

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/267705018>

DESENVOLVIMENTO DE FIBRAS TÊXTEIS A BASE DE ALGINATO, QUITOSANA E ALGINATO/QUITOSANA PARA APLICAÇÕES MÉDICAS

Article

CITATIONS

0

READS

616

7 authors, including:



Sirlene M Costa

University of São Paulo

54 PUBLICATIONS 838 CITATIONS

SEE PROFILE



Mauricio De Campos Araujo

University of São Paulo

25 PUBLICATIONS 539 CITATIONS

SEE PROFILE



Adalberto Pessoa

University of São Paulo

424 PUBLICATIONS 12,246 CITATIONS

SEE PROFILE

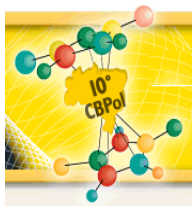


Silgia Costa

University of São Paulo

72 PUBLICATIONS 2,005 CITATIONS

SEE PROFILE



DESENVOLVIMENTO DE FIBRAS TÊXTEIS A BASE DE ALGINATO, QUITOSANA E ALGINATO/QUITOSANA PARA APLICAÇÕES MÉDICAS

Agatha C. Carretero¹, Sirlene M. Costa², Regina, A. Sanches¹, Júlia B. Ramos¹, Maurício C. Araújo¹, Adalberto Pessoa Jr.², Silgia A. Costa^{1*}

^{1*}Escola de Artes, Ciências e Humanidades - EACH, Universidade de São Paulo, Curso de Têxtil e Moda, Campus USP Leste, São Paulo-SP -silgia@usp.br*

²Universidade de São Paulo/USP - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Dept. Tecnol. Bioquímico-Farmacêutica

Resumo

O mercado dos têxteis técnicos ocupa um lugar muito importante no cenário têxtil mundial, devido às múltiplas aplicações que vem sendo descobertas. Na área médica esses materiais encontram cada vez mais espaço, principalmente os que são desenvolvidos a partir de polímeros naturais. Neste trabalho foram preparadas fibras de alginato de sódio, quitosana e híbridas de alginato/quitosana visando obter um material com propriedades bactericidas, fungicidas e cicatrizantes que possam ser aplicada na área médica. As fibras obtidas foram analisadas quanto à capacidade de absorção de água, perda de massa e propriedades mecânicas. Os testes de absorção de água e perda de massa no período de 30 dias para as fibras alginato, quitosana e híbrida (alginato/quitosana) foram 85%, 95%, 100% e 30%, 13% e 36% respectivamente. Os resultados foram satisfatórios, pois essa propriedade de absorção de água as torna interessantes para determinadas aplicações médicas, por exemplo, na absorção de secreções auxiliando na cicatrização do ferimento.

Palavras chave: Têxteis técnicos, biomateriais, fibras, alginato, quitosana.

TEXTILE FIBER DEVELOPMENT FROM ALGINATE, CHITOSAN AND ALGINATE/CHITOSAN FOR MEDICAL APPLICATIONS

Abstract

Technical textiles have a great importance in world market. Nowadays, high technology applications are developed. In the medical area new applications and products employing these new materials have been developed, mainly that ones from natural polymers. In this work fibers from alginate of sodium, chitosan and hybrid of alginate/chitosan were developed. The main aim was to obtain fibers with bactericidal, fungicidal and cicatrizing properties that can be applied in the medical area. These fibers were analyzed to evaluate: water uptake or swelling, weight loss and mechanical properties. The water uptake in the period of 30 days for alginate, chitosan and hybrid of alginate/chitosan fibers were 85%, 95%, 100% and the correspondent weight loss were 30%, 13% and 36% respectively. These results showing high water absorption and indicate that these fibers can be employed in medical applications.

Keywords: Technical textile, biomaterials, fiber, alginate, chitosan.

Introdução

Nas últimas décadas, a indústria têxtil vem cada vez mais se destacando nos seus diversos setores de produção principalmente na área dos têxteis técnicos, incorporando em seus processos, todas as novas tecnologias desenvolvidas nos campos das ciências físicas, químicas e biológicas (Araújo, 2001a, 2001b).

Os têxteis técnicos ou “tecidos inteligentes” são estruturas especificamente projetadas e desenvolvidas para a utilização em produtos, processos ou serviços de quase todas as áreas industriais. A tecnologia na área dos polímeros, fibras, tecidos e processos de fabricação e equipamentos são fatores que proporcionaram um maior impacto no crescimento dos têxteis técnicos combinando diferentes características num só produto, tal como flexibilidade ou rigidez,

baixo peso e resistência. Esses materiais podem ser empregados em diversos setores industriais como, por exemplo: artigos esportivos, transportes, construção civil, geotêxteis, vestuário de proteção, artigos militares e na área médica (Araújo, 2001a, b e c).

Na área médica os materiais têxteis desempenham um papel cada vez mais importante proporcionando uma vasta gama de aplicações das fibras, tecidos, malhas e não tecidos na confecção de vestuário de proteção médico, não-implantes, implantes e dispositivos extra-corporais. O vestuário médico deve proteger os profissionais de qualquer contato com fluídos possivelmente contaminados, bactérias, fungos e vírus. No entanto, para além da proteção, o vestuário deve proporcionar conforto e não limitar os movimentos dos pacientes e profissionais. No caso dos implantes, as estruturas têxteis são identificadas pela sua construção, composição, comportamento superficial das fibras e degradação. Nestes casos, a maior preocupação é a reação do corpo humano ao implante. Os materiais têxteis utilizados em implantes para além de terem que satisfazer as exigências de ordem mecânica, devem ser biocompatíveis a fim de não serem rejeitados pelo corpo humano. Nos últimos anos, tem aumentado consideravelmente o interesse pelos polímeros de origem naturais, tais como caseína, colágeno, soja, glúten, alginato, quitosana e outros organismos marinhos (Anand, 2001).

A quitosana é um polímero obtido através de uma reação de desacetilação da quitina, que é extraída do exoesqueleto de crustáceos. Esta reação consiste na remoção controlada dos grupos acetil (C_2H_3O) em meio alcalino de modo a tornar o produto final solúvel em soluções de ácidos diluídos. Este processo é designado por N-desacetilação, não sendo um processo fácil, devido à natureza cristalina da quitina (Canella *et al.*, 2001; Arguelles *et al.*, 2001, Carvalho, 2002). Este polímero apresenta várias propriedades como: biodegradabilidade, baixa toxicidade, grande versatilidade para formar filmes, géis, fibras, matrizes poliméricas para liberação controlada de fármacos, estruturas porosas para engenharia de tecidos o que a torna bastante atrativa para aplicações médicas (Weska *et al.*, 2007, Jayakumar *et al.*, 2007; Dennard, 2004; Fisher, 2004; Rege *et al.*, 2003; Anand, 2001; Madhally *et al.*, 1999, Mouritz *et al.*, 1999).

O alginato é um polissacarídeo natural formado por copolímero. Possui uma estrutura linear compreendida por ligações glicosídicas de unidade, do ácido β -D-manurônico e do ácido α -L-gulurônico, as quais podem variar em composição e sequência, arrançadas em bloco ao longo da cadeia. A composição e tamanho desses blocos, juntamente com a massa molar determinam as propriedades físico-químicas do polissacarídeo. A variabilidade de massa molar irá depender da fonte de alga em que o alginato foi extraído. O alginato pode ser aplicado na indústria farmacêutica, alimentícia e têxtil (Valenga *et al.*, 2007; Gombotz e Wee, 1998).

Neste estudo, foram desenvolvidas fibras a base de alginato, quitosana e híbridas alginato/quitosana com o objetivo de transferir as propriedades bactericida, fungicida e cicatrizante, presentes na quitosana para o alginato.

Experimental

Materiais: O alginato de sódio (viscosidade de 20.000-40.000 cps), a quitosana extraída do caranguejo (mínimo de 85% desacetilação) e todos os reagentes utilizados foram adquiridos da Sigma (St. Louis, MO).

Fibras de quitosana: As fibras de quitosana foram preparadas dissolvendo-se a quitosana 2,5% (m/v) em uma solução de ácido acético 2% (m/v). Após a preparação do gel as fibras foram extrudadas em uma solução de precipitação contendo hidróxido de sódio 1M (Tzulakoglu *et al*, 2004).

Fibras de alginato: As fibras de alginato foram produzidas solubilizando 1 g de alginato em 10 mL de álcool etílico e 90 ml de água destilada, formando um gel. Após a preparação do gel as fibras foram extrudadas em uma solução de hidróxido de sódio 1M. As fibras foram mantidas nessa solução por 24 h, a seguir a solução foi substituída por outra de metanol 50%, em que as fibras permaneceram por mais 4 h. Após esse período as fibras foram lavadas em água destilada e enroladas em cones de polipropileno para secarem a temperatura ambiente (Knill *et al*, 2004).

Fibras Híbridas: As fibras híbridas foram produzidas extrudando o gel de alginato em duas soluções: uma contendo 66% cloreto de cálcio e 33% de gel de quitosana a 0,2%, e a outra contendo 66% cloreto de cálcio e 33% de gel de quitosana a 0,1%. As fibras ficaram nas respectivas soluções por 24 h. Após 24 h a solução foi substituída por metanol 50 % por mais 4 h. Logo após foram lavadas, enroladas, e secas.

Ensaio de absorção de água e perda de massa: Os experimentos foram realizados em triplicatas. As fibras foram pesadas e imersas em 15 mL de água deionizada. Os frascos com as amostras foram selados com parafilme e colocados em um banho com agitação (60 rpm) a 37°C. Após os períodos de tempo determinados (1, 3, 5, 7, 15, 21, 30 dias) as amostras foram removidas e determinadas suas massas. A quantidade de água absorvida foi calculada pela equação 1.

$$\% \text{ água absorvida} = \left(\frac{m_w - m_i}{m_i} \right) \times 100 \quad (\text{equação 1})$$

Em que:

m_i = massa inicial da amostra

m_w = massa da amostra úmida.

Ao fim de cada teste as amostras foram submetidas à secagem a 37°C e foram novamente pesadas para se determinar a massa seca final de modo a ser calculada a perda de massa segundo a equação 2.

$$\% \text{ perda de massa} = \left(\frac{m_f - m_i}{m_i} \right) \times 100 \quad (\text{equação 2})$$

Em que:

m_f = massa final da amostra após a secagem

m_i = massa inicial da amostra.

Microscopia óptica: As fibras de alginato, quitosana e híbridas alginato/quitosana foram caracterizadas por microscopia óptica para avaliar sua seção longitudinal. O microscópio óptico utilizado foi da marca Leica (Stereo-Microscópio – Sistema Vídeo Analyser 2000), no laboratório de Pesquisa em Têxteis Técnicos da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo – USP. Foi utilizada uma ampliação de 20 e 128x.

Determinações do título das fibras: O título é uma relação utilizada para expressar o diâmetro dos fios. Este é representado por um número que expressa a relação entre a massa do fio e seu comprimento (Maluf e Kolbe, 2003). Os corpos-de-prova foram acondicionados a temperatura de 20 °C ± 2 e umidade relativa de 65 ± 4 por um período de 24 h. Posteriormente os corpos-de-prova foram pesados em uma balança analítica Sartorius Genius certificado de calibração 80271 e medidos em régua de aço graduada (HOPE 600 mm) certificado de RB 1259-07. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Têxteis e Confecções – CETIM, do Centro Tecnológico da Indústria da Moda do Instituto de Pesquisas tecnológicas-IPT, utilizando as normas ISO 2060-1994, ISO 1139-1973 e ISO 139-1973. Os cálculos foram realizados de acordo com a equação 3.

$$T_{\text{tex}} = \frac{m}{L} \times 1000 \quad (\text{equação 3})$$

Em que:

m= massa individual da meada condicionada, em gramas;

L= comprimento individual da meada, em metros;

Os sistemas mais usuais para expressar o título são:

tex – título de uso internacional e no Brasil por lei, expressa o número de gramas de 1000 m de fio (g/1000m), ou quilos por 1000 km de fio (kg/1000km). É empregado tanto para fios de fibras quanto para fios de filamentos.

denier (den) – expressa o número de gramas de 9000 metros de fio (g/9000 m). É empregada somente para designar o título de fio de filamentos químicos.

Ensaio da carga de ruptura das fibras: Este ensaio consiste em fixar um dado comprimento de fibra nas garras de um dinamômetro, acioná-lo até a ruptura da fibra e registrar a carga e o alongamento de ruptura. Os corpos-de-prova foram acondicionados à temperatura de $20 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ e umidade relativa de 65 ± 4 por um período de 24 h. Os testes foram realizados de acordo com a norma ASTM D 3822-2001 em um equipamento Instron 5869, certificado de calibração: DNM-01, com célula de carga de 10 N, velocidade de separação da garra móvel de 100 mm/min e distância entre as garras de 200 mm. Efetuou-se a leitura a partir do rompimento dos corpos-de-prova. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Têxteis e Confecções – CETIM, do Centro Tecnológico da Indústria da Moda do Instituto de Pesquisas tecnológicas-IPT.

Tenacidade das fibras: A tenacidade de fios e fibras é representada pelo quociente da carga de ruptura pelo título da fibra ou fio (Maluf e Kolbe, 2003).

Resultados e Discussão

Absorção de água e perda de massa

Algumas das mais importantes propriedades de uma fibra têxtil estão intimamente relacionadas ao seu comportamento nas diversas condições atmosféricas. A maioria das fibras é higroscópica, isto é, capaz de absorver vapor de água de uma atmosfera úmida e, inversamente, perder água numa atmosfera seca. Muitas das propriedades físicas de uma fibra são afetadas pelo teor de água absorvida, como dimensões, resistência à tração, recuperação elástica, resistência elétrica, rigidez, etc. Na forma de um tecido, as relações de umidade exercem uma grande influência quando se

decide a adequação e a finalidade de um artigo (Maluf e Kolbe, 2003). Os detalhes estruturais determinam o comportamento aparente da fibra, por exemplo, um tecido produzido de fibras hidrofóbicas, como o poliéster, pode absorver água pelo efeito da capilaridade ao longo da superfície da fibra e do fio (Maluf e Kolbe, 2003). Da mesma maneira, um tecido de trama fechada e alto fator de cobertura (de sua superfície, por fios) podem aparentar ser muito mais absorvente que outro tecido de mesma matéria-prima e estrutura menos densa.

A grande capacidade de um material reter água em sua estrutura, o torna interessante para determinados tipos de aplicações na área médica, como, por exemplo, em bandagens, principalmente nos casos de ferimentos onde há presença de secreção e uma fibra com alta absorção poderá ser capaz de remover a secreção, auxiliando a cicatrização do ferimento. Dependendo da aplicação, as especificações mais importantes de materiais em medicina para o tratamento de ferimentos são a absorvência, tenacidade, flexibilidade, maciez, e em certos casos bioestabilidade e biodegradabilidade (Araújo *et al.*, 2001a e b).

Pode-se observar na Figura 1 que a absorção de água, em função do tempo, para as fibras preparadas a partir do alginato, quitosana e híbrida (alginato/quitosana) foram 85%, 95% e 100% respectivamente. Outros autores encontraram resultados de absorção de água para a quitosana na faixa de 80-110% (Tzulakoglu *et al.*, 2004, Pfister *et al.*, 2008). A quitosana é um polímero de origem natural obtido pela desacetilação alcalina da quitina (Tzulakoglu *et al.*, 2004). Sua alta capacidade de absorção de água é atribuída à natureza hidrofílica deste polímero (Aguiar Neto, 1996). O alginato é um polímero natural, extraído de algas, a sua composição e massa molecular irá depender da fonte de alga da qual o alginato foi extraído. O alginato apresentou uma capacidade de absorção de água inferior a quitosana, cerca de 10%. No entanto, quando os dois polímeros foram agregados observou-se que a capacidade de absorção de água aumentou, neste caso, as propriedades de ambos os polímeros influenciam nas características da fibra híbrida. O controle da absorção de água na estrutura das fibras pode ser um fator importante para se determinar o tipo de aplicação deste material (Aguiar Neto, 1996).

Os resultados de perda de massa no período de 30 dias para as amostras produzidas a partir do alginato, quitosana e híbridas foram 30%, 13% e 36% respectivamente (Figura 2). No caso da quitosana a perda não foi significativa, tendo em vista que se trata de um polímero biodegradável. No entanto, no caso do alginato e das fibras híbridas os resultados apontaram uma perda de massa quase três vezes superior. Estes resultados foram interessantes, pois a partir deles, tem-se um indício das futuras aplicações para estas fibras na área médica no desenvolvimento de materiais que apresentam capacidade de degradação e características bactericida, fungicidas e cicatrizantes, propriedades estas conferidas pela quitosana (Lim e Hudson, 2004).

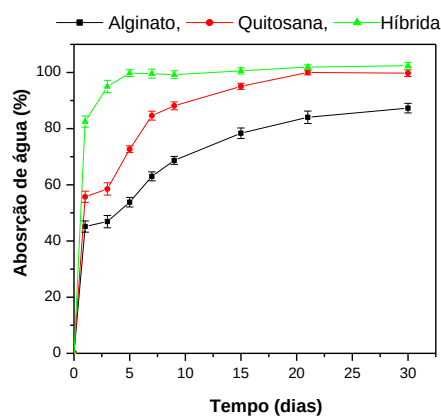


Figura 1. Absorção de água das fibras de alginato, quitosana e híbridas, em função do tempo

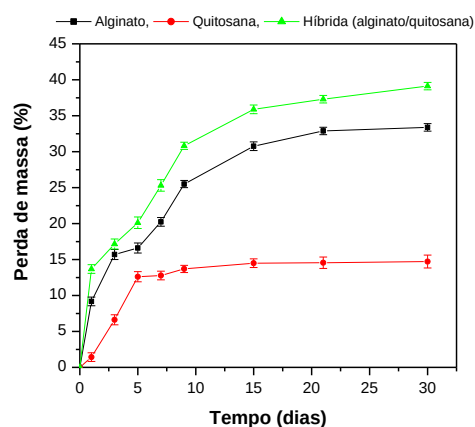


Figura 2. Perda de massa das fibras de alginato, quitosana e híbridas (alginato/quitosana), em função do tempo.

Fibras obtidas de quitosana, alginato e híbrida (alginato/quitosana)

A Figura 3 mostra o aspecto das fibras têxteis obtidas a partir do alginato (a), quitosana (b) e híbridas (alginato/quitosana) (c). Pode-se observar que não há diferença visual nos aspectos entre os três tipos de fibras obtidas.

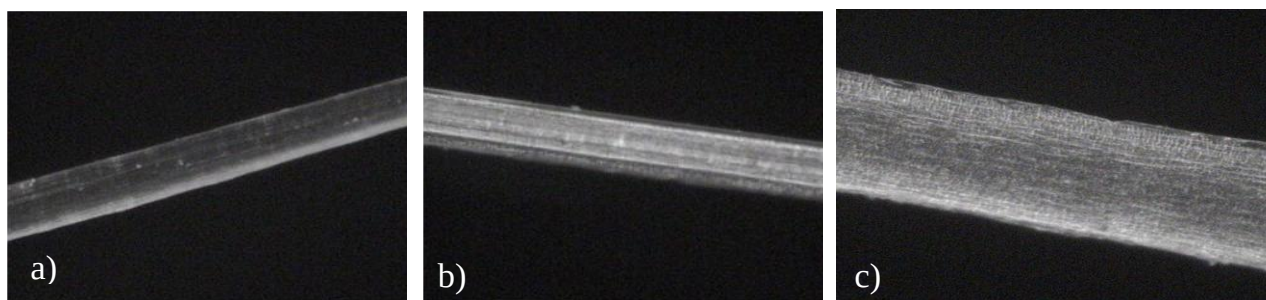


Figura 3. Microscopia óptica das fibras de alginato (a), quitosana (b) e híbridas (alginato/quitosana) (c), ampliação de 20 e 128x.

Determinações do título das fibras

A finura ou diâmetro das fibras é uma propriedade importante porque influem nas características funcionais de fios, tecidos, malhas e não tecidos. Como as fibras, em especial as naturais, apresentam diâmetro irregular ao longo do seu comprimento, é demorado e difícil determinar seus diâmetros em números adequados, que podem atingir centenas de determinações, para obter resultados estatisticamente assegurados (Maluf e Kolbe, 2003). As três formas usuais de indicação dos títulos das fibras são:

- dtex – g/10.000 m de fibras;
- den – g/9.000 m de fibras;

A Tabela 1 mostra os resultados de títulos médios das fibras obtidas de alginato, quitosana e híbridas (alginato/quitosana). Pode-se observar na Tabela 1 que as fibras híbridas obtidas com

maior concentração de quitosana (0,2%) apresentaram um valor de título 165% maior que as fibras preparadas na concentração de quitosana (0,1%).

Tabela 1. Resultados de títulos das fibras.

Fibras	Título (tex)
Alginato (1%)	176,9
Quitosana (5%)	387,9
Híbrida (A)	167,7
Híbrida (B)	445,2

(A) Alginato (1%)/ Quitosana (0,1%)

(B) Alginato (1%)/ Quitosana (0,2%)

tex (massa em grama de 1.000 m de fios, filamentos, fibras ou mechas)

Esses dados dos títulos são altos devido ao processo de extrusão das fibras que é feito manualmente.

Resultados dos testes de carga de ruptura e tenacidade das fibras

A tenacidade das fibras é o quociente da carga de ruptura pelo título de ruptura de fibras ou fios. Em vista de todas as variáveis que influem na resistência a tração, tomando-se uma pequena amostra de fibras, encontrar-se-ão fibras de diferentes espessuras e, portanto, provável que sejam encontradas diferentes cargas de ruptura. Por esse motivo, para se ter idéia da resistência de uma fibra, determina-se sua carga de ruptura e divide-se este valor pelo título da fibra, obtendo-se a sua tenacidade, que é praticamente independente de seu título ou finura (Maluf e Kolbe, 2003).

A Tabela 2 mostra os resultados de carga de ruptura e tenacidade das fibras obtidas de alginato, quitosana e híbridas (alginato/quitosana).

Tabela 2. Tenacidades de fibras acondicionadas (20°C/65%U.R.)

Fibras	Carga de ruptura (N)	Título (tex)	Tenacidade (cN/tex)
Alginato (1%)	0,55±0,17	176,9	0,33±0,09
Quitosana (5%)	0,74±0,08	387,9	0,20±0,02
Híbrida (A)	0,46±0,08	167,7	0,29±0,03
Híbrida (B)	1,34±0,21	445,2	0,33±0,05

(A) Alginato (1%)/ Quitosana (0,1%)

(B) Alginato (1%)/ Quitosana (0,2%)

Os valores de tenacidade para todas as fibras obtidas ficaram na faixa de 0,20 – 0,33 cN/tex. Estes valores foram menores do que o encontrado na literatura para a tenacidade a fibra de alginato

que foram na faixa de 14 -18 (cN/tex). Os valores de tenacidade foram baixos devido aos títulos das fibras que foram altos em função da extrusão manual.

Conclusão

O alginato e a quitosana foram utilizados como matéria-prima para a obtenção de fibras têxteis visando aplicações médicas. Essas fibras foram avaliadas quanto à capacidade de absorção de água, perda de massa e propriedades mecânicas. As fibras de alginato, quitosana e híbrida (alginato/quitosana) apresentaram capacidade de absorção de água 85%, 95% e 100% respectivamente. Essa alta capacidade de absorção de água torna as fibras interessantes para aplicações na área médica, como por exemplo, em bandagens, principalmente nos casos de ferimentos onde há presença de exsudato auxiliando a cicatrização do ferimento. O perfil de perda de massa das fibras alginato, quitosana e híbridas num período de 30 dias foram de 30%, 13% e 36% respectivamente. Os valores de tenacidade para todas as fibras foram de 0,20 – 0,30 (cN/tex), estes valores podem ser melhorados otimizando o processo de extrusão das fibras.

Os resultados mostraram-se promissores para a utilização da quitosana e alginato como matéria-prima para produção de fibras têxteis. Novos estudos estão sendo realizados para melhorar o processo de extrusão dessas fibras.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPESP e ao CNPq pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

- M. Araújo; R. Fangueiro; H. Hong; *Têxteis Técnicos: Materiais do Novo Milênio*, ed. Williams, Lda, Ministério da Economia, 2001a; Vol.1, 110.
- M. Araújo; R. Fangueiro; H. Hong; *Têxteis Técnicos: Materiais do Novo Milênio*, ed. Williams, Lda, Ministério da Economia, 2001b, Vol.2, 187.
- M. Araújo; R. Fangueiro; H. Hong; *Têxteis Técnicos: Materiais do Novo Milênio*, ed. Williams, Lda, Ministério da Economia, 2001c, Vol.3, 167.
- S. Anand; Medical Textiles. Editor: Anand, S, Published: Woodhead Publishing Ltd, England, 2001; 234.
- K.M.C. Canella; R.B. Garcia; *Quím. Nova*, 2001, 24, 13-17.
- C.P.W. Arguelles; A. Gallardo; C. Elvira; J. San Román; *Rev. Plás. Mod.* 2001, 585, 81-91.
- E.Carvalho, Tese de Mestrado, Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2002, 168.
- R.F. Weska; J.M. Moura; L.M. Batista; J.Rizzi; L.A.A. Pinto; *J. Food Eng.* 2007, 80, 3, 749-753.
- R. Jayakumar; N. New; S. Tokura; H. Tamura; *Int. J. Biol. Macro.* 2007, 40, 3, 28,175-181.
- J. Dennard; *Med. Tex.* 2004, 20.
- G.M. Fisher; *Med. Tex.* 2004, 2.
- P.R. Rege; R.J. Garmise; L.H. Block; *Int. J. Pharm.* 2003, 252, 1-2, 41-51.
- S.V. Madihally; H.W.T. Mathew; *Biomat.* 1999, 20, 113-1142.
- A.P. Mouritz; M.K. Bannister; P.J. Falzon; K.H. Leong; *Composites: Part A.* 1999, 30, 1445.
- PADCT: TIB*, 1996, 1, 65-76.
- F. Valenga, Tese de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 2007.

W.R. Gombotz; S.F. Wee; *Adv. Drug Deliv. Rev.* 1998, 31, 267-285.

K. Tuzlakoglu; C.M. Alves; J.F. Mano; R.L. Reis; *Macromol. Biosci.* 2004, 4, 811.

C.J. Knill, J.F. Kennedy, J. Mistry, M. Mirafteb, G. Smart, M.R. Grocock, H.J. Williams, *Carbohydr. Polym.* 2004, 55, 65-76.

L. A. Pfister, E. Alther, M. Papaloizos, H.P. Merkle, B. Gander, *Eur. J. of Pharm. Biopharm.* 69, 2008, 563–572.

E. Maluf; W. Kolbe; *Fibras têxteis. Dados técnicos para a Indústria têxtil*, Associação Brasileira da Indústria têxtil e de confecção ABIT. Instituto de Pesquisas tecnológicas, 2003, 25.

ISO 2060 - International Organization for Standardization - Fios em suporte - Determinação do título (massa por unidade de comprimento) de fios em meadas, 1994.

ISO 1139 – International Organization for Standardization - Designação de fios, 1973.

ISO 139 – International Organization for Standardization - Ambientes padrão para

ASTM D 3822 - American Standard Test Methods - Métodos de ensaios para propriedades de tração de fibras têxteis singelas, 2001.

P.P. Neto Aguiar; *Fibras têxteis*. Rio de Janeiro: SENAI-DN: SENAI-CETIQT: CNPQ: IBICT:

S.H. Lim; S.M. Hudson; *Carbohydr. Polym.* 2004, 56, 227-234.