

# Aplicações de Materiais Fibrosos na Área Médica

*Rita Rebelo, Catarina Guise, Katherine Rosado, Raul Fanguero*  
*Centro de Ciência e Tecnologia Têxtil, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal*  
[ritarebelo@det.uminho.pt](mailto:ritarebelo@det.uminho.pt)

Área Científica - CT4

## Resumo

Os têxteis médicos têm sofrido um enorme desenvolvimento e tornaram-se uma área de grande interesse. As propriedades dos materiais fibrosos, como a biocompatibilidade ou a flexibilidade tornam estes materiais indicados para aplicações médicas. Assim, estes materiais encontram-se em quase todos os campos da medicina e dividem-se em: materiais cirúrgicos, dispositivos extra -corporais e produtos de saúde e higiene.

As aplicações mais relevantes encontram-se nos materiais cirúrgicos implantáveis e, por isso, espera-se uma grande evolução destes, nos próximos anos. É, igualmente, expectável uma maior funcionalização das fibras, com maior especificidade, e uma integração mais intensa entre a tecnologia e a medicina, de modo a serem produzidas fibras com maior potencial, como, por exemplo, materiais fibrosos com capacidade de monitorização dos sinais vitais.

Este artigo pretende demonstrar todo o potencial de interesse da aplicação de materiais fibrosos na medicina, recorrendo a vários exemplos de utilização, onde estes materiais desempenham um papel preponderante.

**Palavras-chave:** materiais fibrosos, medicina

## 1. Introdução

Os têxteis técnicos são estruturas especificamente projectadas e concebidas para utilização em produtos, projectos ou serviços de quase todas as áreas industriais, sendo a medicina uma das áreas com maior interesse.

Teoricamente, quase todos os materiais fibrosos existentes podem ser utilizados, de alguma maneira, na área médica, devido às suas propriedades e características, tais como: flexibilidade, resistência, possibilidades de estruturação das fibras e de acabamento, porosidade, entre outras. Estes materiais e estruturas fibrosas podem ser encontrados dentro do bloco operatório e dos quartos hospitalares, no vestuário e nos equipamentos e dispositivos médicos, e vêm assumindo uma importância cada vez maior na área médica.

Assim, pode-se definir têxteis médicos, ou materiais fibrosos de aplicação médica, como sendo produtos concebidos para atender necessidades específicas e adequados a aplicações médicas e cirúrgicas, tendo uma influência directa no tratamento médico, cirúrgico e pós-cirúrgico do paciente <sup>[1]</sup>.

Devido à enorme variedade de aplicações, estes materiais podem dividir-se em materiais fibrosos cirúrgicos, dispositivos extra-corporais e produtos de saúde e higiene.

## 2. Fibras utilizadas em aplicações médicas

Os materiais fibrosos de utilização em medicina incluem fibras, fios (monofilamento ou multifilamento), estruturas têxteis (tecidos, malhas, entrançados e não-tecidos) e compósitos. Estes materiais podem ser naturais ou sintéticos, biodegradáveis ou não-biodegradáveis.

As principais fibras utilizadas em aplicações médicas, bem como as suas principais características, que as tornam indicadas para essas aplicações, encontram-se no Quadro 1 <sup>[2]</sup>.

Quadro 1- Principais fibras utilizadas em aplicações médicas.

Fibra	Características	Aplicações
Algodão	Absorvente, flexível, durável, resistente ao uso e toque agradável	Absorventes, ligaduras, emplastos, batas e gorros
Poliuretanos	Elasticidade e recuperação da forma, durabilidade, leveza	Ligaduras, conjuntos de hemodiálise, tubos de oxigenação do sangue, sacos de sangue, tubos de terapia através de gases, aparelhos de assistência do coração e ligamentos
Polipropileno	Esterilização por vapor, baixa absorção de humidade, boa resistência ao impacto	Batas, ligaduras de compressão, suturas
Borracha de Silicone	Estabilidade térmica e oxidativa, boa flexibilidade e elasticidade, compatibilidade com tecidos e com o sangue, inerte e não-tóxico	Tubagens, ampliações mamárias, aplicações vasculares, lentes intra-oculares, cateteres, cirurgia plástica e reconstrutiva, substituição de ossos e cartilagens
Polimetilmetacrilato (PMMA)	Transparência, resistência química a ácidos, rigidez	Dentaduras, reparação de defeitos cranianos, maxilares, fixações vertebrais e implantes
Poliéster	Bom isolamento térmico, óptima resistência mecânica, boa estabilidade dimensional, inerte, flexível, resiliente, pode ser esterilizado por todos os métodos	Próteses, suturas, ligaduras de compressão, batas
Colagénio	Resistência	Suturas
Fibras de Alginato	Eficazes na cicatrização de feridas, não-tóxicas e biodegradáveis	Cicatrização de feridas
Quitina	Não-trombogénica, pode ser absorvida pelo corpo humano, possui uma boa característica de cicatrização	Pele artificial

Tal como se mostra no Quadro 1, o algodão e os poliuretanos são dos materiais fibrosos mais requisitados, sendo que a maioria dos materiais fibrosos são utilizados em produtos não implantáveis. Contudo, as aplicações mais interessantes dizem respeito a materiais implantáveis, devido às características e propriedades exigidas ao material fibroso.

### 3. Materiais Fibrosos Cirúrgicos

Os materiais fibrosos cirúrgicos são todos os materiais fibrosos que são utilizados em cirurgia, podendo-se subdividir em materiais fibrosos não implantáveis e materiais fibrosos implantáveis. Estes materiais devem possuir certas propriedades, de modo a não serem prejudiciais ao paciente, sendo as mais importantes <sup>[3]</sup>:

- Anti - alérgicos;
- Anti-cancerígenos;
- Anti - bacterianos;
- Biocompatíveis;
- Permeabilidade ao ar;
- Não toxicidade;
- Capacidade de serem esterilizados.

#### 3.1 Materiais Fibrosos Cirúrgicos Não Implantáveis

São considerados materiais de uso não implantável aqueles que são utilizados em aplicações externas, podendo ou não estar em contacto com a pele.

Estes materiais, para além das características já referidas, que os materiais cirúrgicos devem possuir, devem, igualmente, apresentar uma boa capacidade de absorção de líquidos, possuir uma elevada capilaridade e molhabilidade, possibilitar o transporte de humidade e ter uma leve adesão, para cura de feridas <sup>[3]</sup>.

No Quadro 2 apresentam-se alguns materiais não implantáveis, as fibras utilizadas e o principal método de produção.

Quadro 2- Materiais fibrosos não- implantáveis <sup>[1]</sup>.

Aplicações	Tipo de fibra	Sistema de Produção
<b>Tratamento de feridas</b>		
Absorventes	Algodão, viscose, liocel	Não-tecidos
Camada de contacto com a pele	Seda, poliamida, viscose, polietileno	Tecidos, não-tecidos, malha
Material de base	Viscose, filmes plásticos	Tecidos, não-tecidos
<b>Ligaduras</b>		

Simple elásticas/ineslásticas	Fibras de alginato, quitosano, seda, liocel, viscose, algodão	Tecidos, não-tecidos, malha
Suportes leves	Algodão, viscose, fios elastoméricos	Tecidos, não-tecidos, malha
Compressão	Algodão, poliamida, fios elastoméricos	Tecido, malha
Ortopédicas	Algodão, viscose, poliéster, polipropileno, vidro,	Tecido, não tecido
<b>Emplastros</b>	Algodão, viscose	Tecidos, não-tecidos, malha
<b>Gesso</b>	Algodão, Viscose, poliéster, fibras de vidro, polipropileno	Tecidos, não-tecidos, malha
<b>Gaze</b>	Algodão, viscose, fibras de alginato, quitosano	Tecidos, não-tecidos, malha

### 3.1.1 Aplicações dos Materiais Fibrosos Cirúrgicos Não Implantáveis: Tratamento de Feridas

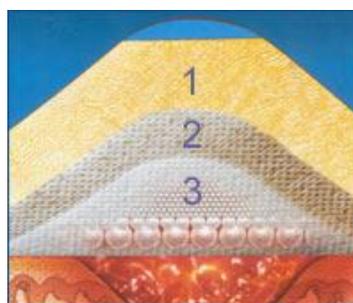
O tratamento de feridas é uma das aplicações mais comuns dos materiais fibrosos cirúrgicos não - implantáveis, existindo uma enorme variedade destes materiais no mercado. As principais funções deste material são: protecção contra infecções, absorção do sangue, promover a cicatrização e, em alguns casos, aplicar medicação na ferida.

Maioritariamente, os curativos utilizados no tratamento de feridas são materiais multicamada constituídos por uma camada absorvente, a camada em contacto com a ferida e o material de base, como ilustrado na figura 1, todas constituídas à base de fibras.

A camada absorvente tem como principal função absorver o sangue ou outros fluidos e proporcionar um efeito amortecedor, para proteger a ferida.

A camada em contacto com a pele deve prevenir a aderência do vestuário e deve possuir a capacidade de ser facilmente retirada, sem danificar o crescimento do novo tecido.

O material de base, normalmente é revestido com um adesivo acrílico para manter a compressa no local correcto <sup>[1]</sup>.



1 -**Material de base** (revestimento de poliuretano)

2-**Camada absorvente** (polímero absorvente)

3-**Camada em contacto com a pele** (polipropileno)

Figura 1- Esquema das multicamadas de um curativo. (imagem retirada de:<http://www.convatec.com.br/63c38b2f-9ec7-447a-9a0b-319f30afe4ba.aspx>)

Tecidos com estruturas mais abertas proporcionam maior protecção, visto que criam uma maior voluminosidade, enquanto que tecidos mais apertados originam compressas mais lisas e com absorção mais rápida.

As fibras de colagénio, alginato ou quitina, demonstram grande eficácia no tratamento e cicatrização de feridas, uma vez que criam um gel permeável ao oxigénio, mas impermeável a bactérias, ajudando, deste modo, na formação do novo tecido.

### 3.2 Materiais Fibrosos Cirúrgicos Implantáveis

Consideram-se materiais fibrosos cirúrgicos implantáveis aqueles que entram em contacto com o corpo humano. Uma vez que nem sempre se consegue substituir uma parte defeituosa do corpo com o transplante, a utilização de substitutos artificiais (biomateriais) está em constante crescimento e são a base dos materiais fibrosos implantáveis.

A maioria dos biomateriais utilizados são em forma de malhas e tecidos, embora os não-tecidos se mostrem igualmente eficazes e a um custo inferior.

Estes materiais devem obedecer a um conjunto de requisitos específicos, entre os quais: biocompatibilidade; bioestabilidade ou biodegradabilidade, dependendo da aplicação; porosidade adequada, uma vez que esta determina a taxa à qual o tecido humano irá crescer e encapsular o implante e diâmetro adequado das fibras, em geral, fibras com diâmetro inferior ao das células e com secção circular são mais eficazes que fibras largas com secções irregulares [3].

Os materiais implantáveis necessitam de obedecer a especificações mecânicas, dependendo da aplicação. Assim, são utilizadas fibras neste tipo de materiais porque proporcionam resistência e fortes interações entre o tecido e o implante.

No Quadro 3 são visíveis vários exemplos de materiais fibrosos implantáveis, bem como as fibras utilizadas e o respectivo método de produção [1].

Quadro 3- Materiais fibrosos implantáveis [1].

Aplicações	Tipo de fibra	Sistema de Produção
<b>Suturas</b>		
Biodegradáveis	Colagénio, polilactídeos, poliglicolídeos	Monofilamento, entrançado
Não Biodegradáveis	Poliamida, poliéster, teflon <sup>(R)</sup> , polipropileno, polietileno	Monofilamento, entrançado
<b>Implantes de tecidos macios</b>		
Tendões artificiais	Teflon, poliéster, poliamida, polietileno, seda	Tecido, entrançado
Ligamentos Artificiais	Poliéster, carbono	Entrançado
Cartilagem Artificial	Polietileno de baixa densidade	
Pele artificial	Quitina	Não-tecido
Lentes de Contacto/Córnea artificial	Plimetilmetacrilato, silicone, colagénio	
<b>Implantes Ortopédicos</b>		

Ligações artificiais/ossos	Silicone, poliacetal, polietileno	
<b>Implantes Cardiovasculares</b>		
Artérias vasculares	Poliéster, teflon <sup>(R)</sup>	Malha, tecido
Válvulas do coração	Poliéster	Tecido, malha

### 3.2.1 Aplicações dos Materiais Fibrosos Cirúrgicos Implantáveis: Ligamentos Artificiais

A utilização de substitutos de ligamentos artificiais é aplicada, essencialmente, na substituição de ligamentos cruzados anteriores (LCA). Estes ligamentos apresentam um comportamento típico, não linear, devido à sua microestrutura. A sua curva de tensão-deformação é caracterizada por uma região inicial de baixa rigidez e uma segunda região de maior rigidez, para cargas maiores.

Para imitar o comportamento não linear do tendão e substituir os ligamentos, os materiais fibrosos utilizados devem possuir resistência, flexibilidade, propriedades mecânicas adequadas e durabilidade, sem despoletar quaisquer efeitos secundários prejudiciais ao ser humano.

Os entrançados são as estruturas mais indicadas para ligamentos e tendões artificiais, uma vez que apresentam um comportamento tensão-deformação muito semelhante ao destes tecidos humanos (figura 2). Os tecidos e as malhas também podem ser utilizados nestas aplicações, contudo existe perda de desempenho <sup>[4]</sup>.

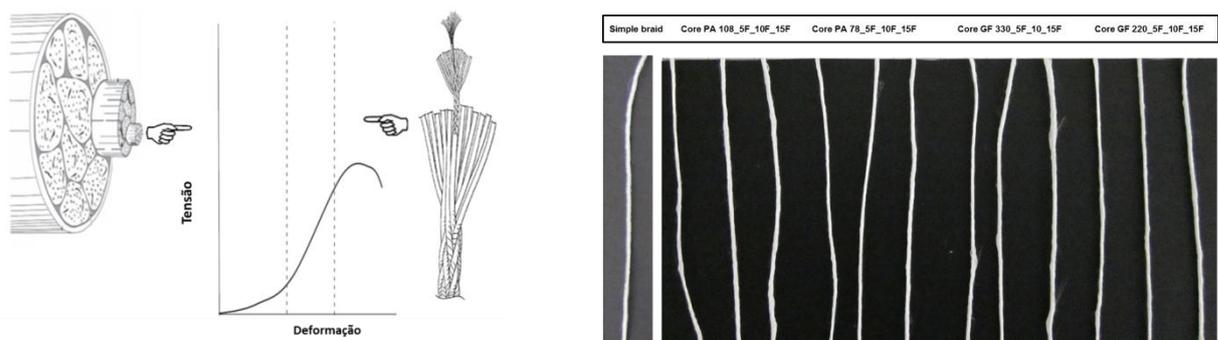


Figura 2- Curva tensão- deformação do LCA e do ligamento artificial entrançado <sup>[4]</sup> e ligamentos entrançados desenvolvidos na Universidade do Minho <sup>[5]</sup>.

Os ligamentos artificiais de poliéster entrançado são robustos e resistentes à aplicação de cargas, sendo por isso, indicados para a substituição de ligamentos do joelho.

Contudo, actualmente, o entrançado de fibras de politetrafluoroetileno (Gore-Tex<sup>(R)</sup>) e o tecido em fibras de polietileno tereftalato (Stryker Dacron<sup>(R)</sup>) são os materiais mais estudados para a substituição dos ligamentos do joelho, devido às suas elevadas resistências à tracção e à abrasão <sup>[4]</sup>.

Para além dos ligamentos artificiais, os substitutos sintéticos mais comuns são as próteses vasculares e os stents. Na Universidade do Minho está a decorrer um projecto de investigação para desenvolvimento de elementos fibrosos implantáveis que inclui: prótese vascular híbrida entrançada à base de fibras de poliéster e de PLGA (ácido (poli-lático-co-glicólico)), stents entrançados à base de poliéster e poliamida e *stents* híbridos entrançados combinando materiais fibrosos com materiais de memória de forma (nitinol) (figura 3).



Figura 3- Prótese vascular e *stents* desenvolvidos na Universidade do Minho [6,7].

#### 4. Dispositivos extra-corporais

Classificam-se como dispositivos extra-corporais os órgãos mecânicos utilizados na purificação sanguínea, dos quais fazem parte: o rim, o fígado e o pulmão artificiais.

Estes dispositivos têm que obedecer a certos requisitos, como: serem anti alérgicos e anti-cancerígenos; possuírem elevada resistência a micro-organismos; serem anti-bacterianos; possuírem permeabilidade ao ar; não serem tóxicos e terem capacidade de serem esterilizados [3].

A função e a performance destes dispositivos dependem das fibras utilizadas. Em suma, encontra-se no Quadro 4 os dispositivos extra-corporais existentes, a respectiva função, assim como as fibras que os constituem [1].

Quadro 4- Dispositivos extra - corporais [1].

Aplicações	Tipos de Fibra	Função
Rim Artificial	Fibras ocas de poliéster, fibras ocas de celulose, fibras ocas de viscose	Filtração/Excreção
Fígado artificial	Fibras ocas de viscose	Secreção biliar e glicogénica
Pulmão Artificial	Fibras ocas de polipropileno Membrana oca de silicone	Troca de fluidos

##### 4.1 Aplicações dos dispositivos extra-corporais: pulmão artificial

O pulmão artificial é composto por uma membrana de difusão em polimetilpenteno (PMP). Estas fibras de PMP são ocas e tecidas numa configuração complexa.

As fibras de PMP apresentam baixa resistência, mas uma configuração que permite maximizar as trocas gasosas, sem que seja necessário contacto directo com o sangue. Além disso, a

superfície da membrana de PMP é tratada com um revestimento de heparina, para proporcionar uma superfície biocompatível com o corpo humano e não trombogênica [8].

O sangue flui sobre a superfície exterior de fibras do dispositivo, enquanto que o gás de ventilação (comumente O<sub>2</sub>) flui no interior destas fibras (Figura 4).

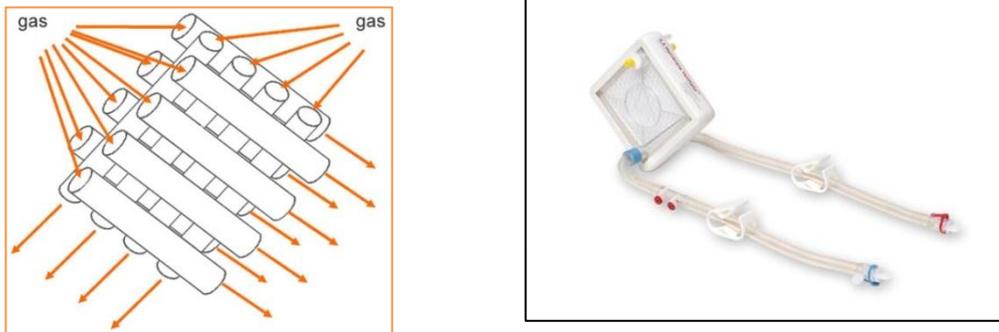


Figura 4- Estrutura fibrosa da membrana e o pulmão artificial. (imagens retiradas de: [http://www.ctsnet.org/graphics/thoracic/fischer/figure\\_1.jpg](http://www.ctsnet.org/graphics/thoracic/fischer/figure_1.jpg) e <http://www.novalung.com/en/ila/>)

A função desta membrana é imitar o pulmão humano e encontra-se ligada à circulação sistémica, recebendo apenas parte do débito cardíaco (1-2 L /min) para a troca gasosa extra corpórea [8].

## 5. Produtos de saúde e higiene

Com o crescente aumento de infecções transmitidas pelo vírus da SIDA e outros altamente resistentes, a necessidade de proteger, quer o paciente quer a equipa médica, de qualquer contacto com fluídos, potencialmente contaminados, assume um papel cada vez mais fundamental. Assim, os produtos de saúde e higiene englobam uma vasta gama de materiais fibrosos para diferentes aplicações que têm como principal função a protecção.

Além dos requisitos anteriormente referidos, para qualquer material fibroso de aplicação médica, estes produtos devem, ainda, ser impermeáveis a líquidos e não devem limitar os movimentos, deixando o utilizador confortável.

No Quadro 5 encontram-se os produtos de saúde e higiene mais utilizados, a sua composição e respectivo método de produção [1].

Quadro 5- Produtos de saúde e higiene.

Aplicações	Tipo de fibra	Estrutura fibrosa
Batas	Algodão, poliéster, polipropileno	Não -tecido, tecido
Gorros	Viscose	Não- tecido
Máscaras	Viscose, poliéster, vidro	Não- tecido
Campos cirúrgicos	Polipropileno	Não- tecido



## 5.1 Aplicações de produtos de saúde e higiene: batas cirúrgicas

Actualmente, as batas cirúrgicas usadas são produzidas a partir de não-tecidos, estruturas formadas através do emaranhamento de camadas de fibras ou filamentos naturais, artificiais ou sintéticos, que se ligam umas às outras por meios físicos e/ou químicos, formando uma manta contínua de fibras.

Os não-tecidos usados no fabrico de batas cirúrgicas mais usuais são SMS (Spunbonded/Meltblown/Spunbonded) formados por 100% polipropileno e um bicomponente constituído por 80% polietileno e 20% poliéster. O SMS oferece o efeito barreira que a bata necessita (figura 5). Este material é impermeável à água, ao sangue, ao óleo e possui, também, propriedades anti-chama e anti-bacterianas <sup>[9]</sup>.

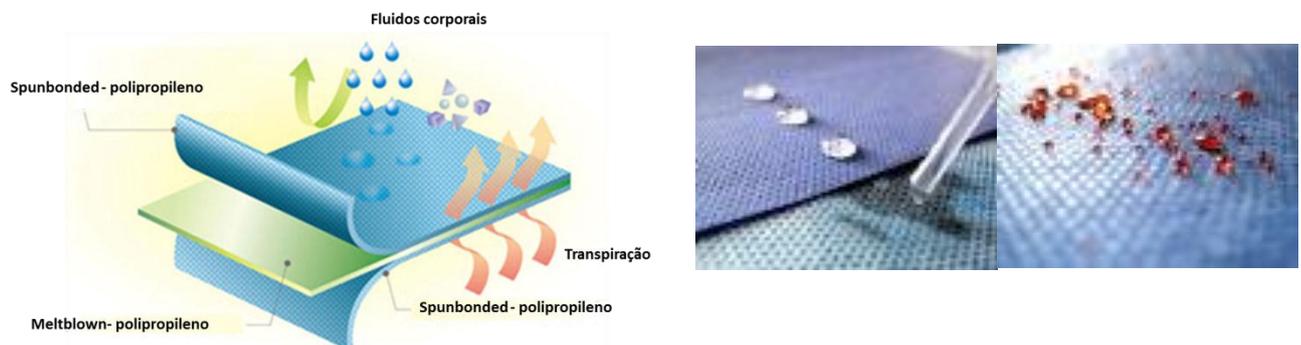


Figura 5- Efeito barreira dos não-tecidos SMS. (imagens retiradas de: <http://www.derekduck.com/html/front/bin/ptlist.phtml?Category=156785> e <http://www.zhuoyuegroup.com/oil-absorbent-nonwoven-fabric-k>)

## 6. Tendências Futuras

Como perspectivas futuras, espera-se que os materiais fibrosos de aplicação médica evoluam, essencialmente, em 3 áreas:

- monitorização dos sinais vitais;
- desenvolvimento de fibras com novas funcionalidades;
- maior aplicação de fibras em materiais implantáveis.

Desenvolvimentos nas áreas de biotecnologia, nanotecnologia e micro-electrónica mostram-se extremamente significativos para o desenvolvimento dos materiais fibrosos de aplicação médica, como por exemplo os têxteis com capacidade de monitorização dos sinais vitais.

Para além disso, com o avanço da nanotecnologia e da funcionalização das fibras, o aparecimento de têxteis com aplicação médica específica tornou-se uma realidade. Hoje em dia, já existem têxteis com propriedades médicas, por exemplo fungicidas, desenvolvidos com

tecnologia de microencapsulamento. Esta tecnologia é desenvolvida a partir de micropartículas que recobrem um princípio activo, de forma esférica. O microencapsulamento permite a libertação do princípio activo de forma controlada, isto é, de maneira contínua e progressiva, por acção da temperatura, da humidade, etc. Este sistema de microencapsulamento pode ser implantável, ou então inserido no vestuário do paciente <sup>[10]</sup>.

## Referências

- (1) M. Araújo.; R. Figueiro.; H. Hong. Têxteis Técnicos: Materiais do Novo Milénio. Williams, Lda. Braga, 2001.
- (2) D. G. Ramos. Têxteis cirúrgicos reutilizáveis e seu impacte ambiental. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho. Guimarães, 2003.
- (3) A. Rigby. Handbook of technical textiles. AR Horrocks and SC Amand.2000.
- (4) A. Vieira. Mechanical Behavior Evolution of Biodegradable Ropes Made of PLA-PCL.2010.
- (5) J. Cruz.; R. Figueiro.; S.Rana. Mechanical Behaviour of Fibrous Braided Structures for Ligament Tissue Reinforced.FiberMed11-International Conference on Fibrous Products in Medical and Health Care. Filand,2011.
- (6) A. Tekin. Development of Hybrid Braided vascular Prostheses. Mestrado Europeu ETEAM.2009
- (7) N. Taís. Design de Stents Híbridos Entrançados. Dissertação de Mestrado em Design & Marketing, Universidade do Minho. Guimarães, 2009.
- (8) S. Fischer. The Novalung® iLA membrane ventilator: technical aspects. Novalung®. Baden-Württemberg, 2006.
- (9) C. Guise. Contribuição para a medição objectiva e subjectiva do *toque* em vestuário hospitalar para batas cirúrgicas. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho. Guimarães, 2010.
- (10) M. Belly.The development of intelligent textiles. MSTNEWS Magazine, 2005.

## Agradecimentos

Este artigo foi desenvolvido no âmbito do projecto “Fibrenamics- O Novo Mundo dos Materiais à Base de Fibras”, financiado pelo Programa *Ciência Viva*.