

## **INTEGRANDO O CONFORTO E A ESTÉTICA NO DESIGN DE TECIDOS**

### ***INTEGRATING COMFORT AND AESTHETIC IN THE DESIGN OF FABRICS.***

Joana Cunha; Manuela Neves

#### **RESUMO**

Actualmente uma das maiores preocupações dos consumidores, em termos de vestuário, é o conforto. Mas o conforto do vestuário tem um conceito muito amplo, dado que se trata de uma mistura balanceada do conforto psicológico, fisiológico e sensorial.

A principal preocupação de todos os intervenientes no sector têxtil é a flexibilidade de produção das empresas têxteis, em termos da capacidade de entregar em curtos espaços de tempo novos produtos que vão correctamente de encontro às expectativas dos consumidores, expectativas estas que estão em constante mutação.

De forma a obter produtos de maior qualidade e com maior valor acrescentado, os produtores têxteis têm que procurar responder eficazmente às exigências e necessidades dos consumidores e isso obtém-se com materiais que proporcionem conforto no vestir.

A única forma de melhorar a flexibilidade e a sensibilidade para as alterações de mercado é, em nossa opinião, implementar nas fases iniciais do processo produtivo, tal como nas fases de design e desenvolvimento, metodologias altamente flexíveis. No entanto, na maioria das situações correntes a nível industrial existe um conhecimento insuficiente sobre as propriedades dos tecidos durante a produção, bem como sobre a forma como os tecidos devem ser produzidos para obedecerem a requisitos específicos de propriedades funcionais [1].

É pois fundamental encarar o design total como uma forma flexível de desenvolvimento de tecidos [2]. Neste sentido, o trabalho desenvolvido pretende dar um contributo para responder a este desafio, visando evoluir no conhecimento dos aspectos funcionais dos tecidos, tendo em vista a integração destas especificações com as estéticas, numa perspectiva de design total de tecidos.

Este trabalho pretende pois contribuir para a definição de um sistema computacional interactivo que permita combinar o conhecimento das características de desempenho funcional, de tecidos de camisaria de homem, com as suas características estéticas, proporcionando um meio de optimização do processo de desenvolvimento de tecidos com especificações funcionais de conforto.

**Palavras chave:** conforto, desenho, tecido, consumidor, vestuário.

#### ***ABSTRACT***

*Presently, comfort is one of the most important concerns for consumers in terms of garments. However, clothing comfort has a wide concept, since it represents a balanced mixture of psychological, physiological and sensorial comfort.*

*The main concern of all intervenient in the textile sector is the production flexibility of the textile industries, concerning the ability to delivery the new goods in a short time period, which appropriately meet the consumer's expectations, since these expectations are constantly changing.*

*In order to obtain better quality products with a higher added value, the textile manufacturers should efficiently meet the consumer's demand and needs which are translated into comfortable materials for clothing manufacture. The only way to improve flexibility and sensitivity towards the market changes is to implement the production processes at the initial phases, such as design and product development, as well as the adoption of highly flexible methodologies. However, in most current situations industrial knowledge is insufficient about the material properties during the production processes, as well as about techniques that should be used in the material manufacture according to the specific requirements of functional properties [1].*

*It is essential to consider total design as a flexible technique for the development of materials [2]. In this context the present work intends to contribute to this challenge, with view to improve the knowledge on the functional aspects of the materials, for an integration between these specifications and the aesthetic aspects, in a total material design perspective.*

*This work is intended to contribute for the definition of an interactive computational system that allows to combine the knowledge of the functional performance characteristics of materials used in men's shirts with their aesthetic characteristics, thus providing a means to optimize the material development process, bearing functional comfort specifications.*

**Key words:** *comfort, design, fabric, consumer, clothing.*

## **1. INTRODUÇÃO**

Os gostos e preocupações das pessoas têm mudado dramaticamente nas últimas décadas. Aquilo que se refere como *casual wear* e *comfortable wear* são hoje estilos muito presentes, sendo actualmente o conforto uma das maiores preocupações dos consumidores em termos de vestuário. Mas o conforto do vestuário tem um conceito muito amplo, dado que se trata de uma mistura balanceada do conforto psicológico, fisiológico e sensorial.

O conforto do vestuário é dado em grande medida pelas especificações dos tecidos, tanto funcionais como estéticas. Neste contexto, as especificações estéticas são as que irão proporcionar ao utilizador o conforto psicológico e as funcionais as que irão proporcionar o conforto fisiológico e sensorial. Sendo as especificações estéticas do domínio dos designers têxteis, enquanto que as funcionais são do domínio da engenharia e design do produto têxtil.

De forma a obter produtos de maior qualidade e com maior valor acrescentado, os produtores têxteis têm que procurar responder eficazmente às exigências e necessidades dos consumidores e isso obtém-se com materiais que proporcionem conforto no vestir.

No entanto, na maioria das situações correntes a nível industrial existe um conhecimento insuficiente sobre as propriedades dos tecidos durante a produção, bem como sobre a forma como os tecidos devem ser produzidos para obedecerem a requisitos específicos de propriedades funcionais [1].

## 2. ENQUADRAMENTO

Neste novo milénio, espera-se que o nível de exigência quanto à qualidade dos artigos de vestuário se torne ainda maior. Até agora, o design de tecidos e vestuário tem sido baseado na experiência adquirida e em métodos de tentativa/erro. Mas à medida que os produtos têxteis e as tendências de moda caminham para ciclos de renovação cada vez mais rápidos, as filosofias de *just-in-time* e *quick-response* tornam-se cada vez mais importantes na indústria.

Face a este cenário provável, a produção de vestuário tem que mudar, deixando de ser um processo de produção orientado empiricamente para passar a ser um sistema de engenharia de produção de tecidos racionalmente programada [2], onde é fundamental encarar o processo de design de tecidos como um processo de Design de Produto ou até de Design Total, onde tanto as características técnicas como funcionais e estéticas têm que ser consideradas.

## 3. OBJECTIVO

O design total de tecidos continua a ser uma área muito pouco desenvolvida. Por muito que se fale do assunto a verdade é que ainda não é possível desenvolver tecidos numa óptica plena de design total. Existe portanto uma necessidade premente de investir na investigação dentro desta área e para tal torna-se necessário aprofundar mais o conhecimento das interacções entre todos os parâmetros dos tecidos e todas as suas propriedades.

Para melhorar a flexibilização da produção de tecidos, assim como para melhorar a capacidade de resposta às mudanças de mercado, torna-se necessário implementar tanto nas fases iniciais do processo produtivo, como na fase de design e desenvolvimento do produto, metodologias altamente flexíveis.

Actualmente as tecnologias informáticas tornaram-se ferramentas essenciais para fazer face a estes desafios, existindo portanto uma grande necessidade de sistemas informáticos capazes de:

- Sistematizar e automatizar o processo de desenvolvimento de tecidos, com especial ênfase nas especificações funcionais associadas à sua performance para aplicações particulares;
- Prever tanto os materiais como os processos produtivos para um conjunto específico de características de conforto;

No entanto os sistemas CAD, vulgarmente utilizados como ferramenta de apoio ao design de tecidos, centram-se principalmente na concepção estética dos mesmos, permitindo apenas utilizar os valores das características técnicas para ajustes baseados no conhecimento empírico mas sem qualquer associação quantificável e previsível às características funcionais de desempenho, nomeadamente na vertente do conforto. Logo são incapazes de fazer a integração destas características com as estéticas.

Assim, o design total deve ser encarado como uma forma flexível de desenvolvimento de tecidos [2]. Pelo que com o presente trabalho nos propomos dar um contributo para responder a este desafio, visando evoluir no conhecimento dos aspectos funcionais dos tecidos, tendo em vista a integração destas especificações com as estéticas, numa perspectiva de design total.

#### 4. ABORDAGEM

Partindo-se de uma metodologia de design total, começou-se por se definir que a população de tecidos a analisar seria a dos tecidos de camisaria fina de algodão para homem. Assim foram consultadas várias empresas têxteis especializadas na produção deste tipo de tecidos com vista a determinar quais os tecidos com maior impacto comercial, para que baseado nestes pudéssemos produzir um conjunto completo de tecidos contendo todas as combinações possíveis das suas características de produção. Como resultado desta consulta obtiveram-se os resultados expostos no quadro 1.

**QUADRO 1** – Resultado da consulta efectuada a empresas produtoras de tecidos de camisaria de homem em 100% algodão

| Tipos de Fios | Tipos de Estruturas                                                                             | Densidades<br>Fios x Pass por<br>cm | Massa (g/m <sup>2</sup> )     | Tipos de Acabamentos                                            |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 50 Ne         | Tafetá       | 40x36                               | 114 a 160<br>g/m <sup>2</sup> | Lavado                                                          |
| 100/2 Ne      | Sarja 2/2    | 40x44                               |                               | No Iron Mercerizado                                             |
| 36 Ne         | Panamá de 2  | 40x29                               |                               | No Iron Mercerizado,<br>com carga<br>suplementar de<br>rezinas. |
|               |                                                                                                 | 52x41<br>52x50<br>52x30             |                               |                                                                 |

Estavam assim determinadas as variáveis controláveis ou seja, as variáveis de produção que iriam constituir a base dos tecidos abrangidos pelo problema de design. No entanto verificou-se que estes tecidos possuíam três factores principais de distinção entre eles: a massa linear dos fios, o tipo de estrutura e tipo de acabamento. Sendo que cada um destes factores surge, por sua vez, subdividido em três níveis, ou seja, foram encontrados três tipos de fios, três tipos de estruturas e três tipos de acabamentos, conforme se ilustra no quadro 1.

Para garantir que todas as combinações destas variáveis, ou factores, nos seus diferentes níveis estavam presentes no estudo a realizar sobre as propriedades de conforto, construiu-se o modelo experimental como um modelo factorial a 3 factores e 3 níveis. Assim foi necessário produzir  $3^3 = 3 \times 3 \times 3 = 27$  tecidos [3].

Para melhor compreensão do modelo adoptado, apresenta-se o esquema de produção dos tecidos na figura 1. Os tecidos foram produzidos tendo como base três títulos de fios ( $F_1; F_2; F_3$ ), três estruturas ( $E_1; E_2; E_3$ ) e três acabamentos ( $A_1; A_2; A_3$ ).

Os tecidos foram produzidos com fios das mesmas cores e tingidos pelo mesmo processo, de forma a evitar diferenças devidas ao tingimento dos fios. Todos os tecidos pertencentes ao mesmo tipo de acabamento foram acabados ao mesmo tempo para evitar a introdução de diferenças devidas ao processo de acabamento.

Assim, estes 27 tecidos diferem uns dos outros em pelo menos uma das variáveis de construção: fio, estrutura e acabamento.

Passou-se então à definição das variáveis associadas às características de conforto sensorial e fisiológico, e que são as que se expõem no quadro 2 [4].

**QUADRO 2 – Propriedades funcionais**

|                                      |                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| • Associadas ao Conforto Sensorial   | Flexão<br>Rigidez à Flexão<br>Espessura<br>Corte<br>Tracção e Extensibilidade<br>Compressão<br>Propriedades de Superfície<br>Massa por Unidade de Área<br>Fluxo Térmico/Toque térmico |
| • Associadas ao Conforto Fisiológico | Condutividade Térmica<br>Isolamento Térmico<br>Permeabilidade ao Ar<br>Difusividade Térmica<br>Absortividade Térmica                                                                  |

Para determinar experimentalmente as propriedades associadas às características de conforto utilizaram-se o sistema KES-FB completo (KES FB1; FB2; FB3 e FB4) o KES Thermolabo II, o Alambeta e o permeabilímetro de ar TEXTTEST FX3300.

Os parâmetros medidos pelo sistema Kawabata [5], descrevendo as propriedades mecânicas e superficiais a baixa solicitação são os apresentados no quadro 3.

Os quadros 4 e 5 apresentam, respectivamente, os parâmetros medidos pelo KES Thermolabo II [6] e pelo Alambeta [7], descrevendo as propriedades térmicas dos tecidos.

**QUADRO 3 – Parâmetros medidos pelo sistema KES**

|            |      |                                                          |
|------------|------|----------------------------------------------------------|
| Tracção    | LT   | Linearidade da curva de carga/alongamento                |
|            | WT   | Energia de Tracção                                       |
|            | RT   | Resiliência de Tracção                                   |
|            | EMT  | Extensibilidade a 500 gf/cm                              |
| Corte      | G    | Rigidez de Corte                                         |
|            | 2HG  | Histerese da força de corte a 0.5°                       |
|            | 2HG5 | Histerese da força de corte a 5°                         |
| Flexão     | B    | Rigidez de Flexão                                        |
|            | 2HB  | Histerese do momento de flexão                           |
| Compressão | LC   | Linearidade da curva de compressão                       |
|            | WC   | Energia de compressão                                    |
|            | RC   | Resiliência de compressão                                |
|            | TO   | Espessura do tecido à pressão de 0,05 gf/cm <sup>2</sup> |
|            | TM   | Espessura do tecido à pressão de 0,5 gf/cm <sup>2</sup>  |
| Superfície | MIU  | Coefficiente de fricção                                  |
|            | MM   | Desvio médio de MIU                                      |
|            | D    |                                                          |
|            | SMD  | Rugosidade geométrica                                    |

**QUADRO 4 – Parâmetros medidos pelo KES Thermolabo II**

|                   |                       |                           |
|-------------------|-----------------------|---------------------------|
| $q_{m\acute{a}x}$ | Toque térmico         |                           |
| K                 | Condutividade Térmica |                           |
| IT                | Isolamento Térmico -  | Método do Contacto Seco   |
|                   | -                     | Método do Espaço Seco     |
|                   |                       | Método do Contacto Húmido |
|                   |                       | Método do Espaço Húmido   |

**QUADRO 5 – Parâmetros medidos pelo Alambeta**

|           |                               |
|-----------|-------------------------------|
| $\lambda$ | Condutividade Térmica         |
|           | Difusividade Térmica          |
| b         | Absortividade Térmica         |
| r         | Resistência Térmica           |
| h         | Espessura                     |
| q         | Toque térmico (fluxo térmico) |

Foram então determinadas as propriedades de desempenho funcional a nível de conforto e seguidamente estudaram-se as inter-relações entre estas propriedades dos tecidos e as suas características de produção, com a intenção de se encontrar modelos explicativos destas inter-relações.

## 5. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Após aprofundados estudos estatísticos, em que foram contemplados vários cenários de análise dos dados, desde a análise da variância à análise de componentes principais, verificou-se que de facto existem inter-relações entre os factores de produção em análise (fio, estrutura e acabamento) e as características de conforto dos tecidos, como se verifica pela análise dos gráficos da figura 2 onde se apresenta a título de exemplo os resultados obtidos na análise da variância para a medida do trabalho de compressão (WC).

A análise de componentes principais revelou que as propriedades associadas ao conforto, quando divididas nas propriedades associadas ao conforto mecânico e térmico, podem ser agrupadas em dois componentes principais que explicam mais de 67% da variação das variáveis originais como se pode ver pelos resultados expostos no quadro 6.

**QUADRO 6 – Variância explicada pelos componentes principais**

| Variância Total Explicada |                     |       |               |              |
|---------------------------|---------------------|-------|---------------|--------------|
| Conforto Térmico          | Initial Eigenvalues |       |               |              |
|                           | Component           | Total | % of Variance | Cumulative % |
|                           | CP <sub>T1</sub>    | 5,840 | 53,091        | 53,091       |
|                           | CP <sub>T2</sub>    | 1,917 | 17,427        | 70,518       |
| Conforto Mecânico         | Initial Eigenvalues |       |               |              |
|                           | Component           | Total | % of Variance | Cumulative % |
|                           | CP <sub>M1</sub>    | 9,324 | 44,401        | 44,401       |
|                           | CP <sub>M2</sub>    | 4,754 | 22,638        | 67,039       |

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Uma vez que os componentes principais são combinações lineares das variáveis originais torna-se necessário interpretá-los de forma a poder atribuir-lhes um significado. Assim, os resultados obtidos apresentam-se nas tabelas da figura 3.

Da tabela (a) da figura 3, verifica-se que o componente principal térmico 1, CP<sub>T1</sub>, é influenciado pela maioria das propriedades térmicas, enquanto que o CP<sub>T2</sub>, apenas é significativamente influenciado pela condutividade térmica, pela difusividade térmica e pela massa por unidade de superfície. Os componentes extraídos, CP<sub>T1</sub> e CP<sub>T2</sub> formam portanto índices de conforto térmico.

Da tabela (b) da figura 3 podemos observar que o componente principal 1, CP<sub>M1</sub>, é amplamente influenciado pela maioria das propriedades mecânicas, enquanto que o CP<sub>M2</sub> apenas é influenciado significativamente pelas propriedades de corte e pelas propriedades de superfície.

O  $CP_{M1}$  é portanto um índice da componente de flexão, compressão, tracção e atrito cinético, no conforto mecânico, enquanto que o  $CP_{M2}$  é um índice da componente de corte e rugosidade desse mesmo conforto.

Com os resultados obtidos foi então possível definir-se modelos explicativos do comportamento em termos de propriedades de conforto da população em estudo em função dos factores de produção, para a população em estudo.

Com estes modelos estamos agora a estudar a possibilidade da concepção de um sistema computacional interactivo que permita combinar o conhecimento das características de desempenho funcional de tecidos de camisaria de homem com a suas características estéticas, proporcionando um meio de optimização do processo de desenvolvimento de tecidos com especificações funcionais de conforto.

Com este sistema espera-se poder proporcionar à indústria têxtil uma ferramenta para o desenvolvimento de tecidos focado nas especificações de conforto do mesmo. Permitindo, ao ser utilizado paralelamente com um sistema CAD, a introdução neste dos parâmetros técnicos correctos para que o desenvolvimento estético seja integrado com o desenvolvimento funcional dos tecidos.

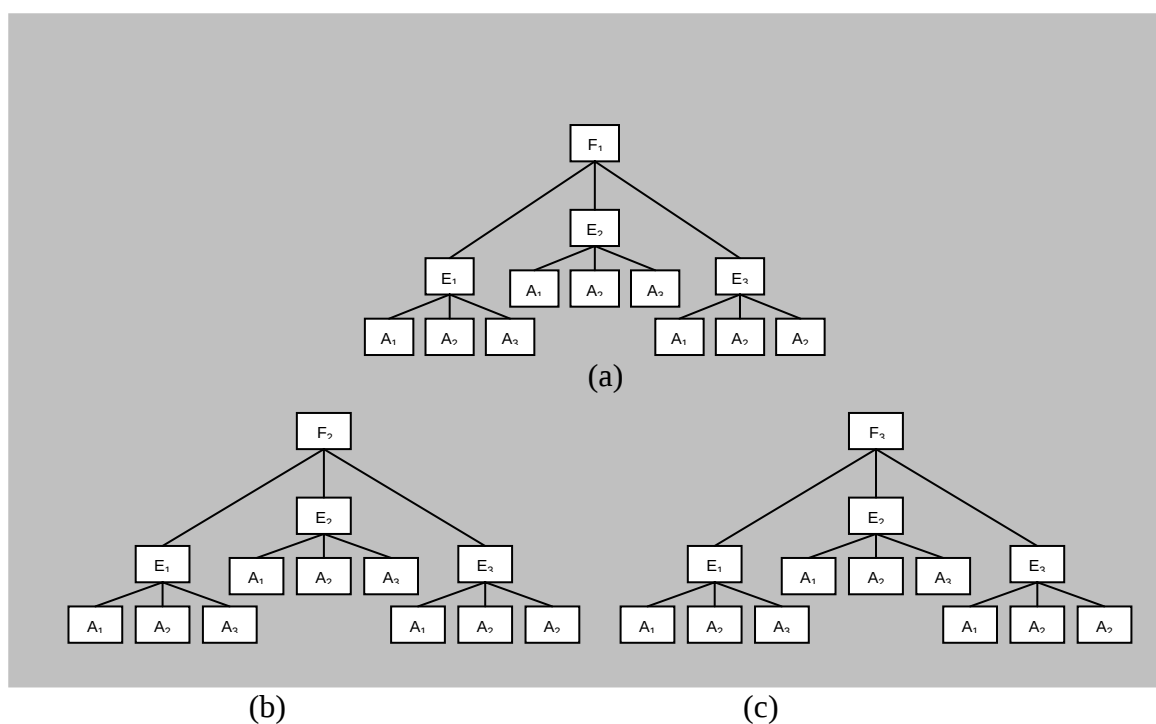


Figura 1 – Esquema adoptado para a produção dos tecidos:

- (a) Primeiro grupo de 9 tecidos, tendo em comum os fio de teia e trama de título  $F_1$ .
- (b) Segundo grupo de 9 tecidos, tendo em comum os fio de teia e trama de título  $F_2$ .
- (c) Terceiro grupo de 9 tecidos, tendo em comum os fio de teia e trama de título  $F_3$ .

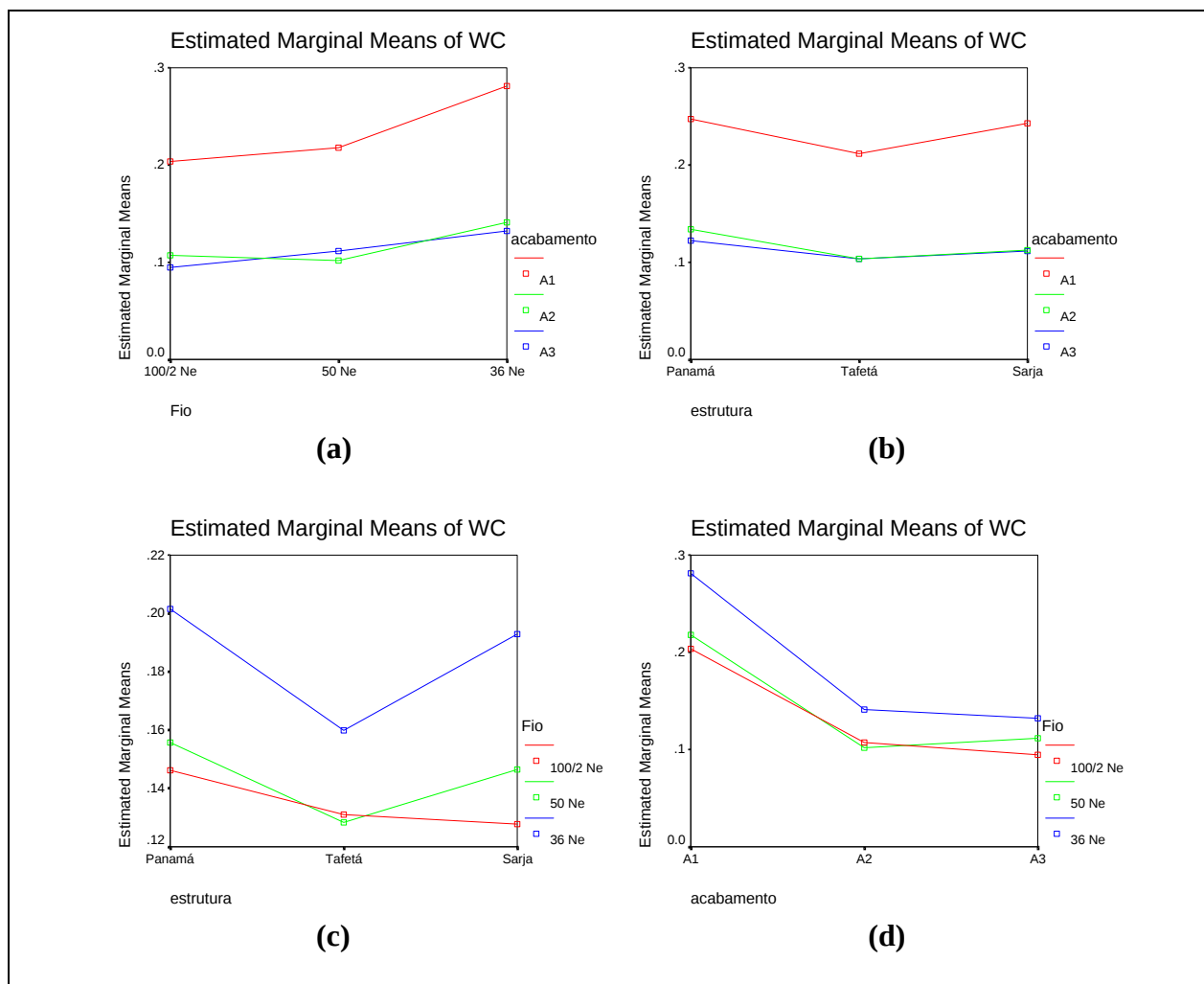


Figura 2 – Exemplo da existência de interacção entre os diferentes factores (acabamento, estrutura e fio), para o parâmetro WC das propriedades de compressão.

| Component Matrix <sup>a</sup> |           |      |
|-------------------------------|-----------|------|
|                               | Component |      |
|                               | 1         | 2    |
| LAMBDA                        |           | ,653 |
| A                             |           | ,608 |
| B                             | -,823     |      |
| R                             | ,968      |      |
| H                             | ,827      |      |
| QMÁX                          | -,841     |      |
| IT_DC                         | ,961      |      |
| IT_DS                         | ,708      |      |
| IT_WC                         | ,645      |      |
| IT_WS                         |           |      |
| MASSA                         |           | ,730 |

Extraction Method: Principal Component Analysis.  
a. 2 components extracted.

(a)

| Component Matrix <sup>a</sup> |           |      |
|-------------------------------|-----------|------|
|                               | Component |      |
|                               | 1         | 2    |
| T_B                           |           |      |
| T_2HB                         | ,909      |      |
| TR_B                          |           |      |
| TR_2HB                        | ,817      |      |
| LC                            | ,872      |      |
| RC                            | -,808     |      |
| T0                            | ,930      |      |
| TM                            | ,880      |      |
| T_G                           |           | ,812 |
| T_2HG5                        |           | ,840 |
| TR_G                          |           | ,842 |
| TR_2HG5                       |           | ,832 |
| MIU                           | ,894      |      |
| MMD                           |           | ,763 |
| SMD                           |           | ,697 |
| T_LT                          | ,879      |      |
| T_RT                          | -,705     |      |
| T_EMT                         | -,800     |      |
| TR_LT                         |           |      |
| TR_RT                         | -,776     |      |
| TR_EMT                        | ,640      |      |

Extraction Method: Principal Component Analysis.  
a. 2 components extracted.

(b)

Figura 3 – Valor dos pesos das variáveis em cada um dos componentes principais extraídos, (a) propriedades associadas ao conforto térmico, (b) propriedades associadas ao conforto mecânico.

## 6. REFERÊNCIAS

- 1 Chen, X., Leaf, G. A. V., Engineering Design of Woven Fabrics for Specific Properties, *Textile Res. J.* **70**(5), 437-442 (2000)
- 2 Kawabata, S., Niwa, M., e Yamashita, Y., A Guide Line for Manufacturing “Ideal Fabrics”, *Int. J. Cloth. Sci.* 11(2/3), 134-144 (1999)
- 3 Bethea, Robert M., Statistical Methods for Engineers and Scientists, 2nd Ed., Marcel Dekker (Ed), New York, 1984. ISBN 0-8247-7227-X
- 4 Saville, B.P., Physical Testing of Textiles, Ed. CRC Press, The Textile Institute, 1999 ISBN 0-8493-0568-3 WP 0568
- 5 Kawabata, S., The Standardization and Analysis of Hand Evaluation, 2nd Edition, Ed. The Textile Machinery Society, 1980
- 6 Kawabata, S., Niwa, M., Fabric Performance in Clothing and Clothing Manufacture, *J. Text. Inst.*, 80 N°1, 19-50 (1989)
- 7 Hes, L., Dolezal, I., New Method and Equipment for Measuring Thermal Properties of Textiles, *J. Text. Mach. Soc. Japan*, 42 N°8, T124-T128 (1989)

## ENDEREÇO / ADDRESS

Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Têxtil  
Campus de Azurém

4800 Guimarães, Portugal  
Tel: + 351 53 510280, Fax: +351 53 510293,  
e\_mail: [jcunha@det.uminho.pt](mailto:jcunha@det.uminho.pt) - [mneves@det.uminho.pt](mailto:mneves@det.uminho.pt)