

# Processos Enzimáticos na Indústria Têxtil: uma alternativa com menor impacto ambiental.

Lais Kohan, Maurício de Campos Araújo

Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, Brasil,  
03828-000, [laiskohan@hotmail.com](mailto:laiskohan@hotmail.com).

## Resumo

Esta pesquisa abrange o estudo teórico do efeito catalítico das enzimas existentes que possam ser empregadas na cadeia têxtil. Há o estudo prático em laboratório com testes de microrganismos que foram retirados de solos em que Esta pesquisa abrange o estudo teórico do efeito catalítico das enzimas existentes que possam ser empregadas na cadeia têxtil. Há o estudo prático em laboratório com testes de microrganismos que foram retirados de solos em que se efetua cada etapa, estas são: seleção, crescimento, isolamento e um possível “screening”. Estes microrganismos serão testados em fibras têxteis de origens: celulósicas, protéicas e sintéticas; se houver um efeito desejável, como: a catalisação para a substituição de processos químicos poluidores ou para substituir as substâncias químicas que causam danos às fibras, novos efeitos para melhorar das características físicas, estéticas e de conforto; serão purificados e produzidos em enzimas

**Palavras Chaves:** enzima, têxteis, screening.

## Abstract

This work is about the theory studies of enzymes to use in textile industry, practices in laboratory to selection, growing up, separation, a possible screening and test of specific microorganism on soil. The microorganism will be tested: cellulose, protein and synthetic in textile fibers , if it have a good result, example: the substitution of contaminated chemical process and others that destroy the fibers, new effects to improve physics characteristics, in design and comfort, this will be purified and produced enzymes.

**Key words:** enzyme, textiles, screening.

## Introdução

“Estratégias tradicionais de isolamento e seleção de microrganismos têm garantido o desenvolvimento de novos fármacos e aplicações nas áreas de saúde, agricultura, indústria e meio ambiente” (CANHOS, MANFIO, p.1). Exemplos mais específicos da descoberta desses microrganismos: novos antibióticos e agentes terapêuticos; probióticos; produtos químicos; enzimas

e polímeros para aplicações industriais e tecnológicas; bioremediação de poluentes; e biolixiviação e recuperação de minérios.

As enzimas são proteínas produzidas por células vivas (microrganismos, conforme citados acima) que catalisam (aumentam a velocidade) as reações químicas, elas têm especificidade, isto é, só aceleram a reação de determinados compostos, exemplos: amilase para amido, celulase para celulose. Os fatores que condicionam sua ação são: estabilidade da proteína (grupos ionizáveis e a função do sítio ativo), faixa de pH específica e temperatura (quanto maior a temperatura, maior a velocidade da reação, mas deve haver uma preocupação ao saber qual a temperatura máxima que a enzima é ativa, quando ultrapassa esse valor, ela torna-se inativa e é descartado seu uso).

Na indústria têxtil as enzimas são usadas para diminuir os danos sobre as fibras causados por produtos químicos, diminuir o impacto ambiental, além de descobrir novas aplicações para que os fios, tecidos e produtos finais confeccionados um melhor aspecto em propriedades físicas (resistência à tração, resistência à formação de pilling, etc), estéticas (brilho, coloração), conforto (maciez).

O presente trabalho tem o objetivo de mostrar as aplicações das enzimas na indústria têxtil e como são uma alternativa aos processos tradicionais, sendo menos agressivo ao meio ambiente. Esse trabalho é introdutório de um projeto de pesquisa que tem como objetivo desenvolver novos processos enzimáticos para indústria têxtil, através de um estudo de microorganismos (bactérias, fungos e actomicetos) presentes no solo em colaboração com o Departamento de Biofísica da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)

## Metodologia

Esse trabalho foi desenvolvido através de uma pesquisa bibliográfica em artigos científico de revistas da área têxtil, bem como de revistas de bioquímica e artigos que discutem a questão ambiental da indústria.

## Desenvolvimento

A primeira aplicação de enzimas na indústria têxtil foi na década de 50 com a amilase na maceração do linho para se retirar a goma natural, hoje já há diversas pesquisas de enzimas em diversas fases da produção, desde na fase de fiação até no processo do tecido em fase de tingimento e estamparia.

A desengomagem em tecidos planos, em virtude da engomagem dos fios de urdume no processo de tecelagem, é necessária para a água penetre nas fibras e os processos a úmido posteriores sejam mais eficientes. Segundo Melo (2003) esse processo pode ser feito pelo método

convencional com ácidos ou agentes oxidantes, como: persulfatos de sódio, potássio e peróxido de hidrogênio. O maior problema desses reagentes químicos é que danificam a fibra e causam a perda de resistência. Já com o uso da enzima amilase (uma vez que esse processo visa a transformação do amido, presente nas gomas, em glicose que é solúvel em água) há a diminuição do dano à fibra e ao meio ambiente (efluentes). Existem vários tipos da enzima amilase e são classificadas pela estabilidade térmica. Segundo o texto de Pacheco (2007) uma nova enzima chamada “Optimize Flex” tem pH flexível entre 4 e 9 e também sua temperatura, entre 30° e 100°C. Essa enzima tende a substituir as outras já existentes, como: amilase de baixa temperatura (que tem sua faixa de ação com pH 5,5-7,0 e temperatura 25° - 55°C), pois abrange maiores amplitudes de pH e temperatura, podendo ser utilizada conjugada com outros processos de preparação de tecidos para o tingimento.

As partes da lã de Merino mais utilizada é a cutícula, parte mais interna que são mais macias e densas, por isso são utilizadas para cobertor, e, o córtex que corresponde a 90% da parte fiável. No córtex, a lã é semelhante a um feltro e é um problema retirá-lo sem deixar seu aspecto natural. Uma patente americana de número 5229928 (1996) pesquisou essas condições de mexer com a feltragem a partir do tratamento com a enzimas protease (essa secretada a partir da retirada de bactérias em bromélias) na fase da lavagem mais ativo a 60°C em pH de 5 a 7, que quase não afeta as máquinas. Antes deve ser feito o tratamento com a água oxigenada e depois da aplicação, o processo é combinado com o teste para medir a variação da resistência e o alongamento, que com tais resultados determinam a eficácia da retirada de feltragem.

O tratamento de acabamento com a técnica do Bio-polimento (Bio-Polishing) com celulase, normalmente aplicado em algodão, essa catalisa a celulose, enfraquecendo as fibrilas levantadas e por ação mecânica são retiradas. Numa pesquisa feita por Fabric, Stefanie, Jump (2005) em fibras de 100% poliéster e mistura 50%/50% de algodão e poliéster foram feitas com dois tipos de cutidinases, além da celulase para a prevenção do pilling, diminuição do peso, ajuda também na coloração. Tal aplicação é feita em lavanderia juntamente com bolas de aço, as enzimas em pH 8 a 70°C. Houve variações de ação de acordo com cada tipo de cutidinase no peso e na repelência ao pilling.

O uso do alvejamento do denim (cor azul intenso normalmente usado para algodão sarja, jeans), este processo diminui a intensidade da cor, de uma maneira mais forte que no processo “stone wash” (lavagem com pedras pomes). O uso convencional é com hipoclorito de sódio que é mais barato, rápido, eficiente, mas agressivo, pois é difícil de controlar e de deixar igualizado em lotes diferentes, além de diminuir a resistência do material e ainda destruir o elastano. Além disso o cloro forma subprodutos clorados que são altamente poluentes e atualmente tem uso restrito.

Segundo Cauba, Junior, Andrade (2006) a Novo Nordik tem uma técnica chamada “DeniBleach” que é com aplicação de lacase com um mediador no tingimento (que transfere os

elétrons do corante para o oxigênio molecular), com pH 6 a 65°C de 15 a 20 minutos.

O uso de peróxido de hidrogênio é comum na indústria têxtil na desengomagem de fibras naturais, no alvejamento para clarear os aspectos das fibras ou tecidos, pode ser substituído por enzimas, conforme já foi descrito anteriormente; porém ainda é comumente utilizado, só que ele é um produto que pode dar problema no tingimento, como: com corante reativo que pode ocorrer o risco da oxidação e diminuir o rendimento e a perda de cor. Assim, utiliza-se três processos: por enxágües (que ocorrem na seqüência de alvejamento, enxágüe, enxágüe e tingimento); por agentes redutores (alvejamento, agente redutor, enxágüe e tingimento); e, com a enzima catalase para remover o excesso de água oxigenada, que é aplicada depois do enxágüe do alvejamento e antes do tingimento. Com o processo enzimático, a água oxigenada é transformada em oxigênio e água, diminui volume de água dos longos enxágües e o tempo de enchimento da máquina, conseqüentemente a energia, sem produzir subprodutos prejudiciais.

Uma pesquisa feita na University of Ulster (2001) do Canadá para descoloração de efluentes têxteis provindo empresas em que faz o tingimento de fios e/ou tecidos. Descobriu a partir de dois fungos: *Bjerkandera adusta* e *Phlebia tremellosa*, a sintetização de enzimas: *lignina peroxidase*, *manganês peroxidase* e *lacase*, estas foram eficazes para descolorir cerca de 70% (o varia de acordo com o corante e a enzima em cada experimento) de um efluente têxtil simulado. Essa simulação agiu em 5 corantes, que foram: amarelo (Cibacron Yellow C-2R), vermelho (Cibacron Red C-2G, Cibacron Blue C-R), preto (Remazol Black B) e outra nuance de vermelho (Remazol Red RB).

Com esses exemplos de pesquisas sobre enzimas, descritas anteriormente, pode-se mostrar que as enzimas podem substituir vários componentes químicos que melhoram diversos aspectos de acordo com a aplicação, só que não poluem, pois ao fim do processo ela é desativada.

## Discussão

Uma pesquisa feita pelos autores Zambrano e Martins (2007) que avaliaram diversas indústrias quanto à avaliação do risco ambiental causado por: descarte sem proteção de objetos na natureza; resíduos de óleo, situação se há tratamento de efluentes; alto consumo de água, energia e calor; estas características foram analisados numa indústria têxtil, em uma tinturaria de algodão e poliéster em São Carlos (SP). Foi detectado nesta indústria que o despejo do lodo do efluente não havia metais pesados, mas deveriam ser jogados em locais apropriados para não contaminar efluentes, além de ter um alto consumo de água e energia.

Com isso, voltando a analisar as enzimas, no caso do uso da catalase conforme descrito anteriormente desta enzima que poderia ser atribuída ao alvejamento, que diminui o consumo de água dos enxágües, já poderia diminuir o consumo de água dessa empresa, além de reduzir energia

(por precisar encher menos vezes as máquinas que fazem os enxágües).

No caso dos efluentes, em que está exemplificado na pesquisa na pesquisa da Universidade de Ulster, em que consegue melhorar grande parte de sujidade de mais de 70% de 5 corantes, com isso mostrando ser um método promissor, só que atualmente há a utilização no mercado de cerca de 100.000 tipos de corantes, então, o caminho ainda é longo até se desenvolver um método enzimático efetivo para mais tipos de corantes.

Essas mesmas questões ambientais segundo Pacheco (2007) houve locais que teve de mudar estas aplicações por necessidade, isto devido à escassez de energia e água que ocorreu em províncias da China que obrigaram as autoridades a tomar providências. Esse mesmo texto identifica e sugere soluções que ainda não foram estudadas para o caso dos tecidos com misturas de algodão/elastômero e algodão/rayon que ganharam popularidade devido ao conforto, porém possuem um processo produtivo convencionais poluidores, que necessitam o desenvolvimento de processos de aplicações de enzimas.

Portanto, há a necessidade de pesquisar diversas áreas para substituir os produtos químicos poluidores; descobrir novos tratamentos para melhorar as propriedades físicas, estéticas e de conforto; reduzir custos para facilitar a aplicação em longas escalas e convencer os produtores industriais do setor têxtil da necessidade de investimento em enzimas para diminuir os gastos próprios, ou menos para diminuir os danos ao meio ambiente através dos efluentes poluidores para o futuro sustentável.

## Agradecimentos

Agradeço a Reitoria da Universidade de São Paulo pela bolsa concedida para desenvolvimento deste projeto, através do programa Ensinar com Pesquisa.

Um agradecimento especial ao Prof. Dr. Luiz Juliano Neto, Dr<sup>a</sup> Maria Helena Goldman, também por todos os alunos mestrands e doutorands que ajudaram neste processo, que são do Departamento de Biofísica da UNIFESP, por cederem o laboratório e ensinarem à prática do crescimento de microrganismos a partir da coleta de solo. Juntamente com o Prof. Dr. Oda do Instituto de Kyoto que veio ao Brasil por um projeto financiado pela Fapesp em que se iniciou o ensino de biospropeção de microrganismos, que inspirou esse projeto .

## Referências Bibliográficas

- JUGEN, Andreus. Traduzido por: Melo, Amílcar D'Ávilla de. *Uma Introdução à Biotecnologia e à Enzimologia e suas Aplicações na Indústria Têxtil*. ABQCT, N°73, dezembro de 2003.

- Patente Number: 5.229.928. United Sttes Patent, 25/06/1996.
- CAUBA, Renato Teixeira da; JUNIOR, Pereira Nei; ANDRADE, Carolina M.M.C. *Aplicação de Enzimas em Processos industriais Têxteis*. Revista Química Têxtil, nº 82, março de 2006.
- WU, Guifang; KUILDORD, Hem; SALMON, Sonju. Tradução: Augusto, Marco Antonio. *Aplicação de Tecnologia Enzimática para um Cescimento Sustentável*. Revista Têxtil, nº88, setembro de 2007.
- MC CLOSKEY, Stefanie G.; JUMP, Jô seph M.. *Biopolishing of Poliester and Poliester/ cotton fabric*. Novozymes North America Frankliton, North America 27525, USA.
- <http://www.csiro.au/resources/pfk1.html> *The Chemical and Physical Structure of Merino Wooll*. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation; Belmont, Australia. Acesso em: 23 de novembro de 2007.
- BIANCONI, Maria Lúcia. *Introdução aos Conceitos de Velocidade Máxima e de Atividade Específica de Enzimas*. Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular, 2001.
- CANHOS, Vanderlei Peres; MANFEO, Gilson Paulo. *Recursos Microbiológicos para Biotecnologia*. [http://www.anbio.org.br/pdf/2/mct\\_recursos\\_biologicos.pdf](http://www.anbio.org.br/pdf/2/mct_recursos_biologicos.pdf) Centro de Referência em Informação Ambiental, Campinas. Acesso em: 3 de maio de 2008.
- ZAMBRANO, Tatiane Fernandes; MARTINS, Manoel Fernando. *Utilização do método FMEA para avaliação do risco ambiental*. Scielo Brasil. Gest. Prod. v.14 n.2 São Carlos, 2007. [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104530X2007000200008&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104530X2007000200008&lng=pt&nrm=iso) Acesso em: 2 de maio de 2007.
- ROBINSONA, T. CHANDRANA, B. NIGAM, P. *Studies on the production of enzymes by white-rot fungi for the descolourisation of textile dyes*. Enzyme and Microbial Technology, Vol. 29, 05/11/2001, Canada.

### Currículo Resumido

Eu, Lais Kohan, sou estudante da Universidade de São Paulo, estou no 6º semestre do curso de Têxtil e Moda. Participei do 2º e 3º Colóquio de Moda. Faço iniciação científica que está em andamento, no tema do pôster que estou enviando, do título: “Processos Enzimáticos na Industria Têxtil: uma alternativa com menor impacto ambiental”. Estou iniciando (em setembro) um projeto da faculdade chamado “Aprendendo com Extensão” no tema em cooperativa de costura.