual de Estamparia Têxtil*, 51-77; 135-162. ISBN 972-8600-003

Neves, Ubirajara (2011). Condutividade Térmica. Consultado em Junho de 2013 em <http://pt.scribd.com/doc/66768366/Condutividade-termica>

Oliveira, F. R., Fernandes, M., Carneiro, N., & Souto, A.P. (2013). Functionalization of wool fabric with phase-change materials microcapsules after plasma surface modification. *Journal of Applied Polymer Science*, 128(5), 2638–2647. doi:10.1002/app.38325

Oliveira, F. R., & Souto, P. (2010). Aplicação da descarga plasmática de dupla barreira dielétrica (DBD) em fibras têxteis hidrofóbicas – estudo da força colorística Double barrier dielectric plasma treatment on hydrophobic textile fibers – the color strength study, 127–140.

Oliveira, S. (2013). Economia. *Jornal Público*, 24.

Oraji, R. (2008). The Effect of Plasma Treatment on Flax Fibres, (November).

Pacheco, J.W. (2005). *Curtumes*. São Paulo: CETESB.

Paes, R., Mec, E., Institui, U. S. P., Federal, U., Universit, C., Universit, J. C., ... Endere, P. (2007). Análise dos custos ambientais da indústria de couro sob a ótica da eco-, (2003), 87–110.

Patel, S., Urech, D., Werner, H. (1998). *Surgical Gowns and Drapes into the 21st Century*, British Journal of Theatre Nursing, pg. 27-37.

Pereira, H., Rosa, M. E., & Fortes, M. A. (1987). The cellular structure of cork from *Quercus suber* L., 8(3), 213–218.

Pereira, H. (2007). *Cork: Biology, Production and Uses*. (H. Pereira, Ed.) (p. 329). Elsevier.

Pereira C. (2009). *A Cortiça: jóia da coroa dos nossos recursos naturais*. Naturlink® - Informação Ambiental, S.A. Consultado em março de 2013 em: <http://naturlink.sapo.pt/Natureza-e-Ambiente/Agricultura-e-Floresta/content/A-Cortiça-jóia-da-coroa-dos-nossos-recursos-naturais?viewall=true&print=true>

Poruschi, F., & Ikonomu, G. (2010). Design - quality factor for protective clothing, (Lx).

Principles, F. (2008). A Review on Designing the Waterproof Breathable Fabrics Part I: Fundamental Principles and Designing. doi:10.1177/1528083707082164





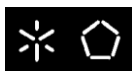
- Rocha, V. (2009). Esterilização de materiais termossensíveis através de aplicação de plasma gerado por descarga com barreira dielétrica (DBD).
- Seki, Y., Sever, K., Sarikanat, M., & Hakk, I. (2009). The Influence of Oxygen Plasma Treatment of Jute Fibers on Mechanical Properties of Jute Fiber Reinforced.
- Silva, A., Peixoto, J., Souto, A. (2013). *Development and application of a new concept of cork substrate in footwear and clothing*, 13th AUTEX World Textile Conference, Dresden, Germany.
- Silva, A. (2005). *Apontamentos Teóricos de Tecnologia de Estamparia - Estamparia peça a peça - Efeitos especiais obtidos por estampagem*. Curso de Ultimação Têxtil, Nível V, ETT - CITEVE, V.N. Famalicão
- Silva, S. P., Sabino, M. A., Fernandes, E. M., Correló, V. M., Boesel, L. F., & Reis, R. L. (2005). Cork: properties , capabilities and applications, Maney Publishing, *50(6)*, p.345–365.  
doi:10.1179/174328005X41168
- Silvestres, R., Para, R. I. O., & Fileiras, A. S. (2013). Observatório para as Fileiras Florestais. ICNF.
- Slater, K. (1985). *Human Comfort*. Springfield, IL: Charles C. Thomas Publisher, 4.
- Sparavigna, A., Fisica, D., Torino, P., & Abruzzi, C. D. (2008). Plasma Treatment Advantages for Textiles, Dipartimento di Fisica, Politecnico di Torino, Italy, 16.
- TANATEX. (n.d.). Bayscent® Neutralizer. The most efficient technology to counterattack mal-odours, p.2.
- Troficolor. (2004). Ultimação - *Processos Têxteis*, 38-59. Consultado em maio de 2013 em <http://www.troficolor.pt/img/ficheiros/file/298.pdf>
- Porto, Universidade do (2008). *O Cabedal*. Consultado em janeiro de 2013 em: [http://sigarra.up.pt/up/pt/web\\_base.gera\\_pagina? P\\_pagina=2289#ancora-conteudo](http://sigarra.up.pt/up/pt/web_base.gera_pagina? P_pagina=2289#ancora-conteudo)
- Van Parys, Marc (1994). *Coating*. Edição EUROTEX. Retrieved from <http://books.google.pt/books?id=4pNKAAAAYAAJ>
- Xu, X., Wang, Y., Zhang, X., Jing, G., Yu, D., & Wang, S. (2006). Effects on surface properties of natural bamboo fibers treated with atmospheric pressure argon plasma, (June), 1211–1217.  
doi:10.1002/sia
- Yamane, L. A. (2008). *Estamparia Têxtil*. Dissertação de Mestrado, Escola de Comunicação e Artes da Universidade de São Paulo, Brasil.
- Watts, I.C. (1994). Moisture Interaction, *Textile Horizons*, 14(5), p.44–49.





## Apêndices





**Apêndice 1** – Valores resultantes dos ensaios de **Permeabilidade ao Vapor de Água** para os diferentes materiais estudados. Foram testadas 3 amostras para cada material e apresentado o valor médio obtido, referente aos Gráficos 4,5,6,7,8 e 9.

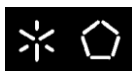
		Tecido padrão						
		Tecido padrão início	Tecido padrão final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	Índice %	
		134,63	130,89	3,74	0,01	691,40	0,00	
Referência da amostra		Peso Inicial	Peso Final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	g/m <sup>2</sup> /dia	Índice %
Couro 1 (1,57 mm)		143,58	141,36	2,22	0,01	410,51	410,51	59,37
Couro 1 (1,57 mm)		142,38	140,26	2,13	0,01	393,13	393,13	56,86
Couro 1 (1,57 mm)		141,79	139,34	2,45	0,01	453,97	453,97	65,66
Couro 2 (1,28 mm)		140,00	137,34	2,65	0,01	490,21	490,21	70,90
Couro 2 (1,28 mm)		139,85	137,19	2,66	0,01	491,51	491,51	71,09
Couro 2 (1,28 mm)		139,72	137,16	2,56	0,01	473,75	473,75	68,52
<b>Média</b>							Couro 1	<b>60,63</b>
							Couro 2	<b>70,17</b>

		Tecido padrão						
		Tecido padrão início	Tecido padrão final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	Índice %	
		135,16	131,43	3,73	0,01	689,18	0,00	
Referência da amostra		Peso Inicial	Peso Final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	g/m <sup>2</sup> /dia	Índice %
Couro 3 (1,63 mm)		139,78	137,00	2,78	0,01	514,44	514,44	74,64
Couro 3 (1,63 mm)		141,22	138,45	2,77	0,01	512,22	512,22	74,32
Couro 3 (1,63 mm)		140,58	137,78	2,80	0,01	518,13	518,13	75,18
<b>Média</b>							Couro 3	<b>74,72</b>

		Tecido padrão						
		Tecido padrão início	Tecido padrão final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	Índice %	
		134,155	129,907	4,248	0,005408	785,5225676	0	
Referência da amostra		Peso Inicial	Peso Final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	Índice %	
Aglomerado de Cortiça		137,267	135,977	1,29	0,005408	38,54	30,37	
Aglomerado de Cortiça		137,027	135,701	1,326	0,005408	245,20	31,21	
Aglomerado de Cortiça		136,166	134,751	1,415	0,005408	261,66	33,31	
<b>Média</b>							Aglomerados	<b>31,63</b>

		Tecido padrão						
		Tecido padrão início	Tecido padrão final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	Índice %	
		134,92	130,20	4,72	0,01	872,25	0,00	
Referência da amostra		Peso Inicial	Peso Final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	g/m <sup>2</sup> /dia	Índice %
Pele de Cortiça		135,30	132,18	3,12	0,01	577,68	577,68	66,23
Pele de Cortiça		135,96	132,71	3,25	0,01	600,79	600,79	68,88
Pele de Cortiça		134,40	130,30	4,10	0,01	758,89	758,89	87,00
Napa		136,71	136,11	0,61	0,01	112,24	112,24	12,87
Napa		136,59	135,93	0,66	0,01	122,04	122,04	13,99
Napa		135,51	134,84	0,67	0,01	123,89	123,89	14,20
<b>Média</b>							Cortiça	<b>74,04</b>
							Napa	<b>13,69</b>

Tabela A1. 1: Permeabilidade ao vapor de água para os diferentes materiais



Tecido padrão

Tecido padrão início	Tecido padrão final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t		Índice %
135,14	130,92	4,21	0,01	778,87		0,00

Referência da amostra

	Peso Inicial	Peso Final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	g/m <sup>2</sup> /dia	Índice %
Pele Cortiça/Membrana (Filme)	135,04	134,66	0,38	0,01	70,64	70,64	9,07
Pele Cortiça/Membrana (Filme)	137,23	136,88	0,36	0,01	65,83	65,83	8,45
Pele Cortiça/Membrana (Filme)	135,73	135,32	0,41	0,01	74,89	74,89	9,62

Média

9,05

Tecido padrão

Tecido padrão início	Tecido padrão final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	Índice %
133,934	129,526	4,408	0,0054079	815,109105	0

Compositos de Cortiça

- 1 - NTR
- 2 - CBL
- 3 - NTL
- 4 - NTG
- 5 - VBG
- 6 - CBB
- 1 - VBR
- 3 - VBL
- 5 - CBG
- 7 - CBR

	Peso Inicial	Peso Final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	Índice %
1 - NTR	136,006	135,872	0,134	0,0054079	24,78	3,04
2 - CBL	137,465	136,804	0,661	0,0054079	122,23	15,00
3 - NTL	135,617	135,44	0,177	0,0054079	32,73	4,02
4 - NTG	135,819	135,249	0,57	0,0054079	105,40	12,93
5 - VBG	136,559	136,156	0,403	0,0054079	74,52	9,14
6 - CBB	137,467	136,57	0,897	0,0054079	165,87	20,35
1 - VBR	136,657	136,131	0,526	0,0054079	97,27	11,68
3 - VBL	136,714	136,288	0,426	0,0054079	78,77	9,46
5 - CBG	138,071	137,192	0,879	0,0054079	162,54	19,52
7 - CBR	136,691	135,884	0,807	0,0054079	149,23	17,93

Média

12,31

Tabela A1. 2: Permeabilidade ao vapor de água para os diferentes materiais

Tecido padrão

Tecido padrão início	Tecido padrão final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t		Índice %
134,33	127,50	6,83	0,01	1262,42		0,00

Referência da amostra

	Peso Inicial	Peso Final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	g/m <sup>2</sup> /dia	Índice %
Membrana FP40 5 $\mu$ m (Ref <sup>a</sup> 13581)	135,26	130,99	4,27	0,01	789,04	789,04	62,50
Membrana FP40 5 $\mu$ m (Ref <sup>a</sup> 13581)	134,30	130,24	4,06	0,01	750,20	750,20	59,43
Membrana FP40 5 $\mu$ m (Ref <sup>a</sup> 13581)	135,12	130,86	4,26	0,01	787,00	787,00	62,34
Membrana UM 15 $\mu$ m (Ref <sup>a</sup> 13586)	135,19	130,84	4,36	0,01	805,68	805,68	63,82
Membrana UM 15 $\mu$ m (Ref <sup>a</sup> 13586)	135,99	131,41	4,58	0,01	846,36	846,36	67,04
Membrana UM 15 $\mu$ m (Ref <sup>a</sup> 13586)	135,16	130,73	4,43	0,01	818,99	818,99	64,87

Média

Ref<sup>a</sup> 13581

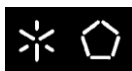
61,42

Ref<sup>a</sup> 13586

65,25

Tecido padrão

Tecido padrão início	Tecido padrão final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t		Índice %
134,91	128,32	6,59	0,01	1218,60		0,00



Referência da amostra	Peso Inicial	Peso Final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	g/m <sup>2</sup> /dia	Índice %
Membrana 5 $\mu$ m UM (Ref <sup>a</sup> 13583)	136,01	132,51	3,50	0,01	647,02	647,02	53,10
Membrana 5 $\mu$ m UM (Ref <sup>a</sup> 13583)	134,26	130,80	3,45	0,01	638,51	638,51	52,40
Membrana 5 $\mu$ m UM (Ref <sup>a</sup> 13583)	135,09	131,65	3,44	0,01	636,30	636,30	52,22
Membrana 10 $\mu$ m FP380 (13584)	134,47	130,63	3,84	0,01	710,26	710,26	58,29
Membrana 10 $\mu$ m FP380 (13584)	135,30	131,42	3,88	0,01	717,10	717,10	58,85
Membrana 10 $\mu$ m FP380 (13584)	135,62	131,71	3,91	0,01	723,76	723,76	59,39
<b>Média</b>						Ref <sup>a</sup> 13583 Ref <sup>a</sup> 13584	<b>52,57</b> <b>58,84</b>

Tecido padrão						
Tecido padrão inicio	Tecido padrão final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	Índice %	
134,155	129,907	4,248	0,005408	785,5225676	0	

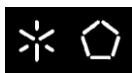
Referência da amostra	Peso Inicial	Peso Final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	Índice %
Membrana FP40	134,93	130,81	4,12	0,01	761,85	96,99
Membrana FP40	135,01	130,96	4,05	0,01	747,98	95,22
Membrana FP40	134,87	130,69	4,17	0,01	771,84	98,26
<b>Média</b>					Membrana	<b>96,82</b>

Tabela A1. 3: Permeabilidade ao vapor de água das diferentes membranas

Tecido padrão							
Tecido padrão inicio	Tecido padrão final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	Índice %		
135,06	130,20	4,85	0,01	897,40	0,00		
Referência da amostra	Peso Inicial	Peso Final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	g/m <sup>2</sup> /dia	Índice %
Pele Cortiça/Membrana/Malha UM (1)	136,11	133,00	3,11	0,01	575,27	575,27	64,10
Pele Cortiça/Membrana/Malha UM (1)	136,72	133,45	3,26	0,01	603,20	603,20	67,22
Pele Cortiça/Membrana/Malha UM (1)	135,46	132,27	3,19	0,01	589,14	589,14	65,65
Pele Cortiça/Membrana FP40/Malha UM	135,29	132,44	2,85	0,01	526,09	526,09	58,62
Pele Cortiça/Membrana FP40/Malha UM	135,90	132,95	2,95	0,01	545,69	545,69	60,81
Pele Cortiça/Membrana FP40/Malha UM	136,47	133,56	2,91	0,01	537,74	537,74	59,92
<b>Média</b>							<b>65,66</b> <b>59,78</b>

Tecido padrão						
Tecido padrão inicio	Tecido padrão final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	Índice %	
134,70	130,60	4,10	0,01	757,97	0,00	

Referência da amostra	Peso Inicial	Peso Final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	g/m <sup>2</sup> /dia	Índice %
Pele Cortiça/Membrana FP40/Malha UM/Tecido	138,61	136,20	2,41	0,01	444,91	444,91	58,70
Pele Cortiça/Membrana FP40/Malha UM/Tecido	138,36	136,05	2,32	0,01	428,45	428,45	56,53
Pele Cortiça/Membrana FP40/Malha UM/Tecido	137,62	135,16	2,45	0,01	453,60	453,60	59,84
Pele Cortiça/Membrana / Malha UM /Tecido	137,09	134,43	2,67	0,01	492,80	492,80	65,02
Pele Cortiça/Membrana/ Malha UM /Tecido	138,64	136,05	2,59	0,01	478,56	478,56	63,14



Pele Cortiça/Membrana/ Malha UM /Tecido	139,06	136,42	2,65	0,01	489,10	489,10	64,53
<b>Média</b>							<b>58,36</b>
							<b>64,23</b>

Tecido padrão

Tecido padrão início	Tecido padrão final	Diferença	Área	WVP=24M/Δt		Índice %
133,98	129,87	4,12	0,01	761,11		0,00

Referência da amostra

Peso Inicial	Peso Final	Diferença	Área	WVP=24M/Δt	g/m <sup>2</sup> /dia	Índice %	
Pele Cortiça/Membrana/Tecido UM	137,16	134,47	2,69	0,01	498,16	498,16	65,45
Pele Cortiça/Membrana/Tecido UM	136,65	133,99	2,66	0,01	491,88	491,88	64,63
Pele Cortiça/Membrana/Tecido UM	137,15	134,52	2,64	0,01	487,44	487,44	64,04
<b>Média</b>							<b>64,71</b>

Tecido padrão

Tecido padrão início	Tecido padrão final	Diferença	Área	WVP=24M/Δt		Índice %
134,57	130,52	4,04	0,01	747,61		0,00

Referência da amostra

Peso Inicial	Peso Final	Diferença	Área	WVP=24M/Δt	g/m <sup>2</sup> /dia	Índice %	
Pele Cortiça/Membrana/ Malha UM /Malha Rib	138,85	138,27	0,58	0,01	107,99	107,99	14,44
Pele Cortiça/Membrana/ Malha UM /Malha Rib	138,20	137,62	0,58	0,01	107,25	107,25	14,35
Pele Cortiça/Membrana/ Malha UM /Malha Rib	138,20	137,61	0,60	0,01	110,39	110,39	14,77
<b>Média</b>							<b>14,52</b>

Tabela A1. 4: Permeabilidade ao vapor de água dos diferentes laminados

Tecido padrão

Tecido padrão início	Tecido padrão final	Diferença	Área	WVP=24M/Δt		Índice %
135,14	130,92	4,21	0,01	778,87		0,00

Referência da amostra

Peso Inicial	Peso Final	Diferença	Área	WVP=24M/Δt	g/m <sup>2</sup> /dia	Índice %	
Pele Cortiça/Membrana Estampada (Filme)	136,69	136,29	0,40	0,01	74,15	74,15	9,52
Pele Cortiça/Membrana Estampada (Filme)	136,92	136,52	0,40	0,01	73,97	73,97	9,50
Pele Cortiça/Membrana Estampada (Filme)	136,65	136,24	0,41	0,01	76,56	76,56	9,83
<b>Média</b>							<b>9,62</b>

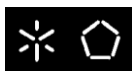
Tecido padrão

Tecido padrão início	Tecido padrão final	Diferença	Área		WVP=24M/Δt	Índice %
134,35	130,57	3,78	0,01		698,98	0,00

Referência da amostra

Peso Inicial	Peso Final	Diferença	Área	g/m <sup>2</sup> /dia	WVP=24M/Δt	Índice %	
Pele Cortiça Estampada (sublimação)	134,82	131,70	3,12	0,01	577,31	577,31	82,59
Pele Cortiça Estampada (sublimação)	133,94	130,96	2,98	0,01	551,05	551,05	78,84
Pele Cortiça Estampada (sublimação)	135,60	132,72	2,88	0,01	532,37	532,37	76,16
<b>Média</b>							<b>79,20</b>





Tecido padrão

Tecido padrão início	Tecido padrão final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t		Índice %
133,71	125,34	8,37	0,01	1547,56		0,00

Referência da amostra

	Peso Inicial	Peso Final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	g/m <sup>2</sup> /dia	Índice %
Pele Cortiça/Membrana Estampada (Filme) /Malha Coltec	135,58	134,85	0,72	0,01	133,88	133,88	15,06
Pele Cortiça/Membrana Estampada (Filme) /Malha Coltec	137,37	136,66	0,71	0,01	132,03	132,03	14,85
Pele Cortiça/Membrana Estampada (Filme) /Malha Coltec	136,43	135,72	0,72	0,01	132,58	132,58	14,92

**Média**

**14,94**

Tecido padrão

Tecido padrão início	Tecido padrão final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t		Índice %
134,98	130,17	4,81	0,01	888,89		0,00

Referência da amostra

	Peso Inicial	Peso Final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	g/m <sup>2</sup> /dia	Índice %
Pele Cortiça Estampada (Pigmentária) /Malha UM	136,33	130,84	5,49	0,01	1015,19	1015,19	65,60
Pele Cortiça Estampada (Pigmentária) /Malha UM	136,52	130,92	5,61	0,01	1036,82	1036,82	67,00
Pele Cortiça Estampada (Pigmentária) /Malha UM	135,02	129,39	5,63	0,01	1041,26	1041,26	67,28
Pele Cortiça Estampada (Pigmentária) /Malha UM /Membrana (Superficial)	136,44	136,13	0,31	0,01	58,06	58,06	3,75
Pele Cortiça Estampada (Pigmentária) /Malha UM /Membrana (Superficial)	135,70	135,40	0,30	0,01	55,29	55,29	3,57
Pele Cortiça Estampada (Pigmentária) /Malha UM /Membrana (Superficial)	136,54	136,22	0,33	0,01	60,47	60,47	3,91

**Média**

**66,63**

**3,74**

Tecido padrão

Tecido padrão início	Tecido padrão final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t		Índice %
135,03	130,52	4,50	0,01	832,86		0,00

Referência da amostra

	Peso Inicial	Peso Final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	g/m <sup>2</sup> /dia	Índice %
Pele Cortiça/Membrana Estampada (Superficial) /Tecido Sarja	137,68	135,22	2,46	0,01	454,34	454,34	54,55
Pele Cortiça/Membrana Estampada (Superficial) /Tecido Sarja	137,00	134,46	2,54	0,01	468,76	468,76	56,28
Pele Cortiça/Membrana Estampada (Superficial) /Tecido Sarja	137,33	134,63	2,70	0,01	499,27	499,27	59,95

**Média**

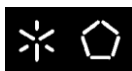
**56,93**

Pele Cortiça/Membrana Estampada (Superficial) /Malha UM	135,53	133,09	2,43	0,01	449,90	449,90	54,02
Pele Cortiça/Membrana Estampada (Superficial) /Malha UM	135,54	133,10	2,44	0,01	451,38	451,38	54,20

**Média**

**54,11**

Tabela A1. 5: Permeabilidade ao vapor de água dos diferentes laminados estampados



Tecido padrão

Tecido padrão início	Tecido padrão final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t		Índice %
135,16	131,04	4,12	0,01	761,48		0,00

Referência da amostra

	Peso Inicial	Peso Final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	g/m <sup>2</sup> /dia	Índice %
Tecido Sarja Ref <sup>a</sup> 200SF0201	135,76	131,72	4,04	0,01	747,98	747,98	98,23
Tecido Sarja Ref <sup>a</sup> 200SF0201	135,05	131,05	4,00	0,01	738,92	738,92	97,04
Tecido Sarja Ref <sup>a</sup> 200SF0201	136,20	132,13	4,08	0,01	753,90	753,90	99,00
Tecido Tafetá Ref <sup>a</sup> 105TS0206	135,19	131,04	4,14	0,01	766,29	766,29	100,63
Tecido Tafetá Ref <sup>a</sup> 105TS0206	136,67	132,54	4,13	0,01	763,52	763,52	100,27
Tecido Tafetá Ref <sup>a</sup> 105TS0206	136,21	132,06	4,16	0,01	768,51	768,51	100,92

Média

Ref<sup>a</sup>200SF0201 **98,09**  
Ref<sup>a</sup>105TS0206 **100,61**

Tecido padrão

Tecido padrão início	Tecido padrão final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t		Índice %
135,00	130,75	4,25	0,01	785,15		0,00

Referência da amostra

	Peso Inicial	Peso Final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	g/m <sup>2</sup> /dia	Índice %
Tecido Sarja Ref <sup>a</sup> 200SF0501	135,29	131,27	4,01	0,01	742,25	742,25	94,54
Tecido Sarja Ref <sup>a</sup> 200SF0501	136,47	132,44	4,04	0,01	746,14	746,14	95,03
Tecido Sarja Ref <sup>a</sup> 200SF0501	135,93	131,91	4,02	0,01	742,81	742,81	94,61
Tecido Tafetá Ref <sup>a</sup> 100TL0201	136,00	131,84	4,15	0,01	768,14	768,14	97,83
Tecido Tafetá Ref <sup>a</sup> 100TL0201	136,57	132,47	4,10	0,01	758,89	758,89	96,66
Tecido Tafetá Ref <sup>a</sup> 100TL0201	135,21	131,29	3,92	0,01	724,50	724,50	92,28

Média

**94,72**  
**95,59**

Tecido padrão

Tecido padrão início	Tecido padrão final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t		Índice %
135,27	131,10	4,17	0,01	771,84		0,00

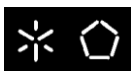
Referência da amostra

	Peso Inicial	Peso Final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	g/m <sup>2</sup> /dia	Índice %
Tecido Tafetá Ref <sup>a</sup> 105TS0506	136,20	131,95	4,25	0,01	786,45	786,45	101,89
Tecido Tafetá Ref <sup>a</sup> 105TS0506	135,15	130,98	4,16	0,01	769,43	769,43	99,69
Tecido Tafetá Ref <sup>a</sup> 105TS0506	136,20	132,05	4,15	0,01	767,22	767,22	99,40

Média

**100,33**

Tabela A1. 6: Permeabilidade ao vapor de água dos diferentes tecidos

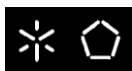


Tecido padrão					
Tecido padrão início	Tecido padrão final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	Índice %
134,82	131,30	3,52	0,01	650,90	0,00

Referência da amostra	Peso Inicial	Peso Final	Diferença	Área	WVP=24M/ $\Delta$ t	Índice %
Pele Cortiça/Membrana FP40/Tecido Sarja	137,70	135,73	1,97	0,01	363,91	55,91
Pele Cortiça/Membrana FP40/Tecido Sarja	137,03	135,09	1,93	0,01	357,63	54,94
Pele Cortiça/Membrana FP40/Tecido Sarja	137,08	135,09	1,98	0,01	367,06	56,39
Pele Cortiça/Membrana FP40/Tecido Tafetá	135,53	133,92	1,62	0,01	299,19	45,97
Pele Cortiça/Membrana FP40/Tecido Tafetá	135,83	134,14	1,68	0,01	311,21	47,81
Pele Cortiça/Membrana FP40/Tecido Tafetá	136,76	135,14	1,62	0,01	299,56	46,02
<b>Média</b>					Tecido Sarja	<b>55,75</b>
					Tecido Tafetá	<b>46,60</b>

Tabela A1. 7: Permeabilidade ao vapor de água dos laminados selecionados

De acordo com a norma, estes ensaios decorrem durante 24 horas, sendo que em todos os ensaios realizados foi verificada a Humidade Relativa (%) e a Temperatura (°C), visto serem parâmetros importantes e passíveis de influenciar nos resultados.



**Apêndice 2** – Valores resultantes dos ensaios de **Permeabilidade ao Ar** para os diferentes materiais estudados. Foram testadas 10 amostras para cada material e apresentado o valor médio obtido, referente aos Gráficos 10,11 e 12.

Tabela A2. 1: Permeabilidade ao ar dos diferentes materiais

Referência da amostra	Couro 1	Couro 2	Couro 3	Napa	Aglomerado de Cortiça	Pele de Cortiça	Pele Cortiça Estampada / Malha UM
1 <sup>a</sup>	0,78	0,67	0,84	0,56	55,70	135,00	256,00
2 <sup>a</sup>	0,81	0,64	0,85	0,56	62,00	120,00	240,00
3 <sup>a</sup>	0,70	0,68	0,88	0,56	70,00	149,00	244,00
4 <sup>a</sup>	0,76	0,66	0,87	0,56	68,10	160,00	243,00
5 <sup>a</sup>	0,81	0,64	0,82	0,56	55,80	202,00	262,00
6 <sup>a</sup>	0,80	0,61	0,71	0,56	53,50	172,00	266,00
7 <sup>a</sup>	0,70	0,67	0,75	0,56	60,00	290,00	243,00
8 <sup>a</sup>	0,73	0,64	0,70	0,56	60,20	378,00	237,00
9 <sup>a</sup>	0,73	0,61	0,71	0,56	61,10	310,00	239,00
10 <sup>a</sup>	0,71	0,64	0,72	0,56	69,70	404,00	258,00
<b>Média</b>	<b>0,75</b>	<b>0,65</b>	<b>0,78</b>	<b>0,56</b>	<b>61,61</b>	<b>232,00</b>	<b>248,80</b>
Dp	0,04	0,02	0,07	0,00	5,63	99,44	10,05
CV (%)	5,64	3,49	8,86	0,25	9,14	42,86	4,04

Tabela A2. 2: Permeabilidade ao ar dos diferentes tecidos

Referência da amostra	Tecido Sarja Ref <sup>a</sup> .200SF0201	Tecido Tafetá Ref <sup>a</sup> .105TS0206	Tecido Sarja Ref <sup>a</sup> .200SF0501	Tecido Tafetá Ref <sup>a</sup> .100TL0201	Tecido Tafetá Ref <sup>a</sup> .105TS0506
1 <sup>a</sup>	68,90	686,00	159,00	759,00	629,00
2 <sup>a</sup> "	70,70	698,00	158,00	766,00	664,00
3 <sup>a</sup> "	64,80	670,00	145,00	761,00	686,00
4 <sup>a</sup> "	68,50	701,00	143,00	701,00	695,00
5 <sup>a</sup> "	66,00	649,00	149,00	736,00	743,00
6 <sup>a</sup> "	69,70	685,00	158,00	730,00	695,00
7 <sup>a</sup> "	76,30	679,00	154,00	773,00	664,00
8 <sup>a</sup> "	67,30	674,00	152,00	771,00	645,00
9 <sup>a</sup> "	69,00	689,00	144,00	703,00	696,00
10 <sup>a</sup> "	76,10	690,00	151,00	715,00	694,00
<b>Média</b>	<b>69,73</b>	<b>682,10</b>	<b>151,30</b>	<b>741,50</b>	<b>681,10</b>
Dp	3,82	15,13	6,00	28,16	32,03
CV (%)	5,48	2,22	3,97	3,80	4,70

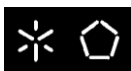
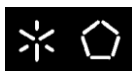


Tabela A2. 3: Permeabilidade ao ar dos diferentes laminados

Referência da amostra	Pele Cortiça / Membrana (Filme)	Pele Cortiça / Membrana Estampada (Filme)	Pele Cortiça / Membrana Estampada (Filme) / Malha UM	Pele Cortiça / Membrana / Malha UM / Tecido UM	Pele Cortiça / Membrana FP40 / Tecido Sarja
1 <sup>a</sup>	0,56	0,75	4,53	0,70	0,60
2 <sup>a</sup>	0,56	0,69	4,66	0,69	0,57
3 <sup>a</sup>	0,55	0,79	4,62	0,68	0,55
4 <sup>a</sup>	0,56	0,67	4,72	0,68	0,57
5 <sup>a</sup>	0,55	0,69	4,80	0,68	0,56
6 <sup>a</sup>	0,55	0,70	4,22	0,65	0,58
7 <sup>a</sup>	0,55	0,86	4,73	0,65	0,56
8 <sup>a</sup>	0,55	0,81	4,84	0,65	0,56
9 <sup>a</sup>	0,55	0,76	4,64	0,65	0,57
10 <sup>a</sup>	0,55	0,58	4,49	0,64	0,55
<b>Média</b>	<b>0,55</b>	<b>0,73</b>	<b>4,63</b>	<b>0,67</b>	<b>0,57</b>
Dp	0,00	0,08	0,17	0,02	0,01
CV (%)	0,79	10,50	3,68	2,76	2,47



**Apêndice 3** – Valores resultantes da avaliação das **Propriedades Térmicas** para os diferentes materiais estudados (Tabela 24). Foram testadas várias propriedades, designadamente: Condutividade Térmica, Difusão Térmica, Absortividade Térmica, Resistência Térmica e Espessura.

Tabela A3. 1: Condutividade térmica dos diferentes materiais

Referência da amostra	Condutividade Térmica ( $\lambda$ )					Média	$\lambda$ ( $10^3$ )
	1ª amostra	2ª amostra	3ª amostra	4ª amostra	5ª amostra		
Couro 1	87,00	85,00	79,60	82,10	89,30	84,60	0,08
Couro 2	61,80	62,40	59,90	61,60	60,00	61,14	0,06
Couro 3	66,30	64,30	62,60	66,70	64,80	64,94	0,06
Napa	42,80	42,90	46,00	45,30	46,00	44,60	0,04
Agglomerado Cortiça	40,60	40,90	42,80	42,30	41,10	41,54	0,04
Pele de Cortiça	39,60	40,20	40,80	37,10	38,70	39,28	0,04
Pele Cortiça / Membrana (Filme)	49,50	46,60	46,00	43,00	44,60	45,94	0,05
Pele Cortiça / Membrana Estampada (Filme)	44,40	44,00	47,00	47,50	47,70	46,12	0,05
Pele Cortiça Estampada (Sublimação)	34,10	38,90	37,00	36,00	30,60	35,32	0,04
Pele Cortiça Estampada (Pigmentária) / Malha UM	39,40	40,60	41,20	43,20	41,30	41,14	0,04
Pele Cortiça / Membrana Estampada (Filme) / Malha Coltec	42,20	42,20	40,50	41,40	43,50	41,96	0,04
Pele Cortiça / Membrana / Malha UM / Tecido UM	52,80	53,70	57,10	50,20	52,90	53,34	0,05
Pele Cortiça / Membrana FP40 / Tecido Tafetá	52,50	49,90	47,90	44,90	47,10	48,46	0,05
Pele Cortiça / Membrana FP40 / Tecido Sarja	48,20	52,70	44,50	49,40	50,40	49,04	0,05
Pele Cortiça / Membrana / Malha UM / Malha Rib	51,80	52,90	53,00	53,60	52,10	52,68	0,05

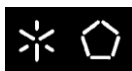


Tabela A3. 2: Difusão térmica dos diferentes materiais

Difusão Térmica (a)							
Referência da amostra	1ª amostra	2ª amostra	3ª amostra	4ª amostra	5ª amostra	Média	a (10 <sup>6</sup> )
Couro 1	0,07	0,10	0,07	0,09	0,11	0,09	0,00
Couro 2	0,07	0,08	0,06	0,08	0,07	0,07	0,00
Couro 3	0,13	0,07	0,07	0,09	0,08	0,09	0,00
Napa	0,12	0,12	0,10	0,10	0,09	0,10	0,00
Aglomerado Cortiça	0,21	0,16	0,16	0,18	0,19	0,18	0,00
Pele de Cortiça	0,23	0,10	0,13	0,12	0,23	0,16	0,00
Pele Cortiça / Membrana (Filme)	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,00
Pele Cortiça / Membrana Estampada (Filme)	0,06	0,07	0,08	0,06	0,09	0,07	0,00
Pele Cortiça Estampada (Sublimação)	0,11	0,16	0,11	0,13	0,18	0,14	0,00
Pele Cortiça Estampada (Pigmentária) / Malha UM	0,12	0,16	0,12	0,13	0,11	0,13	0,00
Pele Cortiça / Membrana Estampada (Filme) / Malha Coltec	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,00
Pele Cortiça / Membrana / Malha UM / Tecido UM	0,14	0,15	0,15	0,13	0,22	0,16	0,00
Pele Cortiça / Membrana FP40 / Tecido Tafetá	0,14	0,19	0,21	0,13	0,13	0,16	0,00
Pele Cortiça / Membrana FP40 / Tecido Sarja	0,12	0,16	0,16	0,12	0,13	0,14	0,00
Pele Cortiça / Membrana / Malha UM / Malha Rib	0,15	0,15	0,11	0,11	0,19	0,14	0,00

Tabela A3. 3: Absortividade térmica dos diferentes materiais

Absortividade Térmica (b)						
Referência da amostra	1ª amostra	2ª amostra	3ª amostra	4ª amostra	5ª amostra	Média
Couro 1	336,0	270,0	310,0	276,0	265,0	291,4
Couro 2	242,0	225,0	236,0	216,0	235,0	230,8
Couro 3	187,0	244,0	237,0	229,0	226,0	224,6
Napa	124,0	126,0	147,0	142,0	153,0	138,4
Aglomerado Cortiça	88,8	104,0	108,0	99,5	93,9	98,84
Pele de Cortiça	128,0	125,0	115,0	107,0	80,5	111,1
Pele Cortiça / Membrana (Filme)	183,0	175,0	175,0	167,0	179,0	175,8
Pele Cortiça / Membrana Estampada (Filme)	182,0	164,0	162,0	165,0	158,0	166,2
Pele Cortiça Estampada (Sublimação)	102,0	98,2	110,0	99,4	71,6	96,24
Pele Cortiça Estampada (Pigmentária) / Malha UM	113,0	102,0	120,0	118,0	126,0	115,8
Pele Cortiça / Membrana Estampada (Filme) / Malha Coltec	132,0	132,0	126,0	130,0	133,0	130,6
Pele Cortiça / Membrana / Malha UM / Tecido UM	139,0	140,0	150,0	140,0	112,0	136,2
Pele Cortiça / Membrana FP40 / Tecido Tafetá	142,0	116,0	105,0	124,0	130,0	123,4
Pele Cortiça / Membrana FP40 / Tecido Sarja	142,0	133,0	110,0	142,0	142,0	133,8
Pele Cortiça / Membrana / Malha UM / Malha Rib	134,0	136,0	164,0	161,0	121,0	143,2

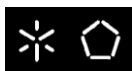


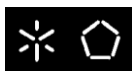
Tabela A3. 4: Resistência Térmica dos diferentes materiais

Referência da amostra	Resistência Térmica (r)					Média	r (10 <sup>3</sup> )
	1 <sup>a</sup> amostra	2 <sup>a</sup> amostra	3 <sup>a</sup> amostra	4 <sup>a</sup> amostra	5 <sup>a</sup> amostra		
Couro 1	18,90	18,50	19,80	19,20	18,20	18,92	0,02
Couro 2	20,70	21,30	21,70	21,20	21,30	21,24	0,02
Couro 3	24,60	24,70	25,40	23,60	25,20	24,70	0,02
Napa	22,70	23,10	21,70	22,30	21,40	22,24	0,02
Aglomerado Cortiça	54,50	54,70	50,20	51,60	60,80	54,36	0,05
Pele de Cortiça	10,90	10,60	11,50	11,90	11,80	11,34	0,01
Pele Cortiça/Membrana (Filme)	10,60	11,70	11,50	11,20	12,10	11,42	0,01
Pele Cortiça / Membrana Estampada (Filme)	16,30	16,30	17,20	15,70	15,50	16,20	0,02
Pele Cortiça Estampada (Sublimação)	11,10	12,90	13,40	12,20	23,20	14,56	0,01
Pele Cortiça Estampada (Pigmentária) / Malha UM	17,80	16,40	15,90	15,40	17,00	16,50	0,02
Pele Cortiça / Membrana Estampada (Filme) / Malha Coltec	20,20	20,40	21,60	20,40	19,90	20,50	0,02
Pele Cortiça / Membrana / Malha UM / Tecido UM	26,10	25,50	23,20	29,20	26,00	26,00	0,03
Pele Cortiça / Membrana FP40 / Tecido Tafetá	14,80	15,90	15,80	15,60	15,50	15,52	0,02
Pele Cortiça / Membrana FP40 / Tecido Sarja	16,90	14,20	22,60	16,00	18,00	17,54	0,02
Pele Cortiça / Membrana / Malha UM / Malha Rib	27,90	27,50	27,10	26,60	27,30	27,28	0,03

Tabela A3. 5: Espessura dos diferentes materiais

Referência da amostra	Espessura (h)					Média
	1 <sup>a</sup> amostra	2 <sup>a</sup> amostra	3 <sup>a</sup> amostra	4 <sup>a</sup> amostra	5 <sup>a</sup> amostra	
Couro 1	1,65	1,57	1,58	1,58	1,62	1,60
Couro 2	1,28	1,33	1,30	1,31	1,28	1,30
Couro 3	1,63	1,59	1,59	1,58	1,63	1,60
Napa	0,97	0,99	1,00	1,01	0,98	0,99
Aglomerado Cortiça	2,21	2,24	2,15	2,18	2,50	2,26
Pele de Cortiça	0,44	0,43	0,47	0,44	0,45	0,45
Pele Cortiça / Membrana (Filme)	0,52	0,54	0,53	0,48	0,54	0,52
Pele Cortiça / Membrana Estampada (Filme)	0,75	0,72	0,73	0,74	0,73	0,73
Pele Cortiça Estampada (Sublimação)	0,38	0,50	0,50	0,44	0,71	0,51
Pele Cortiça Estampada (Pigmentária) / Malha UM	0,70	0,67	0,65	0,67	0,70	0,68
Pele Cortiça / Membrana Estampada (Filme) / Malha Coltec	0,85	0,86	0,87	0,85	0,87	0,86
Pele Cortiça / Membrana / Malha UM / Tecido UM	1,38	1,37	1,32	1,47	1,38	1,38
Pele Cortiça / Membrana FP40 / Tecido Tafetá	0,78	0,79	0,76	0,70	0,73	0,75
Pele Cortiça / Membrana FP40 / Tecido Sarja	0,81	0,75	1,00	0,79	0,91	0,85
Pele Cortiça / Membrana / Malha UM / Malha Rib	1,45	1,45	1,44	1,42	1,42	1,44





**Apêndice 4** – Valores resultantes da avaliação da **Resistência à Tração** para os diferentes materiais estudados, referente aos Gráficos 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20 e 21.

Tabela A4. 1: Resistência à tração para a pele de cortiça e para o couro

Pele de Cortiça		Força (N)		Extensão (%)	
		Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal
		9,17	6,89	5,09	10,2

Couro	Sentido mais elástico		Sentido menos elástico	
	Força (N)	Alongamento (mm)	Força (N)	Alongamento (mm)
Média	606	41,92	626	32,73
Coefficiente de Variação	27,59	11,09	11,48	11,02

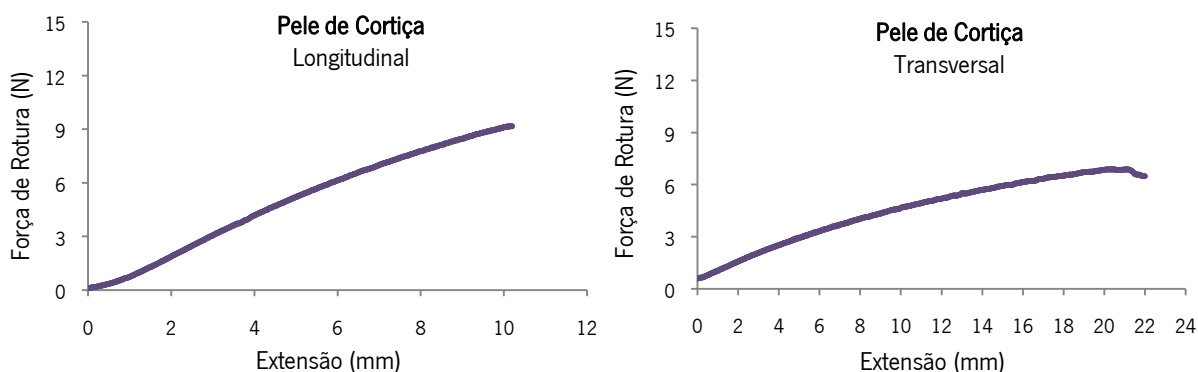


Gráfico A4. 1: Curvas força/extensão para a pele de cortiça

Tabela A4. 2: Resistência à tração da pele de cortiça/membrana ref°.13581 FP40 (L)

Amostra n°	Thick	Width	Tensile	Max Force	Elong at Max	Elongation
	mm	mm	MPa	N	%	%
1	0,62	10	0,4658	2.888	125	149
2	0,62	10	0,4839	3.000	176,8	177,8
3	0,62	10	0,4684	2.904	154,6	163,2
4	0,62	10	0,597	3.704	198	200
5	0,62	10	0,4503	2.792	148,6	153,4
6	0,62	10	0,503	3.120	167,2	172
7	0,62	10	0,4181	2.592	67,6	76,2
8	0,62	10	0,3738	2.318	96,8	104,9
9	0,62	10	0,3968	2.460	66	75,2
10	0,62	10	0,3891	2.413	92,3	99,2
11	0,62	10	0,4658	2.888	138,8	145,2
<b>Longitudinal</b>		<b>Média</b>	0,4557	<b>2.825</b>	<b>130,1</b>	137,8
		Des, pad,	0,0629	0,39	44,47	42,43

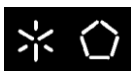


Tabela A4. 3: Resistência à tração da pele de cortiça/membrana ref#.13581 FP40 (T)

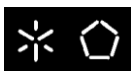
Amostra n <sup>o</sup> ,	Thick	Width	Tensile	Max Force	Elong at Max	Elongation
	mm	mm	MPa	N	%	%
1	0,62	10	0,4619	2.864	17,7	138
2	0,62	10	0,4394	2.724	18,5	199,3
3	0,62	10	0,4735	2.936	17,3	85
4	0,62	10	0,4684	2.904	16,65	143
5	0,62	10	0,4594	2.848	17,12	51,2
6	0,62	10	0,4723	2.928	19,2	37,6
7	0,62	10	0,4465	2.768	61	160,8
8	0,62	10	0,4329	2.684	18,6	87,6
9	0,62	10	0,44	2.728	37,6	85,6
10	0,62	10	0,4684	2.904	366	374
11	0,62	10	0,4503	2.792	19,28	73,4
<b>Transversal</b>		<b>Média</b>	0,4557	<b>2.825</b>	<b>55,4</b>	130,5
		Des, pad,	0,0145	0,0902	103,9	94,5

Tabela A4. 4: Resistência à tração da pele de cortiça/membrana ref#.13583 UM (L)

Amostra n <sup>o</sup> ,	Thick	Width	Tensile	Max Force	Elong at Max	Elongation
	mm	mm	MPa	N	%	%
1	0,62	1.000	3.665	2.273	301,6	330
2	0,62	1.000	5,46	3.388	576	576
3	0,62	1.000	3.577	2.218	416	416
4	0,62	1.000	4.658	2.888	550	554
5	0,62	1.000	4.658	2.888	536	536
6	0,62	1.000	5,59	3.468	588	588
7	0,62	1.000	5,92	3.668	616	616
8	0,62	1.000	4.097	2.540	478	478
9	0,62	1.000	5,94	3.680	624	624
10	0,62	1.000	5,74	3.556	590	590
		<b>Média</b>	4.930	<b>3.057</b>	<b>528</b>	531
<b>Longitudinal</b>		Des, Pad,	0,921	0,571	102	95,2

Tabela A4. 5: Resistência à tração da pele de cortiça/membrana ref#.13583 UM (T)

Amostra n <sup>o</sup> ,	Thick	Width	Tensile	Max Force	Elong at Max	Elongation
	mm	mm	MPa	N	%	%
1	0,62	10	0,53	3.288	590	590
2	0,62	10	0,4445	2.756	578	578
3	0,62	10	0,4806	2.980	566	566
4	0,62	10	0,469	2.908	572	572
5	0,62	10	0,4858	3.012	598	598



6	0,62	10	0,4316	2.676	570	570
7	0,62	10	0,3198	1.983	444	446
8	0,62	10	0,3972	2.463	534	538
9	0,62	10	0,3135	1.944	352	354
10	0,62	10	0,4981	3.088	614	614
<b>Transversal</b>		<b>Média</b>	<b>0,437</b>	<b>2.710</b>	<b>542</b>	<b>543</b>
		Des, Pad,	0,0733	0,4547	81,7	80,9

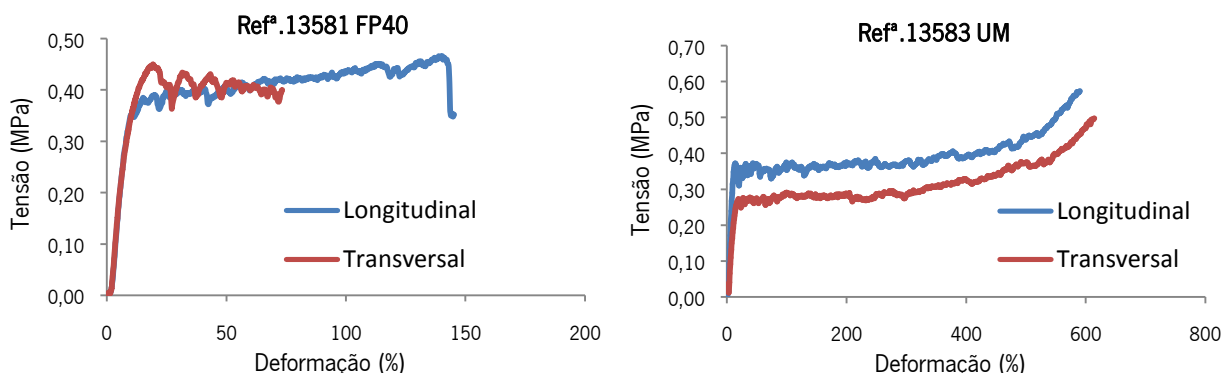


Gráfico A4. 2: Curvas tensão/deformação para as membranas com a refª.13581 FP40 e refª.13583 UM

Tabela A4. 6: Resistência à tração da pele de cortiça/membrana refª.13584 FP 380 (L)

Amostra n <sup>o</sup> ,	Thick	Width	Tensile	Max Force	Elong at Max	Elongation
	mm	mm	MPa	N	%	%
1	0,58	10	0,3183	1.846	52,4	72,8
2	0,58	10	0,319	1.850	8,85	24,21
3	0,58	10	0,3334	1.934	13,85	45,4
4	0,58	10	0,3397	1.970	11,32	37
5	0,58	10	0,3478	2.018	36,2	37
6	0,58	10	0,3241	1.880	38,24	50,4
7	0,58	10	0,3352	1.944	54,4	87,4
8	0,58	10	0,3362	1.950	23,6	81,8
9	0,58	10	0,3097	1.796	40,4	51,6
10	0,58	10	0,33	1.914	31,8	31,8
<b>Longitudinal</b>		<b>Média</b>	<b>0,3293</b>	<b>1.910</b>	<b>31,11</b>	<b>51,9</b>
		Des, Pad,	0,0115	0,0667	16,33	21,73

Tabela A4. 7: Resistência à tração da pele de cortiça/membrana refª.13584 FP 380 (T)

Amostra n <sup>o</sup> .	Thick	Width	Tensile	Max Force	Elong at Max	Elongation
	mm	mm	MPa	N	%	%
1	0,58	10	0,3573	2.073	14,52	28,59
2	0,58	10	0,3789	2.198	19,77	24,6
3	0,58	10	0,3145	1.824	29,76	51,8



4	0,58	10	0,4069	2.360	17,4	20,4
5	0,58	10	0,3438	1.994	15,04	19,32
6	0,58	10	0,3466	2.010	15,55	22
7	0,58	10	0,33	1.914	19,05	23,6
8	0,58	10	0,3259	1.890	14,96	37
9	0,58	10	0,2924	1.696	14,61	25,2
10	0,58	10	0,3155	1.830	15,54	18,9
<b>Transversal</b>		<b>Média</b>	<b>0,3412</b>	<b>1.979</b>	<b>17,62</b>	<b>27,15</b>
		Desv. Pad.	0,0336	0,1947	4.656	10,18

Tabela A4. 8: Resistência à tração da pele de cortiça/membrana ref<sup>o</sup>.13586 UM (L)

Amostra n <sup>o</sup> ,	Thick	Width	Tensile	Max Force	Elong at Max	Elongation
	mm	mm	MPa	N	%	%
1	0,52	10	0,91	4.730	458	458
2	0,52	10	0,82	4.265	376	378
3	0,52	10	0,982	5,11	470	470
4	0,52	10	0,893	4.645	428	428
5	0,52	10	0,998	5,19	467	468
6	0,52	10	0,93	4.835	438	438
7	0,52	10	0,674	3.504	179,8	181,2
8	0,52	10	0,926	4.815	468	470
9	0,52	10	1.100	5,72	544	544
10	0,52	10	0,678	3.528	298	308
<b>Longitudinal</b>		<b>Média</b>	<b>0,891</b>	<b>4.634</b>	<b>412,7</b>	<b>414,3</b>
		Des, Pad,	0,135	0,702	104,5	103

Tabela A4. 9: Resistência à tração da pele de cortiça/membrana ref<sup>o</sup>.13586 UM (T)

Amostra n <sup>o</sup> ,	Thick	Width	Tensile	Max Force	Elong at Max	Elongation
	mm	mm	MPa	N	%	%
1	0,52	10	0,6	3.120	19,6	166,2
2	0,52	10	0,503	2.616	193,3	203
3	0,52	10	0,633	3.292	396	398
4	0,52	10	0,567	2.948	41,4	294
5	0,52	10	0,539	2.804	218,5	236
6	0,52	10	0,617	3.208	412	412
7	0,52	10	0,586	3.048	406	412
8	0,52	10	0,589	3.064	412	412
9	0,52	10	0,536	2.788	310	336
10	0,52	10	0,546	2.840	31,4	167,6
<b>Transversal</b>		<b>Média</b>	<b>0,572</b>	<b>2.973</b>	<b>244,0</b>	<b>303,7</b>
		Des, Pad,	0,0406	0,2111	166,7	104

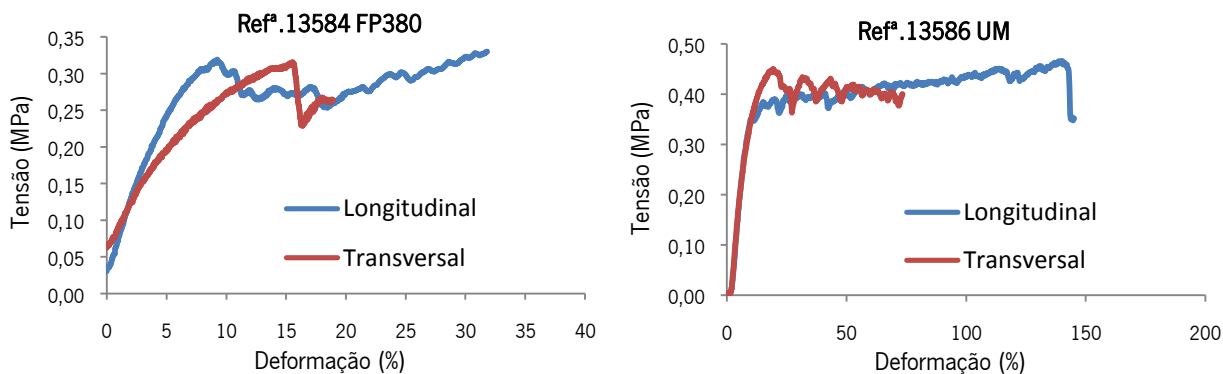
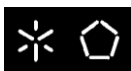
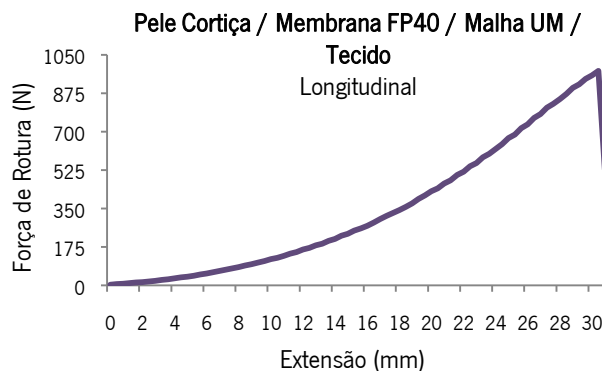
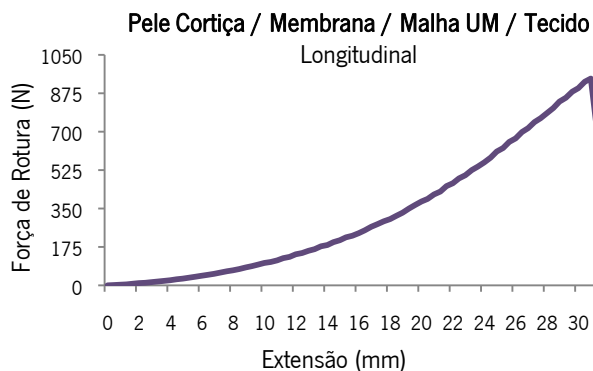
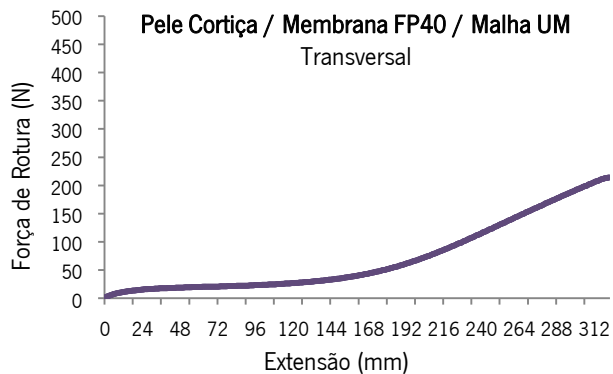
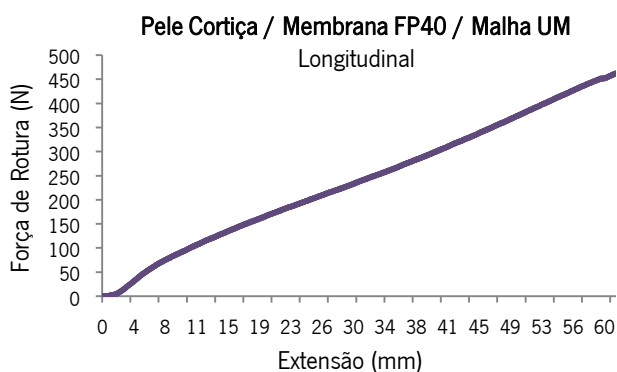


Gráfico A4. 3: Curvas tensão/deformação para as membranas com a ref°.13584 FP380 e ref°.13586 UM

Tabela A4. 10: Resistência à tração dos diferentes tri e tetralaminados

Referência da amostra	Força (N)		Extensão (%)	
	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal
Pele Cortiça / Membrana FP 40 / Malha UM	462	214	30,68	161
Pele Cortiça / Membrana / Malha UM / Tecido	941		15,4	
Pele Cortiça / Membrana FP40 / Malha UM / Tecido	976		15,2	
Pele Cortiça / Membrana Estampada / Malha Coltec	304	310,4	112,8	70,4



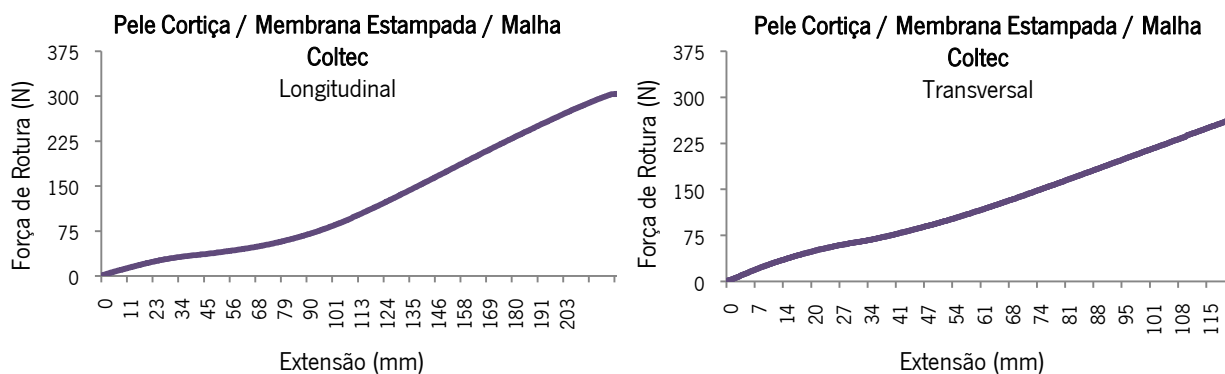
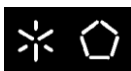


Gráfico A4. 4: Curvas força/extensão dos diferentes tri e tetralaminados

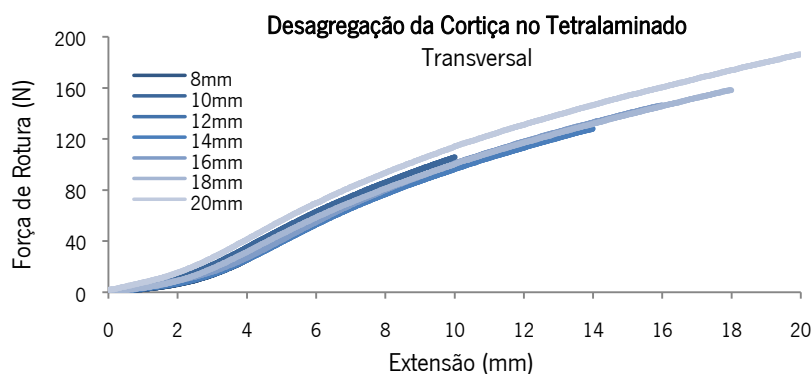
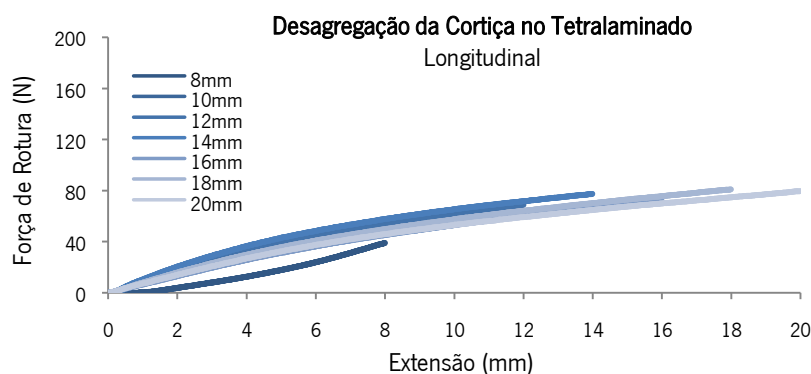


Gráfico A4. 5: Curvas força/extensão de um tetralaminado (L e T)

Tabela A4. 11: Resistência à tração de diferentes trilaminados

Pele Cortiça / Membrana FP40 / Tecido Sarja Refª200SF0201	Força (N)	Extensão (%)		Força (N)	Extensão (%)
Teia 1 (L)	1256,00	10,70	Trama 1 (T)	364,00	13,06
Teia 2	1241,00	10,64	Trama 2	409,00	13,64
Teia 3	1268,00	10,80	Trama 3	352,00	13,15
Teia 4	1218,00	10,56	Trama 4	422,50	13,70
Teia 5	1233,00	10,70	Trama 5	448,50	14,24
<b>Média</b>	<b>1243,20</b>	<b>10,68</b>	<b>Média</b>	<b>399,20</b>	<b>13,56</b>
Pele Cortiça / Membrana FP40 / Tecido Tafetá Refª100TL0201	Força (N)	Extensão (%)		Força (N)	Extensão (%)



Teia 1 (L)	455,50	8,05	Trama 1 (T)	494,00	9,70
Teia 2	473,00	7,95	Trama 2	533,00	10,05
Teia 3	490,00	8,15	Trama 3	480,00	9,44
Teia 4	477,00	8,20	Trama 4	425,00	9,00
Teia 5	465,50	8,10	Trama 5	489,50	9,80
<b>Média</b>	<b>472,20</b>	<b>8,09</b>	<b>Média</b>	<b>484,30</b>	<b>9,60</b>

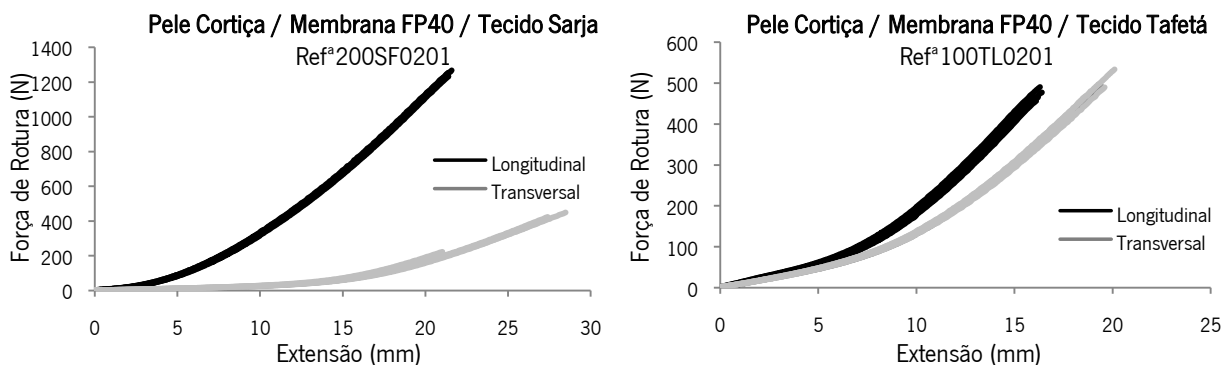


Gráfico A4. 6: Curvas força/extensão dos diferentes trilaminados

Tabela A4. 12: Resistência à tração de diferentes trilaminados

Pele Cortiça / Membrana Estampada (Superficial) / Tecido Sarja	Força (N)	Extensão (%)		Força (N)	Extensão (%)
Teia 1	949,00	9,64	Trama 1	501,00	13,84
Teia 2	983,00	9,96	Trama 2	455,00	13,64
Teia 3	1010,00	10,05	Trama 3	485,50	13,50
Teia 4	948,00	9,75	Trama 4	462,00	13,64
Teia 5	903,00	9,65	Trama 5	482,50	14,00
<b>Média</b>	<b>958,60</b>	<b>9,81</b>	<b>Média</b>	<b>477,20</b>	<b>13,72</b>
Pele Cortiça / Membrana (Superficial) / Tecido Tafetá	Força (N)	Extensão (%)		Força (N)	Extensão (%)
Teia 1	1281,00	10,65	Trama 1	322,40	12,90
Teia 2	1223,00	10,75	Trama 2	279,20	12,60
Teia 3	1236,00	10,50	Trama 3	294,40	13,10
Teia 4	1228,00	10,40	Trama 4	280,00	12,64
Teia 5	1268,00	10,60	Trama 5	323,60	13,30
<b>Média</b>	<b>1247,20</b>	<b>10,58</b>	<b>Média</b>	<b>299,92</b>	<b>12,91</b>

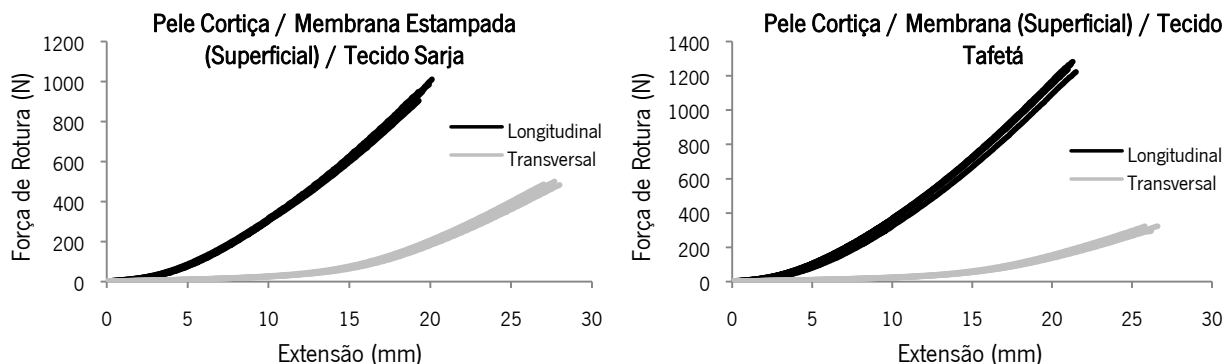


Gráfico A4. 7: Curvas força/extensão de diferentes trilaminados








## Anexos






Anexo 1 – Ficha Técnica da pele de cortiça fornecida pela empresa Coltec.




## CORKBOARDS




### Technical Specifications



REF 51 ST

**PERFORMANCE ATRIBUTES**



- Natural product (97%)
- Anti-static; Excellent dimensional stability
- Odourless, Unimpeachable for flyers and rodents
- It does not free solvent or dangerous compounds
- Thanks to its permeability to the vapor it prevents formation of condensations
- Shock absorbent
- Sound absorbent
- Scuff resistant / Slip resistant
- Ideal in the simultaneous combination of thermal and acoustic insulation
- Renewable resource

**TECHNICAL SPECIFICATIONS**

Description	Natural Corkboards applications
Sizes available	Available in sheets and rolls of various sizes and thicknesses
Density (Kg/m <sup>3</sup> )	180 – 200 Kg/m <sup>3</sup>
Tensile Strength (MPa)	0.50 – 0.70
Compression (%)	20 / 40
Recovery (%)	65% Min
Thermal Conductivity (W / m °C)	0.043

**JPSCORKGROUP**

Rua Cruz de Malta, 110 • P. O. Box 435 • 4524-907 Rio Maão Codex – Portugal  
 Tel.: 351 227 471 920 • Fax.: 351 227 477 796  
 E-mail: jps@jpscorkgroup.com • Web site: www.jpscorkgroup.com





Anexo 2 – Fichas Técnicas das membranas (FP40 e FP380) fornecidas pela empresa Coltec



**Technical data**  
**Membrane FP40**

Chemical base: COPA    Thickness: 5 µm    Color: Transparent

Properties	Method	Units	Values
<b>PERFORMANCE PROPERTIES</b>			
Ret Skin Model	EN ISO 31092	m <sup>2</sup> PaW	0,7
MVT - 20°C 60%RH (Moisture Vapour Transmission)	UNI4818/26 (20°C 50% RH)	g/m <sup>2</sup> .day	1.300
MVTR – 38°C 60%RH	ASTM E96 BW Inverted Cup	g/m <sup>2</sup> .day	20.000
WPR (Hydrostatic Head Pressure)	EN ISO 20811 modified	m	>5
Melting Range	DSC ISO 11357-1	°C	165-175
Softening Range	Kofler	°C	90-100
<b>MECHANICAL PROPERTIES</b>			
Tensile Strength	ISO 527-3/2/200	N	6.0 MD 5.5 TD
Elongation at break	ISO 527-3/2/200	%	500 MD 500 TD
Tear Strength	DIN 53515/90	N/mm	140 MD 140 TD
Modulus 100%	ISO 527-3/2/200	N	1.8 MD 1.8 TD
Modulus 300%	ISO 527-3/2/200	N	3.0 MD 2.5 TD
<b>Delivery specifications</b>			
Standard Width (mm)			1550
<b>Typical Applications</b>		<b>Key Properties</b>	
Sport-Wear		Extra thin and extra highly breathable Tack-free surface Good mechanical properties	

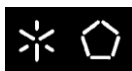


Date: 15-02-2011

**Technical data**  
**Membrane FP380**

Chemical base: PES      Thickness: 10 µm      Color: Neutral

Properties	Method	Units	Values
<b>PERFORMANCE PROPERTIES</b>			
Ret Skin Model	NF EN ISO 31092 - ISO 11092	m <sup>2</sup> Pa/W	0,4
MVT - 20°C 50%RH (Moisture Vapour Transmission)	UNI4818/26 (20°C 50% RH)	g/m <sup>2</sup> .day	1.250
MVTR - 38°C 50%RH	ASTM E96 BW Inverted Cup	g/m <sup>2</sup> .day	19.000
Head Pressure	EN ISO 20811	m	>10
Melting Range	DSC ISO 11357-1	°C	190-200
Density	DIN53243	g/mm <sup>3</sup>	1,2
<b>MECHANICAL PROPERTIES</b>			
Tensile Strength	ISO 527-3/2/200	N	4.0 MD 2.0 TD
Elongation at break	ISO 527-3/2/200	%	700 MD 500 TD
Tear Strength	DIN 53515/90	N/mm	60-80 MD 35-55 TD
Modulus 100%	ISO 527-3/2/200	N	1.5MD 1.0 TD
Modulus 300%	ISO 527-3/2/200	N	2.0 MD 1.5 TD



### Anexo 3 – Ficha técnica do produto de acabamento Bayscent® Neutralizer.

Bayer Chemicals



## BAYSCENT® NEUTRALIZER\*

A new technology against bad smells from textiles

### Special properties

- Neutralisation of bad smells on fabrics
- For every kind of fabrics
- It does not impair the handle.
- No changes of shade.
- Washing resistant.

### General properties

**Form supplied:**  
white liquid

**Ionicity:**  
slightly cationic

**Viscosity at 20°C:**  
30 mPa.s

**pH as is:**  
4 ± 1

**Storage stability:**  
12 months from delivery ex plant  
Bayer SpA Filago, Italy

**Notes on safety:**  
Information on handling, storage and ecological and toxicological behaviour is contained in the safety data sheet for BAYSCENT® NEUTRALIZER.

**Specific properties:**  
Please see product specification of BAYSCENT® NEUTRALIZER.

### Technical notes on application\*

#### General

BAYSCENT® NEUTRALIZER is a new product for the anti-odour textile finishing, suggested on every kind of fibres, developed by Bayer S.p.A.

Traditional methods of counteracting malodours involved the use of high dosage levels of fragrances to simply "drown out" or "mask" the malodour in question. This was sometimes effective but rarely cost efficient.

BAYSCENT® NEUTRALIZER, technology is the most efficient development in malodour counteraction, it is able to eliminate bad smells, such as food, smoke and sweat toward a fresh and clean fragrance.

BAYSCENT® NEUTRALIZER does not impair the characteristics of the substrate, and it is suitable for using in the same bath as a common finishing product, in exhausting (together with BAYSCENT BASE) and in padding processes.

BAYSCENT® does not impair the characteristics of the substrate, and it is also suitable for using in the same bath with softeners, fluorocarbon resins, resin finishing (PERSOFTAL®, BAYPRET®, BAYPRET® COMPACT, BAYGARD® range), depending from the kind of finishing to be obtained.

#### Exhaustion process

Set the finishing bath at pH 4,5-5 (acetic acid).  
Add 8-20 % of BAYSCENT® NEUTRALIZER.  
Add 3-8 % of BAYSCENT® BASE.  
Add the other finishing products (preliminary trials are recommended) and hold 5 minutes.

Heat at 40°C in 15 minutes and hold 30 minutes.

Drain, centrifuge, dry as required by the industrial process.

#### Example of comfort/ perfuming effect on jersey 100% cotton

15 % BAYSCENT® NEUTRALIZER  
6 % BAYSCENT® BASE  
4 % PERSOFTAL® IC

#### Padding application

BAYSCENT® brands are suitable in padding applications, from 20 to 80 g/l depending of the perfume intensity desired on the treated fabric.

In order to obtain handle modifications, it is suggested the addition of other finishing products (PERSOFTAL®, BAYPRET®, BAYPRET® Compact).

#### Finishing example by padding on Polymide/elastan

30- 50 g/l BAYSCENT® NEUTRALIZER  
20 g/l PERSOFTAL® COMPACT SDS

Pick-up: 70%  
Drying at 140°C