



Universidade da Beira Interior

Departamento de Ciência e Tecnologia Têxteis

## **Design de Estruturas Têxteis com Elevado Desempenho Fisiológico**

Tese de Mestrado em Design de Moda (Opção Têxtil)

Cátia Sofia Neves Monteiro  
Setembro 2009



Universidade da Beira Interior

Departamento de Ciência e Tecnologia Têxteis

## **Design de Estruturas Têxteis com Elevado Desempenho Fisiológico**

Tese de Mestrado em Design de Moda (Opção Têxtil)

Trabalho efectuado sob a orientação da  
Professora Doutora Maria José Geraudes

Cátia Sofia Neves Monteiro  
Setembro 2009

---

## Agradecimentos

A concretização desta dissertação de Mestrado só foi possível mediante a ajuda e colaboração de pessoas que me auxiliaram directa ou indirectamente durante a sua execução. A todos eles aqui deixo os meus sinceros agradecimentos:

- ❖ À Professora **Maria José Gerales** pela orientação, pelas importantes e relevantes sugestões, comentários, permanente incentivo e total disponibilidade demonstrada ao longo de todos estes meses;
- ❖ Ao Professor **Lubos Hes**, pelo apoio científico, sugestões e sábias críticas na área da investigação fisiológica que permitiram a realização da presente dissertação;
- ❖ Ao Professor **Nuno Belino** pelo apoio na área informática;
- ❖ Ao Sr. **Eduardo Jorge**, pela colaboração prestada na produção das malhas;
- ❖ Ao **Departamento de Ciência e Tecnologia Têxteis** da Universidade da Beira Interior pela disponibilização de equipamentos;
- ❖ E também e, muito particularmente, aos meus **Pais**, por todo apoio e compreensão, sem os quais esta pós graduação não teria sido possível;

---

## RESUMO

Nos últimos anos, as indústrias têxtil e do vestuário têm exercido grandes esforços para melhorar os resultados em termos de produtividade e competitividade.

As exigências dos consumidores em relação aos produtos adquiridos acompanharam as mudanças das tendências da moda.

Os consumidores procuram cada vez mais vestuário dito funcional, isto é, com funções acrescidas, com maior qualidade e, conseqüentemente, com maior valor acrescentado.

Sendo a sensação de conforto numa peça de vestuário essencial e fundamental para o desempenho do seu utilizador e considerada como factor de qualidade da mesma, cabe ao designer, através de estudos da fisiologia do vestuário, atribuir determinadas características ao mesmo e, assim, oferecer ao consumidor um produto com qualidade e elevado valor acrescentado.

O presente trabalho desenvolveu-se na área do conhecimento do comportamento fisiológico, durante o uso, de estruturas de malha com um design estrutural e composição conhecidos e, conseqüentemente, na garantia de um aumento do valor utilitário dos artigos confeccionados com este tipo de malhas.

Assim, começou-se por seleccionar os seguintes materiais têxteis considerados adequados a este estudo e avaliaram-se as suas principais propriedades físicas. Fez-se igualmente a caracterização dimensional das estruturas de malha com composição e massa/unidade de superfície seleccionadas para este trabalho. Posteriormente averiguou-se o desempenho fisiológico das mesmas através da avaliação das propriedades permeabilidade ao vapor de água e resistência evaporativa, para diferentes

---

percentagens de humidade presente nas malhas, as quais condicionaram o seu desempenho fisiológico e para tal foi usado o aparelho Permetest.

Através da análise e interpretação dos resultados obtidos para as referidas propriedades, foi possível concluir-se da relação existente entre estas e as diferentes percentagens de humidade presentes nas estruturas, isto é, foi possível prever o comportamento das mesmas quando do seu uso pelo respectivo portador.

---

## **ABSTRACT**

In the last years, textile and clothing industries have developed great efforts to improve results in terms of productivity and competitiveness.

Consumer requirements for products acquired changes followed the trends of fashion.

Consumers increasingly wants functional clothing, with increased functions, higher quality and thus with higher added value.

Comfort feeling in a garment is essential and fundamental to the performance of it's user and also a quality factor. So the designers, through studies of clothing physiology, wants to assign certain characteristics, and thus offer to the consumer a product with high quality and added value.

This work was developed in the knowledge of the physiological behaviour of knitted structures in wear, with a known composition and structural design, in a way to get an increase value in clothing made with this type of knitting.

First, it was selected the textile materials appropriated for this study and have been evaluated their main physical properties. Also has been done the dimensional characterization of the knitting structures with a certain composition and mass / unit area selected for this work. In the next step physiological behaviour has been evaluated trough the values obtained to water vapour permeability and water evaporative resistance properties at various percentages of moisture present in the knitting sample. For that Permetest instrument has been used.

Through the analysis and interpretation of the results obtained, it was possible to conclude about the relationship between these one and the differents moisture percentages present in the structures. So, it's possible to preview the physiological behaviour of the same when in the body of it's wearer.

---

## **PALAVRAS – CHAVE**

- Design de vestuário;
- Fisiologia do vestuário;
- Permeabilidade ao vapor de água;
- Resistência evaporativa;
- Estruturas têxteis no estado húmido.

## **KEYWORDS**

- Clothing design;
- Clothing physiology;
- Water vapour permeability;
- Resistance evaporative;
- Textiles structures in the wet state.

---

# ÍNDICE GERAL

Agradecimentos .....	ii
Resumo .....	iii
Abstract.....	v
Palavras- Chave.....	vi
<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>2</b>
1.1 Enquadramento do trabalho .....	2
1.2 Justificação do trabalho .....	4
1.3 Objectivo do trabalho .....	6
1.4 Metodologia .....	7
1.5 Estrutura da tese .....	8
<b>CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA/ REVISÃO</b>	
<b>BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>9</b>
<b>2. Fundamentação teórica/ Revisão bibliográfica .....</b>	<b>10</b>
2.1 Introdução .....	10
2.2 Design .....	11
2.3 Estruturas de malha .....	15
2.4 Fisiologia do vestuário .....	19
2.5 Definição e especificação do conforto .....	26
2.5.1 Introdução .....	26
2.5.2 Conforto sensorial .....	26
2.5.3 Conforto termofisiológico .....	28
2.5.4 Parâmetros relacionados com a fisiologia do vestuário e o conforto durante o uso .....	30
<b>CAPÍTULO 3 – DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL .....</b>	<b>33</b>
<b>3. Desenvolvimento experimental .....</b>	<b>34</b>
3.1 Plano experimental .....	34
3.1.1 Selecção dos materiais .....	35
3.2 Procedimento experimental .....	38
3.2.1 Avaliação das propriedades dimensionais .....	38
3.2.2 Avaliação das propriedades fisiológicas .....	42
3.2.3 Resultados obtidos .....	45



---

3.3 Interpretação dos resultados .....	58
<b>CAPÍTULO 4 – CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS .....</b>	<b>61</b>
<b>4. Conclusões e perspectivas futuras .....</b>	<b>62</b>
<b>4.1 Conclusões .....</b>	<b>62</b>
<b>4.2 Perspectivas futuras .....</b>	<b>63</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>68</b>
<b>Anexo A .....</b>	<b>69</b>
<b>Anexo B .....</b>	<b>71</b>
<b>Anexo C .....</b>	<b>81</b>
<b>Anexo D .....</b>	<b>90</b>

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1 Fases do processo produtivo do sector têxtil e do vestuário.	10
Figura 2. 2 – Malha de trama .....	16
Figura 2. 3 – Malha de teia.....	16
Figura 2. 4 – Elementos constituintes de uma laçada (c – cabeça; p – pernas; l – pés).....	16
Figura 2. 5 – Representação da laçada normal e respectivo processo de formação. ....	17
Figura 2. 6 – Representação da laçada carregada e respectivo processo de formação.....	17
Figura 2. 7 – Representação da laçada flutuante e respectivo processo de formação.....	17
Figura 2. 8 – Direito técnico da malha Jersey.....	18
Figura 2. 9 – Averso técnico da malha Jersey. ....	18
Figura 2. 10 – Direito técnico da malha Jersey (as setas indicam o sentido de enrolamento da estrutura quando cortada). ....	19
Figura 2. 11– Esquema de percepção do conforto (Fonte: Li, 1999) [30].	21
Figura 2. 12 – Efeito da temperatura hipotalâmica na produção de suor (Fonte:Guyton et.al - 1998: 456) [31].....	23
Figura 2. 13 – Aparelho Permetest.....	30
Figura 3. 1 – Influência da humidade relativa de uma malha 100% Pes nas propriedades resistência evaporativa e permeabilidade ao vapor de água.....	49
Figura 3. 2 – Influência da humidade relativa de uma malha 100% Pes nas propriedades resistência evaporativa e permeabilidade ao vapor de água.....	50
Figura 3. 3 – Influência da humidade relativa de uma malha 100% Co nas propriedades resistência evaporativa e permeabilidade ao vapor de água.....	50

---

<b>Figura 3. 4 – Influência da humidade relativa de uma malha 100% Co nas propriedades resistência evaporativa e permeabilidade ao vapor de água.....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 3. 5 – Influência da humidade relativa de uma malha 65% Pes/ 35%Co nas propriedades resistência evaporativa e permeabilidade ao vapor de água.....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 3. 6 – Influência da humidade relativa de uma malha 65% Pes/ 35%Co nas propriedades resistência evaporativa e permeabilidade ao vapor de água.....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 3. 7 – Influência da humidade relativa de uma malha 75% Co/ 25%Pes nas propriedades resistência evaporativa e permeabilidade ao vapor de água.....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 3. 8 – Influência da humidade relativa de uma malha 75% Co/ 25%Pes nas propriedades resistência evaporativa e permeabilidade ao vapor de água.....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 3. 9 – Influência da composição da estrutura nos valores da permeabilidade ao vapor de água para as amostras A, B, C e D.....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 3. 10 – Influência da composição da estrutura nos valores da resistência evaporativa para as amostras A, B, C e D.....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 3. 11 – Influência da composição da estrutura nos valores da permeabilidade ao vapor de água para as amostras A1, B1, C1 e D1.....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 3. 12 – Influência da composição da estrutura nos valores de resistência evaporativa para as amostras A1, B1, C1 e D1.....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 3. 13 – Influência da massa/ unidade de superfície, nos valores da permeabilidade ao vapor de água e resistência evaporativa para as amostras A e A1.....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 3. 14 – Influência da massa/ unidade de superfície, nos valores da permeabilidade ao vapor de água e resistência evaporativa para as amostras B e B1.....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 3. 15 – Influência da massa/ unidade de superfície, nos valores da permeabilidade ao vapor de água e resistência evaporativa para as amostras C e C1.....</b>	<b>57</b>

---

**Figura 3. 16 – Influência da massa/ unidade de superfície, nos valores da permeabilidade ao vapor de água e resistência evaporativa para as amostras D e D1. .... 58**

---

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3. 1 – Características técnica dos fios. ....	37
Tabela 3. 2 – Características técnicas das malhas analisadas. ....	37
Tabela 3. 3 – Propriedades dimensionais e estruturais da amostra A. ....	39
Tabela 3. 4– Propriedades dimensionais e estruturais da amostra A1. ....	40
Tabela 3. 5– Propriedades dimensionais e estruturais da amostra B. ....	40
Tabela 3. 6– Propriedades dimensionais e estruturais da amostra B1. ....	40
Tabela 3. 7– Propriedades dimensionais e estruturais da amostra C. ....	41
Tabela 3. 8 – Propriedades dimensionais e estruturais da amostra C1. ...	41
Tabela 3. 9 – Propriedades dimensionais e estruturais da amostra D. ....	41
Tabela 3. 10 – Propriedades dimensionais e estruturais da amostra D1. .	42
Tabela 3. 11 – Propriedades fisiológicas das malhas A e A1.....	45
Tabela 3. 12– Propriedades fisiológicas das malhas B e B1.....	46
Tabela 3. 13 – Propriedades fisiológicas das malhas C e C1.....	47
Tabela 3. 14 – Propriedades fisiológicas das malhas D e D1.....	48

---

## **CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO**

---

# 1 – Introdução

## 1.1 – Enquadramento do trabalho

A liberalização do comércio mundial têxtil e do vestuário potenciou momentos muito difíceis às indústrias, abrindo portas aos mercados Asiático e Africano, com os quais é difícil concorrer devido aos seus baixos custos de mão-de-obra.

Para diminuir a pressão da concorrência dos países do extremo oriente, a estratégia de competitividade das empresas dos países desenvolvidos deve passar pela criação de novos produtos, onde design, funcionalidade, inovação, tecnologia, qualidade, aliados a um sistema de resposta rápida e aos princípios da moda, são factores decisivos para a escolha do consumidor.

Alguns aspectos abordados durante os processos de concepção e desenvolvimento de um produto para a satisfação do utilizador são a cultura, as necessidades do corpo, as necessidades das actividades físicas e a estética. É este conjunto de aspectos que vai definir a estrutura, a forma, o estilo e detalhes de maneira diferenciada do produto final, que terá principalmente características funcionais. [1]

Seja pela vida atribulada que as pessoas têm, seja devido às actividades físicas desempenhadas, ou até mesmo por uma questão de estética, conforto ou saúde, o consumidor é cada vez mais exigente relativamente aos produtos têxteis que consome e que exercem um papel fundamental no seu dia-a-dia.

Assim, as empresas devem então procurar oferecer um leque de vantagens diante do mercado competidor, apresentando desempenho sustentável superior e de forma que o seu produto se sobreponha aos demais concorrentes. [2]

Nesta nova realidade, onde o mercado se encontra saturado de produtos básicos, com baixo valor acrescentado, a preços cada vez mais reduzidos, é

---

importante oferecer ao consumidor produtos inéditos e com valor acrescentado, isto é, é preciso inovar.

Ao nível do produto, considera-se geralmente a existência de dois tipos de inovações:

- A inovação radical do produto que envolve a utilização dos avanços da ciência e da tecnologia de modo a oferecer ao cliente uma nova linha de produtos;
- A inovação incremental do produto, que consiste em ampliar uma linha de produtos existentes ou melhorar o desempenho dos mesmos.

Assim, o produto é considerado inovador quando apresenta qualquer diferença, podendo-se distinguir três tipos de inovação:

- Novos produtos sem progresso tecnológico;
- Novidades tecnológicas que não trazem alterações significativas no comportamento dos consumidores;
- Inovações revolucionárias criadoras de novos comportamentos de consumo.

Também a competitividade do sector têxtil é determinada pela capacidade de compreender e reagir rapidamente às necessidades dos clientes.

Neste contexto, o referido sector deve estar preparado para responder ao fenómeno moda, que obriga a uma enorme versatilidade de produtos e processos, mas ao mesmo tempo ter em atenção a crescente preocupação ecológica, de bem-estar, segurança e funcionalidade.

A concretização da inovação passa por quatro vias fundamentais: pelo design, pelos materiais, pela tecnologia e pela gestão/ organização.[3]

A inovação pelo design passa pela introdução de valor acrescentado resultante de um processo de criação inovador, pela combinação de cores, materiais e



---

formas, com vista à obtenção de um produto final com elevado grau de diferenciação. Da mesma forma, através da intervenção do design pode inovar-se também pela via da funcionalidade do produto.

Neste contexto, este trabalho encontra-se direccionado para o estudo do desempenho funcional ao nível fisiológico, durante o uso, de estruturas têxteis, mais precisamente de estruturas de malha. O conhecimento desse desempenho proporcionará a produção de peças de vestuário em malha com comportamento conhecido e que, num contacto directo com a pele, desempenharão um papel importante no bem-estar do utilizador.

## **1.2 – Justificação do trabalho**

Nos últimos anos, as indústrias têxtil e do vestuário têm exercido grandes esforços para melhorar os resultados em termos de produtividade e competitividade, entre processos acelerados de modernização como, a melhoria da qualidade dos produtos e das empresas, o investimento em equipamentos tecnologicamente avançados, e a renovação gradual da qualificação dos recursos humanos, entre outros.

Desde então o segmento da moda anda em constante processo de inovação, lutando pelas preferências dos consumidores.

Também as tendências da moda estão em constantes alterações. Nos últimos tempos é possível verificar uma sobreposição entre a secção de vestuário formal e a secção de vestuário casual.

As exigências dos consumidores em relação aos produtos adquiridos acompanharam as mudanças das tendências da moda.

Os consumidores procuram cada vez mais vestuário dito funcional, isto é, com funções acrescidas, com maior qualidade e conseqüentemente com maior valor acrescentado. Independentemente da actividade que desenvolvem, seja em casa, no trabalho ou até mesmo nos transportes, a preferência do consumidor

---

passa por vestuário confortável, prático, leve, de fácil manutenção e que os faça sentir bem.

Sendo a sensação de conforto numa peça de vestuário essencial, fundamental para o desempenho do seu utilizador e considerada como factor de qualidade da mesma, cabe ao designer, através de estudos da fisiologia do vestuário, atribuir determinadas características ao vestuário e, assim, oferecer ao consumidor um produto com qualidade e elevado valor acrescentado.

É assim que a Fisiologia do Vestuário se tornou uma parte importante da avaliação objectiva da qualidade e utilidade funcional de qualquer peça de vestuário com elevado valor acrescentado, tendo sido aprovada em 1992 a norma europeia N° 11092, actual ISO 11092, sobre a avaliação fisiológica do vestuário, na qual está incluído um método para determinação de permeabilidade ao vapor de água das estruturas têxteis no estado seco e da resistência térmica das referidas estruturas [anexo D].

Resumidamente, o perfil do consumidor actual pode caracterizar-se por:

- São mais sensíveis, menos formais, mais individualistas e com estilo de vida muito mais activo;
- Tem mais tempo de lazer e a distinção entre a roupa de trabalho e a de lazer torna-se cada vez mais imprecisa;
- São cada vez mais ambientalistas;
- Em muitos países a população tende a envelhecer e é esta classe de consumidores mais envelhecida que terá maior rendimento disponível;
- Procuram cada vez mais o conjunto, através de um vestuário mais prático, leve, de trato fácil e que se use em qualquer estação;
- Têm maior poder de selecção. Querem mais informação sobre o produto que compram no momento da sua aquisição e querem ter acesso à mesma de uma forma fácil.

---

É este consumidor cada vez mais esclarecido que se interessa pelo conhecimento global do produto que compra, isto é, pelo conhecimento do comportamento do mesmo nas diferentes situações do dia-a-dia. Há também uma tendência marcante para este consumidor se reger cada vez mais pelo conforto que um determinado produto lhe pode proporcionar, em detrimento da aparência.

O presente trabalho pretende assim evoluir na área do conhecimento do design fisiológico, durante o uso, de estruturas de malha com um design estrutural e composição conhecidos e, conseqüentemente, na garantia de um aumento do valor utilitário dos artigos confeccionados com este tipo de malhas.

### **1.3 – Objectivo**

Os requisitos funcionais normalmente pretendidos num determinado produto têxtil são os seguintes:

- Conforto durante o uso;
- Protecção relativamente a condições climáticas extremas;
- Protecção da saúde;
- Melhoria da performance e resultados do desportista;
- Criação de produtos de moda e esteticamente agradáveis.

De modo a preencher todos estes requisitos é importante conhecer-se o comportamento do produto com diferentes percentagens de humidade, isto é, durante o uso, já que as propriedades de permeabilidade à água e resistência evaporativa da estrutura vão condicionar as transferências de massa da mesma e, conseqüentemente, o respectivo desempenho fisiológico.

A este nível, o objectivo deste trabalho é a análise experimental do comportamento fisiológico durante o uso de estruturas de malha com diferentes composições e com diferentes massas/ unidade de superfície, de acordo com

---

alguns dos valores mais utilizados na produção de determinadas peças de vestuário.

A estrutura da malha seleccionada para tal foi a estrutura Jersey, dada a sua elevada utilização na área do vestuário.

Os materiais têxteis seleccionados foram as fibras de algodão e de poliéster devido também à sua grande aplicação nos produtos têxteis, nomeadamente na área do vestuário.

Procurou-se igualmente utilizar estruturas de malha com massas/ unidade de superfície bem diferentes, mas também dentro dos valores utilizados ao nível da confecção de determinadas peças de vestuário, como por exemplo a t-shirt, fato de treino, sweat-shirt, etc..

Em resumo, pretende-se com este trabalho tornar possível fazer-se uma previsão de qual será o comportamento, ao nível das transferências de humidade, de um determinado produto durante o respectivo uso.

## **1.4 – Metodologia**

A metodologia adoptada no desenvolvimento do presente trabalho compreendeu as seguintes etapas:

1. Selecção dos materiais têxteis;
2. Avaliação das principais propriedades físicas, dos diferentes fios a utilizar;
3. Tricotagem de estruturas de malha com os diversos fios;
4. Caracterização dimensional das diferentes estruturas de malha produzidas;
5. Avaliação do desempenho fisiológico das referidas estruturas de malha, para diferentes percentagens de humidade relativa;
6. Análise e interpretação de resultados;
7. Conclusões.

---

## **1.5 – Estrutura da tese**

A dissertação é composta por quatro capítulos. No presente capítulo, apresenta-se o enquadramento, a justificação do trabalho, os objectivos a atingir com o presente trabalho, assim como a própria estrutura do mesmo e a metodologia adoptada.

No capítulo dois é apresentada a fundamentação teórica e a pesquisa bibliográfica a partir do qual o trabalho foi desenvolvido.

O capítulo três é dedicado ao desenvolvimento experimental, o qual inclui o planeamento, a selecção dos materiais têxteis a ensaiar, a avaliação das principais propriedades físicas dos diferentes fios a utilizar, a tricotagem de estruturas de malha com os diversos fios, a caracterização dimensional das diferentes estruturas de malha produzidas, a avaliação do desempenho fisiológico das referidas estruturas de malha, para diferentes percentagens de humidade relativa, a análise e interpretação de resultados obtidos.

Para finalizar, no capítulo quatro são expostas as conclusões obtidas com esta investigação e as perspectivas futuras que poderão nascer a partir deste trabalho, de modo a dar-lhe continuidade e complementaridade.

---

**CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA/**

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

---

## 2 – Fundamentação teórica/ Revisão Bibliográfica

### 2.1 – Introdução

O sector têxtil e/ou do vestuário é constituído por várias fases produtivas que visam a finalização de um produto ou serviço. Estas fases estão relacionadas entre elas de tal forma que dão origem a uma cadeia linear, na qual a qualidade e eficiência com que se executa cada fase vai determinar, conseqüentemente, a qualidade final do produto.

O processo produtivo do sector têxtil e do vestuário engloba 5 fases: produção da matéria-prima (fibras naturais, artificiais e sintéticas), fiação (processos de transformação das fibras em fios), tecelagem (processos distintos de produção de tecidos, malhas e não tecidos), acabamentos (de natureza química ou mecânica) e confecção (operações de modelagem, corte e costura), tal como representado na figura 2.1.

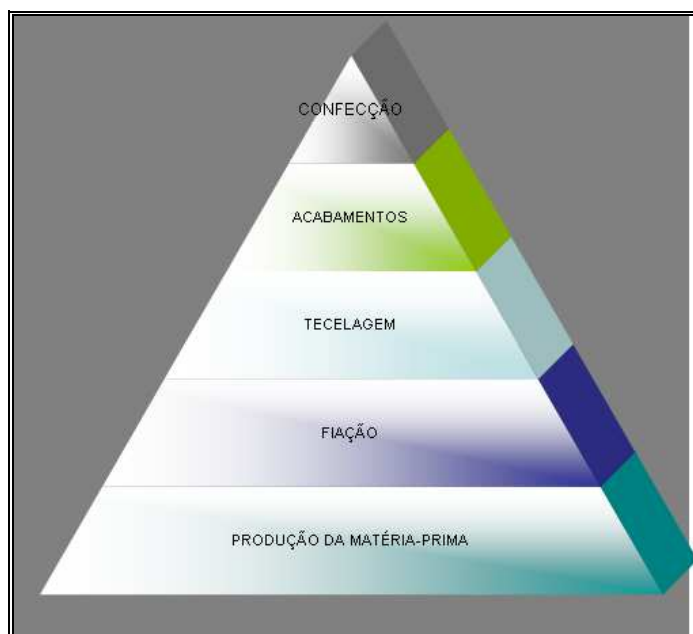


Figura 2. 1 Fases do processo produtivo do sector têxtil e do vestuário.

A liberalização do comércio mundial e a globalização do sector é um fenómeno incontornável que abre o mercado à concorrência internacional. Tal facto representa uma dificuldade para todo o sector da indústria têxtil e do vestuário

---

Europeu, onde só os mais bem preparados sobreviverão. O futuro do sector passa pela internacionalização dos seus produtos principalmente aqueles que contenham elevado nível de diferenciação, quer pelo design, quer pela qualidade, quer pela funcionalidade, quer pela inovação.

Por tudo isto, o sector têxtil deve apostar em factores de diferenciação como sejam o preço, a qualidade, a inovação, o design, a criatividade, entre outros, para competir com a concorrência.

## **2.2 – Design**

O conceito de design é muito vasto e as áreas em que actua são imensas, tornando-se quase impossível uma definição singular. Ele está presente nas nossas vidas de manhã até à noite, seja em casa, no trabalho, no lazer, na educação, na saúde, no desporto, nos transportes ou no ambiente público. Existem revistas, livros, catálogos, materiais nos meios de comunicação, apresentações e lançamentos de produtos, feiras, galerias e até museus, tudo referido ao Design.

Foi no ano de 1588 que Design foi definido pela primeira vez no Oxford Dictionary como “um plano desenvolvido pelo homem ou um esquema que possa ser realizado; o primeiro projecto gráfico de uma obra de arte; um objecto das artes aplicadas ou que seja útil para a construção de outras obras”. Até à década de 80 a diversidade de descrições e definições englobam aspectos como o social, o funcional, o significativo e o objectivo [4].

No ano de 1979, o International Design Center de Berlim atesta que design deve revelar as singularidades do produto mediante uma configuração própria, deve tornar visível a função do produto de forma a facilitar o uso por parte do consumidor, deve responder a questões do meio ambiente, da economia de energia, da reutilização, da ergonomia e deve fazer da relação do homem/objecto o ponto de partida da configuração [4].



---

Entretanto, numa perspectiva mais actual e segundo Charlotte e Peter Firel [5], na história do design é importante lembrar que os produtos de design não podem ser totalmente compreendidos fora dos contextos social, económico, político, cultural e tecnológico que levaram à sua concepção e realização.

Em diferentes alturas do século XX, por exemplo, os ciclos económicos das economias ocidentais tiveram um impacto significativo na preponderância de objectos que enfatizam o design sobre o estilo e vice-versa.

Enquanto o estilo é frequentemente um elemento complementar de uma solução de design, o design e o estilo são duas disciplinas completamente distintas.

O estilo está ligado à aparência e tratamento de superfície, às qualidades expressivas de um produto. O design, por outro lado, está primeiramente ligado à resolução de problemas, os quais tendem a ser globais na sua amplitude e, geralmente, à procura da simplificação e essência.

Há vinte anos atrás, Lipovetsky afirmava uma verdade que continua actual e contemporânea. Um novo produto, um novo design, vai muito além de um produto esteticamente agradável, uma vez que o mesmo deve, primordialmente corresponder à total satisfação das necessidades do utilizador [6]. Gobe e al. alerta que, para além dessa visão, tem que se ter em conta como os utilizadores percebem o produto e os benefícios dele decorrentes [7].

O design não só abrange uma extraordinária gama de funções, técnicas, atitudes, ideias e valores, todos eles influenciando a nossa experiência e percepção do mundo que nos rodeia, como também as escolhas que fazemos hoje, as quais sobre a futura direcção do design terão um efeito significativo e possivelmente duradouro sobre a qualidade das nossas vidas e no ambiente dos anos futuros.

---

O design de um produto corresponde ao projecto e/ou processo do seu desenvolvimento que se inicia na concepção, passa pelas etapas de planeamento, especificação, delimitação conceptual, geração de alternativas, avaliação e elaboração e, finalmente, a realização propriamente dita ou produção, verificando-se uma dinâmica contínua e integrada entre todas as etapas [8, 9, 5, 10].

Na fase de planeamento são realizadas a colecta e análise das informações que darão suporte às decisões tomadas durante todo o processo. A especificação do projecto ocorre quando, a partir de análises anteriores, se delimita o problema de design e são definidos o direccionamento mercadológico, as metas técnicas, funcionais e estéticas do produto. Convém atentar para novos materiais, processos de fabrico ou tecnologias que podem acrescentar mais valor ao produto. A partir do universo do consumidor/utilizador, faz-se a delimitação conceptual. Nesta etapa, estão envolvidos os princípios de estilo que regem o aspecto visual, ou seja, que características do estilo se identificam com o mercado consumidor [7,4,5,11,12].

Com base nos dados anteriores, é chegado o momento da materialização. As possíveis alternativas gerem a configuração do produto, definição dos materiais e tecnologias a serem empregues. De seguida deve considerar-se a selecção da melhor alternativa de acordo com os critérios especificados no projecto e realizar a execução propriamente dita. Para a produção em série devem verificar-se minuciosamente a correcção e adequação do protótipo, definição de bases e matrizes para a produção em grandes quantidades [9,12,10]. Araújo (1995) [10], detalha minuciosamente o plano de design total que vai desde o design preliminar até à decisão de descartar o produto do mercado, passando pelos controlos e decisões internas e externas e a venda.

O mercado consumidor apresenta-se cada vez mais exigente e, com isso, naturalmente ávido por novidades com valor acrescentado. A funcionalidade de um produto, de uma forma geral, é uma vertente actual que se sobrepõe a

---

algumas características do mesmo, tornando-se assim uma das principais ferramentas de sedução do consumidor aliada ao aspecto estético.

Consequentemente, as empresas vivem em constante competitividade, lutando pelas preferências dos consumidores cada vez mais exigentes, sendo necessário produzir em função dos seus desejos, ansiedades, caprichos e necessidades. Como forma de resposta as empresas devem criar produtos diferenciados, com qualidade e de valor acrescentado, onde o design é factor decisivo para o sucesso do produto [3,13].

O mundo da moda é um fenómeno social que se define pelas mudanças sociológicas, psicológicas e estéticas [14]. Nos produtos deste meio, destinados ao consumo, como é o caso do vestuário, é difícil criar valor só através da inovação. Como tal, a aposta dos empresários passa pela aplicação do design mais direccionado para a área da estética, *funcionalidade* e conforto, uma vez que os consumidores estão dispostos a pagar mais pelos seus produtos, desde que estes lhes ofereçam algo de valor acrescentado [15].

De acordo com Gobe *et al.*, (2004), três aspectos constituem as dimensões do produto de atendimento à procura do utilizador: a dimensão estética, a funcional e a psicológica.

Despertar o sentido visual e o desejo da aquisição são efeitos causados por um bom design estético de um produto, atraindo o consumidor para a compra. A estética de um produto está ligada a tudo aquilo que o utilizador percebe, sob o ponto de vista da aparência, tal como cores, formas e superfícies, predominando os aspectos relacionados com a beleza.

A funcionalidade refere-se à utilidade básica de um produto. Os atributos relativos à sua funcionalidade apresentam-se de forma conjunta, onde o utilizador a percebe na sua totalidade.

Na dimensão psicológica, verifica-se o grau de satisfação que o produto pode causar ao utilizador, envolvendo valores subjectivos e inconscientes. O estilo e

---

a mensagem simbólica e semântica de um produto constituem os atributos estéticos do mesmo. O estilo de um produto é influenciado pelos produtos anteriores, pela identidade da empresa, pelo estilo dos concorrentes e pelo *benchmarking* [7].

A mensagem simbólica e semântica de um produto baseia-se na relação ou identificação dos valores pessoais e sociais dos utilizadores para com o estilo do produto. Assim, quando se projecta um produto é primordial ter em conta o conhecimento a respeito do estilo de vida do utilizador em mente, e que características ele mais aprecia [7, 9, 4].

### **2.3 – Estruturas de malha**

As malhas são têxteis planos, cuja produção deriva de métodos de formação de laçadas.

Existem dois grandes grupos de malhas: as malhas de trama e as malhas de teia, cada uma com as suas características próprias.

As malhas de trama são obtidas a partir de um único fio que faz evoluções pelas diversas agulhas, tal como representado na figura 2.2. Nestas estruturas o entrelaçamento de laçadas ocorre na direcção horizontal com diversas agulhas posicionadas de forma lateral ou circular (teares rectilíneos ou circulares).

A esta linha horizontal de laçadas dá-se o nome de fileira e ao conjunto de laçadas dispostas na vertical dá-se o nome de coluna.

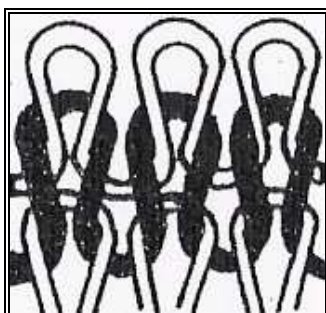


Figura 2. 2 – Malha de trama

Nas malhas de teia, representadas na figura 2.3, antes da formação da malha em si, deve ser feita uma operação de preparação, que consiste em dispor os fios ordenadamente e paralelamente sobre uma bobina, conforme a largura que se pretende para o tecido. Nestas estruturas o processo de produção passa pela formação de laçadas no sentido vertical, sendo cada agulha alimentada por um fio.

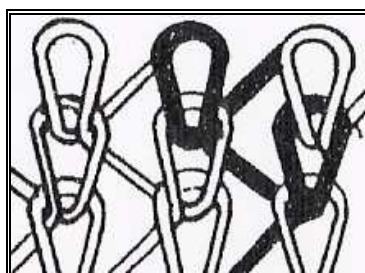


Figura 2. 3 – Malha de teia.

Assim, a laçada é o elemento base de qualquer estrutura de malha e é constituída por três elementos: cabeça, pernas e pés representados na figura 2.4.

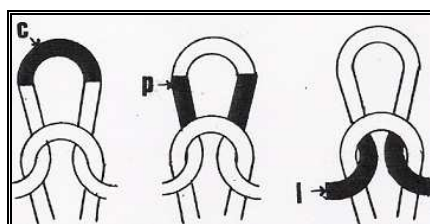


Figura 2. 4 – Elementos constituintes de uma laçada (c – cabeça; p – pernas; l – pés).

---

Existem três tipos fundamentais de laçadas, das quais todas as outras derivam: laçada normal, laçada carregada e laçada flutuante, representadas respectivamente nas figuras 2.5, 2.6 e 2.7.

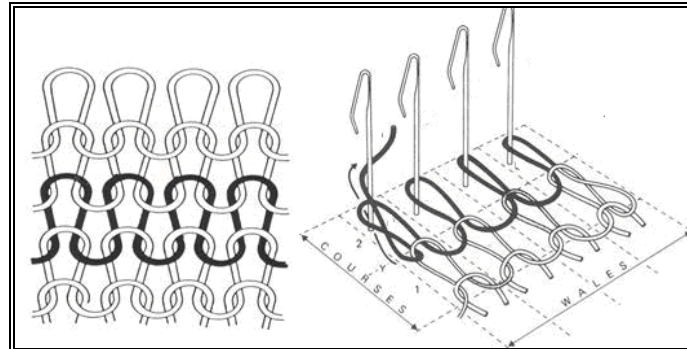


Figura 2.5 – Representação da laçada normal e respectivo processo de formação.

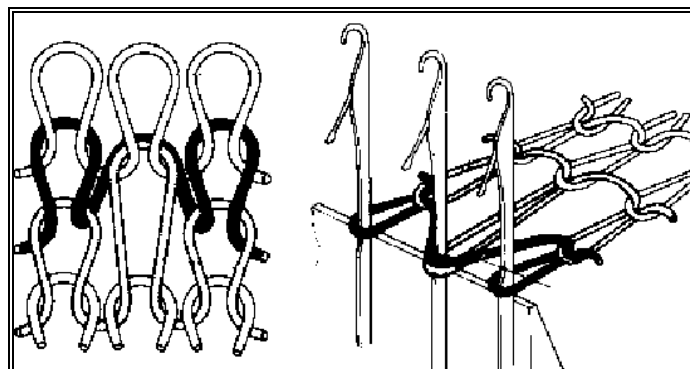


Figura 2.6 – Representação da laçada carregada e respectivo processo de formação.

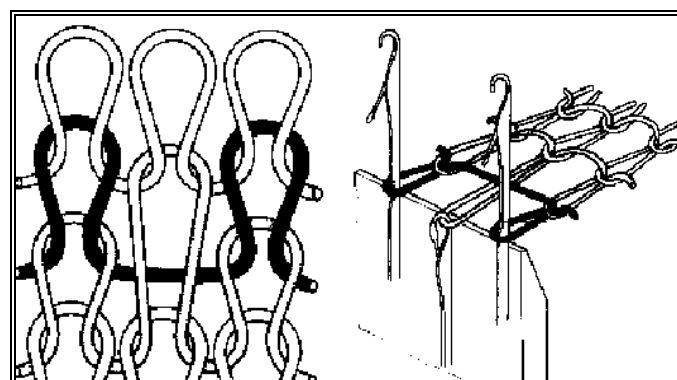


Figura 2.7 – Representação da laçada flutuante e respectivo processo de formação.

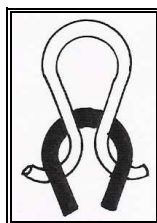
---

De entre as estruturas de malha de trama salienta-se a estrutura Jersey, a mais simples de ser produzida e a que foi utilizada na realização deste trabalho.

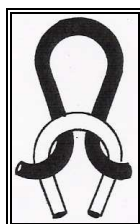
Também conhecida como “ponto de meia”, a estrutura Jersey é a base de todas as outras estruturas de malha. É utilizada, por exemplo, na produção de meias de senhora, confecções “fully-fashion” e “tecidos” Jersey. A sua estrutura consiste em laçadas normais simples, todas elas entrelaçadas tanto na direcção das colunas como das fileiras.

No direito técnico são visíveis as pernas da laçada, formando colunas com o aspecto de V invertido [figura 2.8].

No avesso técnico são visíveis as cabeças das laçadas e os pés das laçadas formam colunas de semicírculos interligados [figura 2.9].



**Figura 2. 8 – Direito técnico da malha Jersey.**



**Figura 2. 9 – Avesso técnico da malha Jersey.**

De entre algumas características da malha Jersey salienta-se o desmalhar livremente a partir da primeira fileira produzida, puxando as laçadas da platina pelo direito, ou a partir da última fileira produzida, puxando as laçadas da agulha pelo avesso.

Uma característica própria desta estrutura consiste no seu enrolamento típico, isto é, quando a estrutura Jersey é cortada, a malha enrola na direcção do

---

direito nas extremidades superior e inferior e na direcção do avesso nas partes laterais [figura 2.10].

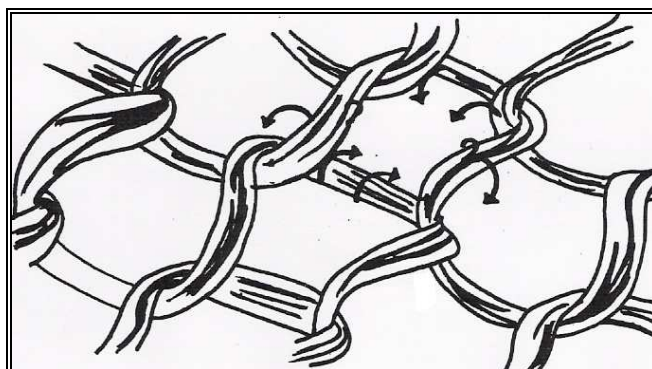


Figura 2. 10 – Direito técnico da malha Jersey (as setas indicam o sentido de enrolamento da estrutura quando cortada).

## 2.4 – Fisiologia do Vestuário

Citando Piller (1985), Geraldes [29] definiu fisiologia do vestuário como a ciência que estuda os fenómenos que ocorrem entre o corpo e o vestuário, particularmente, as interacções entre o sistema corpo humano – vestuário – meio ambiente.

É a fisiologia do vestuário que nos deve informar sobre as propriedades termofisiológicas do mesmo, já que no seu conjunto se vão traduzir no conforto, durante o uso, pelo seu portador. Este último é influenciado pela combinação adequada de vários elementos, tais como, características do material têxtil utilizado, processos tecnológicos de transformação e características técnicas do produto acabado, nomeadamente a densidade, espessura, massa por unidade de superfície ( $\text{g/m}^2$ ) do produto têxtil, operações de acabamento, corte e técnicas de confecção.

Assim, vários institutos de pesquisa e principalmente os produtores de fibras não-naturais investigam, desenvolvem e procuram criar desde há muito um catálogo de “exigências”, para que os produtos têxteis sejam considerados fisiologicamente adequados.



---

Dado o objectivo deste estudo, poder-se-á afirmar que o mesmo vai de encontro à elaboração do referido catálogo de “exigências”, já que a análise bibliográfica efectuada permitiu concluir não existirem estudos científicos publicados sobre a temática do desempenho fisiológico de estruturas de malha durante o uso. Como já referido, a fisiologia do vestuário baseia-se na acção conjugada de três vectores: corpo humano – vestuário – meio ambiente, os quais constituem um sistema que se relaciona mutuamente. De acordo com o objectivo a que se propõe este estudo, o corpo e meio ambiente são considerados como parâmetros aproximadamente fixos, enquanto que o vestuário é um parâmetro variável. Efectivamente, o corpo tem uma temperatura homeostática de 37°C, a qual ele tende a manter em qualquer situação. Durante o esforço físico, a temperatura do corpo aumenta, sendo através da transpiração que ele volta a arrefecer. Ao transpirar, produz-se vapor de água que, se não puder chegar ao exterior através das várias camadas de roupa, vai traduzir-se em sensação de desconforto.

De uma forma primária, pode considerar-se o vestuário como uma camada ou um conjunto de camadas de protecção do corpo humano relativamente ao meio ambiente exterior. O mesmo pode ser encarado como um sistema aberto num estado de interacção dinâmica e constante com tudo o que o rodeia, através de processos físicos, fisiológicos, psicológicos, como representado na figura 2.11.

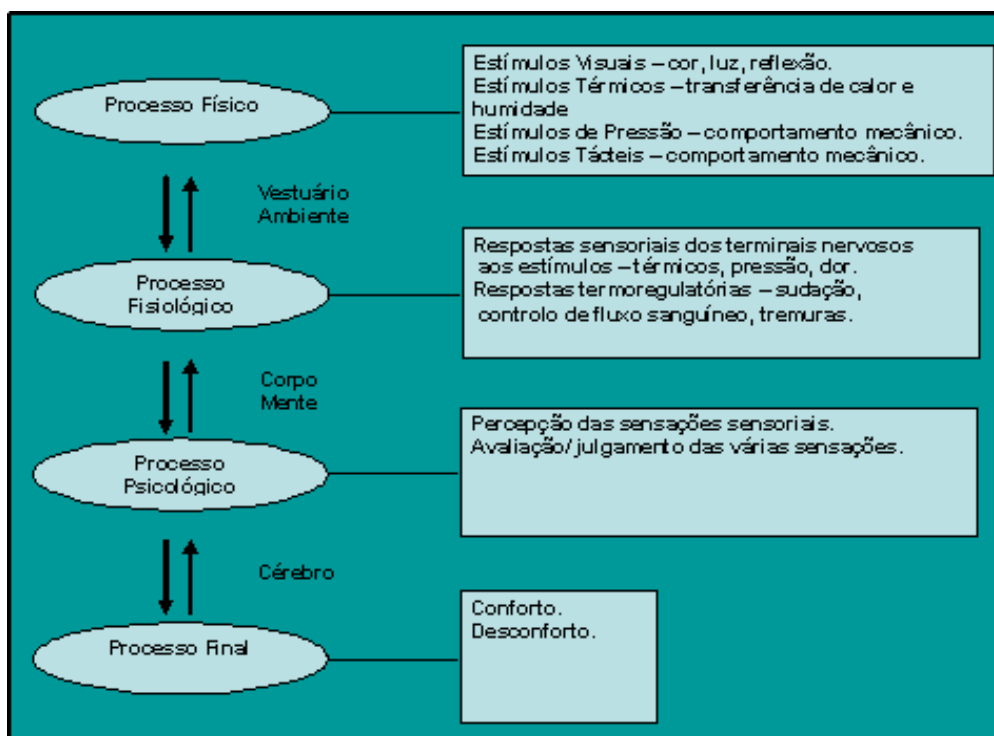


Figura 2. 11– Esquema de percepção do conforto (Fonte: Li, 1999) [30].

Como se conclui da figura anterior, o processo físico envolve os estímulos que o corpo recebe do vestuário e do ambiente; o processo fisiológico compreende as reacções fisiológicas que o corpo humano apresenta perante as mais diversas situações ambientais e de actividades físicas; o processo psicológico é um reflexo das sensações sensoriais. A percepção final de conforto e desconforto é decorrente da interacção entre estes aspectos em todo o sistema corpo humano – vestuário – meio ambiente.

A título de exemplo, pode-se considerar que uma transpiração de meio litro ou até mesmo de um litro por hora, não constitui qualquer problema para o corpo humano, desde que a roupa não ofereça resistência à fuga da humidade. Assim, o tipo de vestuário usado é a chave do conforto. Não é o calor que causa dificuldades ao portador, mas sim a sensação desagradável de calor, pelo que se torna necessário impor um certo número de exigências ao

---

vestuário em geral e, muito particularmente, à própria roupa usada durante a prática de uma actividade física mais intensa.

Efectivamente, a actividade física aumenta a perda de água de duas formas distintas:

- Através do aumento da frequência respiratória que provoca uma elevada perda de água pelas vias respiratórias, proporcional à ventilação pulmonar;
- Através do aumento do calor do corpo, o que pode provocar uma sudção excessiva.

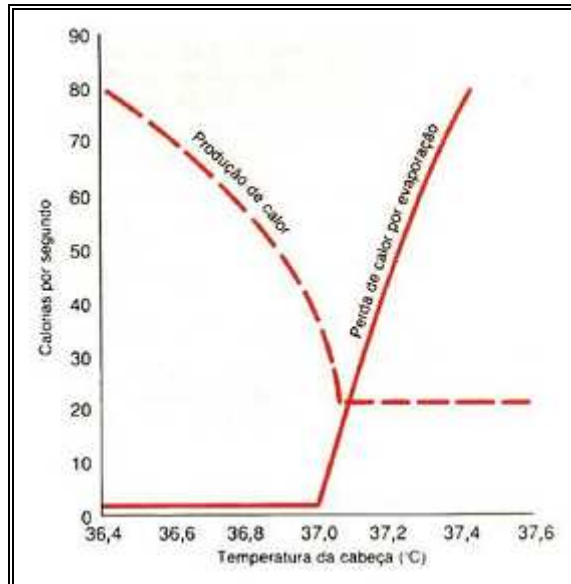
A partir da superfície da pele, a qualquer temperatura e através das vias respiratórias, verifica-se uma evaporação contínua de água conhecida como transpiração latente que se opõe à sudção sensível. Esta representa o principal mecanismo protector do corpo contra o aquecimento excessivo, quer devido à exposição a um ambiente quente, quer devido ao aumento do metabolismo, quer devido à realização de exercício físico.

Se a temperatura da pele for inferior à do meio ambiente, o corpo recebe calor por condução e radiação do mesmo. Nestas condições, o único recurso que o organismo dispõe para equilibrar a temperatura e minimizar o calor, é a evaporação. A regulação térmica ocorre normalmente sob uma temperatura ambiental em torno de 25 a 29°C. Acima de 29°C, a perda de calor por convecção é relativamente pequena iniciando-se a sudção. Quando se fala em temperatura corporal, a sudção inicia-se quando a temperatura central gira em torno de 37°C [16, 17, 18].

O termóstato hipotalamico é um eficiente mecanismo que produz variações termoreguladoras quando a temperatura aumenta ou diminui exageradamente. Na figura 2.12 verifica-se que até 37°C não existe produção de sudção, mas à medida que a temperatura cefálica aumenta, a sudção começa a manifestar-se e, de seguida, eleva-se rapidamente com o maior aumento da temperatura (linha tracejada). Observa-se também que, com a descida da temperatura

---

abaixo de 37,1°C, a produção de calor é crescente à medida que diminui a temperatura (linha contínua).



**Figura 2. 12 – Efeito da temperatura hipotalâmica na produção de suor (Fonte:Guyton et.al - 1998: 456) [31].**

Se o corpo fica hiper-aquecido, as glândulas sudoríparas libertam grandes quantidades de suor na superfície da pele para que ocorra um rápido arrefecimento do corpo através do fenómeno de evaporação. O arrefecimento provocado pela evaporação da transpiração equivale a 25% da perda total de calor em condições basais [16]. Convém ressaltar que o suor, em si, não refresca a pele, sendo o arrefecimento da pele correspondente à evaporação do mesmo.

Nos primeiros minutos de actividade física, a temperatura dos músculos aumenta rapidamente, enquanto a temperatura central corporal aumenta mais lentamente. Já a temperatura da pele cai inicialmente em virtude da vasoconstrição simpática, mas quando a temperatura central sobe, os centros termoreguladores centrais causam a vasodilatação cutânea e a sudação o que possibilita uma transferência mais rápida de calor para o ambiente.

---

Com alguns minutos de exercícios, a temperatura central atinge um estado estável que pode chegar até 41°C revelando o ajuste do termóstato central a um ponto fixo mais elevado. Essa elevação na temperatura aumenta a libertação de oxigénio e a velocidade de todas as reacções químicas nos tecidos activos.

Em circunstâncias normais, os sensores térmicos detectam alterações da temperatura cutânea e da parte central do corpo que transmitem para o hipotalamo. Este promove respostas que visam a conservação ou dissipação de calor através das vias eferentes. A função do hipotalamo como termoregulador ocorre gradualmente, à medida que a temperatura do sangue sobe para além do normal [19, 16, 20].

É importante considerar que a perda de calor por evaporação significa perda de líquidos do corpo. Para que o organismo não seja prejudicado é necessário que haja, concomitantemente, a devida hidratação, isto é, a ingestão de líquidos deve ser intensificada. No caso de determinadas actividades físicas, alguns autores recomendam a ingestão de água 20 minutos antes do exercício e durante a realização do mesmo.

Existem diferenças significativas de produção de suor em relação às áreas do corpo. As costas produzem mais suor do que o peito e a quantidade produzida no centro é mais intensa do que nas extremidades [21, 22].

Outros factores que têm influência sobre a evaporação são a humidade relativa do ar e o vestuário. Quando a humidade do ar é alta, a pressão do vapor de água aproxima-se da pele, diminuindo a evaporação. Nesse caso, ocorre acumulação de suor na pele, a qual impede a perda de calor, causando uma possível desidratação [17, 18]. O vestuário reduz o fluxo de calor entre a pele e o ambiente. A sua adequação às condições climáticas e actividade física é fundamental para a sensação total de conforto do utilizador [23, 22].

---

Desta forma e, sinteticamente, para que o vestuário se possa considerar fisiologicamente adequado deve satisfazer os seguintes requisitos [24]:

- Um microclima agradável em relação à temperatura e humidade na zona sensorial da pele, isto é, no contacto directo do material com a pele;
- Uma boa capacidade de absorção e uma transferência adequada da humidade;
- Isenção de odores desagradáveis;
- Boa compatibilidade com a pele;
- Boa elasticidade sem limitações dos movimentos;
- Forma estável;
- Peso reduzido, de modo a não prejudicar o rendimento da capacidade física.

Os principais factores que influenciam estes requisitos são essencialmente:

- Formato da peça de vestuário;
- Espessura da camada de ar aprisionada no vestuário;
- Espessura da camada têxtil;
- Propriedades têxteis dos produtos confeccionados, em particular a permeabilidade ao ar e a permeabilidade à humidade.

De uma maneira figurada, pode-se afirmar que tal como a indústria da confecção veste o Homem, a indústria das malhas veste a pele humana. Assim, os artigos de malha, quando usados sobre a pele são decisivos no conforto durante o uso e, conseqüentemente, a necessidade de se conhecer o comportamento das mesmas, nomeadamente a nível fisiológico, durante o referido uso.

---

## **2.5 – Definição e Especificação do Conforto**

### **2.5.1 – Introdução**

A noção de conforto é muito subjectiva, uma vez que envolve aspectos fisiológicos e psicológicos individuais e, como tal, varia de pessoa para pessoa.

O estudo do conforto abrange diversos segmentos de investigação e também são várias as formas de abordagem relativas à sua identificação, análise e consequentes conclusões.

Efectivamente, o conforto total do vestuário inclui não só as componentes sensorial e termofisiológica, mas também os aspectos de design, cor e tamanho, os quais formam o chamado conforto psicológico. Esta componente do conforto depende do nível cultural e social e, acima de tudo, exprime a individualidade do comprador. Quando da compra de vestuário para uso diário, o ponto de vista psicológico pode mesmo predominar sobre o funcional.

### **2.5.2 – Conforto Sensorial**

O conforto sensorial resulta de certas percepções resultantes dos contactos mecânicos e térmicos das estruturas têxteis com a pele humana. Estas sensações expressam-se normalmente através de termos próprios, como por exemplo “macieza”, “aspereza”, “rigidez”, “suavidade”, etc., e que se utilizam para classificar subjectivamente o toque de uma estrutura têxtil [25].

---

Foi o Instituto de Higiene do Vestuário de Hohenstein que publicou pela primeira vez uma equação empírica para avaliação do conforto sensorial total. Este conforto,  $K_s$ , cujos valores se encontram entre 1 (o melhor) e 6 (o pior) exprimem-se pela seguinte equação:

$$K_s = 0,360 - 2,54 i_{mt} + 0,0230 i_B + 0,0188 i_k + 0,0210 i_o + 0,0170 n_k + 0,0386 i_f \quad (2.1)$$

Sendo:

$i_{mt}$  – índice de penetração do vapor de água;

$i_B$  – índice de pegajosidade;

$i_k$  – velocidade de absorção da água no estado líquido dentro do têxtil plano;

$i_o$  – índice definidor das propriedades de superfície do têxtil plano;

$n_k$  – número de pontos de contactos (pele - têxtil plano);

$i_f$  – índice do nível da resistência à flexão.

Trata-se de uma equação, em que os elementos do conforto termofisiológico aparecem com os índices  $i_{mt}$  e  $i_k$ .

Todos estes índices foram determinados experimentalmente, e a equação 2.1 satisfaz bem as necessidades dos clientes, pois a mesma foi obtida após a realização exaustiva de numerosos ensaios.

Para além do método de avaliação objectiva do conforto sensorial, utiliza-se ainda a avaliação subjectiva, tratada cientificamente por resultados estatísticos.



---

### 2.5.3 – Conforto Termofisiológico

O conforto termofisiológico constitui historicamente a razão mais importante para a existência do vestuário. Protege-nos contra o frio e o calor e simultaneamente tem que permitir a transferência óptima da humidade através das suas camadas.

O conforto termofisiológico existe quando o utilizador está em equilíbrio térmico com o meio, isto é, quando as perdas de calor do corpo equivalem ao calor gerado pelos processos fisiológicos internos (condução, convecção e radiação).

O corpo possui muitas formas involuntárias de manter, ou tentar manter, um estado de equilíbrio termofisiológico como, por exemplo, transpirar ou tremor muscular para libertar ou para gerar calor. Assim, o conforto termofisiológico relaciona-se com as propriedades de transferência de calor e de transferência de humidade e os dois factores que o influenciam são:

- Humidade entre a pele e o meio ambiente, em que a perda de calor é conseguida através da evaporação do suor – propriedades de transferência de vapor de água e líquidos (fluxo de calor latente).
- Temperatura entre a pele e o meio ambiente, em que a perda ou ganho de calor é efectuado por condução, convecção ou radiação – propriedades de transferência térmica (fluxo de calor aparente).

Normalmente existem quatro propriedades consideradas críticas para o conforto termofisiológico:

- Capacidade de retenção do ar;
- Resistência térmica;
- Propriedades de transmissão de vapor;
- Propriedades de transporte de água líquida.

Estas propriedades de transporte são o resultado de complicados processos de transformação de fibras em estruturas têxteis e posteriormente em vestuário.

---

Consequentemente, o transporte térmico é afectado pelas propriedades das fibras, assim como pela própria estrutura dos produtos têxteis.

A nível de vestuário e de modo a que este apresente conforto termofisiológico, devem impor-se as seguintes propriedades:

- Isolamento térmico;
- Permeabilidade ao vapor de água e aos líquidos transpiração);
- Permeabilidade ao ar (ventilação suficiente).

Em resumo, o conforto termofisiológico é caracterizado por duas importantes grandezas:

- Transferência de calor;
- Transferência de massa;

As transferências de massa, que caracterizam a sua componente fisiológica, são avaliadas através da determinação das propriedades permeabilidade à água, permeabilidade ao vapor de água ( $p_{wv}$ ), e também através da chamada resistência evaporativa ( $R_{et}$ ) da estrutura têxtil, que se descreve no ponto 2.5.4.

Actualmente utilizam-se os seguintes métodos de avaliação do conforto termofisiológico:

- Medição objectiva da permeabilidade ao calor e humidade de todas as camadas têxteis do vestuário;
- Medição objectiva usando manequins térmicos, os quais podem também simular o processo de sudorese humana;
- Avaliação subjectiva por pessoas que são examinadas dentro da câmara bioclimática e cujas respostas fisiológicas são registadas e avaliadas objectivamente.

---

#### 2.5.4 – Parâmetros relacionados com a fisiologia do vestuário e o conforto durante o uso

Como já referido, o principal objectivo do vestuário é proteger o corpo humano do calor ou do frio, de modo a manter uma temperatura média da pele na ordem dos 31 – 33 °C. Também a humidade relativa entre a pele e a camada interior do vestuário deve ser superior a 60%.

Assim, o vestuário deve permitir a transferência da humidade sob a forma de água ou vapor de água, nomeadamente quando o corpo transpira e se segue a evaporação desta transpiração, conseguindo-se assim um arrefecimento do corpo, de modo a atingir-se um equilíbrio térmico do mesmo.

Actualmente, o estudo da permeabilidade da humidade através do vestuário, em particular para diferentes percentagens de humidade relativa presente no mesmo, constitui uma das áreas mais interessantes da fisiologia do vestuário, dada a influência da mesma no conforto fisiológico de uma peça de vestuário.

Esta propriedade pode ser avaliada com recurso ao aparelho Permetest representado na figura 2.13, o qual permite igualmente avaliar a resistência térmica e a resistência evaporativa de uma estrutura têxtil plana, nos estados seco e húmido. A cabeça de medição do aparelho é coberta por uma película semi-permeável, que permite a passagem da água do sistema de medição para a amostra.



Figura 2. 13 – Aparelho Permetest.

O fluxo de calor provocado pela evaporação da água a partir da camada porosa fina é registado por um computador aclopado ao sistema de medição. Em termos de transferência de calor, este aparelho corresponde ao modelo real de transferências de calor a partir da pele humana. Trata-se de um novo conceito de medição que permite distinguir pequenas variações da quantidade de água absorvida pela amostra durante o processo de difusão da mesma, assim como registar o valor do fluxo térmico associado ao referido fenómeno de difusão. Os ensaios são efectuados de acordo com a norma ISO standard 11092 [32] e a avaliação dos resultados é igualmente feita de acordo com a mesma norma.

O cálculo da grandeza resistência evaporativa  $R_{et}$  [ $m^2 Pa w^{-1}$ ] e, de acordo com a referida norma, é feito segundo a seguinte expressão:

$$R_{et} = (p_{wsat} - p_{wo}) \left( \frac{1}{q_o} - \frac{1}{q_s} \right) = C (100 - \epsilon) \left( \frac{1}{q_o} - \frac{1}{q_s} \right) \quad [m^2 Pa w^{-1}] \quad (2.2)$$

Sendo:

$p_{wsat}$  – pressão parcial saturada de vapor de água, para temperatura laboratorial de 20 a 22 °[Pa];

$p_{wo}$  – pressão parcial de vapor de água laboratorial para uma percentagem de humidade de 60 a 65% [Pa];

$q_s$  – fluxo térmico medido pelo sensor do fluxo térmico na presença do provete [ $w / m^2$ ];

$q_o$  – fluxo térmico medido pelo sensor do fluxo térmico na ausência do provete [ $w / m^2$ ];

C = constante determinada pelo procedimento de calibração.

---

Relativamente à permeabilidade relativa ao vapor de água,  $p_{wv}$ , avaliada pelo aparelho, o seu cálculo é feito a partir da seguinte relação [33]:

$$p_{wv} = \frac{100 q_s}{q_o} \quad [\%] \quad (2.3)$$

O ensaio decorre também de acordo com as condições definidas pela norma ISO Standard 11092.

---

## **CAPÍTULO 3 – DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL**

---

## 3 – Desenvolvimento experimental

### 3.1 – Plano experimental

A componente experimental deste trabalho de investigação foi estruturada com o intuito de identificar algumas variáveis envolvidas no processo de transferências de massa através de estruturas de malha, nomeadamente a composição da estrutura (diferentes materiais têxteis e diferentes composições percentuais), a massa/ unidade de superfície e a percentagem de humidade relativa presente na estrutura, de modo a ser possível prever o desempenho fisiológico das mesmas quando do respectivo uso.

A metodologia de trabalho desenvolveu-se em quatro fases. Foram elas:

1. Avaliação das principais propriedades físicas dos diferentes fios a utilizar;
2. Tricotagem de estruturas de malha com os diversos fios;
3. Caracterização dimensional das diferentes estruturas de malha produzidas;
4. Avaliação do desempenho fisiológico das referidas estruturas de malha, para diferentes percentagens de humidade relativa.

Trata-se de um trabalho inovador na área de conhecimento da fisiologia das malhas em que se procura efectuar uma relação entre o comportamento fisiológico da malha e algumas das suas propriedades físicas, para diferentes percentagens de humidade relativa, o que simulará o uso das mesmas.

Na área dos tecidos, há já estudos efectuados em que Schneider et al. [34] estudaram o efeito da percentagem de humidade relativa na condutividade térmica e Ruckman [35] a influência da mesma variável na permeabilidade ao vapor de água considerando apenas o efeito da evaporação da água a partir da superfície do tecido.

---

Neste estudo, e como variáveis independentes, têm-se a composição, a massa/ unidade de superfície e a percentagem de humidade relativa das malhas. Como variáveis dependentes, a permeabilidade relativa ao vapor de água e a resistência evaporativa das malhas.

### **3.1.1 - Selecção dos materiais**

As fibras seleccionadas para o estudo em causa foram o algodão e o poliéster, as quais dadas as suas características intrínsecas são fibras que melhor se adequam ao fim deste estudo, dado serem muito utilizadas ao nível do vestuário o qual é um dos factores externos que mais influencia o ser humano e respectiva actividade.

Efectivamente, o algodão constitui cerca de 50% da produção mundial de fibras têxteis e é tradicionalmente a matéria-prima mais utilizada na indústria têxtil em Portugal.

Também as fibras de algodão têm uma grande capacidade de absorção de água e, por isso, uma elevada hidrofiliidade, sendo constituídas por 90 a 93 % de celulose, e 7 a 10% de ceras, gorduras ou minerais. Existe o algodão branqueado que é constituído apenas por celulose, tornando-se ainda mais hidrófilo, isto é, com uma maior capacidade de absorção de água.

São fibras que apresentam igualmente uma boa condutividade térmica, uma elevada permeabilidade e um toque fresco e suave.

Os artigos de algodão têm uma boa resistência à lavagem, dado as fibras não serem sensíveis aos álcalis, resistindo assim “à lavagem forte” que pode ser feita sem qualquer problema.

A segunda fibra escolhida foi o poliéster, que é uma fibra sintética e, como tal, obtida através de processos químicos a partir do petróleo.



---

As fibras de poliéster são altamente hidrófobas. A sua capacidade de retenção da água varia entre 2 – 5 %. Na fibra de poliéster, a taxa convencional de recuperação de humidade é 0,4% a 25 °C, com 65% de humidade relativa. Esta fraca absorção de água explica a grande estabilidade do poliéster e, quando molhado, a rápida secagem dos artigos com ele confeccionados [28].

Devido ao carácter hidrófobo, à elevada cristalinidade, à orientação relativamente elevada das regiões desorientadas, as fibras de poliéster são difíceis de tingir. O tingimento é feito a altas temperaturas (120 – 130° C) ou a 100 °C na presença de “carriers” [26].

O poliéster apresenta uma excelente resistência aos ácidos inorgânicos (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) em concentrações diluídas.

A densidade destas fibras é de 1.38 g/ cm<sup>3</sup>. Outra característica destas fibras é serem pouco elásticas e com uma recuperação ao alongamento menor quando comparada com a poliamida. No entanto, a recuperação à deformação por flexão é excelente devido à rigidez intrínseca destas fibras. Daqui resulta a alta resistência à formação de rugas nos artigos de poliéster [27].

Mas, misturar fibras não-naturais com fibras naturais é uma prática corrente na indústria têxtil, dado que a combinação das propriedades, consideradas como positivas, de cada fibra pode contribuir para a obtenção de produtos adequados a determinados usos e situações. Assim, fez-se igualmente o estudo do desempenho fisiológico de uma mistura de poliéster e algodão, com diferentes percentagens.


As características técnicas dos fios utilizados neste estudo estão representados no quadro 3.1.

Tabela 3. 1 – Características técnica dos fios.

	Composição	Tex	Nº de cabos	Torção	Tipo
Fio A	100% Algodão	18	1	Z	Penteado
Fio B	100% Poliéster	20	1	Z	Fiado
Fio C	75% Algodão/ 25% Poliéster	20	1	Z	Penteado
Fio D	65% Poliéster/ 35% Algodão	20	1	Z	Penteado

O quadro 3.2 apresenta algumas das características técnicas das oito amostras de malhas utilizadas neste estudo.

Tabela 3. 2 – Características técnicas das malhas analisadas.

Composição das malhas		Massa linear do fio usado	Tipo de estrutura
Amostra	Composição	Tex	
A	100% Poliéster	20	
A1	100% Poliéster	40	
B	100% Algodão	18	
B1	100% Algodão	36	
C	65%Poliéster 35%Algodão	20	
C1	65%Poliéster 35%Algodão	40	
D	75%Algodão 25%Poliéster	20	
D1	75%Algodão 25%Poliéster	40	

Para o mesmo fio, as malhas foram tricotadas com um ou dois fios numa tentativa de se obterem estruturas com aproximadamente o dobro da massa/ unidade de superfície.

---

## 3.2 – Procedimento Experimental

### 3.2.1 – Avaliação das propriedades dimensionais

Antes de se proceder à avaliação das propriedades dimensionais das malhas em estudo, as mesmas foram previamente relaxadas, através de uma lavagem manual com água da torneira e detergente líquido. Seguiu-se a respectiva secagem, tendo as malhas sido colocadas na horizontal de modo a evitar qualquer tipo de deformação.

Depois de relaxadas, as amostras foram condicionadas durante um período de 24h, isto é, foram colocadas a uma temperatura de  $20 \pm 2^\circ \text{C}$  e uma percentagem de humidade relativa de  $60 \pm 5 \%$ .

Para a determinação da massa por unidade de superfície das amostras foi utilizado o método descrito na norma NP EN 12127 [anexo C].

Para cada malha foram cortados cinco provetes de zonas diferentes, com recurso ao utensílio de corte e com uma área igual a  $100 \text{ cm}^2$ , tendo-se evitado áreas com vincos e rugas. Pesou-se cada um dos cinco provetes e calculou-se o valor médio dos resultados obtidos.

O cálculo da massa por unidade de superfície, em gramas por metro quadrado, foi feito de acordo com:

$$M = \frac{m \times 10000}{A} \quad [\text{g/ m}^2] \quad (3.1)$$

Onde:

$m$  é a massa do provete em gramas;

$A$  é a área do mesmo provete, em centímetros quadrados.

---

Este processo foi utilizado nas oito malhas em estudo.

Para a determinação do comprimento de fio na laçada, ( $\ell_{\mu}$ ), das malhas foi utilizado o seguinte procedimento: seleccionou-se um dado nº de colunas e delimitou-se o mesmo com dois cortes laterais. Seguidamente desfiaram-se dez fileiras da malha e mediu-se o comprimento dos fios desfiados com recurso ao aparelho malhímetro III [anexo B]. Calculou-se o valor médio das dez leituras e por fim calculou-se o comprimento do fio da laçada,  $\ell_{\mu}$ , segundo a seguinte fórmula:

$$\ell_{\mu} = \frac{\ell}{N} \quad [\text{cm} / \text{laçada}] \quad (3.2)$$

Onde:

$\ell$  é o comprimento médio dos fios medidos;

$N$  é o número de colunas estruturais seleccionado.

O número de fileiras e de colunas por centímetro nas malhas, determinou-se efectuando-se uma contagem directa na malha com recurso a um conta-fios. Para cada amostra foram feitas cinco leituras no sentido das fileiras e cinco no sentido das colunas. Posteriormente calculou-se o respectivo valor médio.

Os resultados obtidos para as oito malhas estão representados nos quadros 3.3 a 3.9.

**Tabela 3. 3 – Propriedades dimensionais e estruturais da amostra A.**

<b>Amostra A</b>	
<b>Referência</b>	A
<b>Estrutura</b>	Jersey
<b>Composição</b>	100% Poliéster
<b>Comprimento da laçada (cm)</b>	0,3
<b>Densidade (fileiras/cm)</b>	16,0
<b>Densidade (colunas/cm)</b>	8,0
<b>Massa (g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>132,1</b>

Tabela 3. 4– Propriedades dimensionais e estruturais da amostra A1.

<b>Amostra A1</b>	
<b>Referência</b>	A1
<b>Estrutura</b>	Jersey
<b>Composição</b>	100% Poliéster
<b>Comprimento da laçada (cm)</b>	0,3
<b>Densidade (fileiras/cm)</b>	14,0
<b>Densidade (colunas/cm)</b>	8,0
<b>Massa (g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>242,1</b>

Tabela 3. 5– Propriedades dimensionais e estruturais da amostra B.

<b>Amostra B</b>	
<b>Referência</b>	B
<b>Estrutura</b>	Jersey
<b>Composição</b>	100% Algodão
<b>Comprimento da laçada (cm)</b>	0,3
<b>Densidade (fileiras/cm)</b>	16,0
<b>Densidade (colunas/cm)</b>	11,0
<b>Massa (g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>100,1</b>

Tabela 3. 6– Propriedades dimensionais e estruturais da amostra B1.

<b>Amostra B1</b>	
<b>Referência</b>	B1
<b>Estrutura</b>	Jersey
<b>Composição</b>	100% Algodão
<b>Comprimento da laçada (cm)</b>	0,4
<b>Densidade (fileiras/cm)</b>	20,0
<b>Densidade (colunas/cm)</b>	13,0
<b>Massa (g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>257,8</b>

Tabela 3. 7– Propriedades dimensionais e estruturais da amostra C.

<b>Amostra C</b>	
<b>Referência</b>	C
<b>Estrutura</b>	Jersey
<b>Composição</b>	65%Poliéster 35%Algodão
<b>Comprimento da laçada (cm)</b>	0,3
<b>Densidade (fileiras/cm)</b>	11,0
<b>Densidade (colunas/cm)</b>	8,0
<b>Massa (g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>105,7</b>

Tabela 3. 8 – Propriedades dimensionais e estruturais da amostra C1.

<b>Amostra C1</b>	
<b>Referência</b>	C1
<b>Estrutura</b>	Jersey
<b>Composição</b>	65%Poliéster 35%Algodão
<b>Comprimento da laçada (cm)</b>	0,4
<b>Densidade (fileiras/cm)</b>	11,0
<b>Densidade (colunas/cm)</b>	9,0
<b>Massa (g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>222,6</b>

Tabela 3. 9 – Propriedades dimensionais e estruturais da amostra D.

<b>Amostra D</b>	
<b>Referência</b>	D
<b>Estrutura</b>	Jersey
<b>Composição</b>	75%Algodão 25%Poliéster
<b>Comprimento da laçada (cm)</b>	0,3
<b>Densidade (fileiras/cm)</b>	15,0
<b>Densidade (colunas/cm)</b>	8,0
<b>Massa (g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>118,4</b>

Tabela 3. 10 – Propriedades dimensionais e estruturais da amostra D1.

Amostra D1	
Referência	D1
Estrutura	Jersey
Composição	75%Algodão 25%Poliéster
Comprimento da laçada (cm)	0,3
Densidade (fileiras/cm)	13,0
Densidade (colunas/cm)	8,0
Massa (g/m <sup>2</sup> )	223,1

### 3.2.2 – Avaliação das propriedades fisiológicas

A avaliação das propriedades fisiológicas das malhas seleccionadas para este estudo foi feita utilizando o aparelho Permetest descrito no ponto 2.5.4 e segundo um procedimento interno que a seguir se descreve.

Inicialmente avaliaram-se as propriedades fisiológicas das estruturas de malha nos estados ultra-seco e seco, e seguidamente no estado húmido, que segundo um procedimento interno, que se descreve.

Procedimento utilizado na avaliação das propriedades fisiológicas das malhas seleccionadas para este estudo:

1. **Avaliação das propriedades fisiológicas no estado ultra seco:** efectuou-se a pesagem das amostras para determinação das respectivas massas de acordo com a norma NP EN 12127 [anexo C], e seguidamente colocaram-se as mesmas numa estufa a 110 °C durante vinte minutos. Ao serem retiradas da estufa foram colocadas no excicador. Após nova pesagem, para conhecimento do valor da massa ultra seca, foram as amostras ensaiadas no Permetest para avaliação das propriedades permeabilidade ao vapor de água e resistência evaporativa;

- 
2. **Avaliação das propriedades fisiológicas no estado seco:** colocaram-se as amostras em ambiente condicionado durante um período de vinte e quatro horas, após o qual se determinou a respectiva massa. Seguidamente efectuaram-se as medições no Permetest.
3. **Avaliação das propriedades fisiológicas no estado húmido, isto é, com diferentes percentagens de humidade relativa na amostra:** inicialmente preparou-se uma solução de molhagem composta com 10 g/l de detergente líquido não iónico por litro de água, na qual é colocada a amostra durante um determinado período de tempo até atingir a saturação. Uma vez retirada a amostra, é-lhe retirada o excesso de água com papel absorvente, tendo-se sempre o cuidado de a retirar da forma mais uniforme possível ao longo de toda a amostra. Depois de um tempo de espera de aproximadamente seis minutos, variável em função da malha em causa, a amostra é pesada de modo a determinar-se a sua massa e respectiva percentagem de humidade da malha de acordo com a expressão [3.3] e, posteriormente, são avaliadas as propriedades fisiológicas.

$$H.R. (\%) = \frac{\text{Massa } h - \text{Massa } u.s.}{\text{Massa } u.s.} \times 100$$

(3.3)

Onde:

Massa h = Massa da amostra no estado húmido;

Massa u.s. = Massa da amostra no estado ultra seco.

Esta técnica é repetida até um total de oito medições, ao longo da qual a percentagem de humidade vai diminuindo. É a diferença de massas entre dois ensaios consecutivos que permite o conhecimento da percentagem de humidade relativa presente nas amostras.



---

Note-se ainda que o tempo de espera entre ensaios variava de amostra para amostra em função da respectiva composição e massa por unidade de superfície.

### 3.2.3 – Resultados obtidos

Nas tabelas 3.11,3.12, 3.13 e 3.14 apresentam-se os resultados obtidos para cada uma das malhas ensaiadas, relativamente às propriedades  $p_{wv}$  (Permeabilidade Relativa ao Vapor de Água) e  $R_{et}$  (Resistência Evaporativa).

Tabela 3. 11 – Propriedades fisiológicas das malhas A e A1.

	Amostra A			Amostra A1		
	100% Poliéster					
	Massa/ Unidade de Superfície= 132.1 g/m <sup>2</sup>			Massa/ Unidade de Superfície= 242.1 g/m <sup>2</sup>		
	Massa (g)	Permeabilidade Relativa ao Vapor de água (%)	Resistência Evaporativa (Pa.m <sup>2</sup> .w <sup>-1</sup> )	Massa (g)	Permeabilidade Relativa ao Vapor de água(%)	Resistência Evaporativa (Pa.m <sup>2</sup> .w <sup>-1</sup> )
Ensaio 1 (Ultra Seco)	4,14	58,6	4	8,87	55,7	4,6
Ensaio 2 (seco)	4.29	61.9	3.5	9.14	56.5	4.2
Ensaio 3	4.36	63.9	3.1	9.38	59.4	3.8
Ensaio 4	4.54	65.8	2.9	9.88	74	1.9
Ensaio 5	5.62	75.9	1.8	11.16	77.7	1.6
Ensaio 6	6.86	77	1.7	13.38	80	1.4
Ensaio 7	8.37	79	1.5	15.62	80.2	1.4
Ensaio 8	10.17	80.9	1.3	17.77	81.3	1.3
Ensaio 9	11.86	83.7	1.1	20.16	84.5	1
Ensaio 10	14.59	86.4	0.9	23.38	86.8	0.8

Tabela 3. 12– Propriedades fisiológicas das malhas B e B1.

	Amostra B			Amostra B1		
	100% Algodão					
	Massa/ Unidade de Superfície= 100.1 g/m <sup>2</sup>			Massa/ Unidade de Superfície= 257.8 g/m <sup>2</sup>		
	Massa (g)	Permeabilidade Relativa ao Vapor de água (%)	Resistência Evaporativa (Pa.m <sup>2</sup> .w <sup>-1</sup> )	Massa (g)	Permeabilidade Relativa ao Vapor de água (%)	Resistência Evaporativa (Pa.m <sup>2</sup> .w <sup>-1</sup> )
Ensaio 1 (Ultra Seco)	2,92	57,1	4,4	9,48	49,9	5,9
Ensaio 2 (seco)	3.11	62.2	3.4	10.20	51.6	5.3
Ensaio 3	3.18	63.6	3.2	10.77	56.9	4.1
Ensaio 4	3.46	65.2	3	11.15	64.7	3.1
Ensaio 5	3.86	67.6	2.6	11.78	72.3	2.2
Ensaio 6	4.35	69.1	2.4	14.97	82.6	1.2
Ensaio 7	5.54	76.8	1.7	17.21	82.9	1.1
Ensaio 8	7.26	77.9	1.5	20.56	88.1	0.7
Ensaio 9	9.59	84.2	1	24.47	90	0.6
Ensaio 10	12.9	87.8	0.8	28.38	91.9	0.5

Tabela 3. 13 – Propriedades fisiológicas das malhas C e C1.

	Amostra C			Amostra C1		
	65% Poliéster/ 35% Algodão					
	Massa/ Unidade de Superfície =105.7 g/m <sup>2</sup>			Massa/ Unidade de Superfície= 222.6 g/m <sup>2</sup>		
	Massa (g)	Permeabilidade Relativa ao Vapor de água (%)	Resistência Evaporativa (Pa.m <sup>2</sup> .w <sup>-1</sup> )	Massa (g)	Permeabilidade Relativa ao Vapor de água (%)	Resistência Evaporativa (Pa.m <sup>2</sup> .w <sup>-1</sup> )
Ensaio 1 (Ultra Seco)	3,23	60,5	3,9	7,72	54,4	4,9
Ensaio 2 (seco)	3.31	60.9	3.9	7.89	57.8	4.4
Ensaio 3	3.33	61.3	3.5	8.18	57.3	4.1
Ensaio 4	3.34	62.3	3.3	8.86	69.1	2.4
Ensaio 5	3.41	63.2	3.2	10.22	72.6	2.1
Ensaio 6	4.47	69.1	2.4	11.81	73.7	1.9
Ensaio 7	5.11	70.4	2.3	13.70	74.9	1.9
Ensaio 8	6.61	75.3	1.8	15.75	76.9	1.7
Ensaio 9	8.79	76.1	1.7	18.31	75	1.8
Ensaio 10	13.65	81.5	1.2	24.65	84.1	1.1

Tabela 3. 14 – Propriedades fisiológicas das malhas D e D1.

	Amostra D			Amostra D1		
	75%Algodao/ 25% Poliéster					
	Massa/ Unidade de Superfície= 118.4 g/m <sup>2</sup>			Massa/ Unidade de Superfície= 223.1 g/m <sup>2</sup>		
	Massa (g)	Permeabilidade Relativa ao Vapor de água (%)	Resistência Evaporativa (Pa.m <sup>2</sup> .w <sup>-1</sup> )	Massa (g)	Permeabilidade Relativa ao Vapor de água (%)	Resistência Evaporativa (Pa.m <sup>2</sup> .w <sup>-1</sup> )
Ensaio 1 (Ultra Seco)	3,61	61,1	3,8	7,91	54,9	4,8
Ensaio 2 (seco)	3.78	61.3	3.7	8.41	56.3	4.5
Ensaio 3	3.81	60.5	3.6	8.98	67.9	3.2
Ensaio 4	3.84	61.8	3.5	9.24	73.7	2.1
Ensaio 5	3.89	64.3	3.2	11.31	77.7	1.7
Ensaio 6	4.27	72.4	2.3	13.37	82.5	1.3
Ensaio 7	5.25	75.9	1.9	14.51	86.7	0.9
Ensaio 8	7.1	82.3	1.3	16.83	87.7	0.8
Ensaio 9	11.95	83.8	1.2	19.51	89	0.7
Ensaio 10	16.35	87.9	0.8	25.45	96.8	0.2

As figuras 3.1 a 3.8 ilustram a influência da percentagem de humidade relativa das malhas nas propriedades Permeabilidade Relativa ao Vapor de Água ( $p_{wv}$ ) e Resistência Evaporativa ( $R_{et}$ ), de modo a ser possível averiguar do desempenho fisiológico, durante o uso, das estruturas de malha estudadas.

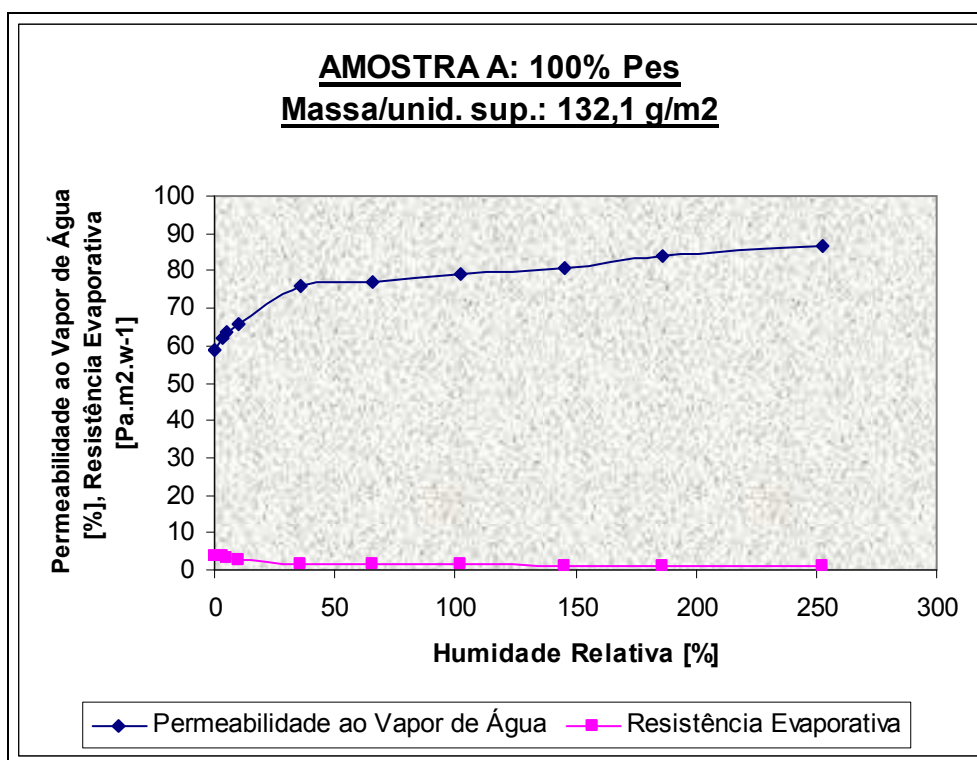


Figura 3. 1 – Influência da humidade relativa de uma malha 100% Pes nas propriedades resistência evaporativa e permeabilidade ao vapor de água.

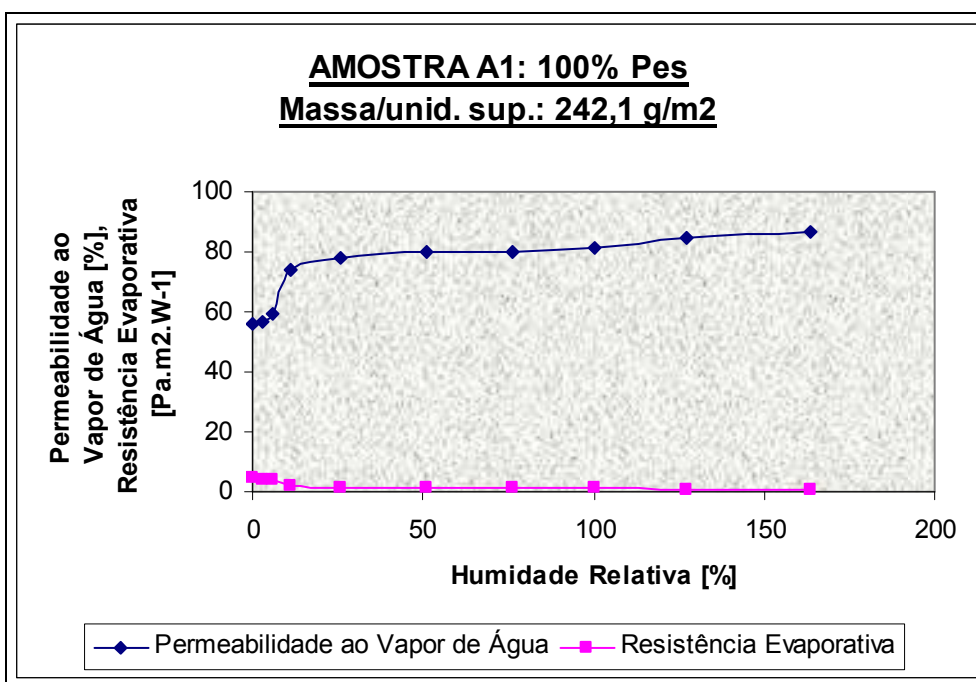


Figura 3. 2 – Influência da umidade relativa de uma malha 100% Pes nas propriedades resistência evaporativa e permeabilidade ao vapor de água.

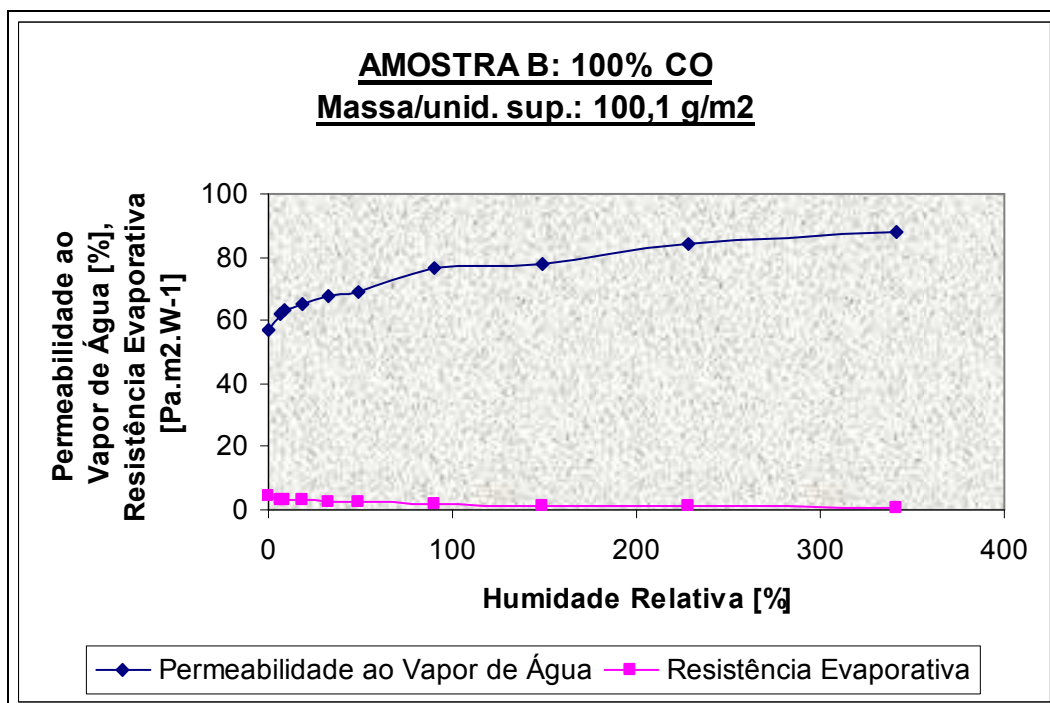


Figura 3. 3 – Influência da umidade relativa de uma malha 100% Co nas propriedades resistência evaporativa e permeabilidade ao vapor de água.

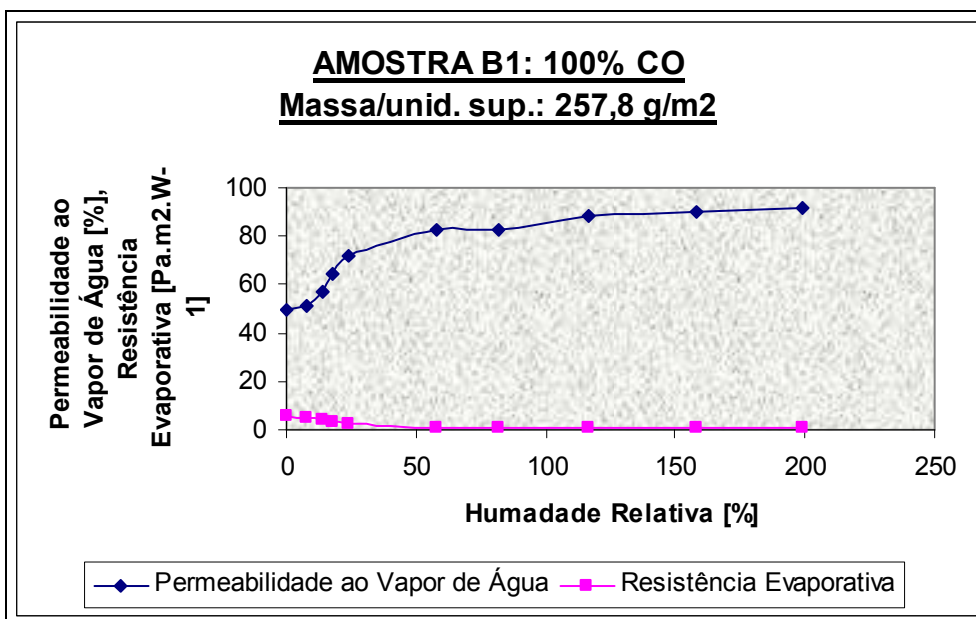


Figura 3. 4 – Influência da umidade relativa de uma malha 100% Co nas propriedades resistência evaporativa e permeabilidade ao vapor de água.

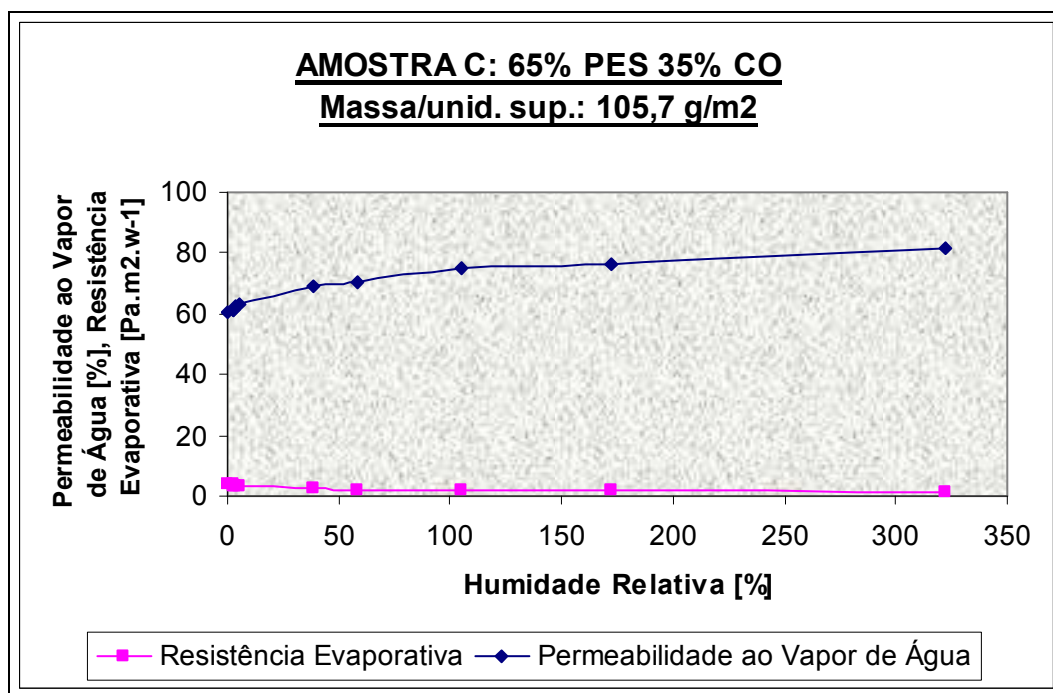


Figura 3. 5 – Influência da umidade relativa de uma malha 65% Pes/ 35%Co nas propriedades resistência evaporativa e permeabilidade ao vapor de água.



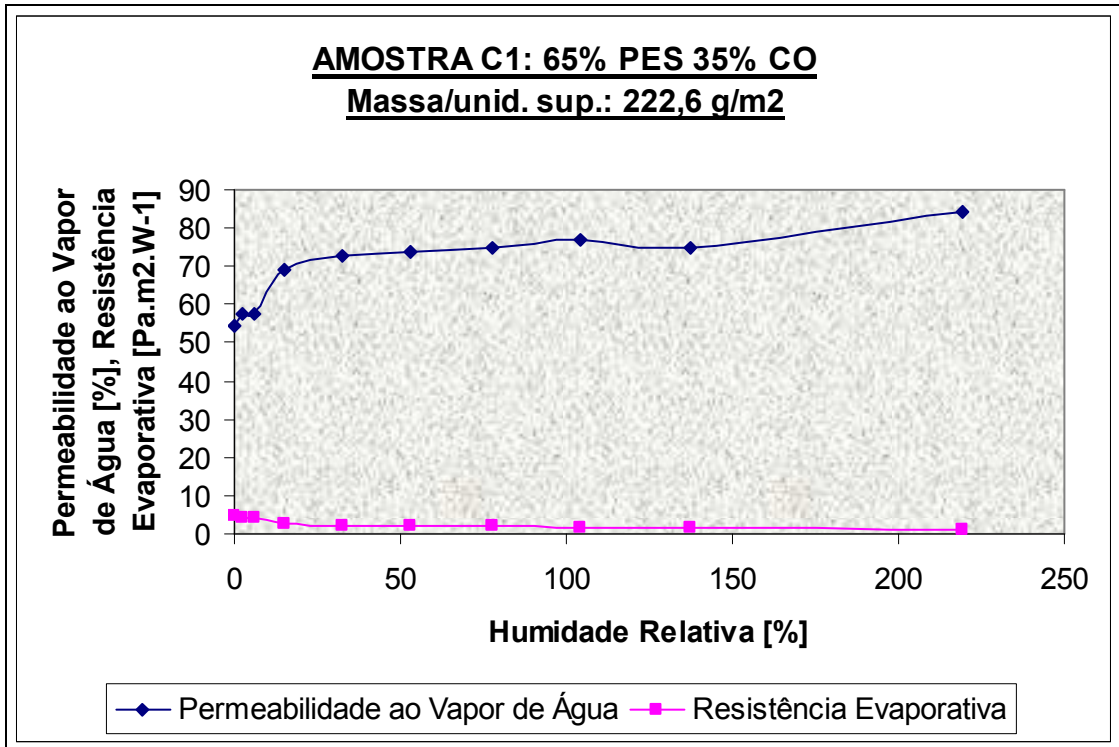


Figura 3. 6 – Influência da humidade relativa de uma malha 65% Pes/ 35%Co nas propriedades resistência evaporativa e permeabilidade ao vapor de água.

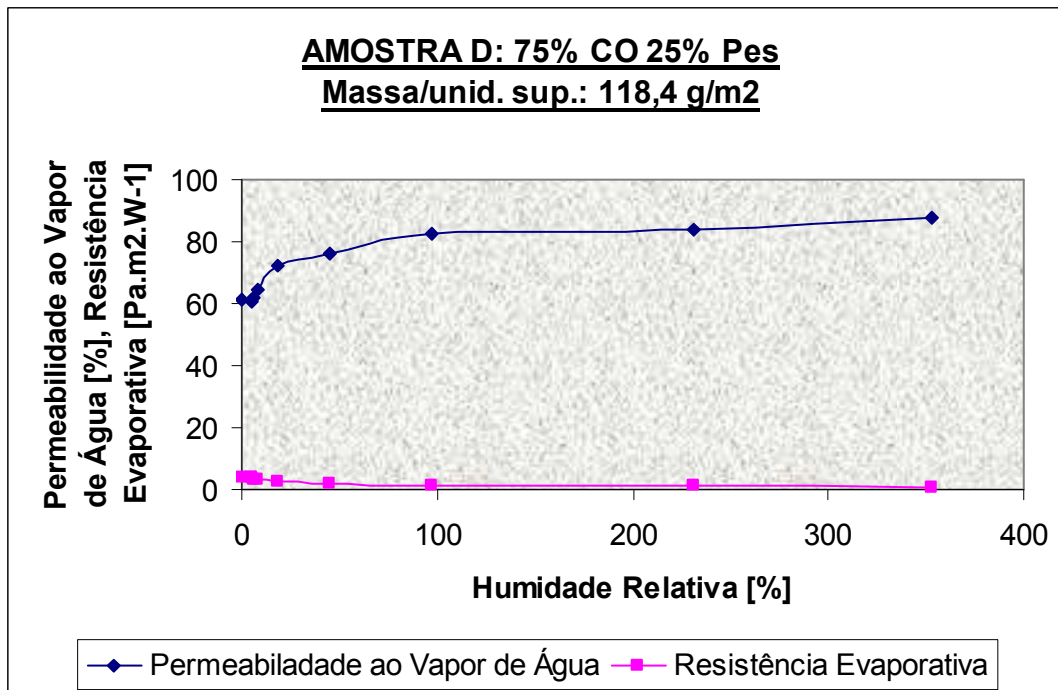


Figura 3. 7 – Influência da humidade relativa de uma malha 75% Co/ 25%Pes nas propriedades resistência evaporativa e permeabilidade ao vapor de água.

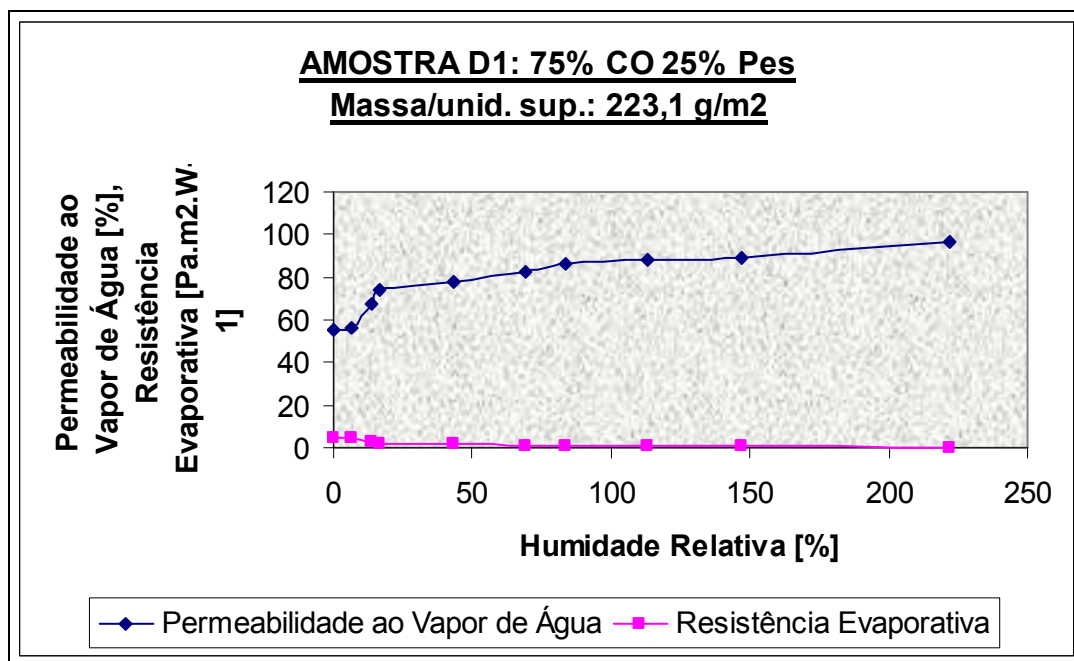


Figura 3. 8 – Influência da umidade relativa de uma malha 75% Co/ 25%Pes nas propriedades resistência evaporativa e permeabilidade ao vapor de água.

Seguidamente apresentam-se os gráficos obtidos para as estruturas de malhas com massa/ unidade de superfície aproximadamente iguais, mas com composições diferentes.

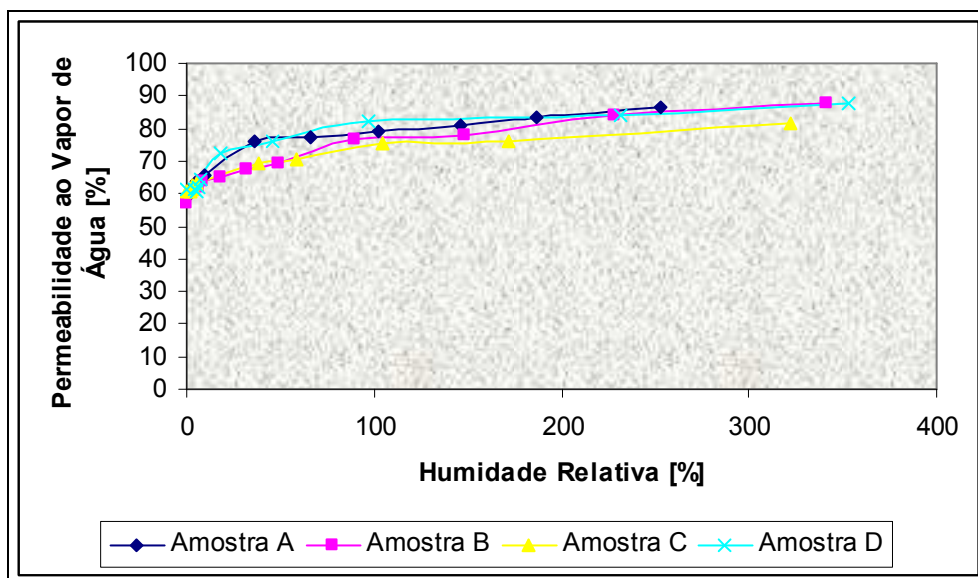


Figura 3. 9 – Influência da composição da estrutura nos valores da permeabilidade ao vapor de água para as amostras A, B, C e D.

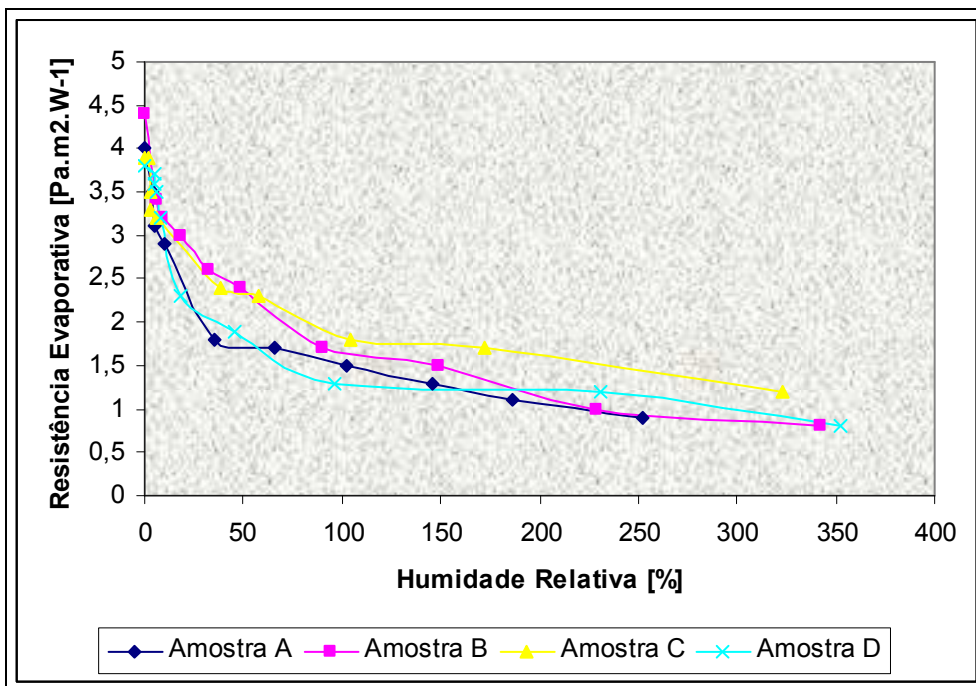


Figura 3. 10 – Influência da composição da estrutura nos valores da resistência evaporativa para as amostras A, B, C e D.

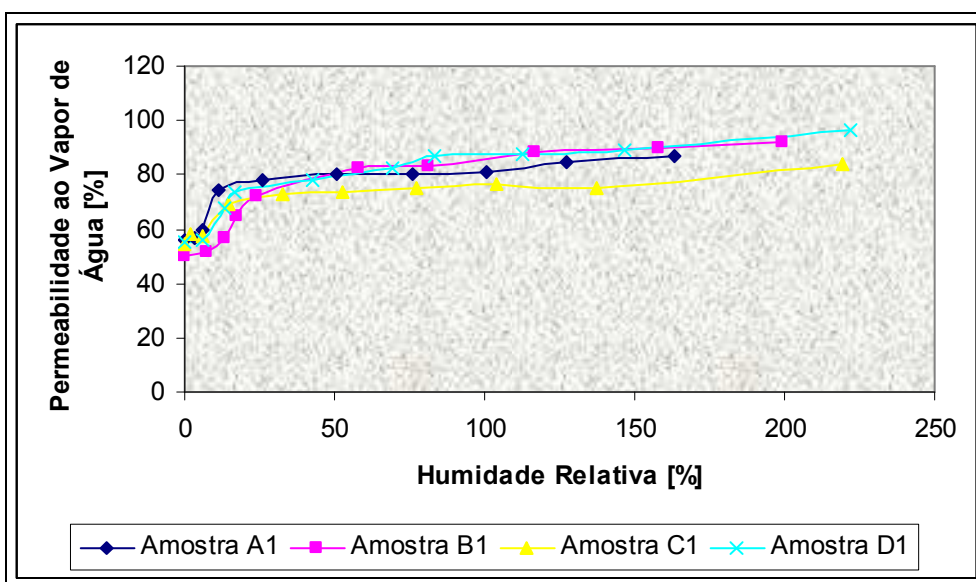


Figura 3. 11 – Influência da composição da estrutura nos valores da permeabilidade ao vapor de água para as amostras A1, B1, C1 e D1.

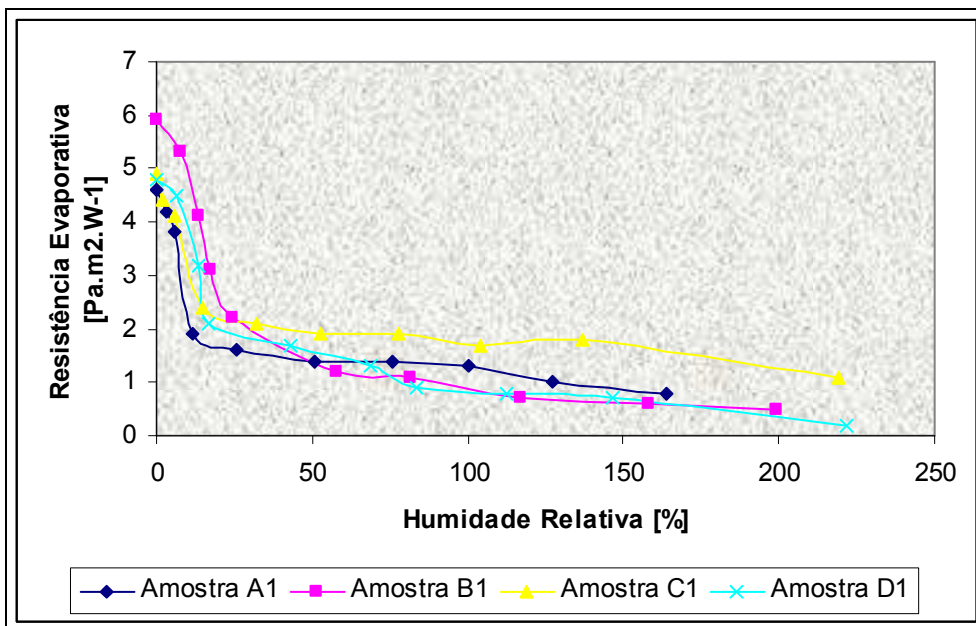


Figura 3. 12 – Influência da composição da estrutura nos valores de resistência evaporativa para as amostras A1, B1, C1 e D1.

As figuras 3.13, 3.14, 3.15 e 3.16 ilustram a influência da variável massa/ unidade de superfície nas propriedades em estudo e para estruturas com a mesma composição.

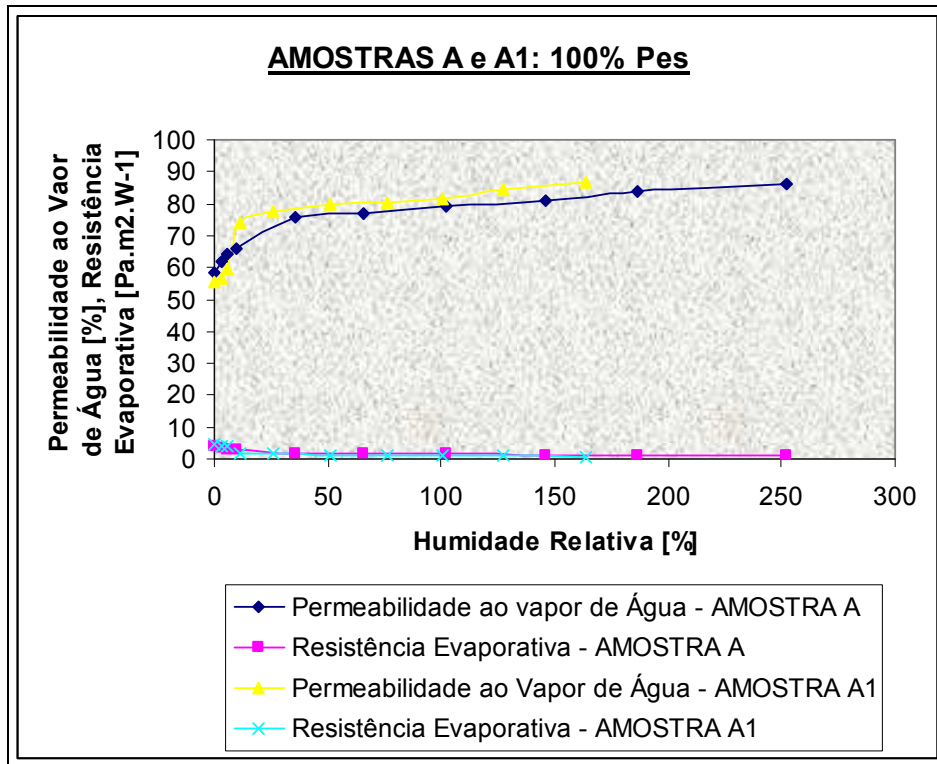


Figura 3. 13 – Influência da massa/ unidade de superfície, nos valores da permeabilidade ao vapor de água e resistência evaporativa para as amostras A e A1.

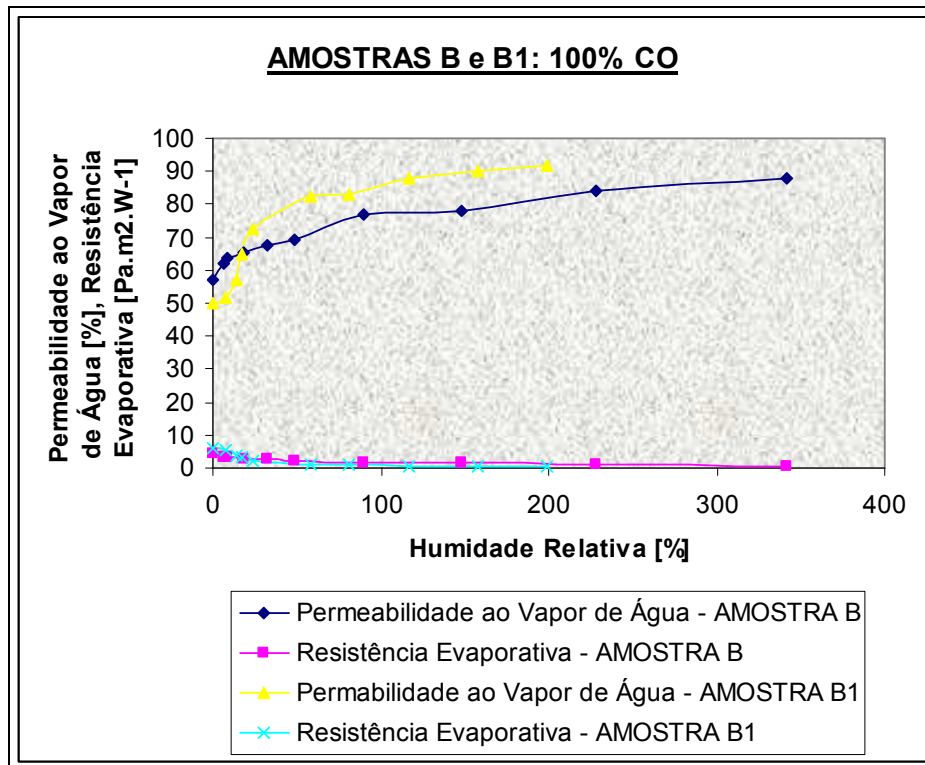


Figura 3. 14 – Influência da massa/ unidade de superfície, nos valores da permeabilidade ao vapor de água e resistência evaporativa para as amostras B e B1.

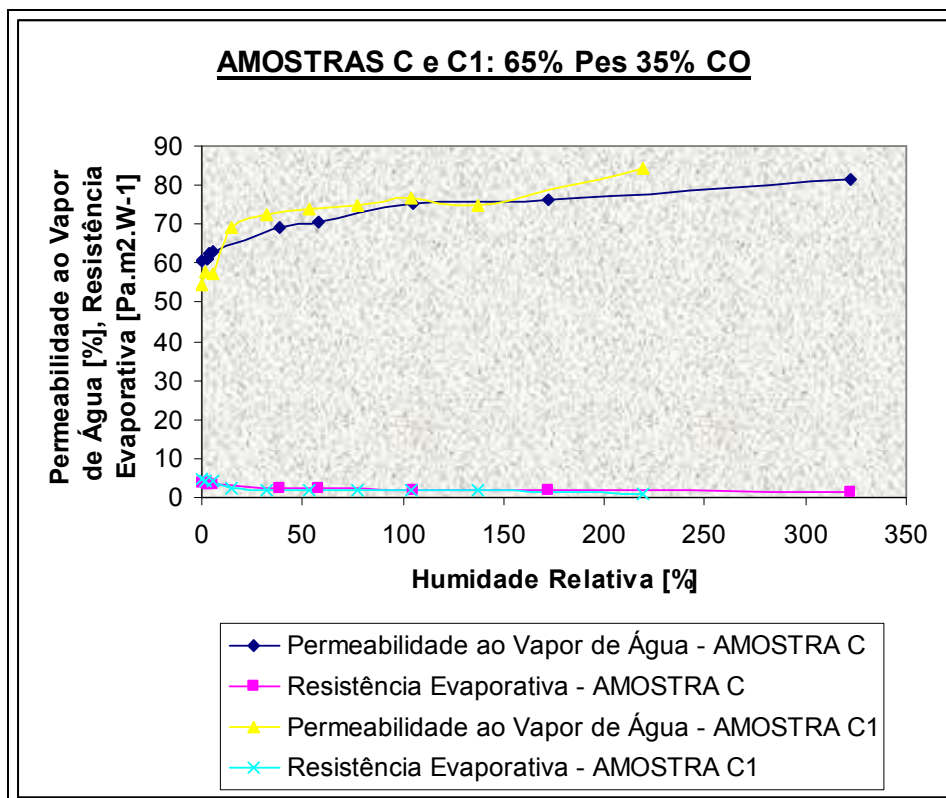


Figura 3. 15 – Influência da massa/ unidade de superfície, nos valores da permeabilidade ao vapor de água e resistência evaporativa para as amostras C e C1.

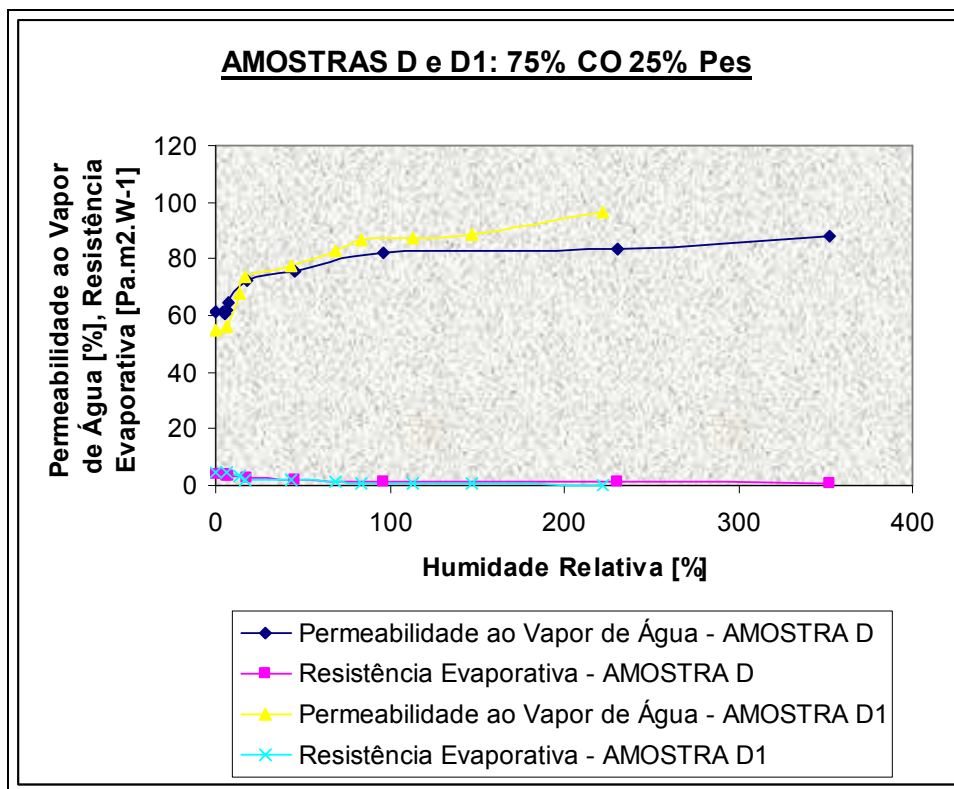


Figura 3. 16 – Influência da massa/ unidade de superfície, nos valores da permeabilidade ao vapor de água e resistência evaporativa para as amostras D e D1.

### 3.3 – Interpretação dos resultados.

A análise global e comparação dos gráficos/ resultados obtidos para as propriedades Permeabilidade Relativa ao Vapor de Água ( $p_{wv}$ ) e Resistência Evaporativa ( $R_{et}$ ) das diferentes estruturas de malha com composições e massa/ unidade de superfície distintas, permite-nos inferir o seguinte:

1. No estado húmido, e comparando as estruturas A e B, e C e D constata-se que a presença de materiais hidrófilos na estrutura como por exemplo, o algodão, implica um ligeiro aumento da  $p_{wv}$ , embora a diferença de valores não seja significativa;

- 
2. Quanto à variável massa/unidade de superfície, esta parece não condicionar os resultados obtidos para a  $p_{wv}$ , embora se verifique um ligeiro aumento da mesma quando o valor da referida variável duplica;
  3. Para a propriedade  $R_{et}$ , inversa da  $p_{wv}$ , verifica-se o mesmo comportamento.
  4. O aumento da percentagem de humidade relativa da malha provoca um aumento da  $p_{wv}$  e, naturalmente e, na mesma proporção uma diminuição da  $R_{et}$ .

Estes resultados obtidos, isto é, o facto de a  $p_{wv}$  aumentar com o aumento da percentagem de humidade relativa da malha, poderão parecer numa primeira tentativa de interpretação contraditórios, já que a presença de água no estado líquido numa estrutura têxtil, leva à existência de um filme de água parcialmente contínuo, em particular para percentagens de humidade elevadas, o qual irá como que bloquear a estrutura e limitar as transferências de vapor de água através da mesma, o que faria diminuir a permeabilidade ao vapor de água.

Contudo, e como já afirmado anteriormente, neste estudo verifica-se um aumento, do fenómeno transferência de vapor de água com o aumento da humidade relativa da malha. E porquê? Efectivamente o fluxo evaporativo total a partir de uma estrutura têxtil, neste caso uma estrutura de malha, é dado por:

$$q_{total} = q_{transp} + q_{evap} \quad [w/ m^2] \quad (3.4)$$

Sendo:

$q_{total}$  = fluxo evaporativo total [ $w/ m^2$ ];

$q_{transp}$  = fluxo evaporativo a partir da pele [ $w/ m^2$ ];

$q_{evap}$  = fluxo evaporativo a partir da superfície exterior da estrutura de malha [ $w/ m^2$ ].



---

O aumento da humidade relativa da malha, e pelas razões apontadas anteriormente, faz com que diminua a componente  $q_{\text{transp}}$ , e aumente a componente  $q_{\text{evap}}$ , pelo que o fluxo evaporativo total aumenta ou permanece aproximadamente constante.

No caso da malha C, por exemplo, a  $p_{\text{wv}}$  aumenta muito lentamente com o aumento da humidade relativa, o que confirma a hipótese de a estrutura ficar como que “bloqueada” pelo filme de água e o fenómeno predominante passar a ser o da evaporação da água por convecção a partir da superfície exterior da malha.

Em estudos efectuados por Lubos [36] relativamente à permeabilidade ao ar em tecidos no estado húmido, verificou-se que com o aumento da humidade do tecido, as transferências de ar diminuíam linearmente. Consequentemente, poder-se-ia esperar um comportamento semelhante relativo às transferências de vapor de água. Tal não acontece, pelo exposto anteriormente.

---

## **CAPÍTULO 4 – CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS**

---

## 4 – Conclusões e Perspectivas Futuras

### 4.1 – Conclusões

O trabalho apresentado pretende ser uma contribuição para o conhecimento do comportamento, durante o uso, de estruturas têxteis, em particular estruturas de malha.

Embora a nível de comportamento funcional, a componente fisiológica seja de grande importância, dever-se-á igualmente valorizar e estudar a componente térmica de modo a ser possível inferir do comportamento termofisiológico de uma estrutura de malha quando usada em condições específicas de temperatura e humidade.

Efectivamente, o vestuário deve permitir ao seu portador um conforto psicológico, sensorial e termofisiológico, isto é, deve-lhe proporcionar ou transmitir um estado de bem-estar, muito particularmente quando do desenvolvimento de uma determinada actividade física durante um longo período de tempo [37].

Após a interpretação dos resultados obtidos apresentada no capítulo anterior, é possível concluir-se o seguinte:

- Quando no estado húmido, a permeabilidade ao vapor de água através de estruturas de malha, aumenta com o aumento da humidade relativa presente na estrutura.
- Consequentemente, a resistência evaporativa, inversa da permeabilidade ao vapor de água, diminui na mesma proporção;
- A massa/unidade de superfície das estruturas não condiciona de maneira significativa as referidas propriedades, embora um aumento da mesma provoque um aumento do fluxo evaporativo da malha;
- Relativamente aos materiais têxteis seleccionados para este estudo, verificou-se que os mesmos não faziam variar de uma maneira

---

significativa os valores das propriedades em causa, embora a presença de materiais hidrófilos provoque igualmente um ligeiro aumento do fluxo evaporativo da superfície da malha;

- Embora fosse de prever que a presença de humidade numa estrutura levasse à diminuição da sua permeabilidade ao vapor de água, tal não acontece dado este efeito ser compensado por outro mecanismo de transferência de humidade e deste modo provocar um aumento da referida propriedade.
- É igualmente possível concluir-se que o aparelho Permetest permite o estudo e simulação da complexa sensação termofisiológica sentida por um portador de vestuário no estado húmido.

## **4.2 – Perspectivas Futuras**

O presente trabalho permitiu obter conhecimentos e abrir caminhos para uma série de trabalhos futuros, tendo como base o seu tópico principal. Assim, poder-se-á evoluir segundo as seguintes vertentes:

- Avaliação do desempenho térmico das estruturas seleccionadas;
- Estudo de outras estruturas de malha, como por exemplo, derivados do Jersey, estrutura Rib e seus derivados e outras ditas convencionais;
- Estudo da mesma estrutura e também de outras, mas com materiais têxteis e composições diferentes das seleccionadas para este trabalho;
- Avaliar igualmente estruturas têxteis que não as de malha, como tecidos, não-tecidos, tendo sempre em vista a sua futura aplicação.

---

## **BIBLIOGRAFIA**

---

## Bibliografia

- [1] - McCANN, Jane; HURFORD, Richard & MARTIN, Adam. Establishing the requirements for the design development of functional apparel with particular relevance to sport. In: INTELLIGENT AMBIENCE AND WELL-BEING INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE. Finland, 2005. p. 100-109.
- [2] - Porter; M. E. (1980): "Competitive Strategy – Techniques for analysing industries and competitors"; The Free Press; Macmillan; New York.
- [3] - Araújo, M. (1996), *Tecnologia do Vestuário*, ed. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- [4] - Bürdek, B.E. (2006), *Design: História, teoria e prática do design de produtos*, Editora Edgard Blücher, São Paulo.
- [5] - Fiell, C. & P. (2003), *Design do século XXI*, Tachen, Köln.
- [6] - Lipovetsky, G. (1989), *O império do efêmero: a moda e o seu destino nas sociedades modernas*, Publicações Dom Quixote, Lisboa.
- [7] - Gobes, A.C., Moreira, J.C.T., Perez, M.C., Carramenha, P.R.C. & Pasquale, P.P. (2004), *Gerência de produtos*, Editora Saraiva, São Paulo.
- [8] – Froes, SH (2003), *Materiais no desporto*, in Fortes, MA & Ferreira, PJ 2003, *Materiais dois mil*, IST Press, Lisboa, p.503-511.
- [9] – Rozenfeld, H., Forcellini, F.A., Amaral, D.C., Toledo, J.C., Silva, S.L., Alliprandini & Scalice, R.K. (2006), *Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referencia para a melhoria do processo*, Editora Saraiva, São Paulo.
- [10] – Araújo, M. (1995), *Engenharia e design do produto*, Universidade Aberta, Lisboa.
- [11] - Emereciano, J.W. & Waechter, H.N. (2007), *Design product as culture products*, *Procedimentos do 4 Congresso Internacional Pesquisa em Design*, Outubro, Rio de Janeiro, Brasil.
- [12] - Burns, D.L. & Bryant N.O. (2000), *The Business of fashion*, Fairchild Publications, New York.
- [13] - Lorenz, Christopher (1991), *Dimensão do Design*, Tertúlia editora.
- [14] - Crane, D. (2006), *A Moda e seu papel social: classe, género e identidade das roupas*, Editora Senac, São Paulo.

- 
- [15] - CENESTAP, Observatório Têxtil (2005), Criar e preservar valor na cadeia de fornecimento têxtil e vestuário, Centro de Estudos Têxteis Aplicados.
- [16] - Starling, E. & Evans, C.L. (1968), *Princípios da fisiologia humana*, Fundação Calouste Gulbenkian, 2 Vols.
- [17] - Robergs, R.A. & Roberts, S.O. (2002), Princípios fundamentais de fisiologia do exercício para a aptidão, desempenho e saúde, Editora Phorte, São Paulo.
- [18] - Jeff Jr, M.D., Adams, K.J. & Stamford, B.A. (2006), Cold exposure and exercise metabolism, *Sport Med*, Vol.36, nº8, pp. 643-656.
- [19] – Flouris, A.D. & Cheung, S.S. (2006), Design and control optimization of microclimate liquid cooling systems underneath protective clothing, *Biomedical Engineering*, Vol.34, nº3, pp.359-372.
- [20] - Hall, J.E. & Guyton, A.C. (2002), *Tratado de fisiologia medica*, Rio de Janeiro, Guanamara Koogan, pp. 1167-1179.
- [21] - Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C. & Wisløff, U. (2005), Physiology of Soccer – An Update, *Sports Med*, 35, nº6, pp. 501-536.
- [22] - Havenith, G., Fogarty, A., Bartlett, R., Smith, C.J. & Ventenat, V. (2005), Male and female upper body sweat distribution during running measured with technical absorbents, *European Journal of Applied Physiology*, Vol. 93, nº5-6, pp. 511-736.
- [23] - Laing, R.M., Sims, S.T., Wilson, C.A., Niven, B.E. & Cruthers, N.M. (2007), Differences in wearer response to garments for outdoor activity, *Ergonomics*, 1-19.
- [24] – Piller, B., *Integrated multi-layered knitted fabrics – A new generation of textiles polypropylene fibers*, International Man-made Fibers Congress, Dornbirn, 25-27 September, 1985, *Melliand Textilberich* 67, 1986, pp 412-416.
- [25] – Kawabata, S. (1980), “*The standardisation and analysis of hand evaluation*” HESC, Textile Machinery and Society of Japan, Osaka, 2º Edition, Japan.
- [26] - Vasconcelos, A.J. (2005), Obtenção de Tecidos de Poliéster de Baixo Peso por Tratamento Enzimático – Dissertação de Mestrado em Química Têxtil, *Escola de Engenharia – Departamento de Engenharia Têxtil – Universidade do Minho*.

- 
- [27] - Guillen, J. G. (1991), *Fibras de poliéster*. 2ª ed. *Universidade Politécnic da Catalunha, Terrassa*.
- [28] - Araújo, M. & Melo e Castro, E.M. (1984), *Manual de engenharia têxtil*, Vol.1, Fundação Calouste Gulbenkian, 55 – 58, 65 – 66, 100 – 103.
- [29] - Geraldes, M.J.O. 1999, “Análise experimental do conforto térmico das malhas funcionais no estado húmido”, PhD Tese, Universidade do Minho/ PT.
- [30] – Li, Y.(1999), The science of clothing confort, *Textile Progress*, Vol 31, nº 1-2.
- [31] - Guyton, A.C., Hall & John, E. (1998), *Fisiologia humana e mecanismos das doenças*, Editora Guanabara, Rio de Janeiro.
- [32] – ISO 11092 Standard (Textiles – Physiological effects – Measurement of the thermal and water – vapor resistance).
- [33] – Froehlichova A. (2006): MSc Thesis, Technical University of Liberec.
- [34] – Schneider A. M. et al: Heat Transfer Through Moist Fabrics, PhD Thesis, UNSW Australia, 1987.
- [35] – Ren Y. J., Ruckman J. E.: Water vapour transfer in wet waterproof breathable fabrics, The Manchester Metropolitan University, 2003.
- [36] – Lubos Hes, Thermal Comfort Properties of Textile Fabrics In Wet State, Technical University of Liberec, Czech Republic.
- [37] – Hes L., Sluka, P.: Introduction into Clothing Comfort (in Czech). Textbook, Technical University of Liberec, 2005.



---

## **ANEXOS**

## Anexo A

composição	ensaio	massa/m2	massa ultraseca	massa	humidade relativa	Permeabilidade	Resistência
65%Poliéster/35%Algodão	1	105,7	3,23	13,65	322,60	81,5	1,2
65%Poliéster/35%Algodão	2	105,7	3,23	8,79	172,14	76,1	1,7
65%Poliéster/35%Algodão	3	105,7	3,23	6,61	104,64	75,3	1,8
65%Poliéster/35%Algodão	4	105,7	3,23	5,11	58,20	70,4	2,3
65%Poliéster/35%Algodão	5	105,7	3,23	4,47	38,39	69,1	2,4
65%Poliéster/35%Algodão	6	105,7	3,23	3,41	5,57	63,2	3,2
65%Poliéster/35%Algodão	7	105,7	3,23	3,34	3,41	62,3	3,3
65%Poliéster/35%Algodão	8	105,7	3,23	3,33	3,10	61,3	3,5
65%Poliéster/35%Algodão	9	105,7	3,23	3,31	2,48	60,9	3,9
65%Poliéster/35%Algodão	10	105,7	3,23	3,23	0,00	60,5	3,9

composição	ensaio	massa/m2	massa ultraseca	massa	humidade relativa	Permeabilidade	Resistência
65%Poliéster/35%Algodão	1	222,6	7,72	24,65	219,30	84,1	1,1
65%Poliéster/35%Algodão	2	222,6	7,72	18,31	137,18	75	1,8
65%Poliéster/35%Algodão	3	222,6	7,72	15,75	104,02	76,9	1,7
65%Poliéster/35%Algodão	4	222,6	7,72	13,7	77,46	74,9	1,9
65%Poliéster/35%Algodão	5	222,6	7,72	11,81	52,98	73,7	1,9
65%Poliéster/35%Algodão	6	222,6	7,72	10,22	32,38	72,6	2,1
65%Poliéster/35%Algodão	7	222,6	7,72	8,86	14,77	69,1	2,4
65%Poliéster/35%Algodão	8	222,6	7,72	8,18	5,96	57,3	4,1
65%Poliéster/35%Algodão	9	222,6	7,72	7,89	2,20	57,8	4,4
65%Poliéster/35%Algodão	10	222,6	7,72	7,72	0,00	54,4	4,9

composição	ensaio	massa/m2	massa ultraseca	massa	humidade relativa	Permeabilidade	Resistência
100% Poliéster	1	132,1	4,14	14,59	252,42	86,4	0,9
100% Poliéster	2	132,1	4,14	11,86	186,47	83,7	1,1
100% Poliéster	3	132,1	4,14	10,17	145,65	80,9	1,3
100% Poliéster	4	132,1	4,14	8,37	102,17	79	1,5
100% Poliéster	5	132,1	4,14	6,86	65,70	77	1,7
100% Poliéster	6	132,1	4,14	5,82	35,75	75,9	1,8
100% Poliéster	7	132,1	4,14	4,54	9,66	65,8	2,9
100% Poliéster	8	132,1	4,14	4,36	5,31	63,9	3,1
100% Poliéster	9	132,1	4,14	4,29	3,62	61,9	3,5
100% Poliéster	10	132,1	4,14	4,14	0,00	58,6	4

composição	ensaio	massa/m2	massa ultraseca	massa	humidade relativa	Permeabilidade	Resistência
100% Poliéster	1	242,1	8,87	23,38	163,59	86,8	0,8
100% Poliéster	2	242,1	8,87	20,16	127,28	84,5	1
100% Poliéster	3	242,1	8,87	17,77	100,34	81,3	1,3
100% Poliéster	4	242,1	8,87	15,62	76,10	80,2	1,4
100% Poliéster	5	242,1	8,87	13,38	50,85	80	1,4
100% Poliéster	6	242,1	8,87	11,16	25,82	77,7	1,6
100% Poliéster	7	242,1	8,87	9,88	11,39	74	1,9
100% Poliéster	8	242,1	8,87	9,38	5,75	59,4	3,8
100% Poliéster	9	242,1	8,87	9,14	3,04	56,5	4,2
100% Poliéster	10	242,1	8,87	8,87	0,00	55,7	4,6

composição	ensaio	massa/m2	massa ultraseca	massa	humidade relativa	Permeabilidade	Resistência
75%Algodão / 25% Poliéster	1	118,4	3,61	16,35	352,91	87,9	0,8
75%Algodão / 25% Poliéster	2	118,4	3,61	11,95	231,02	83,8	1,2
75%Algodão / 25% Poliéster	3	118,4	3,61	7,1	96,68	82,3	1,3
75%Algodão / 25% Poliéster	4	118,4	3,61	5,25	45,43	75,9	1,9
75%Algodão / 25% Poliéster	5	118,4	3,61	4,27	18,28	72,4	2,3
75%Algodão / 25% Poliéster	6	118,4	3,61	3,89	7,76	64,3	3,2
75%Algodão / 25% Poliéster	7	118,4	3,61	3,84	6,37	61,8	3,5
75%Algodão / 25% Poliéster	8	118,4	3,61	3,81	5,54	60,5	3,6
75%Algodão / 25% Poliéster	9	118,4	3,61	3,78	4,71	61,3	3,7
75%Algodão / 25% Poliéster	10	118,4	3,61	3,61	0,00	61,1	3,8

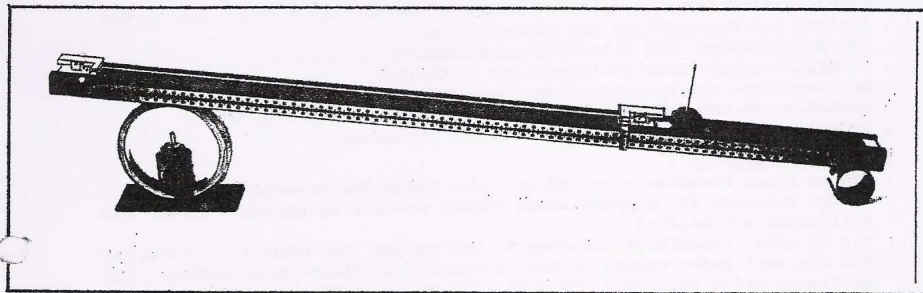
composição	ensaio	massa/m2	massa ultraseca	massa	humidade relativa	Permeabilidade	Resistência
75%Algodão / 25% Poliéster	1	223,1	7,91	25,45	221,74	96,8	0,2
75%Algodão / 25% Poliéster	2	223,1	7,91	19,51	146,65	89	0,7
75%Algodão / 25% Poliéster	3	223,1	7,91	16,83	112,77	87,7	0,8
75%Algodão / 25% Poliéster	4	223,1	7,91	14,51	83,44	86,7	0,9
75%Algodão / 25% Poliéster	5	223,1	7,91	13,37	69,03	82,5	1,3
75%Algodão / 25% Poliéster	6	223,1	7,91	11,31	42,98	77,7	1,7
75%Algodão / 25% Poliéster	7	223,1	7,91	9,24	16,81	73,7	2,1
75%Algodão / 25% Poliéster	8	223,1	7,91	8,98	13,53	67,9	3,2
75%Algodão / 25% Poliéster	9	223,1	7,91	8,41	6,32	56,3	4,5
75%Algodão / 25% Poliéster	10	223,1	7,91	7,91	0,00	54,9	4,8

composição	ensaio	massa/m2	massa ultraseca	massa	humidade relativa	Permeabilidade	Resistência
100% Algodão	1	100,1	2,92	12,9	341,78	87,8	0,8
100% Algodão	2	100,1	2,92	9,59	228,42	84,2	1
100% Algodão	3	100,1	2,92	7,26	148,63	77,9	1,5
100% Algodão	4	100,1	2,92	5,54	89,73	76,8	1,7
100% Algodão	5	100,1	2,92	4,35	48,97	69,1	2,4
100% Algodão	6	100,1	2,92	3,86	32,19	67,6	2,6
100% Algodão	7	100,1	2,92	3,46	18,49	65,2	3
100% Algodão	8	100,1	2,92	3,18	8,90	63,6	3,2
100% Algodão	9	100,1	2,92	3,11	6,51	62,2	3,4
100% Algodão	10	100,1	2,92	2,92	0,00	57,1	4,4

composição	ensaio	massa/m2	massa ultraseca	massa	humidade relativa	Permeabilidade	Resistência
100% Algodão	1	257,8	9,48	28,38	199,37	91,9	0,5
100% Algodão	2	257,8	9,48	24,47	158,12	90	0,6
100% Algodão	3	257,8	9,48	20,56	116,88	88,1	0,7
100% Algodão	4	257,8	9,48	17,21	81,54	82,9	1,1
100% Algodão	5	257,8	9,48	14,97	57,91	82,6	1,2
100% Algodão	6	257,8	9,48	11,78	24,26	72,3	2,2
100% Algodão	7	257,8	9,48	11,15	17,62	64,7	3,1
100% Algodão	8	257,8	9,48	10,77	13,61	56,9	4,1
100% Algodão	9	257,8	9,48	10,2	7,59	51,6	5,3
100% Algodão	10	257,8	9,48	9,48	0,00	49,9	5,9

SOEMAT  
270 rue du Faubourg Croncels  
10042 TROYES CEDEX  
Tél : 16 (25) 83.16.66

## LE MAILLEMÈTRE 3



Le Maillemètre 3 est un appareil simple, précis, robuste et efficace.

### Domaines d'utilisation :

- . Détermination de la longueur de fil absorbée moyenne d'un tricot
- . Contrôle de la régularité d'absorption chute à chute
- . Analyse et reproduction d'échantillons
- . Détermination de l'embuvage et du retrait des tissus
- . Contrôle de la régularité d'absorption dans les tissus
- . Contrôle du retrait ou de l'allongement des fils ayant subi des opérations mécaniques ou physico-chimiques
- . Mesures de portions de fil pour la détermination du titre

### Emploi simple :

- . Fil de longueur inférieure à 70 cm.  
Le fil est ajusté entre le repère d'une pince fixe et celui d'une pince mobile sur un chariot.
- . Fil de longueur supérieure à 70 cm jusqu'à 140 cm.  
Le fil est replié. Les deux extrémités du fil sont ajustés dans une pince fixe. La boucle ainsi formée est accrochée à un ergot disposé sur un chariot.

### Mesure :

Une règle à double graduation permet de lire sur la partie supérieure la longueur du fil simple et sur la partie inférieure la longueur du fil replié.

### Caractéristiques :

Poids : 3,400 kg - Encombrement : longueur 92 cm x largeur 5 cm et hauteur 17 cm .  
L'appareil est livré complet avec une série de poids.

### MAILLEMETRE 3

Der "Maillemètre 3" ist ein einfaches, genaues, robustes und wirksames Gerät.

#### Anwendungsbereiche :

- . Bestimmung der Mittelmaschenlänge im Gestrick
- . Maschengleichmässigkeitsprüfung durch Fadeneinlaufbestimmung pro System
- . Analyse und Reproduktion von Musterproben
- . Kett schrumpfungs- und Schrumpfungsbestimmung von Geweben
- . Absorptionsgleichmässigkeitsprüfung in Geweben
- . Schrumpfungs- und Dehnungsprüfung von Fäden, die dem Einfluss von mechanischen und physiko-chemischen Vorgängen unterworfen waren
- . Fadenlängenmessungen zur Bestimmung der Garnnummer.

#### Einfache Handhabung :

- . Bis zu einer Fadenlänge von 70 cm. Die Enden des zu messenden Garnes werden zwischen der unbeweglichen Klemme und der beweglichen Klemme des Schlittens eingespannt
- . Bis zu einer Fadenlänge zwischen 70 und 140 cm. Das Garn wird verdoppelt und die zwei Enden werden in der unbeweglichen Klemme festgehalten. Die in dieser Weise gebildete Schlaufe wird an einer Nase des Schlittens eingehängt.

#### Durchführung der Messung :

Eine doppelte Gradskala ermöglicht das Ablesen der einfachen Fadenlänge an dem oberen Teil und des doppelten Garnes an dem unteren Teil.

#### Technische Daten :

Gewicht : 3,400 kg

Aussenmasse : Breite 92 cm x Tiefe 5 cm x Höhe 17 cm

Das Gerät wird vollständig mit einem Gewichtesatz geliefert.

---

The "Maillemètre 3" (Stitchmeter) is a simple and precise instrument which is both robust and easy to use.

#### Applications :

- . Measurement of the mean stitch length for knitted fabrics
- . Control of run-in from feeder
- . Sample analysis and reproduction
- . Determination of warp and fabric shrinkage
- . Fabric course length measurement
- . Measurement of yarn stretch or retraction following mechanical or chemical treatment
- . Yarn length measurement for count determination

#### Operation :

- . Yarn length less than 70 cm. The yarn is tensioned between a fixed clip and a clip attached to a moving carriage.
- . Yarn length between 70 and 140 cm. The yarn is folded, the two ends are clamped by the fixed clip and the loop is held by a hook on the carriage.

#### Measurement :

The scale has two graduations. The length of a single yarn is measured on the upper scale, and the doubled yarn length is read against the lower scale.

#### Dimensions:

Length : 92 cm - Width : 5 cm - Height : 17 cm

Weight :

3,400 kg

The instrument is supplied complete with a set of weights.

S O D E M A T  
270, rue du Fg Croncels  
10042 TROYES CEDEX



Acût 1978  
RD/SJ

### LE MAILLEMETRE III

#### Notice Technique

Le Maillemètre III est destiné à mesurer la longueur de fil absorbée dans les tricots (donc à contrôler la serre et la régularité du tricotage), l'embuvage des fils de chaîne et de trame dans les tissus ainsi que certaines caractéristiques des fils (titre, retrait ...)

CE NOUVEAU MAILLEMETRE, ENTIEREMENT CONÇU PAR ITF MAILLE, EST UN APPAREIL DONT L'INTERET ET LA NECESSITE ONT ETE DEMONTRES. IL EST PROPOSE DANS LA VERSION LA PLUS SIMPLE POSSIBLE, DONC LA MOINS ONEREUSE ET CELA SANS AUCUNE CONCESSION ENVERS LA PRECISION, LA FIDELITE OU LA RAPIDITE DES MESURES.

#### I - DESCRIPTION DE L'APPAREIL ET UTILISATION

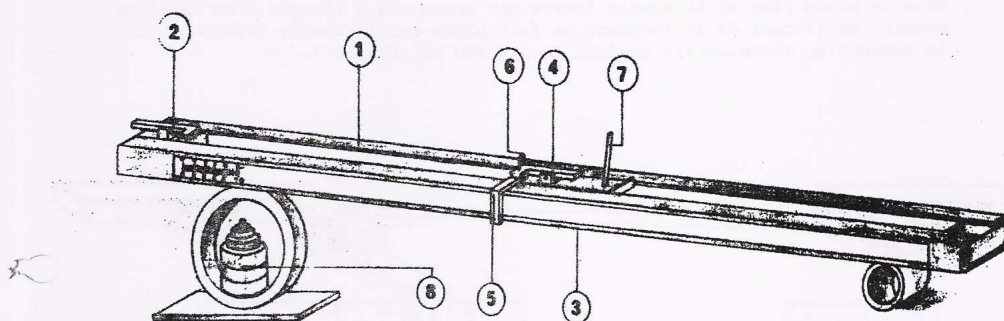


Figure n° 1

L'appareil, figure 1, est constitué par un support guide incliné 1, comportant une pince fixe 2 à sa partie supérieure et une double graduation sur une face latérale.

A l'intérieur du support, un chariot 3 roule librement sur deux rails. Il comporte une pince 4 munie d'un repère 5 qui se déplace face à la graduation et surmontée d'un ergot 6. Des charges additionnelles peuvent être enfilées sur la tige 7 du chariot; ces charges sont emmagasinées sous le support, sur la tige 8.



Le fil à mesurer, dont les extrémités sont maintenues dans les pinces 2 et 4 est soumis à la tension exercée par le poids du chariot et les charges qu'il reçoit. La position du repère 5 permet de lire la longueur sur l'échelle supérieure de la graduation (échelle 1 graduée de 0 à 80 cm), figure 2.

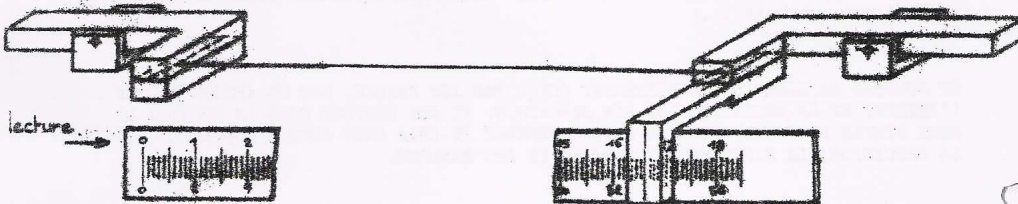


Figure n° 2

Lorsque l'élément de fil est plus long, ses deux extrémités sont maintenues dans la pince fixe et la boucle formée est accrochée à l'ergot 6 de la pince mobile. La lecture de la longueur se fait alors sur l'échelle inférieure de la graduation (échelle 1/2 graduée de 0 à 160 cm) figure 3.

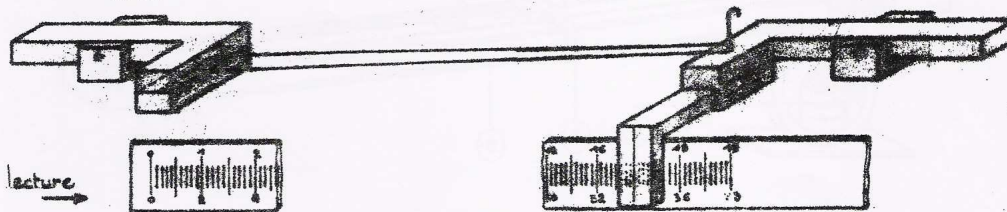


Figure n° 3

Remarque : Selon le mode de mesure choisi, la longueur mesurable est limitée à 73 ou à 146 centimètres.

.../...

Mode Operatoire

Premier cas : longueur de fil inférieure à 73 centimètres.

Engager une extrémité du fil dans la pince mobile puis l'ajuster sur le repère en soulageant légèrement la pression de la pince. Saisir l'autre extrémité puis l'amener vers la pince fixe supérieure en entraînant le chariot; engager cette extrémité sous la pince et l'ajuster sur le repère.

Second cas : longueur de fil comprise entre 73 et 146 centimètres.

Engager simultanément les deux extrémités du fil dans la pince fixe, ajuster successivement chacune d'elles sur le repère. Allonger le fil le long du support pour former une boucle à l'autre bout et remonter le chariot pour accrocher la boucle sur l'ergot. Laisser redescendre le chariot en l'accompagnant pour éviter les à coups de tension, puis le libérer au voisinage de sa position d'équilibre.

Tension à exercer sur le fil

La tension résulte du poids du chariot et des charges additionnelles qu'il reçoit.

Le chariot seul donne une tension de 5 grammes force (gf) et les charges additionnelles correspondent à des tensions supplémentaires respectivement de : 1, 2, 4, 8, 16, 16, 16 gf.

Chacune des charges porte l'indication matricée de la tension qu'elle exerce sur le fil, figure 4



Figure n° 4

Ceci permet le choix d'une tension allant de 5 à 68 gf. (Les tensions les plus fortes doivent être utilisées pour des longueurs de fil supérieures à 73 cm lesquelles, repliées sur l'ergot, doivent subir une tension double de façon à retrouver la tension désirée sur chaque bout)

Le tableau I ci-dessous montre les multiples combinaisons des charges additionnelles pour obtenir les différentes tensions désirées.

Combinaisons des charges pour tensions de 5 à 68 gf								
Charges →	0	1	2	1+2	4	1+4	2+4	1+2+4
0	5	6	7	8	9	(10)	(11)	(12)
8	(13)	14	15	16	17	18	19	20
16	21	22	23	24	25	26	27	28
8 + 16	29	30	31	32	33	34	35	36
16 + 16	37	38	39	(40)	41	42	43	44
8+16+16	45	46	47	48	49	50	51	52
16+16+16	53	54	55	56	57	58	59	60
8+16+16+16	61	62	63	64	65	66	67	68

TABLEAU I

.../...



Les combinaisons des charges 1, 2, 4 sont portées sur la ligne supérieure du tableau, celles des charges 8, 16, 16, 16 sur la colonne de gauche.

Il suffit d'ajouter les combinaisons ainsi indiquées qui correspondent à la tension désirée.

Exemple : la tension doit être de 10 gf. On trouve verticalement (1 + 4) et horizontalement (0) (c'est-à-dire la tension provoquée par le chariot seul, soit 5 gf). Les charges 1 et 4 sont donc à mettre sur le chariot.

: la tension doit être de 40 gf. On trouve verticalement (1 + 2) et horizontalement (16 + 16). Les charges 1 + 2 + 16 + 16 sont à placer sur le chariot.

La tension doit être suffisante pour éliminer les ondulations dues au tricotage ou au tissage ou bien la frisure du fil lorsqu'il s'agit d'un fil synthétique texturé.

Ceci peut s'apprécier aisément par quelques essais préliminaires : au-delà d'une certaine charge, le fil ne s'allonge plus de manière sensible .

Pour les fils utilisés le plus couramment, on peut appliquer les formules suivantes :

Filés de fibres : tension (en gf) =  $(0,2 \times \text{titre en tex}) + 4$

Texturés : tension =  $0,2 \times \text{titre en dtex}$

exemples : fil de coton ou laine ... Nm 50 (soit 20 tex)  
tension à appliquer =  $(0,2 \times 20) + 4 = 8$  gf

: fil texturé 110 dtex tension =  $0,2 \times 110 = 22$  gf.

## II - DOMAINES D'APPLICATION

L'emploi du maillemètre est conforme aux spécifications :

- de la norme AFNOR G-07-101 : Textiles - essais des tricots - Méthode de mesure de la longueur de fil absorbée et de contrôle de la régularité d'absorption du fil dans les tricots à mailles cueillies.
- de la norme AFNOR G-07-104 : Textiles - essais des tissus - Méthode de détermination de certaines caractéristiques - Partie IV : détermination de l'embuvage des fils extraits d'un tissu.

### 1 - Bonmeterie

Le contrôle de la longueur de fil absorbée (LFA) est la seule mesure à la fois simple et précise qui permette d'évaluer la serre d'un tricot et de juger de la régularité du tricotage.

Le Maillemètre III permet la mesure d'éléments de fil dont la longueur peut atteindre 146 cm. Cette possibilité est particulièrement intéressante car elle autorise le contrôle de la L.F.A. sur des tubes de tricots non pas sur 100 colonnes de mailles (qui seraient difficile à compter), mais sur une rangée complète d'un tour de métier (cas des bas et chaussettes et des essais sur métier Tricolab).

Pour les tricots bouclette, la L.F.A. du fil de bouclette est le plus souvent supérieure à 70 centimètres pour 100 mailles et la mesure d'une grande longueur de ce fil permet de conserver une précision relative suffisante dans la mesure du fil de fond correspondant.

..//..

Ces contrôles peuvent s'effectuer lors de la fabrication ou lors de la vérification ou de l'analyse de tricots produits ou à reproduire.

a - Contrôle de la serre moyenne

- Préparation de l'échantillon

Après avoir égalisé, par détricotage, la partie supérieure du tricot, couper une bande large de 100 colonnes de mailles comptées sur une face du tricot figure 5.



Figure n° 5

On mesure avec le maillemètre la longueur des fils détricotés sur dix rangées prises au hasard dans la bande découpée. La serre moyenne est caractérisée par la moyenne des longueurs mesurées ou de ces longueurs ramenées à 100 mailles ou à une maille.

b - Contrôle de la régularité d'absorption

Ce contrôle s'effectue dans les mêmes conditions que précédemment mais on mesure les rangées successives sur un nombre au moins égal au nombre de chutes du métier. Ce contrôle permet de porter un jugement sur la qualité du tricotage (soins apportés au réglage, efficacité du fournisseur positif, ...)

Pour faciliter ce jugement, on représente les résultats sous forme de graphique : on porte en ordonnées les valeurs de L.F.A. et en abscisses le nombre de chutes du métier, figure 6.

..../..

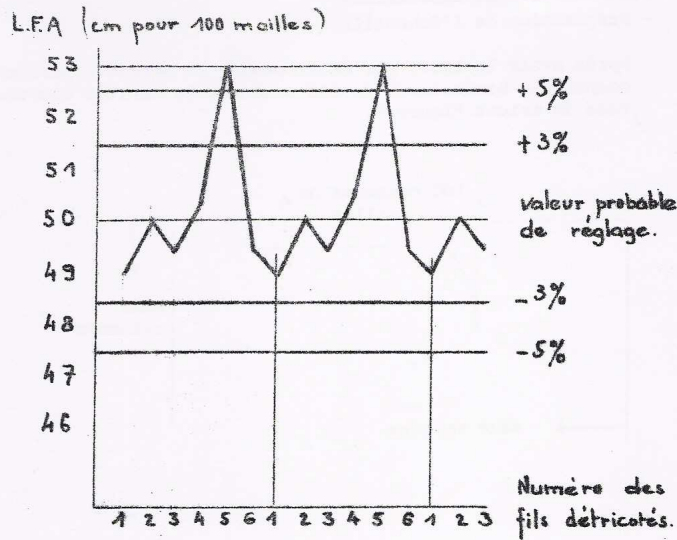


Figure n° 6

(graphique de régularité d'absorption)

Dans cet exemple, on constate que le tricot est fabriqué sur un métier de 6 chutes et que l'une d'elle absorbe plus de fil que l'ensemble des autres.

On peut, en général, considérer comme acceptables des variations de  $\pm 3\%$  par rapport à la valeur médiane de la distribution (valeur probable de réglage). Des variations de L.F.A. supérieures à  $\pm 3\%$  et en tous cas à  $\pm 5\%$  provoquent le plus souvent un défaut de barrure.

Lorsque le tricot présente plusieurs évolutions (côte et jersey par exemple), on fera un graphique des L.F.A. pour chaque type d'évolutions.

c - Analyse d'une barrure

Il faut repérer sur le tricot la rangée qui semble en cause puis mesurer les L.F.A. d'une dizaine de rangées dans la zone où se trouve la rangée repérée.

../..

Le graphique de régularité d'absorption mettra en évidence la rangée (donc la chute) dont la L.F.A. est différente des autres. Si aucun écart significatif n'est constaté, d'autres causes de la barure doivent être alors recherchées (titre, affinité tinctoriale, texturation, ...).

d - Réglage des métiers et reproduction d'échantillons

La longueur de fil absorbée est le seul critère valable et précis pour reproduire la serre d'un échantillon.

Dans le cas d'un tricot jersey en coton, par exemple, on doit déterminer la serre moyenne au moyen du maillemètre ainsi que le titre du fil.

Supposons que nous obtenions les résultats suivants sur 10 rangées prélevées sur une bande de 100 colonnes de mailles :

34,5 - 34,6 - 34,3 - 34,4 - 34,8 - 34,6 - 34,5 - 34,6 - 34,3 - 34,4

total des 10 mesures 345,0 cm

La longueur de fil absorbée par maille est =  $\frac{345}{10 \times 100} = 0,345$  cm/maille

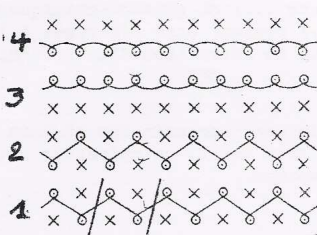
La pesée sur une balance de précision des fils détricotés permet d'en déduire le titre du fil : le poids trouvé étant 0,0862 g, le titre en tex est donc :

$$\frac{0,0862 \text{ g}}{10 \times 0,345 \times 10^{-3}} = 25 \text{ tex soit Nm } 40$$

Il reste donc à garnir le métier avec un fil coton Nm 40 et à ajuster la L.F.A. à toutes les chutes sur 0,345 cm par maille, c'est-à-dire 34,5 cm pour 100 colonnes de mailles. (Sur métier, on utilisera avantageusement, pour ce réglage, un mesureur automatique par exemple le L.F.A. II d'I.T.F. MAILLE).

Dans le cas de tricots présentant plusieurs évolutions, la connaissance de la L.F.A. de chacune d'elles est nécessaire pour reproduire correctement l'échantillon.

Prenons par exemple un tricot "Milano" dont le liage est représenté ci-dessous.



Les fils 1 et 2 ont le même type d'évolution, de L.F.A. identique, alors que les fils 3 et 4 en jersey ont une autre valeur de L.F.A.

Seule la connaissance des L.F.A. de chaque type d'évolutions peut nous donner le rapport des absorptions et permettre de reproduire l'échantillon avec un aspect identique.

..../..



## 2 - Tissage

### a - Contrôle de l'embuvage

L'embuvage d'un fil est la différence entre la longueur d'un fil (de chaîne ou de trame) extrait d'un tissu et la longueur que ce même fil occupait dans le tissu. Il s'exprime en pourcentage de la longueur occupée par le fil dans le tissu.

Il est donné par la formule :  $E = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100$

E est l'embuvage exprimé en %

L la longueur moyenne du fil tendu exprimée en mm

L<sub>0</sub> la longueur en mm que le fil occupait dans le tissu.

Comme dans le cas d'évolutions différentes du liage des tricotés, les mesures d'embuvages différents dans des armures complexes seront nécessaires pour contrôler et reproduire un échantillon de tissu.

### b - Contrôle de la régularité d'absorption

En effectuant des mesures en différents points d'une même duite, on peut, par cette méthode, déterminer la régularité du tissage du fil de trame.

En effectuant des mesures sur différentes duites le long de la pièce, on pourra mesurer, si elles existent, les variations d'absorption dues, par exemple, à l'influence des différentes couleurs ou à des différences causées par des variations de tension dans les fils de chaîne, par le réglage du métier ou par des variations inhérentes à un type de métier donné. On pourra se livrer à des opérations semblables sur les fils de chaîne.

## 3 - Utilisations diverses

### a - Evaluation du titre des fils

Dans le cas où le titrage est effectué sur de faibles longueurs de fil, le maillemètre convient bien à leur évaluation. Ainsi la mesure peut porter sur des fils détricotés ou détissés (voir l'exemple du §1.d)

### b - Contrôle du retrait ou de l'allongement des fils

Les contrôles de variation de longueur des fils dus à des opérations mécaniques (torsion, guipage etc ...) ou physico-chimiques (traitement à l'eau, à la chaleur ...) peuvent être effectués à l'aide du maillemètre (exemple : capacité de rétraction d'un fil "high bulk").

Le Maillemètre III est à la fois simple dans son principe et dans son utilisation. Au bout d'un temps d'adaptation très court, un opérateur est capable d'effectuer des mesures précises et rapides.

# Norma Portuguesa

NP  
EN 12127  
1999

## Têxteis

**Tecidos. Determinação da massa por unidade de superfície em amostras de pequenas dimensões**

Textiles

Etoffes. Détermination de la masse surfacique sur de petits échantillons

Textiles

Fabrics. Determination of mass per unit area using small samples

ICS  
59.080.30

### DESCRIPTORIOS

Têxteis; tecidos; tecidos de malha; ensaios de tecidos; massa; área; métodos de amostragem; especificação do processo; relatórios

### CORRESPONDÊNCIA

Versão Portuguesa da EN 12127:1997

### HOMOLOGAÇÃO

Termo de Homologação N° 85/99, de 1999-06-16

### ELABORAÇÃO

CT4 (CITEVE)


### EDIÇÃO

Agosto de 1999

### CÓDIGO DE PREÇO

X003

© IPQ reprodução proibida

Instituto Português da  Qualidade

Rua António Gião, 2  
PT - 2829-513 CAPARICA PORTUGAL

Tel. (+ 351 1) 294 81 00 Fax. (+ 351 1) 294 81 01  
X.400: C=PT, A=MAILPAC, P=GTW-MS, O=IPQ, OU1=IPQM, S=IPQMAIL  
Internet: ipq@mail.ipq.pt

NORMA EUROPEIA  
EUROPÄISCHE NORM  
NORME EUROPÉENNE  
EUROPEAN STANDARD

EN 12127

Outubro 1997

ICS: 59.080.30

Descritores: Têxteis, tecidos, ensaios, determinação, áreas específicas, amostragem, procedimentos

**Versão Portuguesa**

Têxteis. Tecidos. Determinação da massa por unidade de superfície em amostras de pequenas dimensões

Textilien. Textile  
Flächengebilde. Bestimmung  
der flächenbezogenen Masse  
unter Verwendung kleiner  
Proben

Textiles. Etoffes. Détermination  
de la masse surfacique sur de  
petits échantillons

Textiles. Fabrics.  
Determination of mass per unit  
area using small samples

A presente Norma é a versão portuguesa da Norma Europeia EN 12127:1997, e tem o mesmo estatuto que as versões oficiais. A tradução é da responsabilidade do Instituto Português da Qualidade.

Esta Norma Europeia foi ratificada pelo CEN em 1997-07-19.

Os membros do CEN são obrigados a submeter-se ao Regulamento Interno do CEN/CENELEC que define as condições de adopção desta Norma Europeia, como norma nacional, sem qualquer modificação.

Podem ser obtidas listas actualizadas e referências bibliográficas relativas às normas nacionais correspondentes junto do Secretariado Central ou de qualquer dos membros do CEN.

A presente Norma Europeia existe nas três versões oficiais (alemão, francês e inglês). Uma versão noutra língua, obtida pela tradução, sob responsabilidade de um membro do CEN, para a sua língua nacional, e notificada ao Secretariado Central, tem o mesmo estatuto que as versões oficiais.

Os membros do CEN são os organismos nacionais de normalização dos seguintes países: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Irlanda, Islândia, Itália, Luxemburgo, Noruega, Países Baixos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suécia e Suíça.

**CEN**

Comité Européen de Normalization  
Europäisches Komitee für Normung  
Comité Européen de Normalisation  
European Committee for Standardization

**Secretariado Central: rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelas**

© 1997 Direitos de reprodução reservados aos membros do CEN

Ref. nº EN 12127:1997 Pt

**NP**  
**EN 12127**  
**1999**

p. 4 de 10

---

### **Preâmbulo**

Esta Norma Europeia foi preparada pelo Comité Técnico CEN/TC 248 "Têxteis e produtos têxteis", cujo secretariado é assegurado pelo BSI.

A esta Norma Europeia será atribuído o estatuto de Norma Nacional, quer por publicação de um texto idêntico, quer por adopção, o mais tardar até Abril de 1998, devendo ser anuladas quaisquer normas nacionais, que entrem em conflito com esta, o mais tardar até Abril de 1998.

De acordo com o Regulamento Interno do CEN/CENELEC, a presente Norma Europeia deve ser implementada pelos organismos nacionais de normalização dos seguintes países: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Irlanda, Islândia, Itália, Luxemburgo, Noruega, Países Baixos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suécia e Suíça.



## 0 Introdução

Este método para determinação da massa por unidade de superfície é baseado em amostras de tecido de pequenas dimensões no estado condicionado e/ou seco em estufa. Outros métodos possíveis encontram-se descritos na ISO 3801 "Textiles - Woven Fabrics - Determination of mass per unit length and mass per unit area".

## 1 Objectivo

A presente Norma descreve métodos para a determinação da massa por unidade de superfície em amostras de pequenas dimensões em atmosfera normalizada e/ou secas em estufa. É aplicável a tecidos e tecidos de malha. Também pode ser aplicada a tecidos produzidos por outras técnicas.

## 2 Referências normativas

Esta Norma Europeia, incorpora referências técnicas ou não técnicas provenientes de outras publicações. Estas referências normativas são citadas em lugar próprio no texto e as publicações são listadas futuramente. Nas referências técnicas, subseqüentes correcções ou revisões de algumas destas publicações, serão adoptadas para esta Norma Europeia, somente quando nela incorporada para emenda ou revisão.

Para referências não técnicas a última edição das referidas publicações para aplicar:

EN 20139:1993 Textiles - Standard atmospheres for conditioning and testing. (ISO 139:1979)

EN 30012-1:1993 Quality assurance requirements for measuring equipment - Part 1: Metrological confirmation system for measuring equipment. (ISO 10012-1:1992)

## 3 Definições

Para os fins da presente Norma são aplicadas as seguintes definições:

**3.1 massa por unidade de superfície:** Massa de uma área do tecido conhecida dividida por essa mesma área, expressa em gramas por metro quadrado.

## 4 Princípio

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

## 5 Amostragem

### 5.1 Amostragem de tecidos

Seleccionar provetes de acordo com o procedimento definido nas especificações do material para o tecido, ou por acordo entre as partes interessadas.

Na ausência de uma especificação do material apropriada é dado um exemplo de um procedimento de amostragem adequado no Anexo A.

Um exemplo para a selecção de provetes de uma amostra de laboratório é dado no Anexo A. Evitar provetes retirados de áreas com rugas ou vincos, orelas e de áreas não representativas do tecido. Para tecidos não

homogéneos seleccionar provetes representativos das várias áreas as quais deverão ser definidas por acordo entre as partes interessadas.

### **5.2 Amostragem para artigos de vestuário**

Quando possível, obter um provete de cada uma das diferentes partes ou elementos do artigo de vestuário.

Exemplo: Para vestuário interior de perna comprida retirar dois provetes de cada uma das pernas e um da secção superior.

## **6 Aparelhos e utensílios**

O equipamento de ensaio deve estar de acordo com a EN 30012-1:1993

### **6.1 Dispositivos de corte**

**6.1.1 Dispositivo de corte com uma área mínima de corte de 100 cm<sup>2</sup>** capaz de cortar com uma precisão de  $\pm 1\%$ .

**6.1.2 Tesouras**, se não for usado nenhum dispositivo de corte.

**6.2 Régua** graduada em  $\pm 0,5$  mm.

**6.3 Balança** de precisão a  $\pm 1$  mg.

**6.4 Recipientes de pesagem** com dimensões adequadas para os provetes.

**6.5 Estufa** de secagem capaz de manter uma temperatura de  $(105 \pm 3)$  °C e equipada com circulação de ar.

**6.6 Exsiccador**.

## **7 Atmosfera de condicionamento e ensaio**

A atmosfera para pré-condicionamento, condicionamento e ensaio deve ser como especificada na EN 20139:1993.

## **8 Técnica**

### **8.1 Relaxamento dos tecidos**

É importante assegurar que os tecidos estejam num estado relaxado antes de proceder ao ensaio. Os tecidos devem ser mantidos em plano e livres de tensões pelo menos durante 24 horas, enquanto condicionam como especificado na secção 7. Além disso, os tecidos de malha podem requerer um tratamento de relaxamento prévio por acordo entre as partes interessadas. Isto deverá ser mencionado no relatório de ensaio.

### 8.2 Determinação da área

Cortar pelo menos cinco provetes com um mínimo de 100 cm<sup>2</sup> usando o dispositivo de corte (6.1.1) ou tesouras (6.1.2), evitando a distorção do tecido.

Quando usar o dispositivo de corte utilizar a área do mesmo para os cálculos (ver secção 9).

Quando usar tesouras, obter três medições do comprimento e três da largura de cada um dos provetes, com uma aproximação de 1 mm. Dos valores médios do comprimento e largura calcular a área cortada de cada uma dos provetes, arredondando o resultado a três algarismos significativos. Usar esta área para o cálculo (ver secção 9).

### 8.3 Determinação da massa em atmosfera normalizada para ensaio

Pesar os provetes individuais e registar cada valor, com uma aproximação a 1 mg.

### 8.4 Determinação da massa seca em estufa

Aquecer a estufa a (105 ± 3) °C. Colocar os provetes individualmente nos recipientes de pesagem e colocar na estufa com a tampa ao lado e secar até obter massa constante, a qual deve ser considerada como atingida quando não ocorrer uma alteração progressiva da massa superior a 0,1% em pesagens sucessivas separadas por um período de secagem de pelo menos 40 minutos.

*NOTA: Experiências têm demonstrado que um período de quatro horas de secagem é suficiente para a maioria dos tecidos têxteis.*

Após secagem colocar as tampas nos recipientes de pesagem e arrefecer num exsiccador.

Pesar o provete no recipiente, e o recipiente vazio, e registar cada valor.

Calcular a massa seca em estufa individual de cada um dos provetes de ensaio.

## 9 Expressão dos resultados

Para cada um dos provetes, calcular a massa por unidade de superfície, M, em gramas por metro quadrado usando a seguinte equação:

$$M = \frac{m \times 10000}{A}$$

onde:

*m* é a massa de um provete condicionado ou seco em estufa, em gramas;

*A* é a área do mesmo provete, em centímetros quadrados.

Calcular a média da massa por unidade de superfície em gramas por metro quadrado e arredondar o resultado a três algarismos significativos.

Se pedido, calcular o coeficiente de variação com uma aproximação de 0,1%, os limites de confiança para uma probabilidade de 95% e/ou os valores máximo e mínimo, arredondados a três algarismos significativos.

### 10 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve conter as seguintes indicações:

- a) a referência à presente Norma e data do ensaio;
- b) a identificação da amostra e se pedido, o procedimento de amostragem;
- c) qualquer tratamento aplicado ao material antes do ensaio e, especialmente para tecidos de malha se procedido de algum tratamento de relaxamento;
- d) as condições de ensaio, em atmosfera normalizada e/ou seco em estufa;
- e) qualquer desvio ao procedimento dado;
- f) a média da massa por unidade de superfície, em gramas por metro quadrado;
- g) se pedido, o coeficiente de variação, em percentagem;
- h) se pedido, os limites de confiança para uma probabilidade de 95%, em gramas por metro quadrado;
- i) se pedido, os valores máximo e mínimo para provetes, em gramas por metro quadrado.

## Anexo A (informativo)

### Sugestão para procedimento de amostragem

#### A.1 Amostra global (número de peças de um carregamento ou lote)

Tomar aleatoriamente do carregamento ou lote o número apropriado de peças como indicado na tabela A.1. Assegurar que não seja incluída na amostra qualquer peça que mostre sinais de danos ou humidade sofridos durante o transporte.

Tabela A.1 - Amostra em global

Número de peças no carregamento ou lote	Número de peças na amostra global, mínimo
3 ou menos	1
4 a 10	2
11 a 30	3
31 a 75	4
76 ou mais	5

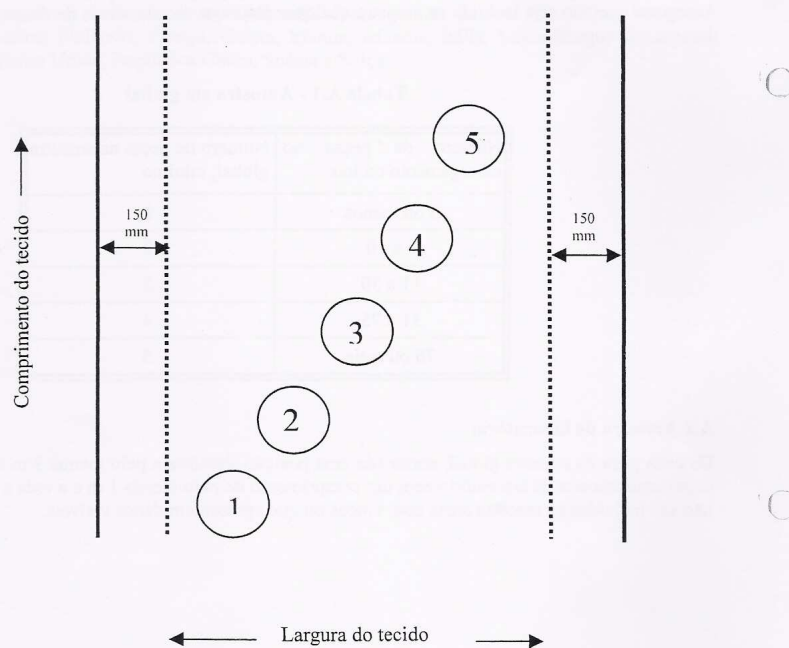
#### A.2 Amostra de laboratório

De cada peça da amostra global, cortar (de uma posição aleatória a pelo menos 3 m de uma extremidade da peça) uma amostra de laboratório com um comprimento de pelo menos 1 m e a toda a largura. Assegurar que não são incluídas na amostra áreas com vincos ou que apresentem danos visíveis.



**Anexo B** (informativo)

**Exemplo de obtenção de provetes de ensaio de uma amostra de laboratório**



## Textiles — Physiological effects — Measurement of thermal and water-vapour resistance under steady-state conditions (sweating guarded-hotplate test)

### 1 Scope

This International Standard specifies methods for the measurement of the thermal resistance and water-vapour resistance, under steady-state conditions, of e.g. fabrics, films, coatings, foams and leather, including multilayer assemblies, for use in clothing, quilts, sleeping bags, upholstery and similar textile or textile-like products.

The application of this measurement technique is restricted to a maximum thermal resistance and water-vapour resistance which depend on the dimensions and construction of the apparatus used (e.g.  $2 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  and  $700 \text{ m}^2 \cdot \text{Pa}/\text{W}$  respectively, for the minimum specifications of the equipment referred to in this International Standard).

The test conditions used in this standard are not intended to represent specific comfort situations, and performance specifications in relation to physiological comfort are not stated.

### 2 Definitions

For the purposes of this International Standard, the following definitions apply.

**2.1 thermal resistance,  $R_{ct}$ :** Temperature difference between the two faces of a material divided by the resultant heat flux per unit area in the direction of the gradient. The dry heat flux may consist of one or more conductive, convective and radiant components.

Thermal resistance  $R_{ct}$ , expressed in square metres kelvin per watt, is a quantity specific to textile materials or composites which determines the dry heat flux across a given area in response to a steady applied temperature gradient.

**2.2 water-vapour resistance,  $R_{ev}$ :** Water-vapour pressure difference between the two faces of a material divided by the resultant evaporative heat flux per unit area in the direction of the gradient. The evaporative heat flux may consist of both diffusive and convective components.

Water-vapour resistance  $R_{ev}$ , expressed in square metres pascal per watt, is a quantity specific to textile materials or composites which determines the "latent" evaporative heat flux across a given area in response to a steady applied water-vapour pressure gradient.

**2.3 water-vapour permeability index,  $i_{mv}$ :** Ratio of thermal and water-vapour resistances in accordance with equation (1):

$$i_{mv} = S \cdot \frac{R_{ct}}{R_{ev}} \quad \dots (1)$$

where  $S$  equals  $60 \text{ Pa}/\text{K}$ .

$i_{mv}$  is dimensionless, and has values between 0 and 1. A value of 0 implies that the material is water vapour impermeable, that is, it has infinite water vapour resistance, and a material with a value of 1 has both the thermal resistance and water-vapour resistance of an air layer of the same thickness.

## EN 31092:1993

2.4

**water-vapour permeability,  $W_d$** 

characteristic of a textile material or composite depending on water-vapour resistance and temperature in accordance with equation (2):

$$W_d = \frac{1}{R_{ct} \cdot \phi_{T_m}} \quad \dots(2)$$

where

$\phi_{T_m}$  is the latent heat of vaporization of water at the temperature  $T_m$  of the measuring unit  
equals, for example, 0,672 W h/g at  $T_m = 35^\circ\text{C}$

Water-vapour permeability is expressed in grams per square metre hour pascal

**3 Symbols and units**

$R_{ct}$  is the thermal resistance, in square metres kelvin per watt

$R_{et}$  is the water-vapour resistance, in square metres pascal per watt

$i_{mt}$  is the water-vapour permeability index, dimensionless

$R_{ct0}$  is the apparatus constant, in square metres kelvin per watt, for the measurement of thermal resistance  $R_{ct}$

$R_{ct0}$  is the apparatus constant, in square metres pascal per watt, for the measurement of

water vapour resistance  $R_{et}$

$W_d$  is the water-vapour permeability, in grams per square meter hour pascal

$\phi_{T_m}$  is the latent heat of vaporization of water at the temperature  $T_m$ , in watt hours per gram

$A$  is the area of the measuring unit, in square metres

$T_a$  is the air temperature in the test enclosure, in degrees Celsius

$T_m$  is the temperature of the measuring unit, in degrees Celsius

$T_s$  is the temperature of the thermal guard, in degrees Celsius

$P_a$  is the water-vapour partial pressure, in pascals, of the air in the test enclosure at temperature  $T_a$

$P_m$  is the saturation water-vapour partial pressure, in pascals, at the surface of the measuring unit at temperature  $T_m$

of air above the surface of the

$s_v$  is the standard deviation of air speed  $v_a$ , in metres per second

R.H. is the relative humidity, in percent

$H$  is the heating power supplied to the measuring unit, in watts

$\Delta H_c$  is the correction term for heating power for the measurement of thermal resistance  $R_{ct}$

$\Delta H_e$  is the correction term for heating power for the measurement of water-vapour resistance  $R_{et}$

$\alpha$  is the slope of the correction line for the calculation of  $\Delta H_c$

$\beta$  is the slope of the correction line for the calculation of  $\Delta H_e$

**4 Principle**

The specimen to be tested is placed on an electrically heated plate with conditioned air ducted to flow across and parallel to its upper surface as specified in this International Standard.

For the determination of thermal resistance, the heat flux through the test specimen is measured after steady-state conditions have been reached.

The technique described in this International Standard enables the thermal resistance  $R_{ct}$  of a material to be determined by subtracting the thermal resistance of the boundary air layer above the surface of the test apparatus from that of a test specimen plus boundary air layer, both measured under the same conditions.

For the determination of water-vapour resistance, an electrically heated porous plate is covered by a water-vapour permeable but liquid-water impermeable membrane. Water fed to the heated plate evaporates and passes through the membrane as vapour, so that no liquid water contacts the test specimen. With the test specimen placed on the membrane, the heat flux required to maintain a constant temperature at the plate is a measure of the rate of water evaporation, and from this the water-vapour resistance of the test specimen is determined.

The technique described in this International Standard enables the water-vapour resistance  $R_{et}$  of a material to be determined by subtracting the water-vapour resistance of the boundary air layer above the surface of the test apparatus from that of a test specimen plus boundary air layer, both measured under the same conditions.

xy: rosie muat, SDL International, 08 Jul 2003, Uncontrolled Copy, (c) BSI



## 5 Apparatus

**5.1 Measuring unit, with temperature and water supply control**, consisting of a metal plate approximately 3 mm thick with a minimum area of 0,04 m<sup>2</sup> (e.g. a square with each side 200 mm in length) fixed to a conductive metal block containing an electrical heating element [see figure 1, items (1) and (6)]. For the measurement of water-vapour resistance, the metal plate (1) must be porous. It is surrounded by a thermal guard [item (8) of figure 2] which is in turn located within an opening in a measuring table (11).

The coefficient of radiant emissivity of the plate surface (1) shall be greater than 0,35, measured at 20 °C between the wavelengths 8 µm to 14 µm, with the primary beam perpendicular to the plate surface and the reflection hemispherical.

Channels are machined into the face of the heating element block (6) where it contacts the porous plate to enable water to be fed from a dosing device (5).

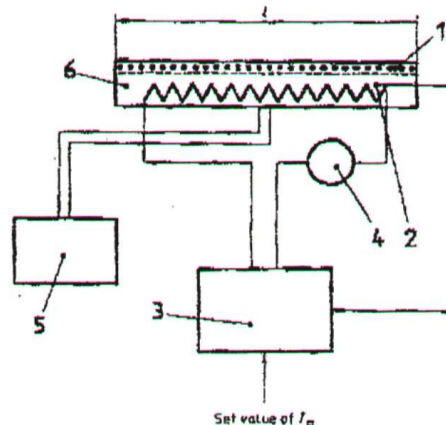
The position of the measuring unit with respect to the measuring table shall be adjustable, so that the upper surface of test specimens placed on it can be made coplanar with the measuring table.

Heat losses from the wiring to the measuring unit to its temperature-measuring device should be minimized, e.g. by leading as much wiring as possible along the inner face of the thermal guard (8).

The temperature controller (3), including the temperature sensor of the measuring unit (2), shall maintain the temperature  $T_m$  of the measuring unit constant to within  $\pm 0,1$  K. The heating power  $H$  shall be measurable by means of a suitable device (4) within  $\pm 2$  % over the whole of its usable range.

Water is supplied to the surface of the porous metal plate (1) by a dosing device (5) such as a motor-driven burette. The dosing device is activated by a switch which senses when the level of water in the plate falls more than approximately 1,0 mm below the plate surface, in order to maintain a constant rate of evaporation. The level switch is mechanically connected to the measuring unit.

Before entering the measuring unit, the water shall be preheated to the temperature of the measuring unit. This can be achieved by passing it through tubing in the thermal guard before it enters the measuring unit.



- |                          |                                    |
|--------------------------|------------------------------------|
| 1 Metal plate            | 4 Heating-power measuring device   |
| 2 Temperature sensor     | 5 Water-dosing device              |
| 3 Temperature controller | 6 Metal block with heating element |

Figure 1 — Measuring unit with temperature and water supply control

*PermanTest*

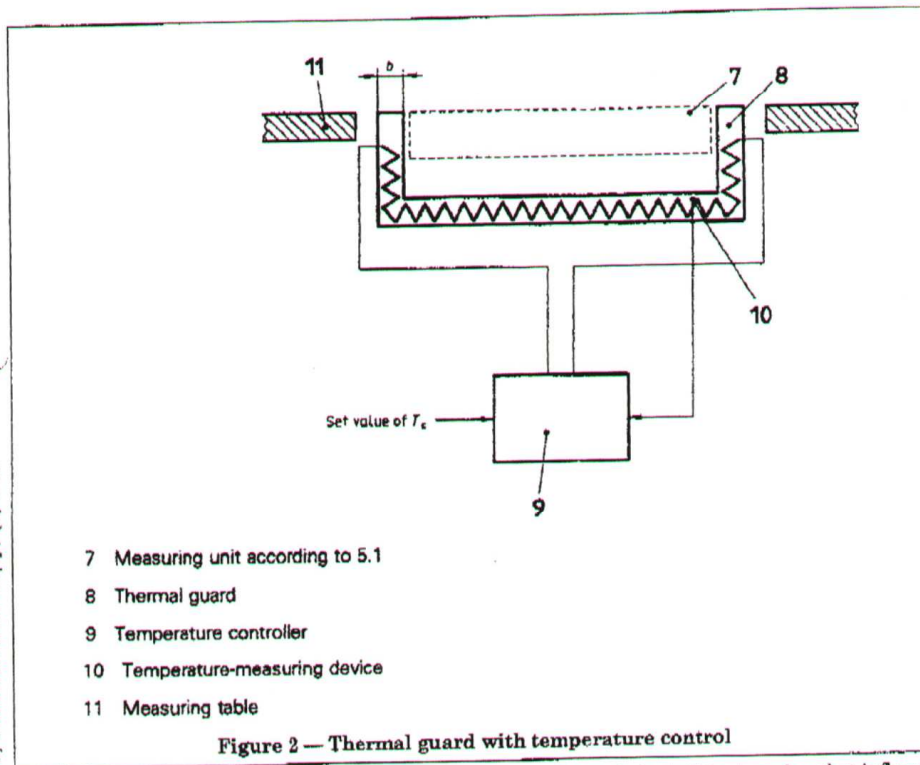


Figure 2 — Thermal guard with temperature control

© Copy: rosie muat, SDL International, 08 Jun 2003, Uncontrolled Copy, (c) BSI

5.2 Thermal guard with temperature control [item (8) of Figure 2], consisting of a material with high thermal conductivity, typically metal, and containing electrical heating elements.

Its purpose is to prevent heat leakage from the sides and bottom of the measuring unit (7).

The width  $b$  of the thermal guard (Figure 2) should be a minimum of 15 mm. The gap between the upper surface of the thermal guard and the metal plate of the measuring unit shall not exceed 1,5 mm.

The thermal guard may be fitted with a porous plate and water-dosing system similar to that of the measuring unit to form a moisture guard.

The thermal guard temperature  $T_g$  measured by the temperature sensor (10) shall, by means of the controller (9), be maintained at the same temperature as the measuring unit  $T_m$  to within  $\pm 0,1$  K.

5.3 Test enclosure, into which is built the measuring unit and thermal guard, and in which the ambient air temperature and humidity are controlled.

The conditioned air shall be ducted so that it flows across and parallel to the upper surface of the measuring unit and thermal guard. The height of the duct above the measuring table shall not be less than 50 mm.

The drift of the temperature  $T_a$  of this air flow shall not exceed  $\pm 0,1$  K for the duration of a test. For the measurement of thermal resistance, and water-vapour resistance values below  $100 \text{ m}^2 \text{ Pa/W}$ , an accuracy of  $\pm 0,5$  K is sufficient.

The drift of the relative humidity R.H. of this air flow shall not exceed  $\pm 3$  % R.H. for the duration of a test.

This air flow is measured at a point 15 mm above the measuring table over the centre of the uncovered measuring unit and at an air temperature  $T_a$  of  $20^\circ\text{C}$ . The air speed  $v_a$  measured at this point shall have a mean value of 1 m/s, with the drift not exceeding  $\pm 0,05$  m/s for the duration of a test.

**6 Test specimens**

**6.1 Materials  $\leq 5$  mm thick**

Test specimens shall completely cover the surfaces of the measuring unit and thermal guard.

From each material to be tested, a minimum of three test specimens shall be cut and tested.

Before testing, specimens shall be conditioned for a minimum of 12 h at the temperature and humidity specified in either 7.3 or 7.4 as appropriate.

**6.2 Materials  $> 5$  mm thick**

**6.2.1** Specimens falling into this category require a special test procedure to avoid loss of heat or water vapour from their edges.

In the measurement of thermal resistance, corrections for thermal edge losses are necessary if the specimen thickness is greater than approximately twice the width  $b$  of the thermal guard (see figure 2). The deviation from the linear relationship between

thermal resistance and specimen thickness can be determined and corrected by the factor  $[1 + (\Delta R_{ct}/R_{ct, measured})]$  using the measurement of the  $R_{ct}$  values for several thicknesses of a homogeneous material such as foam, up to a total thickness  $d$  of at least that of the specimen to be tested (see figure 3).

**6.2.2** If the thermal guard is not fitted with a porous plate and water-dosing system similar to that of the measuring unit, for the measurement of water-vapour resistance the vertical sides of the cut specimens shall be surrounded by a water-vapour impermeable frame of approximately the same height as that of the free-standing specimen. The inner dimensions of the frame shall be the same on all sides as those of the porous plate of the measuring unit.

**6.2.3** Before testing, specimens shall be conditioned for a minimum of 24 h at the temperature and humidity specified in either 7.3 or 7.4 as appropriate.

**6.2.4** Specimens containing loose filling materials or having uneven thickness, such as quilts and sleeping bags, require a special mounting procedure as described in annex A.

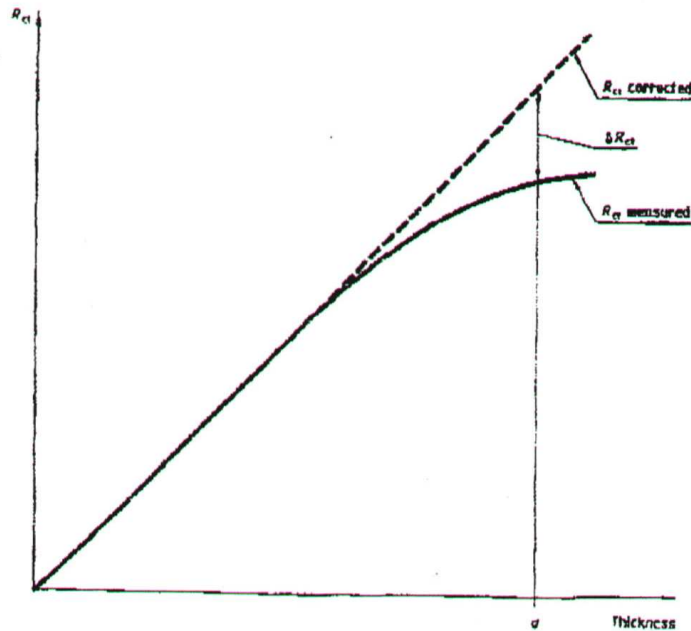


Figure 3 — Correction for thermal edge losses



## EN 31092:1993

6.2.3 Before testing, specimens shall be conditioned for a minimum of 24 h at the temperature and humidity specified in either 7.3 or 7.4 as appropriate.

6.2.4 Specimens containing loose filling materials or having uneven thickness, such as quilts and sleeping bags, require a special mounting procedure as described in Annex A.

## 7 Test procedure

### 7.1 Determination of apparatus constants

In the values for thermal and water-vapour resistance measured with the device described in this International Standard, constants intrinsic to the apparatus are included. These constants comprise the resistance within the measuring unit itself, plus that of the boundary air layer adhering to the surface of the test specimen. The latter is dependent on the speed and degree of turbulence of the air flowing over the test specimen.

These apparatus constants,  $R_{ct0}$  and  $R_{et0}$ , are determined as "bare plate" values, and it is essential that the upper surface of the measuring unit is coplanar with the measuring table.

#### 7.1.1 Determination of $R_{ct0}$

For the determination of  $R_{ct0}$  set the temperature of the measuring unit  $T_m$  at 35 °C and the air temperature  $T_a$  at 20 °C with a relative humidity R.H. of 65 %. Set the air speed  $v_a$  to 1 m/s. Any deviations from these values shall be within the limits stated in clause 5. Wait until the measured quantities ( $T_m$ ,  $T_a$ , R.H.,  $H$ ) reach steady-state before recording their values.

The bare plate resistance  $R_{ct0}$  is determined from equation (3).

$$R_{ct0} = \frac{(T_m - T_a) \cdot A}{H - \Delta H_c} \quad \dots(3)$$

$\Delta H_c$  is a correction term and is determined as described in Annex B.

#### 7.1.2 Determination of $R_{et0}$

7.1.2.1 During the determination of  $R_{et0}$ , the surface of the porous plate is kept constantly moist by means of a water-dosing device (see 5.1). A smooth, water-vapour permeable but liquid-water impermeable cellophane membrane of thickness 10  $\mu\text{m}$  – 50  $\mu\text{m}$  shall be fitted over the porous plate.

The cellophane membrane shall be moistened with distilled water and fixed to the measuring plate by appropriate means so that it remains completely free of wrinkles.

The water supplied to the measuring plate shall be distilled, preferably double-distilled, and reboiled prior to use so that it is free of gas in order to prevent the formation of gas bubbles beneath the membrane.

7.1.2.2 Set the temperature of both the measuring unit  $T_m$  and the air temperature  $T_a$  at 35 °C. Set the air speed  $v_a$  to 1 m/s.

The relative humidity R.H. of the air shall be kept constant at 40 %, corresponding to a water-vapour partial pressure  $p_a$  of 2 250 Pa. The water-vapour partial pressure  $p_m$  directly at the surface of the measuring unit can be assumed equal to the saturation vapour pressure at the temperature of this surface, i.e. 5 620 Pa, without compromising the accuracy of the test.

Any deviations from the above values of  $T_m$ ,  $T_a$ ,  $v_a$  and R.H. shall be within the limits stated in clause 5. Wait until the measured quantities ( $T_m$ ,  $T_a$ , R.H.,  $H$ ) reach steady-state before recording their values.

7.1.2.3 The bare plate resistance  $R_{et0}$  is determined from equation (4).

$$R_{et0} = \frac{(p_m - p_a) \cdot A}{H - \Delta H_e} \quad \dots(4)$$

$\Delta H_e$  is a correction term and is determined as described in Annex B.

#### 7.1.3 Reference material

A useful cross-check of the apparatus can be obtained by measuring a precalibrated thermal resistance material, e.g. a reference material for thermal conductivity<sup>1)</sup>.

#### 7.1.4 Recalibration

Check the apparatus constants  $R_{ct0}$  and  $R_{et0}$  at regular intervals. Where deviations greater than the accuracy of the measuring device occur (see clause 8), an adjustment shall be made. In most cases a change in  $R_{ct0}$  or  $R_{et0}$  is caused by a deviation in the speed of the air  $v_a$  over the surface of the test specimen. Air speed should be checked at regular intervals by the technique described in 5.3.

The test specimens shall be placed so that they lie flat across the measuring unit, with the side normally facing the human body towards the measuring unit. In the case of multiple layers, specimens shall be arranged and stacked on the measuring unit as on the human body. Water-vapour impermeable adhesive tape or a light metal frame may be used around the edges of the test specimen to keep it flat.

Bubbles and wrinkles in the test specimen, or air gaps between the specimen and measuring unit or between the components of multilayer specimens, shall be prevented provided they are not specific to the surface profile of the specimens.

7.2.2 Normally, test specimens are measured free from stretch or loading and, in the case of multiple layers, without air gaps between layers. However, if a test is carried out under extension or applied pressure or with air gaps, this shall be mentioned in the test report.

7.2.3 With test specimens thicker than 3 mm, the measuring unit shall be lowered so that the outer surface of the specimen is flush with the measuring table.

### 7.3 Measurement of thermal resistance $R_{ct}$

7.3.1 Set the temperature of the measuring unit  $T_m$  at 35 °C and the air temperature  $T_a$  at 20 °C with a relative humidity R.H. of 65 %. Set the air speed  $v_a$  at 1 m/s. Any deviations from these values shall be within the limits stated in clause 5.

Other conditions of air temperature  $T_a$ , relative humidity R.H. and air speed  $v_a$  may be used. The test report shall describe the alternative conditions and shall include a statement to the effect that the results differ from those of tests carried out under the conditions stated in this International Standard.

After placing the test specimen on the measuring unit, wait until the measured quantities ( $T_m$ ,  $T_a$ , R.H.,  $H$ ) reach steady-state before recording their values.

7.3.2 Calculate the thermal resistance  $R_{ct}$  from equation (5):

$$R_{ct} = \frac{(T_m - T_a)A}{H - \Delta H_a} - R_{cl} \quad \dots (5)$$

where the symbols and units are defined in clause 3.

Calculate the thermal resistance  $R_{ct}$  of the material being tested as the arithmetic mean of the individual measurements.

### 7.4 Measurement of water-vapour resistance $R_{et}$

7.4.1 For the measurement of water-vapour resistance, a water-vapour permeable but liquid-water impermeable cellophane membrane shall be fitted over the surface of the measuring unit as described in 7.1.2.

7.4.2 Set the temperature of both the measuring unit  $T_m$  and the air  $T_a$  to 35 °C with a relative humidity R.H. of 40 %. Hold the air speed  $v_a$  at 1 m/s. Any deviations from these values shall be within the limits stated in clause 5.

These isothermal conditions prevent water-vapour condensation within the test specimen.

Other conditions of relative humidity and air speed may be used. The test report shall describe alternative conditions and shall include a statement to the effect that the results may differ from those tests carried out under the conditions stated in International Standard.

If the air temperature  $T_a$  is changed, the test is not isothermal and this International Standard no longer applies.

After placing the test specimen on the measuring unit, wait until the measured quantities ( $T_m$ ,  $T_a$ , R.H.) have reached steady-state before recording their values.

7.4.3 Calculate the water-vapour resistance  $R_{et}$  from equation (8):

$$R_{et} = \frac{(p_m - p_a)A}{H - \Delta H_a} - R_{cl}$$

where the symbols and units are defined in clause 3.

Calculate the water-vapour resistance  $R_{et}$  of the material being tested as the arithmetic mean of the individual measurements.

## 8 Precision of results

### 8.1 Repeatability

For thermal resistance  $R_{ct}$ , the precision of repeated measurements on the same specimens with values up to  $50 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  has been found to be  $3,0 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ , as measured on single layer fabrics. With  $R_{ct}$  values higher than  $50 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ , the precision has been found to be 7 %, as measured on foams.

For water-vapour resistance  $R_{et}$ , the precision of repeated measurements on the same specimens with values up to  $10 \text{ m}^2 \cdot \text{Pa/W}$  has been found to be  $0,3 \text{ m}^2 \cdot \text{Pa/W}$  as measured on single layers of fab-

ENV FOR: IPQ

: 31- 5-94 : 12:44 :

IPQ :

075 002051: #1

With  $R_{et}$  values higher than  $10 \text{ m}^2\text{-Pa/W}$ , the precision has been found to be 7 % as measured on foams.

### 8.2 Reproducibility

In an interlaboratory trial using three specimens of a foam material of 3 mm, 6 mm and 12 mm thickness tested in four laboratories, an average standard deviation of  $6,5 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{-K/W}$  for thermal resistance  $R_{ct}$  and of  $0,67 \text{ m}^2\text{-Pa/W}$  for water-vapour resistance  $R_{et}$  was found.

### 9 Test report

The test report shall include at least the following information:

a) reference to this International Standard;

- b) complete description of the material to be tested;
- c) arrangement of test specimens according to 7.2;
- d) number of test specimens per material to be tested and number of individual measurements on each test specimen;
- e) test climate;
- f) arithmetic mean value of the thermal resistance, and/or
- g) arithmetic mean value of the water-vapour resistance;
- h) details of deviations from this International Standard;
- i) date of test.