

APLICAÇÃO DE MATERIAIS TÊXTEIS NA ÁREA DA SAÚDE

Ferreira, I.L.S.¹, Maurício, L.P.A.¹, Aquino, M.S.¹ e Oliveira, F.R.¹

¹ Departamento de Engenharia Têxtil – Universidade Federal do Rio Grande do Norte – CT-UFRN – Natal- RN – Brasil – 59073-970
fernando.oliveira@ct.ufrn.br

Resumo

A aplicação de materiais têxteis na saúde é um campo importante e com alto potencial de desenvolvimento. A relevância dos têxteis “médicos” é determinada por suas excelentes propriedades físicas, estruturais e mecânicas, tais como: resistência, extensibilidade, flexibilidade, permeabilidade ao vapor, ar e líquidos, disponibilidade em se construir estruturas bi e tri dimensionais, espessura, seção transversal, dentre outros. Os materiais têxteis aplicados à saúde devem proporcionar muitas funções específicas dependendo do cenário em que serão utilizados (monitoramento da saúde, higiene, implantes, tratamento de uma lesão). A peculiaridade da aplicação e a individualidade de cada paciente são critérios que devem ser profundamente estudados. Os materiais podem ser bacteriostáticos, antivirais, não tóxicos, fungistáticos, altamente absorventes, não alérgicos, respiráveis, biocompatíveis, capazes de incorporar medicamentos e podem também ser concebidos para proporcionar excelentes propriedades mecânicas e de conforto. Neste trabalho será apresentada uma breve revisão da literatura sobre as potencialidades da utilização de materiais têxteis na área da saúde, dando enfoque a importância da sinergia entre as áreas da engenharia têxtil e medicina.

Palavras chaves: Têxteis, saúde, medicina, tecnologia

Abstract

The application of textile materials in medicine is an important field with high-potential development. The relevance of the "medical" textiles is determined by its excellent physical, structural and mechanical properties, such as; tensile strength, extensibility, flexibility, vapor air and liquid permeability, availability to construct bi and tri dimensional structures, thickness, cross section, among others. Textile materials applied to health should provide many specific functions depending on the scenario that will be used (health monitoring, hygiene, implants, wound treatment). The application's peculiarity and the individuality of each patient are criteria that must be profoundly studied. The materials may be bacteriostatic, antiviral, non-toxic, fungistatic, very absorbent, non-allergenic, breathable, biocompatible, able to incorporate drugs and also be designed to provide comfort and excellent mechanical properties. In this paper a brief review of the literature about the potential of textile materials in healthcare, focusing the importance of synergy

between the areas of textile engineering and medicine will be presented

Keywords: Textile, health, medicine, technology

Introdução

A aplicação de materiais têxteis vem crescendo consideravelmente nos mais diversos segmentos, tais como: Vestuário, cama, mesa e banho, engenharia civil, esporte, arquitetura, transporte, proteção e na área da saúde não é diferente. Atualmente, inúmeros estudos buscam formas inovadoras para aplicar materiais têxteis em procedimentos cirúrgicos (materiais implantáveis), na proteção e conforto (produtos para saúde e higiene) e até mesmo em órgãos artificiais, com o objetivo de obter melhores desempenhos, maior praticidade e também melhorar a satisfação dos profissionais da saúde e de seus pacientes [BARTELS, V.T, 2011; LANGENHOVE, L.V, 2007.].

As investigações da engenharia têxtil na área da saúde buscam a obtenção de fibras inteligentes, dispersas por uma imensidão de materiais que hoje ou amanhã serão capazes de salvar vidas. Desde batas, máscaras, lençóis, cortinas até cateteres e stentes, os têxteis tem uma imensa importância neste âmbito para o diversificado mundo da saúde [ANAND, S.C., KENNEDY, J.F., 2005]. Neste segmento, os materiais têxteis são substratos desenvolvidos para atender necessidades específicas, e devem ser adequados para aplicações em cirurgias, apresentando uma influência direta no tratamento dos profissionais desta área, e nos procedimentos cirúrgicos e pós-cirúrgicos do paciente. Os materiais aplicados à saúde devem apresentar propriedades únicas, tais como: biocompatibilidade, porosidade, flexibilidade, resistência, dentre outras [RAJENDRAN S, ANAND S.C., 2002].

As fibras mais utilizadas na saúde são: algodão, viscose, poliuretano, polipropileno, poliéster, polimetilmetacrilato, fibras de alginato e, ainda, fibras bioabsorvíveis e biodegradáveis (quitina, colágeno) [R. VIEIRA, G. M. B. SOARES, J. I. N. R. GOMES, 2006; MATSUI M., 2007; CHIN, K.L., AHMAD, S.H., 2010.]. As suas principais aplicações podem dividir-se em: materiais cirúrgicos para implantes (ligamentos e tendões artificiais, próteses, etc.), materiais cirúrgicos de uso externo (Gesso, gazes, algodão, faixas, etc.), dispositivos extracorporais (rim, fígado e pulmão artificiais) [A. RIGBY, 2000] e materiais de saúde e higiene (batas, gorros, máscaras, toucas, lençóis, etc.) [C. GUISE, 2010]. A associação das propriedades dos materiais fibrosos (resistência mecânica, química, flexibilidade) com o trabalho de profissionais capacitados compõe um cenário

favorável ao desenvolvimento de materiais novos e de alta tecnologia que tendem a contribuir significativamente para o avanço da medicina.

A metodologia utilizada neste trabalho reporta-se a uma revisão da literatura através da verificação e comparação de textos de livros e artigos de revistas científicas sobre o tema têxteis aplicados à saúde. Esta revisão abrange aproximadamente 10 anos. Assim, apresentaremos os aspectos da evolução dos têxteis na medicina/saúde durante a última década. Nesta breve discussão, buscar-se-á propiciar ao leitor uma visão geral das principais investigações científicas neste nicho de mercado.

Através de uma pesquisa literária foi possível verificar muitos trabalhos aplicados à área de saúde em diversas universidades e centros de pesquisas ao redor do mundo, porém observa-se uma lacuna muito grande na pesquisa de têxteis médicos no nosso país. A literatura brasileira neste âmbito se mostra escassa, e sendo de novas pesquisas que busquem acima de tudo esta sinergia entre medicina e engenharia têxtil. Por meio deste estado da arte buscou-se mostrar a importância dos materiais fibrosos na área da saúde e divulgar alguns trabalhos realizados nas principais universidades do mundo relacionando diretamente as áreas de Engenharia têxtil e Medicina.

Revisão Bibliográfica

A segunda metade do Século XX foi caracterizada pelo desenvolvimento científico das micro e nanotecnologias, das ciências da computação e da biotecnologia, as quais tiveram uma influência significativa no desenvolvimento de novos projetos, produção e ensaio de materiais têxteis.

Os materiais fibrosos encontram-se agora numa fase crucial de desenvolvimento, prevendo-se que venham a contribuir muito significativamente para a Revolução dos Materiais do Século XXI. [RITA; CATARINA; KATHERINE; RAUL, 2011]

Hoje, os denominados Têxteis Técnicos têm emergido consideravelmente. O número de trabalhos científicos e de aplicação industrial destes materiais está em crescente evolução [M. ARAÚJO., R. FANGUEIRO., H. HONG, 2001; BARTELS, V.T., 2011]. Os tecidos técnicos são definidos como materiais têxteis produzidos principalmente pela sua importância técnica, desempenho e propriedades funcionais, em vez de sua estética ou características decorativas. [RAKSHIT, MANISHA; GANGOPADHYAY, 2007]

Também a nível mercadológico, os têxteis técnicos são completamente diferentes

dos setores clássicos como o do vestuário e o dos têxteis para o lar. O desenvolvimento da produção destes materiais pode ocorrer ao longo de meses, ou mesmo de anos, utilizando muitas pesquisas, materiais de alta performance e de custo elevado, sendo necessários um número elevado de ensaios sobre os produtos desenvolvidos para garantir uma aplicação sem riscos aos utilizadores. [MARTINS, 2002] Os resultados positivos neste setor, só são possíveis se houver um diálogo permanente entre os produtores de fibras, os fabricantes de têxteis técnicos e os clientes finais. Para atingir os objetivos é necessário, não só uma considerável capacidade financeira, como também uma alta qualificação do pessoal, quer ao nível da formação têxtil quer ao nível da concepção de novos produtos.

O setor dos têxteis técnicos é geralmente segmentado em diversas áreas em função das aplicações concretas: [DAVID, 2010]

- *Agrotech*: agricultura, horticultura, silvicultura e pesca;
- *Buildtech*: construção e arquitetura;
- *Clothtech*: componentes funcionais para calçado e vestuário;
- *Geotech*: geotêxteis e engenharia civil;
- *Hometech*: produtos usados em casa, incluindo componentes para mobília e pavimentação;
- *Indutech*: filtros e outros produtos usados na indústria;
- *Mobiltech*: construção de transportes, equipamento e mobiliário;
- *Packtech*: embalagem e armazenamento;
- *Protech*: proteção pessoal e de bens;
- *Sporttech*: componentes para desporto e lazer e
- *Medtech*: higiene e medicina;

Teoricamente, quase todos os materiais fibrosos existentes podem ser utilizados, de alguma maneira, na área médica, devido às suas propriedades únicas, tais como: flexibilidade, resistência, diferentes possibilidades de estruturação das fibras e de inserção de acabamentos, porosidade, entre outras. Os materiais a base de fibras podem ser encontrados dentro do bloco operatório (UTI) e dos quartos hospitalares, no vestuário e nos equipamentos e dispositivos médicos, e vêm assumindo uma importância cada vez maior na área da medicina [RITA; CATARINA; KATHERINE; RAUL, 2011].

Assim, pode-se definir têxteis médicos, como sendo produtos concebidos para atender necessidades específicas e adequadas a aplicações médicas e cirúrgicas, tendo

uma influência direta no tratamento médico, cirúrgico e pós-cirúrgico do paciente [ARAÚJO; FANGUEIRO; HONG, 2001].

Os materiais fibrosos utilizados na medicina incluem fibras, fios (monofilamento ou multifilamento), estruturas têxteis (tecidos, malhas, entrançados e não tecidos) e compósitos.

As principais fibras utilizadas na área da saúde, as propriedades que as tornam indicadas para essas aplicações e algumas referências de trabalhos realizados com cada uma das fibras citadas, são apresentados na Tabela 1:

Tabela 1 - Principais fibras utilizadas em aplicações médicas

Fibra	Características	Aplicações	Referências
Algodão	Absorvente, flexível, durável, resistente ao uso e toque agradável.	Absorventes, ligaduras, emplastos, batas e gorros.	SNIPES; BYRD, 1994.
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.	DOMINGOS; FORNASIERI, 2010.
Polipropileno	Esterilização por vapor, baixa absorção de humidade, boa resistência ao impacto.	Batas, ligaduras de compressão, suturas.	ANTUNES, 2000; CARVALHO, 2008.
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 intraoculares, cateteres, cirurgia plástica e reconstrutiva, substituição de ossos e cartilagens.	COSER, 2009.
Polimetilmetacrilato (PMMA)	Transparência, resistência química a ácidos, rigidez.	Dentaduras, reparação de defeitos cranianos, maxilares, fixações vertebrais e implantes.	NETTO, 2009.
Poliéster	Bom isolamento térmico, ótima resistência mecânica, boa estabilidade dimensional, inerte, flexível, resiliente, pode ser esterilizado por todos os métodos.	Próteses, suturas, ligaduras de compressão, batas.	STEINBUCHEL ; FÜCHTENBUSCH, 1998.

Fibra	Características	Aplicações	Referências
Colagénio	Resistência	Suturas	SILVA; PENNA, 2012.
Fibras de Alginato	Eficazes na cicatrização de feridas, não tóxicas e biodegradáveis	Cicatrização de feridas	SANTOS; COCENZA; MELO; GRILLO; ROSA; FRACETO, 2010.
Quitina	Não trombogênica, pode ser absorvida pelo corpo humano, possui uma boa característica de cicatrização	Pele artificial	AZEVEDO; CHAVES; BEZERRA; FOOK; COSTA, 2007.

Através da Tabela 1 podemos constatar que são diversos os materiais fibrosos requisitados na área da medicina , sendo que a maioria destes materiais são utilizados em produtos não implantáveis. Contudo, as aplicações mais interessantes e que necessitam de mais pesquisas, dizem respeito a materiais implantáveis, devido às propriedades únicas exigidas ao material fibroso para este fim.

A seguir serão apresentados alguns exemplos, onde os materiais têxteis podem ser aplicados na área de saúde.

- Os materiais têxteis utilizados em implantes

A utilização de substitutos artificiais para implantes no corpo humano está em crescente desenvolvimento e os materiais fibrosos são os principais responsáveis por esta evolução. Os biomateriais são a base desses substratos, nos quais as estruturas têxteis podem ser, malhas, tecidos, não-tecidos e entrançados. As características fundamentais dos materiais fibrosos implantáveis são: a biocompatibilidade, a porosidade, a biodegradabilidade ou bioestabilidade (em função da aplicação pretendida) e a não toxicidade.

As principais aplicações de materiais fibrosos implantáveis são: suturas, implantes

de tecidos moles, implantes ortopédicos e implantes cardiovasculares [KUN, M., CHAN, C. AND RAMAKRISHNA, 2009]. Os materiais implantáveis necessitam obedecer a especificações mecânicas, dependendo da aplicação. Na tabela 2 são apresentados vários exemplos de materiais fibrosos implantáveis, bem como as fibras utilizadas e o respectivo método de produção. [ARAÚJO; FANGUEIRO; HONG, 2001].

Tabela 2 - Materiais fibrosos implantáveis

Aplicações	Tipo de Fibra	Sistema de Produção	Referências
Suturas			
Biodegradáveis	Colágeno, polilactídeos, poliglicolídeos	Monofilamento, entrelaçado	CASARANO, 2009
Não Biodegradáveis	Poliamida, poliéster, teflón, polipropileno, polietileno	Monofilamento, entrelaçado	VILLANOVA; ORÉFICE; CUNHA, 2010
Implantes de Tecidos Macios			
Tendões Artificiais	Teflón, poliéster, poliamida, polietileno, seda	Tecido, entrançado	RAMOS, 2003
Ligamentos Artificiais	Poliéster, carbono	Entrançado	MACEDO, 2011
Cartilagem Artificial	Polietileno de baixa densidade		LIMA; 2013
Pele Artificial	Quitina	Não tecido	RUBENS; PAVONE; FREITAS; MARCANTONIO; MARCANTONIO F, 2008
Lentes de Contato/ Córnea artificial	Plimetilmetacrilato, silicone, colágeno	Malha	GADELHA; CAVALCANTI; BRAVO; ANDRADE; BATISTA; ESCARIÃO; URBANO, 2009.
Implantes Ortopédicos			
Ligações Artificiais / ossos	Silicone, poliacetel, polietileno	Entrançado	ARBIX; CAMARGO; AIHARA, 2001.

Aplicações	Tipo de Fibra	Sistema de Produção	Referências
Implantes Cardiovasculares			
Artérias Vasculares	Poliéster, Teflón	Malha, Tecido	RAMOS, 2003
Válvulas do Coração	Poliéster	Tecido, Malha	COOPER; OHNABE; HOBSON, 2007.

A seguir é apresentada a figura 1 que ilustra alguns exemplos de têxteis implantáveis. Verifica-se a utilização de têxteis entrançados no auxílio da regeneração de ligamentos; Stents de fios sintéticos com Nitinol, o qual possui, biocompatibilidade, auto expansão, anti corrosão e elasticidade; Facilidade de colocação, sem danificar os vasos sanguíneos e capacidade de restaurar o fluxo normal do sangue e córnea artificial produzida a partir de fluoreto de polivinilideno (PVDF) utilizando da tecnologia de malharia.



Figura 1 – Exemplos de aplicação de materiais têxteis implantáveis.

- Têxteis para higiene

Os hospitais devem apresentar ambientes sempre limpos e os profissionais da saúde devem utilizar uniformes e materiais esterilizados com o intuito de evitar qualquer tipo de contaminação aos seus pacientes, para isso materiais têxteis super hidrofóbicos e/ou oleofóbicos, com funcionalidades antibacteriana e fungicida vêm sendo utilizados com muito êxito [MIKOLAJCZYK T. WOŁOWSKA-CZAPNIK D., 2005]. Recentemente, alguns estudos evidenciaram os efeitos antibacterianos com a utilização via impregnação de nanopartículas de prata em materiais têxteis [FEITOR, 2010; DASTJERDI; MONTAZER, 2010; CHEN; CHIANG, 2008; RISTIC et al., 2011]. A figura 2 ilustra alguns materiais têxteis utilizados em ambiente hospitalar. Pode-se observar da esquerda para direita bata cirurgica em não tecido (spunded/meltblown/spunded); Efeito auto limpante

(impermeabilidade) membranas e gazes.



Figura 2 – Exemplos de têxteis para ambientes hospitalares em geral.

- Têxteis Inteligentes aplicados à Medicina

O desenvolvimento efetivo dos materiais denominados têxteis inteligentes para aplicação em problemas de saúde e procedimentos cirúrgicos só pode ser alcançado através de uma combinação de várias áreas de investigação. Diversos grupos de pesquisa combinam conhecimento médicos com a experiência e destreza dos engenheiros têxteis e eletrônicos para a produção de peças únicas que possam transmitir informações confiáveis, através da monitorização contínua dos sinais vitais de um determinado paciente, (temperatura, pressão, batimentos cardíacos) [LANGENHOVE, 2007]. O impacto potencial destes materiais para saúde é significativo, seja na avaliação de um determinado risco, no diagnóstico mais rápido e mais precisos ou mesmo em tratamentos mais eficazes. Roupas inteligentes se encaixam com as tendências sociais, o envelhecimento da população cada vez mais exige um acompanhamento contínuo, e este apoio pode ser proporcionado pelos têxteis inteligentes. Estes novos tecidos possuem um alto valor agregado e conseqüentemente seu impacto econômico esperado é extremamente alto [LANGENHOVE; HERTLEER, 2003].

Em um futuro próximo, os produtos oriundos da classe “smart textile” irão se integrar perfeitamente na área de medicina, proporcionando melhorias significativas para este importante setor. A figura 3 ilustra algumas investigações recentes, onde os têxteis inteligentes são usados na área da saúde. Verifica-se da esquerda para direita: Protótipo de um vestuário integrado com sensor para controle dos batimentos cardíacos, da circulação e da respiração para adultos, gestantes e crianças (Katholieke Universiteit Leuven, Belgium e University of Ioannina, Greece) e roupa para controle e monitoramento dos movimentos dos braços (London College of Fashion) [ANAND, S.C. et al, 2010].

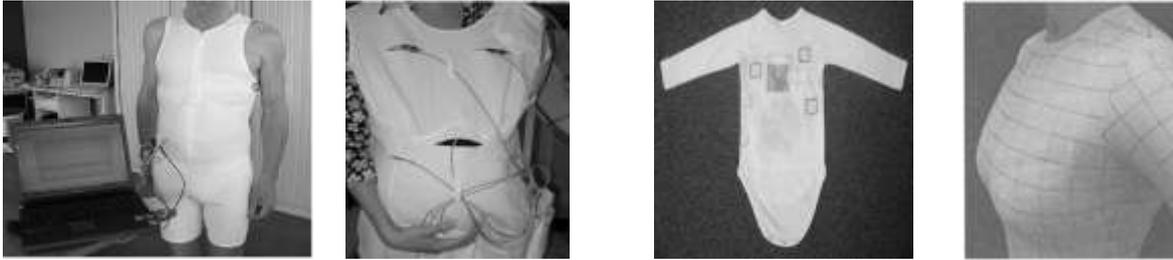


Figura 3 – Exemplos de aplicação de têxteis inteligentes na área da saúde.

- Aplicação e liberação de medicamentos por intermédio de materiais têxteis

Neste âmbito são ainda muitas as potencialidades e limitações características de alguns sistemas específicos de liberação controlada de medicamentos por meio de têxteis. Observa-se na literatura uso de ciclodextrina, nanofibras produzidas por eletrofiação contendo um medicamento, tecidos ou fios têxteis que contêm um determinado fármaco (microencapsulado), o qual é liberado de forma gradativa para o organismo dos pacientes, garantindo precisão na dosagem e nos horários da medicação [CHENG; YUEN; KAN; CHEUK; CHUI ; LAM, 2009].

Além dos tópicos supracitados, os materiais têxteis podem ser aplicados na área da saúde em outras diversas possibilidades, tais como: conforto térmico para o paciente e profissional da saúde [LANGENHOVE, 2007], controle de odor e proliferação de microorganismos [NAKASHIMA; ONJI; TAKATUKA, 2003], bandagens médicas [CHENG; YUEN; KAN; CHEUK; CHUI ; LAM, 2009] dentre outros.

Conclusão

Verificou-se com este estado da arte que o aumento da conscientização para a necessidade de melhorar a qualidade de vida das pessoas tem contribuído significativamente para novas investigações e para o alto consumo de têxteis médicos ao longo da última década. Dentre todos os têxteis técnicos, aqueles aplicados na área da saúde são atualmente os que desempenham o papel mais significativo.

No decorrer desta pesquisa verificou-se que dentre as aplicações mais relevantes encontram-se materiais implantáveis e cirúrgicos, por isso, espera-se que grandes desenvolvimentos apareçam nesta área específica, nos próximos anos. É, igualmente, expectável uma maior busca na funcionalização das fibras, obtendo substratos com maior especificidade, e uma integração mais intensa entre as áreas tecnológicas e da medicina, de modo a serem produzidos artigos têxteis para controle e monitorização de pacientes,

para tratamento de feridas, novos aparelhos, próteses e órteses, lenços, máscaras de respiração, roupas de cama e capas, dentre outros.

A multidisciplinaridade é fator primordial neste segmento. Assim, a engenharia têxtil e os materiais a base de fibra em correlação com outras áreas, como por exemplo, eletrônica e biotecnologia, podem trazer soluções únicas e essenciais para a área biomédica.

Concluiu-se ainda que apesar de existirem diversos centros de investigação ao redor do mundo que desenvolvem produtos da área têxtil para a saúde, verifica-se que no Brasil, esta interação é praticamente inexistente. Desta forma, as universidades brasileiras da área têxtil, possuem neste nicho de mercado um grande potencial para ser explorado, seja no desenvolvimento de novos produtos que aumentem significativamente a eficácia dos tratamentos médicos, na obtenção de materiais que promovam maior conforto ao paciente e ao profissional da saúde, ou mesmo na gestão dos produtos têxteis já existentes nesta área.

O futuro da saúde aguarda por inovações e a multidisciplinaridade é o fator principal para que a evolução se faça presente nesta área que está cada vez mais sedenta por novas descobertas.

Referências Bibliográficas

BARTELS, V.T..**Handbook of medical textiles**. U.K: Woodhead Publishing, 2011.

LANGENHOVE, L.V.. **Smart textiles for medicine and healthcare**. U.K: Woodhead Publishing, 2007.

ANAND, S.C., KENNEDY, J.F.. **Medical and healthcare textiles**. New York: Woodhead Publishing, 2005.

RAJENDRAN S. and ANAND S.C..**Developments in medical textiles**: a critical appraisal of recent developments. Textile Progress Vol 32 nº 2, 2002.

FEITOR, M. C. **Efeito antibacteriano de tecidos têxteis revestidos por prata através da técnica de deposição por plasma**. 2010, 116 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010

DASTJERDI, R.; MONTAZER, M. A review on the application of inorganic nano-structured

materials in the modification of textiles: Focus on anti-microbial properties. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 79, p 5-18, 2010

KUN, M., CHAN, C. and Ramakrishna, S. **Textile-based scaffolds for tissue engineering**, Advanced Textiles for Wound Care, Florida Woodhead Publishing, 2009.

MIKOLAJCZYK T. and WOŁOWSKA-CZAPNIK D. **Multifunctional alginate fibres with anti-bacterial properties**, 13, 35 -40, Fibres Text East Eur, 2005.

LANGENHOVE, V., HERTLEER, C. **Smart textiles for medical purposes**, MEDTEX 03, International Conference and Exhibition on Healthcare and Medical Textiles, Bolton UK, 2003.

RISTIC, T. et al. Antimicrobial Efficiency of functionalized cellulose fibres as potential medical textiles. **Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances** A. Méndez-Vilas (Ed.), 2011.

H NAKASHIMA, Y ONJI, T TAKATUKA, **Analysis of thujopsene in antimicrobial/deodorant processed textiles as an index of hiba oil**, 59 145-152, Sen'IGakkaish, 2003.

CHENG S Y , YUEN M C W , KAN C W , CHEUK K K L , CHUI C H AND LAM K H. **Cosmetic textiles with biological benefits: gelatin microcapsules containing vitamin, C¹**, *Int J Mol Med* , 24 , 411 – 419, 2009.

AMFT, O., STÄGER, M., LUKOWICZ, P., TRÖSTER, G., September 2005b. **Analysis of chewingsounds for dietary monitoring**. In: Beigl, M., Intille, S., Rekimoto, J. (eds), UbiComp2005.

R. RITA; G. CATARINA; R. KATHERINE; F. RAUL. **Aplicações de Materiais Fibrosos na Área Médica**, 2011.

ARUP RAKSHIT, MANISHA HIRA & U. K. GANGOPADHYAY. **Technical Textiles – What India need to do now**, 2007.

DAVID RIGBY. **Technical textiles and nonwovens: world market forecasts to 2010** ;

M. ARAÚJO.; R. FANGUEIRO.; H. HONG. **Têxteis Técnicos: Materiais do Novo Milénio**. Williams, Lda. Braga, 2001.

CHEN, C.; CHIANG, C. Preparation of cotton fibers with antibacterial silver nanoparticles.

Materials Letters, v. 62, p. 3607-3609, 2008

D. G. RAMOS. **Têxteis cirúrgicos reutilizáveis e seu impacte ambiental**. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho. Guimarães, 2003;

SNIPES, Charles E.; BYRD JR, J. D. **The influence of fluometuron and MSMA on cotton yield and fruiting characteristics**. *Weed Science*, p. 210-215, 1994.

DOMINGOS, MARCIA FORNASIERI. **Compósitos de madeira/poliuretano a partir de resíduos de madeira e polioliol proveniente da reciclagem química do PET**, 2010.

ANTUNES, ADELAIDE MSI. **Tendências tecnológicas de polietilenos e polipropileno através da prospecção em documentos de patente nos Estados Unidos e Europa–1990/1997**. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v. 10, n. 1, p. 56-63, 2000.

CARVALHO, LÍDIA BARBOSA. **Produção de polipropileno bi-orientado (Bopp): tecnologia e aplicações**, 2008.

COSER, ELIANE. **Caracterização da borracha de silicone utilizada em isoladores para rede elétrica**, 2009.

NETTO, OSMAN JUCÁ REGO LIMA .**Estudos pré-clínicos no uso de PMMA (polimetilmetacrilato de metila): análise histológica**. *Rev. Bras. Farm*, v. 90, n. 2, 2009.

STEINBUHEL, A., & FÜCHTENBUSCH, B. **Sistemas biológicos de bactérias e outros para a produção de poliéster**. *Tendências na biotecnologia* , 16 (10), 419-427, 1998.

SILVA, T. F. D., & PENNA, A. L. B. (2012). **Chemical characteristics and functional properties of collagen**. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 71(3), 530-539.

DOS SANTOS SILVA, M., COCENZA, D. S., DE MELO, N. F. S., GRILLO, R., ROSA, A. H., & FRACETO, L. F. **Nanopartículas de alginato como sistema de liberação para o herbicida Clomazone**. 33(9), 1868-1873, *Quim. Nova*, 2010.

AZEVEDO, V. V. C., CHAVES, S. A., BEZERRA, D. C., LIA FOOK, M. V., & COSTA, A. C. F. M. **Quitina e quitosana: aplicações como biomateriais**. *Revista eletrônica de Materiais e processos*, 2(3), 27-34.(2007).

SILVA, H. S. R. C., DOS SANTOS, K. S. C. R., & FERREIRA, E. I. **Quitosana: derivados hidrossolúveis, aplicações farmacêuticas e avanços**. 29(4), 776, *Química Nova*, 2006.

CHIN, K.L., AHMAD, S.H. **Biomedical-Grade Chitosan in Wound Management and Its**

Biocompatibility In Vitro. Biopolymers. Scyo, v.1, p.19-36, 2010.

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

A. RIGBY. **Handbook of technical textiles.** AR Horrocks and SC Amand.2000.

MATSUI, M. **Correlações entre estrutura química, superestrutura macromolecular e morfologia das blendas e redes poliméricas à base de quitina e poliuretano.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Pós-graduação em engenharia, Área de concentração: Engenharia e Ciências dos materiais, Setor de tecnologia. Curitiba, PR: 2007.

A. VIEIRA. **Mechanical Behavior Evolution of Biodegradable Ropes Made of PLA-PCL.** 2010.

R VIEIRA, G. M. B. SOARES, J. I. N. R. GOMES, **'The fixation of anti-bacterial products onto cellulosic fibers'**, *AATCC conference*, Atlanta, USA, 3 1 October-2 November 2006.

CASARANO, R. **Copolímeros biodegradáveis com potencial uso como biomateriais** (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo), 2009.

VILLANOVA, J. C., ORÉFICE, R. L., & CUNHA, A. S. **Pharmaceutical applications of polymers.** *Polímeros*, 20(1), 51-64,2010.

RAMOS, DELFINA GABRIELA GARRIDO. **Têxteis cirúrgicos reutilizáveis e seu impacto ambiental**, 2003.

MACEDO, T. C. C. L. D. **Uso de Enxertos Biológicos VS Ligamentos Sintéticos ou combinações de ambos nas Lesões do Ligamento Cruzado Anterior**, 2011.

LIMA, L. L. **Contribuição à fabricação e caracterização de hidrogéis de PHEMA com objetivo de produção de cartilagem artificial**, 2013.

ARBIX, O. P., CAMARGO, N. R. S., & AIHARA, T. **Resultado a médio prazo da reconstrução da lesão crônica do ligamento cruzado anterior com prótese de poliéster**, 2001.

RUBENS, S. N., PAVONE, C., DE FREITAS, R. M., MARCANTONIO, R. A. C., &

MARCANTONIO-JÚNIOR, E. **Biomateriais à base de quitosana com aplicação médica e odontológica: revisão de literatura**, 2008.

GADELHA, D. N. B., CAVALCANTI, B. M., BRAVO FILHO, V., ANDRADE JÚNIOR, N., BATISTA, N. N. C., ESCARIÃO, A. C. D. S. L., & URBANO, R. V. **Therapeutic effect of corneal cross-linking on symptomatic bullous keratopathy**, 2009.

COOPER, R.A.; OHNABE, H.; HOBSON, D.A. **An Introduction to Rehabilitation Engineering. Series in Medical Physics and Biomedical Engineering**. Boca Raton: **Taylor&Francis**, 2007.

MARTINS A.V. **As inovações tecnológicas e seus impactos técnicos e mercadológicos na qualidade de produtos e na taxa de produtividade de tecelagens**, Faculdade Senai-Cetiqt, 2002.

HAND, S. C. KENNEDY, J. F., MIRAFTAB, M. and RAJENDRAN, S. **Medical and healthcare textiles**, M. Woodhead Publishing Series in Textiles: Number