



## Avaliação do potencial de desenvolvimento de fibras têxteis a partir de amido de milho, reforçadas com resíduos de algodão

**Aline Heloisa Rauh Harbs<sup>1</sup>, Keyla Cristina Bicalho<sup>1</sup>, Ana Paula Serafini Immich Boemo<sup>1</sup>, Francisco Claudivan da Silva<sup>1</sup>, Catia Rosana Lange de Aguiar<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Campus Blumenau/Universidade Federal de Santa Catarina (aline.heloisa@grad.ufsc.br)

### Resumo

A indústria têxtil é hoje a segunda maior empregadora do Brasil, apresentando grande relevância na economia nacional. O setor movimenta grande quantidade de insumos e matérias-primas, e tem aumentado a produção com influência da tendência *fast fashion*, consequentemente gerando grandes quantidades de resíduos. A taxa de desperdício no setor de confecção de moda e vestuário chega a 15%. O presente estudo apresenta a biodegradabilidade de duas fibras têxteis, algodão e poliéster, analisadas em tecido de estrutura plana. A partir destes resultados, comprova-se que, enquanto fibras naturais, como algodão, são rapidamente degradadas em contato com o solo, fibras sintéticas, como o poliéster, não são degradadas com facilidade, e o desenvolvimento de alternativas a partir de fontes naturais renováveis é válido. Como alternativa, estuda-se a formação de polímeros a partir de amido de milho, com e sem adição de fibrilas de algodão, assim como suas propriedades de flexibilidade e possibilidade de uso como fibra têxtil.

Palavras-chave: Fibras têxteis. Biodegradabilidade. Biopolímeros.

Área Temática: Resíduos Sólidos

### Assessment of the development potential of textile fibers from maize starch, reinforced with cotton waste

#### Abstract

*The textile industry is now the second largest employer in Brazil, presenting great relevance in the national economy. The industry handles large quantities of inputs and raw materials, and has increased production influenced by the fast fashion trend, consequently generating large amounts of waste. The waste rate in the fashion and clothing industry reaches 15%. The present study presents the biodegradability of two textile fibers, cotton and polyester, analyzed in flat fabric. From these results, it is proven that, while natural fibers, such as cotton, are rapidly degraded in contact with the soil, synthetic fibers such as polyester are not degraded with ease, and the development of alternatives from natural renewable sources is valid. As an alternative, the formation of polymers from corn starch, with and without the addition of cotton fibrils, as well as its flexibility and the possibility of use as textile fiber, are studied.*

Key words: *Textile fibers. Biodegradability. Biopolymers.*

Theme Area: *Solid Waste*



## 1 Introdução

A extração e uso excessivos de recursos naturais causam males ao meio ambiente como degradação do solo, poluição e seus efeitos tem gerado a necessidade de mudança na visão de zelo ambiental. Os recursos naturais disponíveis no meio ambiente podem se esgotar caso não forem utilizados de maneira consciente (LEITE, 2009). Este conceito tem gerado novas formas de produção e de consumo, que fazem parte do desenvolvimento sustentável.

A indústria do vestuário apresenta grande relevância econômica, e é responsável pelo consumo de grandes quantidades de matéria-prima. Segundo a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT, 2013), o Brasil possui o quarto maior parque produtivo de confecção do mundo e é o quinto maior produtor têxtil. A geração de resíduos em empresas de confecção de moda e vestuário acontece diariamente (MCQUILLAN e RISSANEN, 2011), e a análise dos impactos ambientais destes é necessária. No Brasil, produz-se cerca de 175 mil toneladas de resíduo na indústria têxtil todos os anos, e cerca de 90% destes são descartados de maneira incorreta (SINDITÊXTIL, 2012). As práticas sustentáveis vêm sendo discutidas na indústria têxtil desde 1980, porém, apesar do apelo ambiental, do outro lado haviam diferentes tecnologias que poderiam aumentar o desempenho da indústria muito rapidamente.

Segundo a ABIT, em 2013, foram consumidas no Brasil 887 mil toneladas de algodão na produção têxtil, representando 60% do total de insumos consumidos, sendo, consequentemente, a fibra com maior produção de resíduos, ultrapassando 100 mil toneladas anuais. É de grande interesse da indústria o desenvolvimento de alternativas para o uso do resíduo de algodão. O poliéster por sua vez, representou 32% do consumo total de fibras na indústria brasileira, e o uso de seus resíduos também deve ser estudado. Segundo pesquisa realizada pela DEFRA (Department of Environment, Food and Rural Affairs, 2008), 1,1 milhão de toneladas de roupas são jogadas fora todos os anos na Inglaterra, e o Instituto de Cambridge estima que este valor seja ainda maior: 1,8 milhão de toneladas anuais. Segundo Machado e Leonel (2014), a decomposição de artigos de confecção é muito lenta, e contamina a superfície e as fontes de água.

Partindo deste princípio, este estudo tem como objetivo identificar o comportamento de fibras têxteis de origem natural, como o algodão, e sintética, como o poliéster, que compõem o vestuário quanto a sua biodegradabilidade, analisando seu impacto ambiental. Com base nestes resultados, comprova-se que fibras de origem sintética não degradam com facilidade, e estas devem ser descartadas com cuidado. Como alternativa, estuda-se desenvolver alternativas a partir de fontes naturais, como amido de milho, posteriormente analisando suas propriedades e possibilidade de uso como fibra têxtil.

De maneira a destinar parte dos resíduos de algodão da indústria têxtil, são desenvolvidos filamentos poliméricos com base de amido de milho, com adição de fibrilas de algodão, resíduos do processo de fiação – produção do fio para uso em tecelagem ou malharia. Segundo Lu, Xiao e Xu (2009), combinando as vantagens individuais do amido e de outros polímeros, polímeros com base de amido e biodegradáveis têm grande potencial de aplicação para a área biomédica ou ambiental.



## 2 Metodologia

### Biodegradação de Poliéster e Algodão

A análise do comportamento de degradação das fibras de poliéster e algodão foi realizada a partir de teste de biodegradabilidade, efetuado com base na norma ASTM G160-12 (*Standart Practice for Evaluating Microbial Susceptibility of Nonmetallic Materials by Laboratory Soil Burial*). As amostras de algodão e poliéster, confeccionadas em geometria quadrada 10 cm x 10 cm, em estruturas de tecido plano, foram dispostas em solo controlado, por 60 dias, com retiradas para pesagem em 30, 45 e 60 dias. O percentual de biodegradação foi medido a partir da perda de massa das amostras em estudo, por meio da equação 1.

$$\% \text{ degradação} = \frac{\text{massa inicial} - \text{massa final}}{\text{massa inicial}} \times 100 \quad \text{equação 1}$$

### Desenvolvimento de Polímeros de Origem Natural Renovável

Como alternativa ao uso de matérias-primas sintéticas, estuda-se a utilização de biopolímeros de origem natural renovável, como fibras de amido de milho.

Os polímeros de amido de milho são obtidos pelo aquecimento de solução de 2,5 gramas de amido em 16 mL de água até 90°C em agitação, com adição de 4 mL de glicerina para formação de filmes resistentes. Após este procedimento, é formado um filme e então efetuada secagem em estufa a 60°C. A porcentagem adicionada de glicerina foi escolhida a partir da análise do comportamento físico do filme, em resposta à tração. Foram testadas amostras com 0%, 5%, 20% e 30% de glicerina.

Para avaliar a interferência da presença de algodão na flexibilidade e resistência do filme, foi produzido novo filme polimérico com a composição anteriormente descrita e a adição de 2,5% de fibras de algodão (0,0625g).

Os testes de tração foram realizados com amostras de 4 cm x 2 cm de filme polimérico, em equipamento Analisador de Texture, da Central de Análises da UFSC.

## 3 Resultados

### Biodegradação de Poliéster e Algodão

Os resultados obtidos pelo teste de biodegradação das estruturas de algodão e poliéster foram compatíveis com a literatura disponível. A biodegradabilidade de materiais depende da química polimérica e do ambiente em que a amostra é colocada. Além de medir a perda de material, é necessário levar em conta outros fatores que podem influenciar o material e o ambiente, aumentando ou diminuindo a taxa de degradação do material (VAN DER ZEE, et. al., 1995).



Tabela 1: Resultados da Biodegradação de Algodão e Poliéster

Tempo (dias)	Algodão		Políester	
	Massa (g)	Degradação (%)	Massa (g)	Degradação (%)
0	1,06	0	0,88	0
30	0,07	93,40	0,88	0
45	0	100	0,88	0
60	0	100	0,87	1,13

As amostras de composição de algodão tiveram uma perda percentual de massa muito grande nos primeiros 30 dias do processo, chegando a 100% de perda antes de completar 45 dias em solo, conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1: Amostra de algodão em estrutura plana antes do teste de biodegradabilidade (a), amostra de algodão em estrutura plana após 30 dias (b).



a

b

A taxa de degradação de fibras celulósicas está diretamente relacionada com o nível de cristalinidade da fibra (DESAI E PANDEY, 1971). Normalmente fibras de algodão contam com um alto grau de polimerização, grupos hidroxila altamente reativos e a possibilidade de criação de pontes de hidrogênio com sua parte cristalina que representa 70% da fibra de algodão.

As amostras de poliéster não sofreram degradação. Não houve alteração de coloração nem dimensão, como pode ser observado na Figura 2. Este comportamento pode ser explicado pela sua estrutura uniforme e cristalina, que dificulta a danificação da molécula.

Figura 2: Amostra de poliéster em estrutura plana antes do teste de biodegradabilidade (a), amostra de poliéster em estrutura plana após 30 dias (b).



a

b



A fibra de poliéster possui uma cadeia sintética com repetições infinitas de um monômero com grupo éster em sua composição. Sua estrutura é muito uniforme, dificultando a entrada de bactérias e consequentemente a danificação da fibra (ARSHAD E MUJAHID, 2011).

Assim, quando descartadas, as fibras de origem sintética possuem um grande impacto ambiental, já que estas possuem degradação muito lenta, e acumulam-se na superfície da Terra. Por isto, é válido o desenvolvimento de biopolímeros de origem natural, biodegradáveis e sustentáveis, substituintes de fibras sintéticas. Estes biopolímeros podem ser desenvolvidos a partir de amidos.

### Desenvolvimento de Polímeros de Origem Natural Renovável

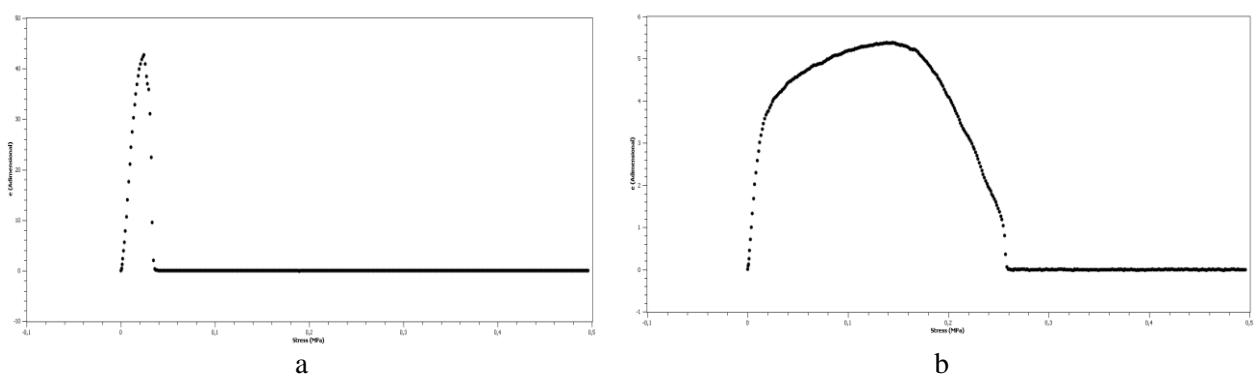
Em laboratório, inicialmente foram desenvolvidos biopolímeros de amido de milho conforme metodologia citada. Como resultado, foram obtidos filmes poliméricos finos, conforme observado na Figura 3:

Figura 3: Filme polimérico de amido de milho



Em seguida, as amostras foram analisadas quanto a sua tração e seu módulo de elasticidade (módulo de Young) foi calculado para comparação com outros polímeros utilizados na produção têxtil. O resultado do teste de tração dos biopolímeros de amido de milho, sem adição de fibrilas de algodão, com glicerina em porcentagens entre 0 e 30% é observado na Figura 4:

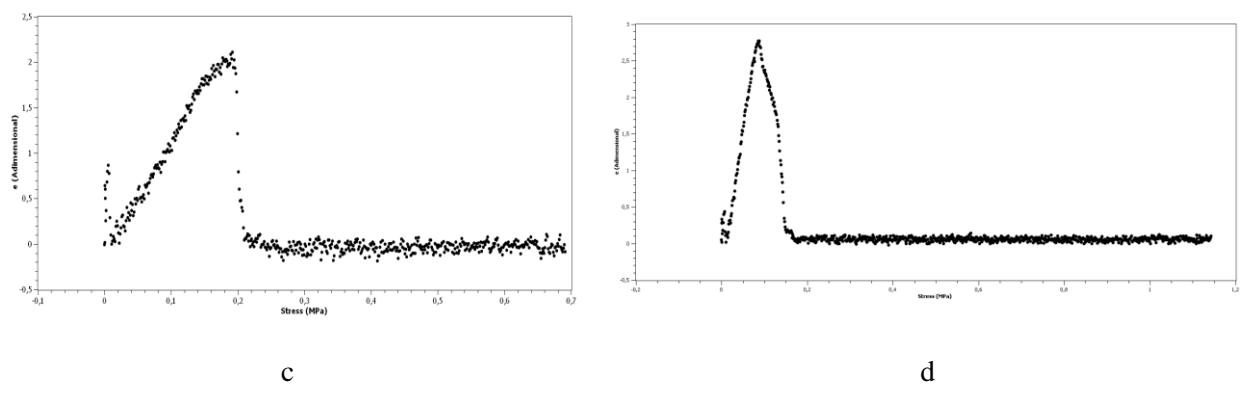
Figura 4: Gráficos Tensão x Deformação dos filmes com 0% de glicerina (a), 5% de glicerina (b), 20% de glicerina (c) e 30% de glicerina (d) sem adição de fibrilas de algodão.





## 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018



A partir destes gráficos foram calculados os módulos de elasticidade ou módulo de Young destes filmes.

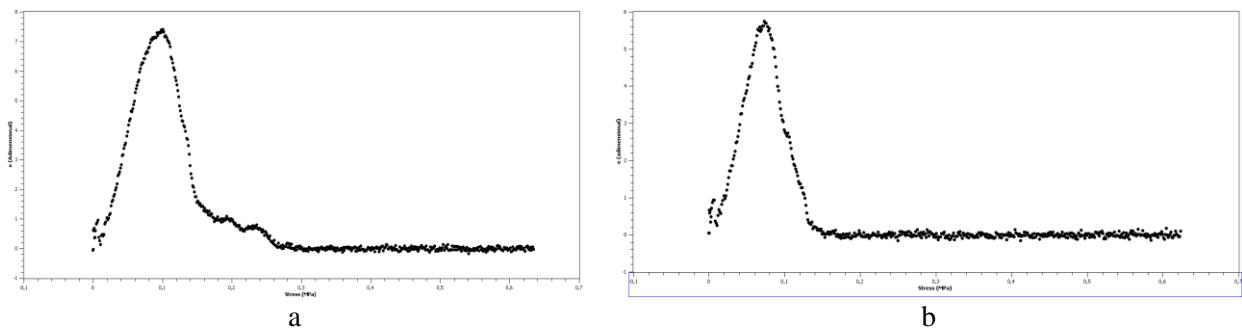
Amostra	a 0% Glicerina	b 5% Glicerina	c 20% Glicerina	d 30% Glicerina
Módulo de Young	2.257,33 MPa	259,40 MPa.	10,64 MPa.	32,86 MPa

O poliéster possui módulo de Young de aproximadamente 2060 MPa, e a poliamida 6,6 – fibra sintética muito utilizada na indústria do vestuário – possui módulo de Young de aproximadamente 1590 MPa (FLORAL e PETERS, 1991).

Apesar do resultado do polímero sem adição de glicerina ser mais parecido com o módulo de Young do poliéster, este não possuia características de flexibilidade necessárias para o desenvolvimento de filamentos, já que era ressecado e extremamente quebradiço, sendo impossível seu manuseio sem danificação. O resultado baixo obtido com o polímero escolhido, com 20% de glicerina, significa que este tem baixa rigidez, e é mais flexível e moldável, características positivas para um material têxtil.

O resultado do teste de tração dos biopolímeros de amido de milho, com adição de 2,50 % de fibras de algodão em massa, com glicerina em porcentagem de 20% é observado na Figura 5:

Figura 5: Gráficos Tensão x Deformação dos filmes com 20% de glicerina e adição de fibras de algodão. Amostra 1 (a), Amostra 2 (b).



Amostra	a Amostra 1	b Amostra 2
Módulo de Young	85,2 MPa	83,8 MPa



Analisando os resultados das amostras contendo algodão, é possível perceber que a presença das fibrilas aumenta o módulo de Young do filme, tornando-o mais resistente à tração, mantendo a flexibilidade e maleabilidade da amostra sem a adição de fibrilas de algodão. Isto demonstra que a adição de fibrilas de algodão é válida, e auxilia o desempenho do polímero.

#### 4 Conclusão

Os resultados do estudo mostram que os artigos têxteis produzidos a partir de fibras celulósicas, como algodão, sofrem um processo de degradação acelerado em solo, o que indica um baixo impacto ambiental. Quando os tecidos produzidos com as fibras sintéticas, como poliéster, são avaliados, percebe-se que esta perda de massa praticamente não ocorre, indicando sua resistência na degradação por bactérias.

Partindo dos comportamentos de degradação identificados para as fibras têxteis, percebe-se que é necessário o desenvolvimento de alternativas ao uso de fibras sintéticas, além de possibilidades de reciclagem de resíduos da indústria. A pesquisa de fibras biodegradáveis vem crescendo com o aumento do apelo sustentável. Analisando os resultados do desenvolvimento de filmes de polímero de amido de milho, com e sem adição de fibrilas de algodão, é possível perceber que há potencial de desenvolvimento e grande caminho de pesquisa a ser percorrido

#### Referências

- LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade.** 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- ABIT – Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. **Perfil do Setor.** 2017. Disponível em <http://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>. Acesso em 27 de novembro de 2017.
- MCQUILLAN, H. **Zero-waste pattern cutting process.** 2010. Disponível em: <http://centerforpatterndesign.com/content/Zerowaste.pdf>. Acesso em: 12 de abril de 2015.
- SINDITÊXTIL – SP – Sindicato das Indústrias de Fiação e Tecelagem do Estado de São Paulo. **Retalho Fashion – Projeto de Reciclagem une meio ambiente e inclusão social.** Ano VII n. 25, Julho de 2012. Disponível em [http://www.sinditextilsp.org.br/jornal/sindi\\_25.pdf](http://www.sinditextilsp.org.br/jornal/sindi_25.pdf)
- DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS. 2008. Disponível em: <<https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-environment-food-rural-affairs>>. Acesso em 27 de novembro de 2017.
- MACHADO, P. e LEONEL, J. **Práticas de Reciclagem de Resíduos Têxteis: uma contribuição para a gestão ambiental no Brasil.** Porto Alegre, RS, v.7, n.1, p. 129-145, jan./jun. 2014.
- LU, D. R.; XIAO, C. M.; XU, S. J. **Starch-based completely biodegradable polymer materials.** 2009. eXPRESS Polymer Letters Vol.3, No.6.



## 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

VAN DER ZEE, M., et. al., 1995. **Structure-biodegradation relationships of polymeric materials & Effect of degree of oxidation of carbohydrate polymers.** *Journal of Polymers and the Environment* 3(4), pp. 235-242.

DESAI, A.J. and PANDEY, S.N., 1971. **Microbial Degradation of Cellulose Textiles.** *Journal of Scientific and Industrial Research*, Vol. 30, pp. 598-606

ARSHAD, K., MUJAHID, M., 2011. **Biodegradation of Textile Materials.** The Swedish School of Textiles. University of Borås, pp. 11-13, 22-26, 44-48.

FLORAL, R. F. and PETERS, S. T. **Modern Plastic Encyclopedia.** 1991. The McGraw-Hill Companies, New York, NY.