

CENTRO PAULA SOUZA



**Faculdade de Tecnologia de Americana
Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil**

**PRISCILA ROBERTA FRIZONI
SAMANTA APARECIDA DE SOUZA**

**DR. JOÃO BATISTA GIORDANO
(Orientador)**

PROCESSO ECOLÓGICO PARA O TINGIMENTO DO ALGODÃO

PURGA ENZIMÁTICA

AMERICANA/ SP

2011

**Faculdade de Tecnologia de Americana
Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil**

**PRISCILA ROBERTA FRIZONI
SAMANTA APARECIDA DE SOUZA**

PROCESSO ECOLÓGICO PARA O TINGIMENTO DO ALGODÃO

PURGA ENZIMÁTICA

**TCC Apresentado a faculdade de
Tecnologia de Americana como parte
das exigências do curso de tecnologia
em produção Têxtil para a obtenção do
Título de Tecnólogo Têxtil.**

**DR. JOÃO BATISTA GIORDANO – QUÍMICO TÊXTIL
AMERICANA/SP**

2011

**FICHA CATALOGRÁFICA elaborada pela
BIBLIOTECA – FATEC Americana – CEETPS**

F954p	<p data-bbox="424 1144 767 1178">Frizoni, Priscila Roberta</p> <p data-bbox="424 1182 1219 1323">Processo ecológico para o tingimento do algodão: purga enzimática. / Priscila Roberta Frizoni ; Samanta Aparecida Souza. – Americana: 2011 95f.</p> <p data-bbox="424 1368 1219 1509">Monografia (Graduação em Tecnologia Têxtil). - - Faculdade de Tecnologia de Americana – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. Orientador: Prof. Dr. João Batista Giordano</p> <p data-bbox="424 1554 1219 1727">1. Tingimento 2. Tecnologia têxtil – processos industriais I. Souza, Samanta Aparecida II. Giordano, João Batista III. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de Americana.</p> <p data-bbox="424 1771 655 1800">CDU: 677.027.4</p>
-------	--

Bibliotecária responsável Ana Valquiria Niaradi – CRB-8 região 6203

PRISCILA ROBERTA FRIZONI RA 091551
SAMANTA APARECIDA DE SOUZA RA 091528

PROCESSO ECOLÓGICO PARA O TINGIMENTO DO ALGODÃO

PURGA ENZIMÁTICA

TCC aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo Têxtil no curso de Tecnologia em Produção Têxtil da Faculdade de Tecnologia de Americana.

Banca Examinadora

Orientador: _____
(Nome completo, titulação, instituição de origem).

Professor da Disciplina: _____
(Nome completo, titulação, instituição de origem).

Professor Convidado: _____
(Nome completo, titulação, instituição de origem).

Americana, _____ de _____ de 2011.

A parceria indispensável de Priscila e Samanta que com muito comprometimento e cumplicidade, alcançaram esta realização.

Aos nossos maridos pela paciência e calma nos momentos mais estressantes.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que se mostrou criador, que foi criativo. Seu fôlego de vida em mim me foi sustento e me deu coragem para questionar realidades e propor sempre um novo mundo de possibilidades.

À minha família, por sua capacidade de acreditar em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que deu, em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada.

A meu marido, pessoa com quem amo partilhar a vida. Com você tenho me sentido mais viva de verdade. Obrigado pelo carinho, a paciência e por sua capacidade de me trazer paz na correria de cada semestre.

Aos meus amigos, pelas alegrias, tristezas e dores compartilhadas. Com vocês, as pausas entre um parágrafo e outro de produção melhora tudo o que tenho produzido na vida.

Resumo

Frizoni, Priscila Roberta e Souza, Samanta Aparecida. **Processo ecológico para o tingimento do algodão: purga enzimática**. 97f. Trabalho acadêmico (Graduação) – Tecnologia em Produção Têxtil. Faculdade de Tecnologia de Americana, Americana.

Os beneficiamentos têxteis convencionais utilizados na indústria têxtil são grandes consumidores de água e produtos químicos sintéticos, que após o processo, geram elevadas quantidades de efluentes complexos que causam um impacto negativo ao meio ambiente. Esses efluentes possuem uma elevada quantidade de compostos orgânicos e inorgânicos que são despejados pelas empresas nos rios sem tratamento adequado. Com o objetivo de reduzir esses impactos, a área da biotecnologia vem desenvolvendo novas linhas de produtos para aplicações em todo o processo têxtil a úmido.

Este trabalho vem propor uma nova alternativa, a utilização de enzimas, nas quais não prejudicam o meio ambiente. Na maioria dos casos a substituição de produtos químicos sintéticos por enzimas geram benefícios, por meio de sua biodegradabilidade e menor consumo de energia. Os estudos realizados, utilizando-se de enzimas, bem como sua atuação sobre as fibras de algodão estão descritos neste trabalho. Com base nestes estudos, foi desenvolvida uma purga enzimática (ecológica) para a fibra de algodão, utilizada no processo de preparação para a remoção total ou parcial das impurezas, para posterior tingimento da fibra. Os testes foram realizados em laboratórios químicos e os resultados obtidos foram iguais ou até melhores do que aqueles encontrados nos processos convencionais.

Palavras-chaves: Processos convencionais. Purga Enzimática. Enzimas. Tingimento do algodão.

Abstract

Frizoni, Priscila Roberta e Souza, Samanta Aparecida. **Processo ecológico para o tingimento do algodão: purga enzimática.** 97f. Trabalho acadêmico (Graduação) – Tecnologia em Produção Têxtil. Faculdade de Tecnologia de Americana, Americana.

The conventional textile processing used in the textile industry are major consumers of water and synthetic chemicals, which after the process, generates large amounts of complex effluents that cause a negative impact on the environment. These effluents have a high amount of organic and inorganic compounds that are discharged into rivers by companies without adequate treatment. In order to reduce these impacts, the area of biotechnology has been developing new product lines for applications around the wet textile process.

This work proposes a new alternative, the use of enzymes, in which do not harm the environment. In most cases the replacement of synthetic chemicals by enzymes generates benefits through their biodegradability and lower power consumption. The studies performed, using enzymes as well as its effect on the cotton fibers are described in this work. Based on these studies, has been developed an enzymatic purge (ecological) for the cotton fiber, used in the preparation process for the partial or total removal of impurities for subsequent dyeing of the fiber. The tests were carried out in chemical laboratories and the results were equal or better than those found in conventional processes.

Key words: Conventional Processes. Enzyme purge. Enzymes. Dyeing of cotton.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Água utilizada nos processos têxteis á úmido (Química Têxtil nº85).....	22
Figura 2 Esquematização de cadeias enzimáticas e de aminoácidos.	31
Figura 3 – Complexo fibra/enzima = Fibra transformada + enzima.....	34
Figura 4 Modelo chave fechadura. (GOMES, 2010)	35
Figura 5 Interação fibra de algodão e enzima pectinase. (GOMES, 2010)	43
Figura 6 Processo de fabricação das enzimas. (GOMES, 2010)	46
Figura 7 Estrutura da fibra do algodão. (GOMES, 2010)	49
Figura 8 Fluxo de produção utilizando-se as enzimas. (GOMES, 2010).....	51
Figura 9 - Amostras mergulhadas em corante, teste de capilaridade.	56
Figura 10 - Resultados dos ensaios de capilaridade conforme tab. 5 + 4.....	59
Figura 11 - Resultados dos ensaios de purga conforme tabela 4	59
Figura 12 Gráfico de tingimento, conforme tabela 6.	60
Figura 13 Tingimento comparativo entre o tecido cru e o alvejado.....	62
Figura 14 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 13.	62
Figura 15 Tingimento comparativo entre o tecido alvejado e enzima	63
Figura 16 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 15.	63
Figura 17 Tingimento comparativo entre o tecido cru e alvejado.....	64
Figura 18 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 17	64
Figura 19 Tingimento comparativo entre o tecido alvejado e com enzima.....	65
Figura 20 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 19.	65
Figura 21 Tingimento comparativo entre o tecido cru e o alvejado.....	66
Figura 22 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 21.	66
Figura 23 Tingimento comparativo entre o tecido alvejado e com enzimas.....	67
Figura 24 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 23	67
Figura 25 Tingimento comparativo entre o tecido cru e alvejado.	68
Figura 26 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 25.	68
Figura 27 Tingimento comparativo entre o tecido alvejado e com enzima.....	69
Figura 28 Analise em espectrofotômetro do tingimento da figura 27.	69
Figura 29 Tingimento comparativo entre o tecido cru e o alvejado.....	70
Figura 30 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 29.	70
Figura 31 Tingimento comparativo entre o tecido alvejado e com enzima.....	71
Figura 32 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 31.	71

Figura 33 Tingimento comparativo entre tecido cru e alvejado.....	72
Figura 34 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 33.	72
Figura 35 Tingimento comparativo entre o tecido alvejado e com enzima.....	73
Figura 36 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura35.	73
Figura 37 - Tingimento comparativo entre o tecido cru e o alvejado.....	74
Figura 38 Análise do espectrofotômetro do tingimento da figura 37.	74
Figura 39 - Tingimento comparativo entre o tecido alvejado e com enzimas.....	75
Figura 40 Análise do espectrofotômetro do tingimento da figura 39.	75
Figura 41 Tingimento comparativo entre o tecido cru e o alvejado.....	76
Figura 42 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 41.....	76
Figura 43 Tingimento comparativo entre tecido alvejado com enzimas.....	77
Figura 44 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 43.	77
Figura 45 - Comparativo de tingimento entre o tecido cru, alvejado e com enzimas.....	78
Figura 46 - Tingimento comparativo entre tecido cru, alvejado e com enzimas....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características gerais do Hidróxido de Sódio	24
Tabela 2 – Propriedades gerais do Peróxido de Hidrogênio.....	25
Tabela 3 - Áreas que utilizam as enzimas	33
Tabela 4 Quantidade de produto utilizado no ensaio de purga e capilaridade	57
Tabela 5 - Capilaridade.....	58
Tabela 6 Referente a quantidades de produtos utilizados no ensaio de tingimento.....	60
Tabela 7 – Aspectos dos banhos residuais.....	79
Tabela 8 - Resultado da determinação do pH.....	81
Tabela 9 - Resultados	81

SUMÁRIO

Introdução	15
1 Cadeia Têxtil e o Meio Ambiente	17
2 Processos Têxteis convencionais	20
2.1 Purga, Cozimento e Pré-Alvejamento	20
2.2 Alvejamento	20
2.3 Tingimento	21
2.4 Lavagem	21
2.5 Acabamento	22
3 Produto empregado nos tratamentos convencionais	23
3.1 Hidróxido de Sódio	23
3.1.1 Advertências no uso da Soda Cáustica	23
Fonte Hanier Especialidades Químicas	24
3.2 Peróxido de Hidrogênio	24
4 Efluentes gerados pela atividade Industrial Têxtil	27
4.1 Norma ABNT NBR 10004 de 2004	28
5 Histórico	29
6 Definição de Enzimas	31
6.1 Áreas que utilizam as enzimas	33
7 Mecanismo de reação das enzimas	34
7.1 MODELO CHAVE FECHADURA	35
7.2 As etapas de operação da enzima	35
7.2.1 Primeira etapa de aplicação ou “indução”	36
7.2.2 Segunda etapa ou “digestão”	37
7.2.3 Terceira etapa ou eliminação dos produtos resultantes	37
8 Características das Enzimas	39
8.1 Amilase	39
8.2 Catalase	39
8.3 Lacase	40
8.4 Pectinase	41
8.5 Celulase	44
9 Produção das enzimas	46
10 Recomendações para o manuseio das enzimas	47

10.1 Estocagem:	47
10.2 Manuseio:	47
10.3 Aplicação:	47
11 Substrato algodão	48
11.1 Estrutura da fibra do algodão	48
11.2 Composição química do algodão	49
12 Processo ecológico para o beneficiamento do algodão	51
12.1 Desengomagem Enzimática	51
12.2 Biopurga (processo ecológico).....	52
12.3 Bioestonagem	52
12.4 Bioacabamento	53
13 Análises das enzimas	54
13.1 Experimental	54
13.1.1 Materiais utilizados	54
13.1.2 Equipamentos utilizados	54
13.1.3 Reagentes e produtos utilizados.....	54
13.2 Experiências	55
13.2.1 Determinação da Avaliação da Capilaridade e Purga (baseado na norma JISL 1004)	55
13.3 Tingimento	56
13.4 Resultados e Discussões.....	57
13.4.1 Determinação da avaliação da capilaridade e purga (baseado na norma JISL 1004)	57
13.4.2 Tingimento	60
13.5 Análise do Residual do Banho de Purga.....	79
13.5.1 Experimental	79
13.5.2 Experiências	79
13.5.2.1 Determinação do pH.....	79
13.5.2.2 Determinação de sólidos totais dissolvidos em água	80
13.5.3 Resultados e discussões	81
13.5.3.1 Determinação do pH.....	81
13.5.3.2 Determinação de sólidos totais dissolvidos em água	81
14 Conclusão	82
Referências bibliográficas	84

Anexo I – Produtos utilizados nas experiências	87
Anexo II	88
Anexo III	89
Anexo IV	91
Anexo V – Equipamentos.....	93

Introdução

Os processos têxteis são grandes consumidores de água e de matérias sintéticas, produzindo quantidades elevadas de efluentes complexos e de elevada carga orgânica, aliada também a teores significativos de sais inorgânicos.

As descargas resultantes das várias seções do processamento contêm compostos orgânicos como amido, dextrinas, gomas, ceras, pectinas, álcoois, ácido acético, corantes, sabões, detergentes e compostos inorgânicos como hidróxido de sódio, carbonatos, sulfatos e cloretos.

Ao longo de todo processamento têxtil pesquisa-se tudo que seja o mais econômico possível, que seja amigável para o meio ambiente, com isso, se economiza água, energia e tempo.

Avanços recentes nas áreas de biotecnologia e enzimologia abriram novas linhas de desenvolvimento para aplicações em todo o processo têxtil em úmido.

Os processos enzimáticos podem ser utilizados para alterar as propriedades das fibras têxteis e têm como principal vantagem, a não utilização de reagentes químicos e o fato de não implicarem qualquer efeito nocivo ao meio ambiente. Fato este, pelo qual nos últimos anos, com a crescente conscientização e preocupação pelo meio ambiente, muitas pesquisas têm sido desenvolvidas com o objetivo de aplicar enzimas nas diferentes etapas do beneficiamento têxtil.

O uso das enzimas foi crescendo e foram surgindo amilases, celulasas, catalases, proteases, lacases, lipases e pectinases.

As enzimas podem ser aplicadas, mesmo que seja de uma forma mínima, em todas as etapas do processo têxtil, começando com o pré-tratamento, alvejamento, após tingimento e acabamento para facilitar a remoção de impurezas naturais, ou impostas, além de ajudar a modificar as propriedades físicas dos artigos têxteis. O objetivo deste trabalho é estudar como as aplicações enzimáticas têm sido destacadas como uma tecnologia que proporciona pleno suporte a indústria têxtil nesta tendência em diminuir tempos em processos, além

de proporcionar inovação com excelente custo-benefício, melhorando a qualidade dos artigos têxteis e em total acordo com as regulamentações ambientais.

1 Cadeia Têxtil e o Meio Ambiente

Segundo Forgiarini (2006) nos dias atuais, surgiu no setor têxtil o enobrecimento e a preocupação de se ter procedimentos industriais que não agridam as fibras e o meio ambiente, denominados de “Química Limpa”, principalmente nas operações de pré-tratamento antes de tingimentos. Essas operações empregam álcalis, ácidos, oxidantes e redutores enérgicos que em conjunto, produzem um determinado grau de ataque ao produto têxtil e causam um impacto considerável de contaminação ao meio ambiente e sendo por isso conhecida como “Química agressiva”.

A indústria têxtil contribui significativamente para a poluição dos rios em algumas regiões do Brasil, ao transformar fibras naturais e sintéticas em tecidos e outros produtos. No processo de fabricação de tecidos, operações de processamento químico a úmido são necessárias para preparar, purificar, colorir ou acabar adequadamente o produto. Isso resulta na geração de efluentes, compreendendo em média 120 litros de água por quilo de produto têxtil acabado. “A carga de poluentes provém não somente da remoção de impurezas das próprias matérias primas como também dos reagentes químicos residuais usados no processamento” (AUGUSTO, 2007).

“Os reagentes utilizados nos processos têxteis apresentam composição muito variada, incluindo compostos orgânicos e inorgânicos. Os corantes têxteis responsáveis pela coloração de águas residuais são misturas de compostos com estrutura molecular complexa, sendo, na maioria dos casos, produtos estáveis e de difícil biodegradação” (AUGUSTO, 2007).

Várias tecnologias têm sido empregadas para o tratamento de efluentes têxteis, sendo mais comum o uso de tratamento biológico por lodo ativado, reatores anaeróbicos e tratamentos físico-químicos, como a adsorção. Na maioria dos casos, o tratamento por lodo ativado tem resultado em incompleta remoção da cor e formação de grande volume de lodo. Este lodo não pode ser descartado no ambiente, necessitando de um novo tratamento, geralmente “*land-farming*” ou com postagem, ou ser armazenado como resíduo em aterros industriais, gerando um passivo ambiental.

As alternativas mais promissoras para resolução de inúmeros problemas ambientais, ocasionados pela atividade industrial, derivam do estudo de novas tecnologias para o tratamento de efluentes industriais.

As indústrias Têxteis têm um papel de grande importância na maioria dos países, sendo um dos segmentos industriais de maior tradição. Dentre todos os seguimentos ela é responsável por grande parte da economia dos países emergentes.

Nas últimas décadas com a expansão das indústrias têxteis brasileiras, surgiram leis rígidas regulamentando a qualidade dos efluentes, pois os corpos hídricos que recebem despejos líquidos industriais e domésticos vêm sofrendo uma degradação acelerada. Como as indústrias estão sendo forçadas a tornarem-se mais inovadoras, de maneira a desenvolver produtos e práticas que sejam mais ambientalmente corretas.

Os processos têxteis são grandes consumidores de água e de matérias sintéticas, produzindo elevados volumes de efluentes complexos e de elevada carga orgânica, aliada também a teores significativos de sais inorgânicos. As descargas resultantes das várias secções de processamento contêm compostos orgânicos como amido, dextrinas, gomas, ceras, pectinas, álcoois, ácido acético, corantes, sabões, detergentes e compostos inorgânicos como hidróxido de sódio, carbonatos, sulfatos e cloretos.

O excesso de carga orgânica nos efluentes despejados diretamente nos rios pode levar à morte por asfixia nos peixes. Outros elementos como metais pesados tais como: cobre, zinco, chumbo, e mercúrio chegam a atingir diretamente os seres vivos e produzir efeitos cumulativos.

Atualmente no processo produtivo para cada quilo de tecido tingido e acabado se utiliza aproximadamente 120 litros de água, isto posto, que pode se ter a grandeza da utilização do recurso nesta atividade. Por ser a indústria têxtil uma atividade economicamente forte, o consumo de água para o seu funcionamento é em grande escala, um dos fatores que fazem com que este consumo esteja em níveis acima de padrões desejáveis, aliados ainda à

inexistência de tecnologias de ponta que possam fazer com que este consumo tenha uma queda representativa durante o processo.

O desenvolvimento de tecnologias vem acontecendo, porém ainda em velocidade inferior ao desejado, de forma que venha a reduzir de forma considerável o consumo deste recurso. Desta forma, pelo alto nível de impacto causado por esta atividade, se faz necessário que se tenha consciência cada vez maior da sua utilização de forma racional e com tratamento adequado pós-uso.

Na atividade têxtil nos processos de tingimento e acabamento, existem diversos subprocessos que são responsáveis pela geração de efluentes líquidos, com particularidades, níveis de poluição e contaminação de acordo com o produto utilizado.

2 Processos Têxteis convencionais

2.1 Purga, Cozimento e Pré-Alveamento

São processos de beneficiamento primário para eliminar cascas, matérias pécticas, ceras, graxas e óleos presentes nos matérias têxteis, com o objetivo de aumentar sua hidrofiliidade, e que irá contribuir com o consumidor quando do uso em função da transpiração. São aplicáveis a fios, tecidos e malhas de fibras celulósicas e suas misturas com fibras sintéticas.

Os mecanismos e insumos utilizados para a eliminação dessas impurezas são:

- Emulsificação: disposição de óleo em água obtida com o auxílio de produtos tensoativos que tem a função de iniciar o processo de amaciamento do tecido.
- Saponificação: transformação de ésteres e ácidos graxos em sabões solúveis, mediante a reação de bases de metais alcalinos (hidróxido de sódio).
- Dissolução de materiais solúveis em água quente.

Em função da utilização de produtos químicos agressivos (hidróxido de sódio e peróxido de hidrogênio, entre outros) e da remoção de impurezas naturais das fibras, os efluentes apresentam elevada contaminação e, por isso, devem obrigatoriamente ser enviadas a um sistema de tratamento para depuração.

2.2 Alveamento

É descrito como um tratamento químico, sendo este um subprocesso também categorizado como primário empregado na descoloração de materiais que se deseje branquear. Já brancos, os artigos podem, ainda, receber um tratamento com óptico, para realce do grau de brancura.

O alveamento é aplicado em materiais de todas as origens, na forma de flocos, fios, tecidos ou malhas e em diversas formas de acondicionamento.

A tendência mundial é utilizar cloro nos processos de alvejamento, em decorrência da possibilidade de formação de compostos organoclorados, porém atualmente o cloro foi substituído pelo peróxido de hidrogênio. Como nos processos de pré-tratamento, os efluentes gerados nessa etapa de produção devem, obrigatoriamente, ser conduzidos ao sistema de tratamento.

2.3 Tingimento

É um processo de beneficiamento secundário de coloração dos substratos têxteis, de forma homogênea, mediante a aplicação de corantes. Como regra geral, divide-se o processo de tingimento em quatro etapas, nas quais ocorrem os seguintes processos de natureza físico-química:

- Migração
- Absorção
- Difusão
- Fixação do corante

As matérias colorantes utilizadas nos processos de tingimento e estampagem são classificadas em dois grandes grupos: corantes e pigmentos em fios, tecidos ou mesmo em peças confeccionadas.

2.4 Lavagem

Os processos de lavação ou lavagem é também um processo secundário, quando forem artigos alvejados ou tingidos, e requerem a utilização de vários produtos químicos auxiliares, como: detergentes, sabões e seqüestrante. Os procedimentos são realizados, normalmente, nos mesmos equipamentos onde ocorrem o alvejamento ou tingimento, ou ainda, em equipamentos especialmente designados para tais tarefas.

Os efluentes provenientes dos processos de lavação, principalmente os banhos, apresentam elevada concentração de poluentes, corantes e produtos auxiliares, os quais devem, obrigatoriamente, ser enviados ao sistema de tratamento.

2.5 Acabamento

Os resíduos desta operação são as emissões gasosas, principalmente quando da queima de gás e eventualmente, os amaciantes que volatilizam durante o processo térmico de secagem.

O acabamento têxtil é o conjunto de operações processadas sobre o substrato já tingido ou estampado e que têm por objetivo melhorar o aspecto, toque e propriedades de uso do produto final, adequando-se ao fim que se destina e com isso agregando a ele mais valor.

O acabamento mais utilizado é a úmido, por meio de vapor. A vaporização ou termofixação são realizadas em rama, em tecidos confeccionados, é feita em prensas ou em moldes com injeção de vapor. Abaixo veremos a quantidade de água utilizada nos processos de beneficiamento a úmido conforme mostra figura1.

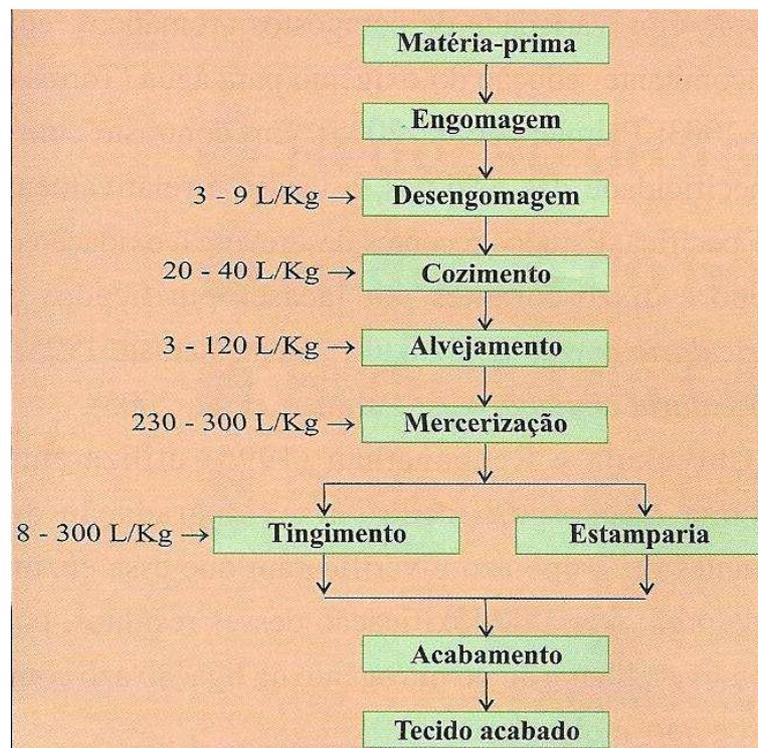


Figura 1 Água utilizada nos processos têxteis a úmido (Química Têxtil nº85).

3 Produto empregado nos tratamentos convencionais

Conforme Freitas (2007) nos processos de pré-tratamento de tecidos de algodão são comumente utilizados produtos químicos tais como: detergentes, bases, ácidos, agentes oxidantes e redutores, que agem nos materiais têxteis retirando impurezas e conferindo a estes absorções de água suficiente para os processos seguintes e em seguida são eliminados nos final dos processos nos efluentes têxteis, gerando impacto negativo ao meio ambiente, além de utilização de grande quantidade de água e energia.

3.1 Hidróxido de Sódio

O hidróxido de sódio (NaOH), também conhecido como soda cáustica, é um hidróxido cáustico usado na indústria (principalmente como uma base química) na fabricação de papel, tecidos, detergentes, alimentos e biodiesel.

Apresenta ocasionalmente uso doméstico para a desobstrução de encanamentos e sumidouros, pois dissolve gorduras e sebos. É altamente corrosivo e pode produzir queimaduras, cicatrizes e cegueira devido à sua elevada reatividade.

Reage de forma exotérmica com a água e é produzido por eletrólise de uma solução aquosa de cloreto de sódio (salmoura), sendo produzido juntamente com o cloro.

3.1.1 Advertências no uso da Soda Cáustica.

- Ingestão: Pode causar danos graves e permanentes ao sistema gastrointestinal.
- Inalação: Irritação com pequenas exposições, danosa ou mortal em altas doses.
- Pele: Perigoso. Os sintomas vão desde irritações leves até úlceras graves.
- Olhos: Perigoso. Podem causar queimaduras e danos na córnea ou conjuntiva.

Abaixo veremos as características gerais do hidróxido de Sódio conforme mostra tabela1. (HANIER)

Tabela 1 – Características gerais do Hidróxido de Sódio

Propriedades	
Geral	
Nome	Hidróxido de Sódio
Outros nomes	Soda cáustica (comercial)
Fórmula química	NaOH
Cor	Sólido branco
Físicas	
Massa molar	39,997 g mol ⁻¹
Ponto de fusão	596 K (323 °C)
Ponto de ebulição	1661 K (1388 °C)
Densidade	2,13 g/cm ³
Solubilidade	100±25 g/100 ml H ₂ O

Fonte Hanier Especialidades Químicas

3.2 Peróxido de Hidrogênio

O peróxido de hidrogênio que, em solução aquosa, é conhecido comercialmente como água oxigenada, é um líquido claro de fórmula química H₂O₂.

Trata-se de um líquido viscoso e poderoso oxidante. É incolor à temperatura ambiente e apresenta característico sabor amargo. Quantidades pequenas de peróxido de hidrogênio gasoso ocorrem naturalmente no ar. O peróxido de hidrogênio é instável e quando perturbado, rapidamente se decompõe em oxigênio e água com liberação de calor. Embora não seja inflamável, é poderoso agente oxidante que pode sofrer combustão espontânea em contato com matéria orgânica ou alguns metais como o cobre ou o bronze.

O peróxido de hidrogênio é encontrado em concentrações baixas (3-9%) em muitos produtos domésticos para uso medicinal e como clareador da roupa e do cabelo. Na indústria, o peróxido de hidrogênio é usado em concentrações mais elevadas para clarear tecidos, pasta de papel, e ainda como combustível para ajuste e correção nas trajetórias e órbitas de satélites artificiais no espaço. Na

área médica é usado como desinfetante ou agente esterilizante em autoclave de plasma. Na área química é usado como componente da espuma de borracha orgânica e outras substâncias químicas. Em outras áreas como na investigação é usado para medir a actividade de algumas enzimas como a catalase.

O peróxido de hidrogênio atua ainda em diversos mecanismos de degradação de aminoácidos (em associação com amino-oxidases), por conta de seu poder oxidante elevado. Tal composto ainda pode atuar na fotossíntese (ciclo do glioxilato), e na síntese de glicose a partir de fontes que não contenham carboidratos (gliconeogênese). Conforme tabela 2 veremos as propriedades gerais do Peróxido de Hidrogênio.

Tabela 2 – Propriedades gerais do Peróxido de Hidrogênio

Peróxido de hidrogênio	
Fórmula estrutural	
	
Geral	
Nome IUPAC	Peróxido de hidrogênio
Nomes usuais	Água oxigenada, peróxido de hidrogênio e dióxido de diidrogênio.
Fórmula química	H ₂ O ₂
Massa molar	34 g/mol
Aparência	Líquido claro
Comportamento de fase	
Ponto de fusão	262 K (-11°C)
Ponto de ebulição	414 K (141°C)
Propriedades líquidas	
Densidade	1,4 g/cm ³
Solubilidade em água	Miscível
Viscosidade	1,245 cP a 20°C
Segurança	

Símbolos de risco	
	
Corrosivo	
Ponto de fulgor	Não inflamável
Ingestão	Problemas sérios, possível morte.
Inalação	Irritação severa. Possível morte.
Unidades do SI são usadas quando possível. Salvo quando especificado o contrário, são considerados condições normais de temperatura e pressão.	

Fonte: Hanier Especialidades Químicas

4 Efluentes gerados pela atividade Industrial Têxtil

A água é um insumo essencial a muitas das atividades econômicas e a gestão deste recurso natural é de suma importância na manutenção de sua oferta em termos de quantidade e qualidade. Atitudes proativas são fundamentais, nesse sentido, pois apesar da aparente abundância de recursos hídricos, sua distribuição natural é irregular nas diferentes regiões do mundo.

Os efluentes lançados tratados ou não, nos corpos da água, provocam alterações em suas características, podendo ser significativas ou não dependendo da intensidade da carga lançada. Podem-se usar como principais efeitos: problemas com o abastecimento público (contaminação microbiológica, variações nas qualidades dos mananciais, produtos químicos e inorgânicos causando alterações como: dureza na cor e no sabor; e o encarecimento do tratamento); comprometimento do abastecimento industrial (limitação para as indústrias e operação e manutenção das caldeiras); problemas na indústria da pesca, na navegação, na agropecuária e na recreação. Informam que na indústria têxtil, a quantidade e a qualidade dos efluentes líquidos dependem de numerosos fatores, dentre os quais:

- Tipo de equipamento usado;
- Substrato têxtil utilizado (fibra, tecido ou malha);
- Tipo e etapa do processo produtivo (sobretudo o tipo de tratamento químico usado no acabamento).

Na indústria têxtil, especificamente os processos de tingimento e acabamento, geram resíduos, classificados segundo a NBR 10004 – Resíduos sólidos – Classificação, como sendo classe I ou II, dentre os inúmeros destacam-se os efluentes líquidos como sendo o de maior volume e impacto desta atividade.

4.1 Norma ABNT NBR 10004 de 2004

Norma que classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, visando um gerenciamento adequado de todos os resíduos.

Seguindo as definições da NBR 10.004, os resíduos são classificados em três classes:

CLASSE I – RESÍDUOS PERIGOSOS: são os resíduos que apresentam características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade;

CLASSE II A – RESÍDUOS NÃO INERTES: são resíduos que podem ter propriedades tais como: biodegradabilidade, combustibilidade e solubilidade em água;

CLASSE II B – RESÍDUOS INERTES: são os resíduos que em testes de solubilização não tiveram nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água.

5 Histórico

De acordo com Cegarra (2000) a utilização das enzimas destaca alguns pontos históricos, que marcaram o seu conhecimento e controle de sua atividade enzimática que hoje se emprega rotineiramente. A atividade catalítica de enzimas tem sido utilizada pelo homem há milhares de anos, em processos tais como fermentação do suco de uva que utilizava o “mosto” para obtenção do vinho, fabricação de queijo que utilizava o “coalho” e pão. No entanto, estas eram apenas aplicações práticas, uma vez que o conhecimento do modo de ação dos catalisadores biológicos só recentemente foi elucidado, precedido por uma série de fatos que culminaram nos conhecimentos para utilização de enzimas em diferentes ramos da atividade humana.

A maceração do linho foi à primeira aplicação biotecnológica no processamento de têxteis. Há mais de 2.000 anos, o crescimento de microrganismos no linho era usado para a separação das fibras dos caules da planta.

Em 1857, quando o extrato do malte foi empregado para eliminar as gomas amiláceas de alguns artigos para estampanaria.

O termo “enzima” foi proposto em 1876 por Wilhelm Friedrich Kuhne com o significado de “fermentos”, derivado das palavras gregas “en” e “zyme”, cujas traduções seriam “em” e “fermentos”, respectivamente. (COSTA, 2011)

Em 1900, German Diaman Co, de Munique, introduziu o Diastafor, que como o extrato de malte, era mais efetivo nas operações de desengomagem de amidos e féculas, evitando o prejuízo que se ocasionavam com os antigos tratamentos ácidos (sulfúrico), que produziam um ataque perigoso sobre a celulose.

Até 1912 o extrato de malte foi à única diástase comercialmente utilizável. A partir de 1919 foram introduzidas no mercado às conhecidas rapidases, com elevado poder de transformação das féculas e amidos em compostos solúveis em água. Em 1952 teve a introdução das amilases para a desengomagem e foram aplicadas no processamento de têxteis até a década de 1980. (CEGARRA, 2000)

No final da década de 1970, descobriu-se que as celulases acrescentavam detergência à lavagem de tecidos e removiam a fibrilação em múltiplas lavagens. Hoje, as celulases são incluídas em muitos detergentes em pó, especialmente aqueles que são ativos na faixa alcalina. Desde então, foi iniciado um estudo profundo para adaptar essas enzimas às condições operacionais que a indústria necessita.

Com isso, a bioengenharia enzimática vem adaptando a configuração dessas enzimas para que possam ser efetivas em diferentes condições de temperatura, pH, presença de eletrólitos e tempo de tratamento. Hoje existem mais de 3000 enzimas isoladas das quais aproximadamente centenas satisfazem as necessidades industriais nesse campo. (FOWLER, 2003)

6 Definição de Enzimas

A enzima surgiu de duas áreas da biotecnologia a genômica e a proteômica, onde a genômica é o estudo das sequências genéticas. O gene contém o código genético sob a forma de sequências de DNA. Cada gene contém as instruções para fazer proteínas, como a enzima. Os métodos genômicos podem ser usados para buscar novas enzimas que desempenhem a mesma função.

As proteínas são polímeros compostos por monômeros de aminoácidos ligados, como as pérolas de um colar. Essa cadeia de aminoácidos se dobra em uma estrutura dimensional que é a proteína ativa. É essa combinação singular de sequência e estrutura que define a função das proteínas.

Como todas as outras proteínas, as enzimas se formam por cadeias longas de aminoácidos, unidos por ligações peptídicas e articulados em estruturas tridimensionais, obtidas através do processo de fermentação de fungos ou bactérias, sendo em sua maioria geneticamente modificada conforme demonstrada na figura 2.

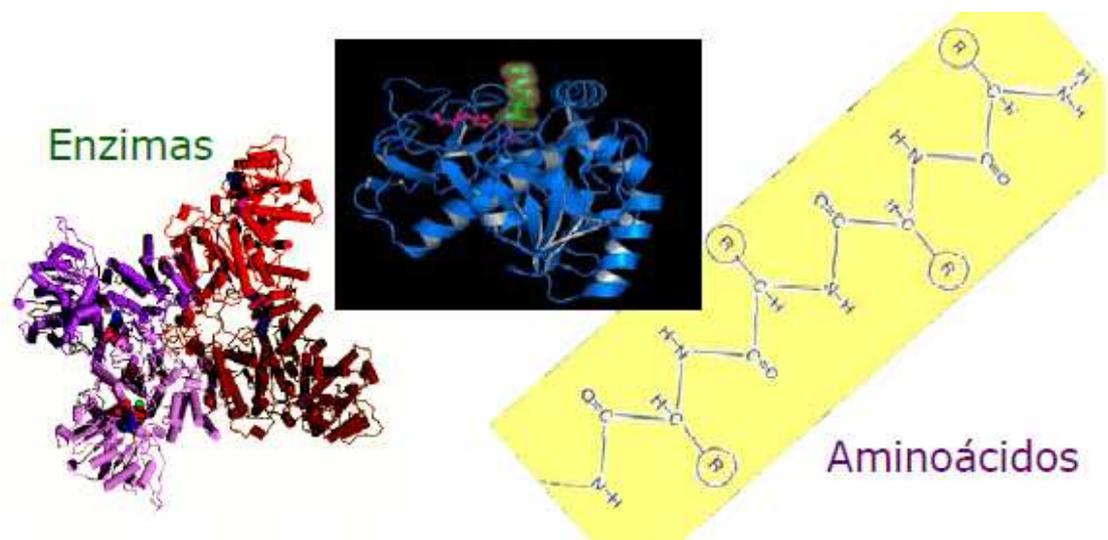


Figura 2 Esquematização de cadeias enzimáticas e de aminoácidos. (GOMES, 2010)

As enzimas são um tipo especial de proteína produzida dentro das células dos organismos vivos. São compostos complexos tridimensionais que convertem nutrientes em energia. Enzimas não são organismos vivos, ou seja, são substâncias naturais.

Portanto, enzimas são substâncias orgânicas, adjuntas a organismos vivos, capazes de modificar a velocidade de reações bioquímicas. Com outras palavras são proteínas compostas de aminoácidos com certo padrão sequencial de definição que atuam como biocatalizadores essenciais para as reações de seres vivos.

Essas cadeias aceleram as reações entre a enzima e um determinado substrato. São fundamentais para a formação e sustentação da vida em todo nível evolutivo, sendo denominadas tecnicamente de catalisadores biológicos.

Um catalisador é uma substância que acelera uma reação química, até torná-la instantânea ou quase instantânea, ao diminuir a energia de ativação. Como catalisadores, as enzimas atuam em pequena quantidade e se recuperam indefinidamente.

Os catalisadores promovem a diminuição da energia de ativação de uma reação. Eles fazem isso segurando a molécula, o substrato, exatamente na posição certa para favorecer a reação, mostram-se altamente eficientes, e quantidades mínimas bastam para promover as reações bioquímicas. Certas enzimas são altamente específicas, outras controlam ampla gama de reações.

Algumas enzimas são capazes de aumentar a taxa de certas reações cerca de 10^{14} vezes, requerem condições extremas de temperatura, pressão e pH. (GOMES,2010)

São subdivididas em categorias de acordo com os compostos sobre as quais agem ou com o tipo de reação que controlam, recebendo em sua maioria o sufixo “ase” em seu nome.

Para que o seu funcionamento ocorra corretamente, as enzimas precisam de certas condições específicas. São ativas numa faixa estreita de pH e sensíveis a mudanças de acidez ou alcalinidade em seu meio ambiente.

Comparadas a reações químicas, agem sob condições relativamente brandas em termos de temperatura e de acidez.

Na maioria dos casos as enzimas podem substituir substâncias químicas sintéticas e contribuir para os processos de produção e gerar benefícios para o meio ambiente, por meio da biodegradabilidade e menor consumo de energia, portanto, são mais específicas em sua ação do que as substâncias químicas sintéticas.

Os processos que empregam enzimas, portanto, produzem menos subprodutos residuais, propiciando a obtenção de produtos de melhor qualidade e diminuindo a probabilidade de poluição.

Na indústria têxtil, nos processos a úmido, o uso de enzimas proporciona a hidrólise de elementos específicos, ou seja, os compostos insolúveis são transformados em produtos solúveis, com isso, mostrou-se uma excelente alternativa para processos têxteis a úmido.

6.1 Áreas que utilizam as enzimas

A fauna, flora e todos os seres vivos dependem da atuação das enzimas, veremos na tabela 3 algumas áreas que utilizam as enzimas.

Tabela 3 Áreas que utilizam as enzimas

Alimentação Animal	Melhor digestão → redução de estrume e gases.
Alimentos	Novos Produtos em laticínios gelatina, carne, pescado, ovos, de nutrição e alimentação infantil.
Amido	Extração de açúcares e xaropes de amidos.
Cerveja	Aumento de produtividade e redução de custos na produção
Couro	Limpeza de peles, reduzindo água, eliminando químicos agressivos.
Detergente	Ingredientes poderosos nos detergentes industriais e domésticos
Óleos e Gorduras	Evita o uso de metilato e etapas do refino em óleos, margarinas.
Panificação	Substituem aditivos e químicos para evitar envelhecimento do pão, melhoram o manuseio e estabilidade da massa.
Papel	Reduzem a quantidade de branqueadores (cloro, H ₂ O ₂).
Têxtil	Desengomagem, Biopurga, Remoção de H ₂ O ₂ , Biopolimento,

Fonte: Novozymes (GOMES, 2010)

7 Mecanismo de reação das enzimas

As enzimas são muito específicas para os seus substratos. Esta especificidade pode ser relativa a apenas um substrato ou a vários substratos ao mesmo tempo.

Esta especificidade se deve a existência, na superfície da enzima, de um local denominado sítio de ligação do substrato. O sítio de ligação do substrato de uma enzima é dado por um arranjo tridimensional especial dos aminoácidos de uma determinada região da molécula, geralmente complementar à molécula do substrato. (ISER,2004)

O sítio ativo é uma cavidade com forma definida, aberta a superfície da molécula globular da enzima, constituídas por grupos de aminoácidos. Essa forma do sítio ativo confere especificidade à catálise enzimática, para ser reconhecido como uma molécula deve ter a forma adequada para acomodar-se no sítio ativo. Demonstrado na figura 3.

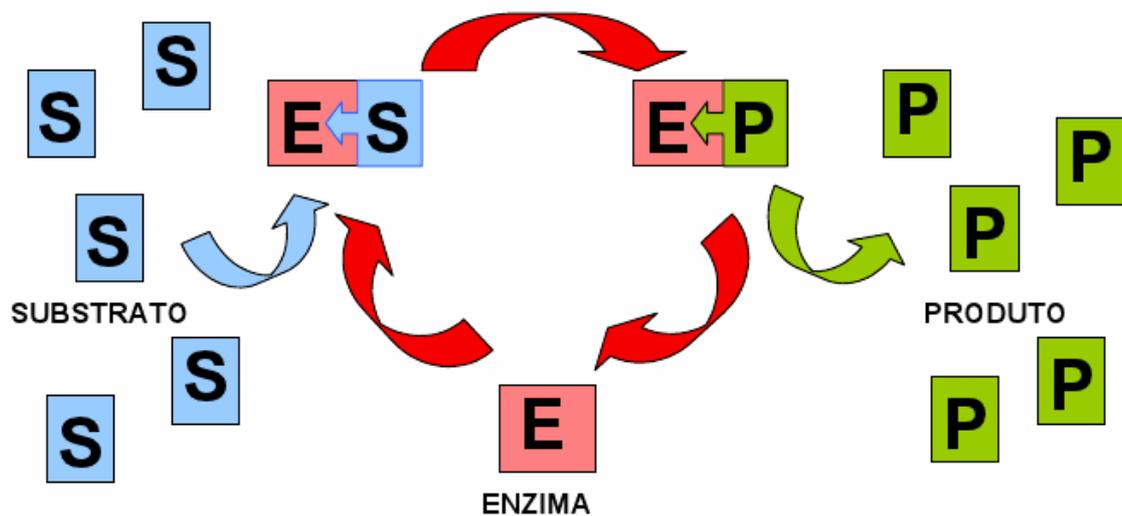


Figura 3 – Complexo fibra/enzima = Fibra transformada + enzima

Os centros ativos das enzimas estabelecem-se ligações intermoleculares com a molécula de substrato, formando-se o complexo enzima-substrato. Assim a molécula é ativada, verificando-se rapidamente mudanças químicas. O estabelecimento de ligações entre a enzima e o substrato é transitório. Ao

terminar a reação libertam-se os produtos formados, ficando a enzima intacta. Essa molécula enzimática pode então atuar sobre outra molécula de substrato, repetindo-se o ciclo até que todo o substrato esteja transformado.

7.1 MODELO CHAVE FECHADURA

Emil Fischer (início do século XX) baseando-se na especificidade da reação enzimática admitiu que o centro ativo de uma enzima tivesse uma determinada estrutura onde apenas podia "encaixar" um tipo de substrato com forma complementar desse centro ativo. O nome pelo qual é conhecido este modelo deve-se à semelhança com uma chave que apenas funciona em determinada fechadura. O substrato corresponderia à chave e o centro ativo da enzima à fechadura. Conforme ilustrado na figura 4.

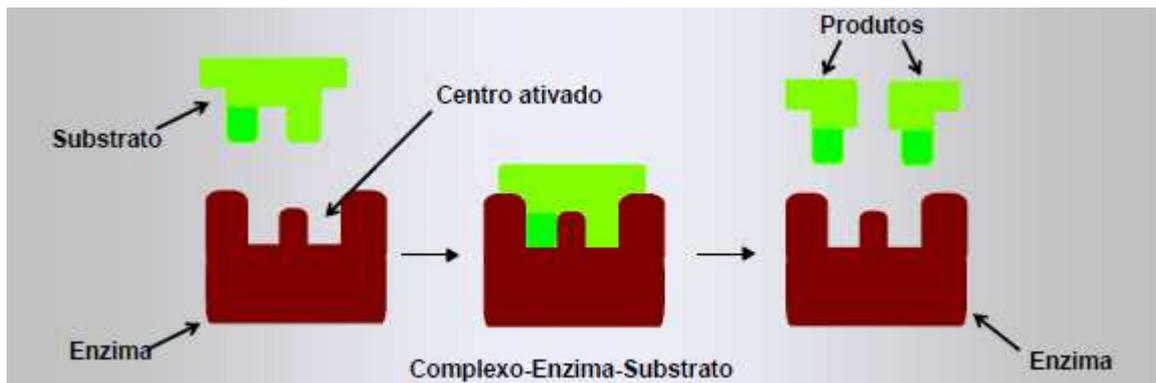


Figura 4 Modelo chave fechadura. (GOMES, 2010)

Muitas enzimas contem fendas com dimensões fixas que permitem a inserção somente de compostos com uma dada configuração. O substrato se ajusta a esse sitio de ligação como uma chave de fechadura. Substancia que não se encaixam na fenda para formar o complexo enzima-substrato, não reagem.

7.2 As etapas de operação da enzima

Segundo Costa (2010) uma enzima passa pelas seguintes etapas para conseguir cumprir com sua incumbência, sendo que as etapas recebem nomes bioquímicos de acordo com a nomenclatura tradicional:

7.2.1 Primeira etapa de aplicação ou “indução”

Trata-se de garantir as condições idôneas de desenvolvimento para uma reação bioquímica e, por esse motivo, deve-se ter o cuidado na seleção das condições de reação como:

- **Efeitos dos sais no meio:** dissolvidos na água, alguns tem efeitos positivos para o seu desenvolvimento, como o cálcio, o magnésio, e o sódio, como também o fazem ao ser humano. Outros pelo contrário, exercem um efeito negativo ao extremo, tanto que são considerados “venenos”, e estes anions são o cádmio, o zinco e o mercúrio. Muitos desses últimos são usados como biocidas em desodorantes.
- **Efeito da temperatura:** todo o ser vivo tem uma temperatura máxima e mínima de sobrevivência, superada a temperatura máxima ou temperatura de desnaturação, a enzima é destruída (pasteurizada). Cada enzima possui sua temperatura de ativação que deve ser respeitada.
- **Efeito do pH:** as reações bioquímicas são muito sensíveis ao meio de reação. Toda enzima possui uma faixa de pH na qual seu rendimento é maior. As reações bioquímicas operam dentro da faixa de 4,5 a 8,5; como regra geral, pode-se afirmar que, ao se trabalhar com uma enzima abaixo de seu pH ideal, ela é desativada e ao fazê-lo acima do ideal sua reação é retardada.
- **Efeitos dos tensoativos:** em alguns casos, as enzimas são aplicadas sobre materiais crus, carentes de absorção de água, pelo que se torna necessária à incorporação de um produto tensoativo com propriedades umectantes. Foram utilizados tensoativos de caráter não iônico, produtos derivados de álcoois poliglicólicos etoxilados com óxido de etileno em vários graus estequiométricos, com a intenção de combinar uma boa detergência com excelentes propriedades de umectação acopladas à função de desaerante e agentes de fluidez de banho. O uso de tensoativos não iônicos garante uma total eficácia das enzimas, pois os detergentes de caráter aniônico, como os dodecilbenzenos sulfonados, os álcoois sulfatados ou mesmo os poliglicólicos etoxilados sulfatados, tendem a

reagir com os sítios reativos das enzimas, reduzindo sua atividade sobre a substância com a qual deveria reagir. Essa combinação favorece uma boa igualização tintorial dos tecidos. Como resultado, somente podem ser usados os tensoativos fosfínicos e não iônicos juntamente com enzimas.

- **Efeito dos produtos complexantes:** os compostos desativadores de metais a base de produtos amino carboxílicos atacam os metais que causam efeitos positivos para as enzimas.

7.2.2 Segunda etapa ou “digestão”

Os parâmetros que reagem toda reação, química ou bioquímica são:

- **Concentração:** a quantidade de enzima a ser utilizada depende de sua atividade e está definida como a quantidade de produto digerido por unidade de tempo e sob as condições idôneas para a estrutura química de uma determinada enzima em particular. Cada fabricante de enzima tem seu próprio método para determinar sua atividade, pelo que é melhor atender suas recomendações.
- **Temperatura:** a temperatura proporciona a energia necessária para a reação e, como regra geral, conforme se aumenta a temperatura em dez graus, se encurta o tempo de reação pela metade. O mesmo se aplica no caso das enzimas, mas não devemos superar a temperatura de desnaturação.
- **Tempo:** a duração do processo determina a produção e, através desta, a eficiência de um processo, motivo pelo qual quase sempre buscamos encurtar o tempo de permanência do artigo na máquina.

7.2.3 Terceira etapa ou eliminação dos produtos resultantes

Os parâmetros anteriores voltam a ter vigência, mas desde a óptica de um processo de saída dos contaminantes do substrato, e esta etapa é governada pelos seguintes parâmetros:

- **Concentração:** a máxima no banho de lavagem, a relação de banho da máquina deverá ser aumentada nesta etapa.

- **Temperatura:** a máxima, superando, inclusive, a temperatura de desnaturação com o duplo propósito de desativar a enzima e aumentar a solubilidade dos produtos resultantes.
- **Tempo:** não sofre nenhuma alteração nas exigências anteriores para a digestão

8 Características das Enzimas

Antes do fio ou tecido de algodão possa ser tingido, ele passa por várias etapas no processo têxtil. Uma etapa importante é a lavagem para a eliminação total ou parcial dos componentes não celulósicos encontrados no algodão nativo que se encontram intimamente integradas com a cutícula, bem como impurezas como lubrificantes de máquinas e de engomagem.

Essa lavagem, que utiliza produtos químicos altamente alcalinos como o hidróxido de sódio, produz no tecido uma elevada hidrofiliabilidade permitindo que ele seja branqueado e tingido com sucesso. O inconveniente desses produtos químicos ao removerem as impurezas é o ataque à celulose, reduzindo a resistência do tecido e o peso.

Veremos a seguir algumas enzimas empregadas nos processos têxteis e suas funcionalidades:

8.1 Amilase

Segundo Freitas (2007) as amilases utilizadas na indústria têxtil servem para degradar o substrato amido (goma) através do processo de desengomagem enzimática. São classificadas conforme a estabilidade térmica em amilases de baixa ou alta temperatura. As amilases de baixa temperatura (50 a 70°C) são utilizadas em instalações industriais onde existe limitação de água quente ou problema de encolhimento. Amilases de alta temperatura (70 a 105°C) são empregadas em tratamentos contínuos de impregnação-vaporização, onde a frequência de temperatura excede 100°C.

8.2 Catalase

Degrada e decompõe o substrato peróxido de hidrogênio (água oxigenada) permitindo um melhor rendimento no processo de tingimento.

A presença de peróxido de hidrogênio residual afeta as operações de tingimento, pois alguns corantes, principalmente os reativos, são sensíveis a agentes oxidantes. Mesmo em pequenas quantidades, o peróxido pode causar

riscos de oxidação do corante, reduzindo seu rendimento e alterando a cor, por isso deverá ser eliminado. (FREITAS,2007)

O peróxido pode ser eliminado utilizando-se a enzima á temperatura de 20 a 50°C, numa faixa de pH entre 6 á 10 num tempo de 10 a 20 minutos. Após o tratamento o tingimento pode ser conduzido no mesmo banho. A enzima catalase transforma o peróxido em oxigênio molecular e água e não afeta com isso as fibras e nem os corantes.

8.3 Lacase

Degrada e decompõe o substrato índigo (corante), sem atacar a celulose. Usada em Lavanderia.

As lacases são enzimas contendo cobre que oxidam uma variedade de compostos fenólicos e aminas aromáticas, com concomitante redução do oxigênio molecular (acceptor de elétrons) á água.

Essas enzimas possuem ampla especificidade ao substrato. As moléculas de cobre presentes na lacase são geralmente coordenadas pelos resíduos de histidina, leucina e cisteína. Está enzima contém quatro íons de cobre: um T1, um T2 e dois T3.

O centro de cobre T1 é envolvido na oxidação de redução do substrato e na geração dos elétrons que são transferidos novamente aos centros de cobre T2 e T3. Os centros de cobre T2 e T3 formam um sítio agrupado trinuclear de cobre que é envolvido na ligação do oxigênio durante sua redução á água.

O resíduo proveniente dos efluentes líquidos contém corantes sintéticos que não se fixaram as fibras têxteis no processo de tingimento, com isso causam impactos ambientais, apresentando alto grau de toxicidade. A catalase ajuda na degradação desses compostos.

8.4 Pectinase

Conforme Aragão (2010) a pectinase degrada a pectina contida na fibra do algodão sem danificar a celulose, efetuando o processo de purga (preparação do tecido).

As pectinases são utilizadas na biopurga da fibra natural do algodão e tem como finalidade principal eliminar os compostos que dificultam e prejudicam o processo tintorial, como graxa, pectinas, hemiceluloses e sais minerais e também as impurezas de industrialização, como lubrificantes e gomas de tecelagem.

Este processo promoverá ao algodão excelentes características de molhabilidade, facilitando os processos subsequentes, como pré-alveamento, mercerização, tingimento, estamparia e acabamento.

A pectina é o maior componente da parede celular. Esses polissacarídeos podem ser degradados por enzimas pectinas, denominadas pectinases e podem ser classificadas em enzimas desesterificantes e despolimerizantes.

As pectinases são importantes enzimas industriais, utilizadas principalmente para aumentar a eficiência de filtração e clarificação de sucos de frutas. Na maceração, liquefação e extração de tecidos vegetais, podem ser responsáveis pela patogênese em plantas.

São produzidas por fungos *Aspergillus SP.* Atualmente, o processo de preparação biológica do algodão utiliza enzimas pectinases para a degradação da parede da matrix de pectina contida na primeira camada da fibra. Poderosa goma biológica é constituída por ácido poligalactúrico que, em quase sua totalidade em sais de cálcio, magnésio ou ferro durante o crescimento da planta. Demonstrado conforme figura 5.

A maioria desses sais insolúveis de pectinas serve para aglutinar as graxas, proteínas e ceras na primeira camada da fibra de algodão em um matrix, formando a proteção da fibra durante o seu crescimento. Hidrolisar a pectina na primeira camada torna-se uma condição essencial para romper superficialmente essa proteção, abrindo espaço para liberação de outros elementos que favorecem a absorção de água sem danificar a estrutura da celulose.

Enzimas pectate lyase alcalinas são enzimas pectinases que degradam a pectina contida na fibra celulósica na primeira camada, entretanto, não são todas as pectinases que apresentam a facilidade de hidrolisar a pectina. As pectinases mais indicadas para essa função são aquelas que atuam em baixa alcalinidade, no entanto, muitas enzimas pectinases não são viáveis comercialmente.

O uso de pectinases em conjunto com amilases, lipases, celulases e outras enzimas celulolíticas para remover agentes engomantes tem diminuído o uso de químicos severos na indústria têxtil, resultando na diminuição do descarte de resíduos químicos para o ambiente, aumentando a segurança das condições de trabalho para os trabalhadores e a qualidade do tecido.

As enzimas pectinases podem ser classificadas conforme o substrato preferido, ação ou quebra de ligação. As concentrações de cera, açúcar e metal presentes na fibra são essencialmente inalteradas durante o processamento. Esses materiais estão ligados à superfície primária, podendo afetar, coletivo ou individualmente as propriedades físicas das fibras e o desempenho e qualidade do tecido processado posteriormente.

Portanto, as enzimas utilizadas na preparação enzimática ou biopurga são selecionadas com base no seu pH e temperatura compatível, levando em conta o tempo requerido, a qualidade do produto final, a absorvância de água, a alvura e a pectina residual.

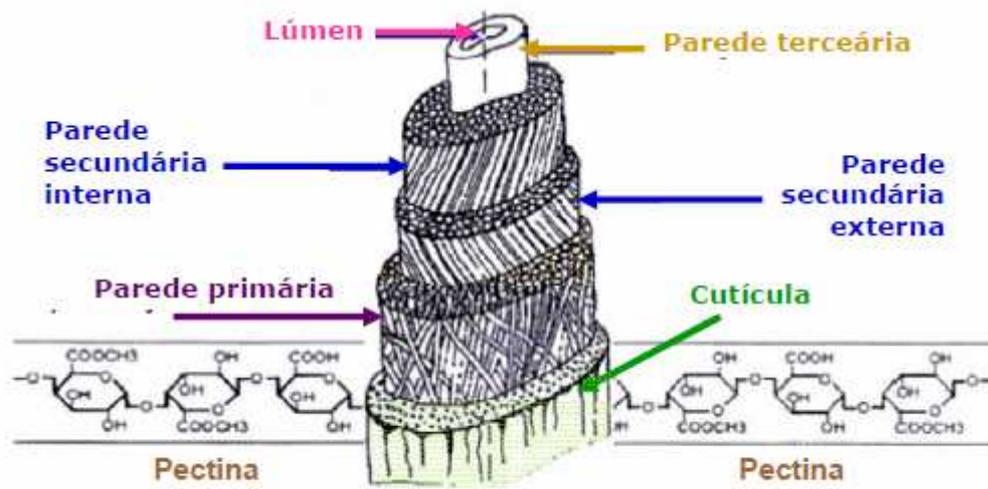


Figura 5 Interação fibra de algodão e enzima pectinase. (GOMES, 2010)

8.5 Celulase

“Degrada o substrato celulose (algodão, rami, linho, etc.), promovendo uma grande variedade de acabamentos e “looks”, principalmente em jeans”. (GOMES, 2010)

Segundo Aragão (2010) as enzimas celulasas auxiliam a degradação da celulose por um processo de hidrólise, causando a perda de massa e diminuindo o grau de polimerização e conseqüentemente a perda da resistência á tração dos tecidos tratados. Por isso se faz necessário o conhecimento e controle de todos os parâmetros, para evitar tratamentos excessivos ou indevidamente controlados que ocasionem severos danos aos tecidos e, portanto prejuízos econômicos.

A coleção das celulasas livres e/ou complexos multicomponentes é chamado celulosomas. Em termos de seus mecanismos de reação catalítica, as celulasas assemelham-se a outras hidrolases glicosídicas tais como: lisozimas e amilases. Embora diferenças sutis também sejam igualmente verificadas nas especificidades das enzimas celulasas nas propriedades macroscópicas do substrato.

Normalmente, as composições enzimáticas contêm múltiplos elementos enzimáticos com o objetivo de eliminar ou amenizar os efeitos indesejáveis no processo de biopolimento.

As exoglucanases são ativas na celulose cristalina. Hidrolisam a celulose das extremidades das cadeias produzindo polímeros de glicose de baixo peso. As endocelulasas ou endoglucanases (EG) promovem a quebra aleatória das cadeias de celulose nas partes amorfas (região interna) da celulose e diminuem o comprimento das cadeias de celulose, ou seja, o grau de polimerização do substrato. São mais ativas nas regiões menos cristalinas da celulose. Em muitas aplicações da EG tem sido prejudicial à resistência das fibras. As exocelulasas ou celobiohidrolases (CBH) liberam a celobiose das extremidades do polímero com o grupo final não redutor e podem também atuar em celulose cristalina. A celobiase hidrolisa a celobiose á glicose. Ela pode ter um efeito destrutivo em artigos têxteis porque ela remove a celobiose que inibe as reações da degradação de celulose.

As celuloses têm o seu aumento na indústria têxtil, principalmente no acabamento (como bioestonagem e biopolimento) e lavação, para a remoção de microfibrilas salientes dos tecidos de algodão, depois de vários ciclos de lavação, e para a reconstituição da maciez e brilho da cor nos tecidos de algodão. Essas fibras são compostas basicamente de celulose, constituindo material não biodegradável, tornando-se, por isso, um problema para o tratamento de efluente. Nestes processos será sempre empregada forte ação mecânica nos tecidos. O nível de agitação mecânica aumenta a perda de peso do tecido e afeta diferentemente as atividades relativas da EG e CBH na mistura bruta total. Está é a chave para o entendimento dos mecanismos que os efeitos realizados pelas celulasas são obtidos.

Dentre os microorganismos, cujo sistema da celulase foi estudado: fungos aeróbicos, aeróbios termofílicos, fungos anaeróbios mesofílicos, bactérias aeróbias mesofílicas e termofílicas, os termofílicos celulolíticos são os mais interessantes, pois as celulasas são geralmente estáveis sob uma variedade de condições severas incluindo pH altamente ácido e alcalino, bem como temperaturas superiores a 90°C. As celulasas mais estudadas e usadas são produzidas por fungos como *Aspergillus niger*, *Hemicella insolens*, *Penicillium funiculosum* e *Trichoderma* são enzimas extracelulares, o que facilita a obtenção industrial por fermentação.

As enzimas ácidas (pH 4,5-5,0) podem ser aplicadas com eficiência em equipamentos de baixa ação mecânica

Nos artigos mais sensíveis, em que a atuação enzimática deverá ser amigável e a agressividade reduzida, recomenda-se trabalhar com enzimas em pH mais próximo ao neutro.

“A adição de celulasas totais ao banho de purga tem demonstrado o aumento da eficiência das pectinases. Acredita-se que as celulasas eliminam as indesejáveis impurezas pela hidrólise da celulase subjacente, porém a esse mecanismo, o dano típico das celulasas às fibras poderá ocorrer”. (BERGER, 2006)

9 Produção das enzimas.

As enzimas são extraídas de microorganismos, plantas ou tecidos animais. Sua produção pode ser aumentada pela transferência das informações genéticas para um microorganismo hospedeiro conhecido por meio de técnicas de DNA recombinante. Esses microorganismos geneticamente modificados podem então ser cultivados sob as melhores condições. Ilustrado na figura 6.

As enzimas industriais são produzidas por microorganismos através da fermentação.

“As enzimas utilizadas em processos são apresentadas em estado “puro” ou em formulações enzimáticas. Entende-se por formulações enzimáticas, líquidas ou sólidas aquelas que contêm a quantidade correta de uma ou mais enzimas, com uma mistura de químicos auxiliares que permitam obter o efeito desejado com a melhor qualidade e o melhor custo possível”. (ARAGÃO, 2010)



Figura 6 Processo de fabricação das enzimas. (GOMES, 2010)

10 Recomendações para o manuseio das enzimas

Conforme Peter Manfred Iser (2004) as enzimas necessitam de certos cuidados para a sua estocagem, manuseio e aplicação:

10.1 Estocagem:

- Temperaturas altas de estocagem conduzem a destruição das enzimas
- Radiação solar direta conduz a destruição das enzimas

10.2 Manuseio:

- Estocagem preferencialmente a temperaturas baixas. Esta exigência é quase impossível de se realizar em localidades de clima tropical. Esta indicação tende a ressaltar única e exclusivamente ao usuário que a temperatura de estocagem deve ser baixa. O fabricante de enzimas deve, de acordo com o produto, trabalhar em locais climatizados.
- Evitar o manuseio de embalagens sujas
- Embalagens abertas devem ser consumidas rapidamente
- Não misturar com ácidos, álcalis e outras substâncias químicas.

10.3 Aplicação:

- Respeitar o emprego da temperatura indicada; se evitando da utilização de vapor direto para o aquecimento (sobre aquecimento localizado), caso não seja possível então trabalhar aquecendo lentamente.
- Respeitar a especificação quanto ao valor de pH
- Evitar a utilização de produtos aniônicos e catiônicos: veneno
- Evitar a utilização de complexantes fortes, veneno enzimático.
- Fungicidas, pesticidas podem agir como veneno enzimático
- Substâncias conservantes podem agir como veneno enzimático

11 Substrato algodão

O substrato do qual trataremos será o algodão e em especial suas impurezas, as quais deverão ser eliminadas com a finalidade de se obter boa hidrofiliabilidade para os processos posteriores.

A fibra do algodão é extraída da flor de um vegetal.

O algodão é composto de:

Pluma = 36%

Caroço = 58%

Impurezas = 6%

O algodão contém impurezas tais como ceras, pectinas, ácidos orgânicos, proteínas, polissacarídeos não celulósicos e cinzas, como também certas proporção de substâncias lignificadas. A quantidade total de impurezas depende da origem do algodão e da maturidade das fibras.

De acordo com Freitas (2007) assim como frutas que podem ser colhidas antes da hora – verdes – ou podem ser colhidas no momento certo para o consumo – maduras - o algodão também sofre com essas variantes. Se colhido antes de seu período de maturação o algodão terá fibras verdes e se caracterizará por ter muitas torções e apresentar um lúmen pronunciado. Se for colhido em hora apropriado suas fibras são chamadas de maduras e caracterizam-se por ter menos torções e um lúmen reduzido.

11.1 Estrutura da fibra do algodão

A fibra de algodão se compõe de três camadas. Começando do seu interior, a parte principal (cerca de 90%) é a parede celular secundária que consiste quase que inteiramente em celulose pura (parte principal da fibra), que é cercada de uma parede celular primária rica em proteína e pectina. A cutícula na parte externa é rica em cera, entre outras substâncias. Conforme demonstrado na figura 7.

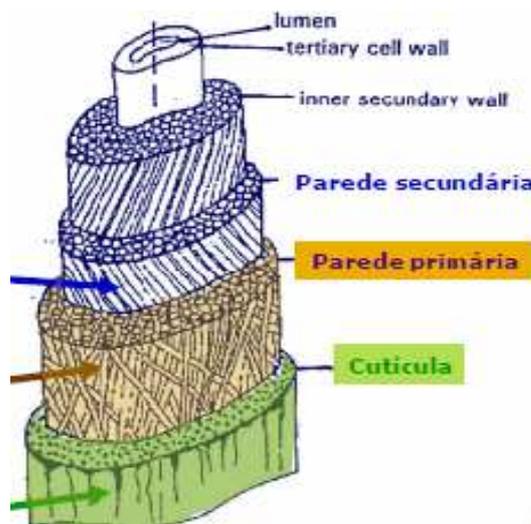


Figura 7 Estrutura da fibra do algodão. (GOMES, 2010)

11.2 Composição química do algodão

94,0% Celulose

2,2% Proteínas e outras substâncias pépticas

1,7% Ceras, Ácidos e Açúcares.

1,2% Cinzas

0,9% Não dosados

São encontrados macronutrientes e micronutrientes como:

Nitrogênio, Ferro, Potássio, Cálcio, Magnésio, Enxofre.

Manganês, Cobre, Zinco, Molibdênio.

As ceras que constituem aproximadamente 0,4 a 1,7 % do peso do algodão são as mais difíceis de serem eliminadas. Essas ceras são substâncias muito complexas, compostas por um ou mais álcool de altos pesos moleculares e ácidos graxos livres ou esterificados. (LU, 2007). Também se acredita que estes estejam ligados quimicamente à celulose ou pectina, ou alternativamente a proteínas residuais.

As proteínas do algodão, por sua vez, são resíduos protoplasmáticos e, segundo se acredita, causam a coloração do algodão.

A remoção das impurezas durante a purga é necessário para obter uma boa umectação do material para o posterior tingimento. O maior obstáculo para a umectação são as ceras. Tradicionalmente, o processo de purga era realizado mediante a ebulição com hidróxido de sódio, utilizando grandes quantidades de água e energia nos quais criam problemas ambientais, com isso, o efluente alcalino requeria tratamento especial.

Devido à especificidade e as condições moderadas de reação, as enzimas são ferramentas potenciais para remover as impurezas do algodão. Fez-se um estudo com diferentes enzimas para a biopurga. Tanto as celulasas e pectinases melhoraram a umectação do algodão.

Durante o descaroçamento da pluma de algodão permanecem alguns fragmentos de sementes e cascas que são conhecidos como piolhos. A presença destes nas fibras de algodão limita e causam muitos problemas à qualidade dos artigos tintos, principalmente defeitos relacionados ao tingimento uniforme. Portanto, para se obter produtos de qualidade, essas impurezas (presentes na fibra e piolho) devem ser removidas antes da tinturaria e do acabamento.

12 Processo ecológico para o beneficiamento do algodão

“Ao longo de todo o processamento têxtil buscam-se tudo que seja o mais econômico possível, que seja amigável para o meio ambiente e, além disso, que se economize água, energia e tempo. As enzimas têm características que permitem trabalhar sob condições suaves e com alta eficiência, pois oferecem muitas soluções para as necessidades citadas”. (AUGUSTO, 2007)

As enzimas estão sendo aplicadas, mesmo que seja de uma forma mínima, em todas as etapas do processo têxtil, começando com o pré-tratamento, alvejamento, tingimento e até acabamento, como também no tratamento de efluentes. (FREITAS, 2007). Em alguns casos o processo enzimático virou até uma rotina, enquanto que, em outros casos, ainda não foram industrializados devido às técnicas de aplicação ou ao custo elevado. Um exemplo é a biopurga, que é um processo onde se utiliza a pectinase e celulase onde se trabalha sobre as impurezas não celulósicas do algodão.

O uso de enzimas num fluxo normal de uma produção conforme mostra a figura 8.

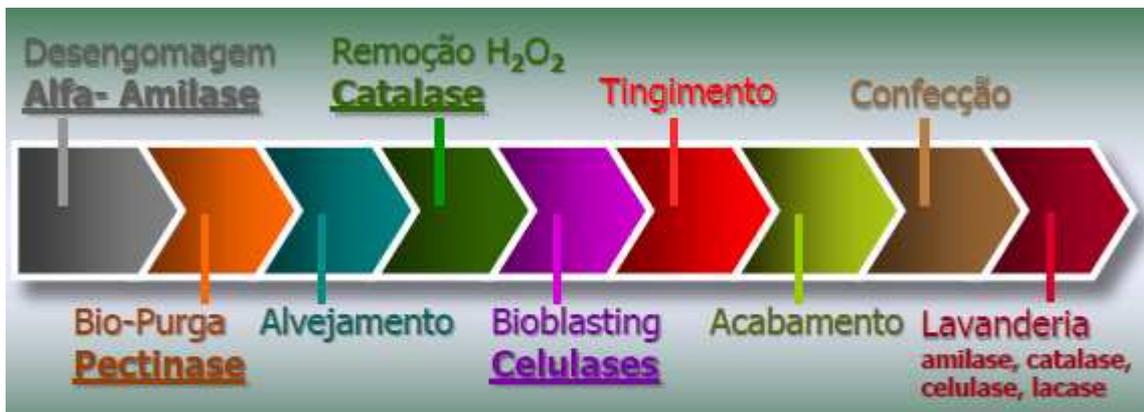


Figura 8 Fluxo de produção utilizando-se as enzimas. (GOMES, 2010)

12.1 Desengomagem Enzimática

Para impedir que o fio se rompa na tecelagem, os fios são engomados. Após a formação do tecido esta goma deverá ser removida. Para se evitar os danos causados pela desengomagem com ácidos ou agentes oxidantes como persulfatos (de sódio, amônio ou potássio) ou peróxido de hidrogênio, em meio

fortemente alcalino a altas temperaturas, causando a redução da resistência dos tecidos devido à degradação da fibra, são utilizadas amilases para a remoção da goma de amido. A desengomagem enzimática depende do teor de amilase, temperatura, pH e condições de lavagem no final do processo.

12.2 Biopurga (processo ecológico)

Comparado com o processo tradicional alcalino de preparação a ebulição, o processo enzimático possui várias vantagens. Economiza-se tempo e água pela redução dos ciclos de lavagem, economiza-se energia devido à baixa temperatura do tratamento, que é realizado entre 50 e 60°C, o que permitirá uma menor perda de peso do material e uma menor DBO e DQO nos efluentes.

Além disso, obtém-se um toque mais suave devido à remoção durante o tratamento das impurezas que ajudam estas características, coisa que é improvável no tratamento alcalino.

A remoção das impurezas durante a biopurga é necessária para se obter uma boa umectação do material para o posterior alveamento ou tingimento. Tradicionalmente o processo de purga era realizado mediante a ebulição, com grandes concentrações de hidróxido de sódio e surfactantes para a remoção das ceras e as hemiceluloses na parede primária do algodão, utilizando-se assim de grandes quantidades de água e energia, as quais criavam-se muitos problemas ambientais. O efluente alcalino requeria tratamento especial.

Devido à especificidade e as condições moderadas da reação, as enzimas são ferramentas potenciais para a remoção das impurezas do algodão. Com a utilização destas enzimas constatou-se que é possível reduzir a quantidade de pectina residual, nos tecidos de algodão, a níveis baixos o suficiente para obter excelentes propriedades de umectação e tingimento no tecido.

12.3 Bioestonagem

O denim é um tecido plano de algodão, com o urdume tinto com índigo e a trama crua. É um material extremamente firme e durável, mas duro e desconfortável para o uso enquanto novo, por isso são realizadas lavagens sucessivas, com a adição de pedras-pomes, para conferir maciez e conforto além

de aspecto gasto e desbotado aos jeans. Este processo é chamado de estonagem.

A biolavagem veio para substituir parcialmente ou totalmente as pedras-pomes por enzimas celulases, sem expelir poeira residual e causar problemas de abrasão na máquina.

O uso das celulases confere o aspecto desbotado, diminui a resistência á flexão, tornando o uso dos artigos mais agradável inclusive melhorando o toque.

12.4 Bioacabamento

A utilização de enzimas no processo de acabamento produz artigos têxteis com melhor conforto ao uso como: maciez ao toque, diminuição do peso do tecido, reduzida tendência de formação de bolinhas – *pilling* e aumento do brilho. O principal problema na utilização de enzimas no processo de acabamento é a sua seleção adequada.

Um dos principais objetivos do processo do bioacabamento é eliminar as microfibrilas superficiais da fibra do algodão pela ação dos componentes da enzima celulase, conferindo-lhes uma superfície mais limpa, toque mais suave, maior luminosidade nas cores dos artigos e maior resistência ao *pilling*.

13 Análises das enzimas

13.1 Experimental

13.1.1 Materiais utilizados

Baguetas de polipropileno ou vidro

Colher de plástico ou espátula

Tesoura

Becker

Substrato algodão

Recipiente de vidro

Proveta

Pipetas

13.1.2 Equipamentos utilizados

Aparelho de lavagem *Washetest*

Aparelho de tingimento HT

Balança semi-analítica e analítica

Estufa

Ebulidor

Foulard

13.1.3 Reagentes e produtos utilizados

Soda Caústica 50° Be

Água Oxigenada 200 vol.

Acido Acético

Produtos Auxiliares (tensoativos, sequestrantes).

Cloreto de Sódio

Carbonato de Sódio

Corantes conforme descrito na receita

Enzimas: Pectinase e Celulase

Água de rede pública de abastecimento

13.2 Experiências

13.2.1 Determinação da Avaliação da Capilaridade e Purga (baseado na norma JISL 1004)

Purga visa à eliminação das gorduras, ceras, resinas e demais impurezas naturais do algodão ou fibras naturais. O seu principal objetivo é oferecer ao substrato hidrofiliidade suficiente para que este possa ser processado no beneficiamento.

Procedimento:

Preparou-se as soluções dos produtos com as concentrações descritas na receita.

Cortou-se as amostras do substrato no peso de 10gr.

Utilizou-se relação de banho 1:15.

Tratou-se as amostras no aparelho *washetest* e/ou HT na temperatura descrita conforme receita e gráfico.

Enxagou-se as amostras com água de rede conforme receita.

Espremer no *foulard* e secar em temperatura ambiente ou conforme receita.

Demarcar a (s) amostra (s) com o carimbo graduado (padrão 20 cm);

Cortar a (s) amostra (s), junto à marcação do carimbo, deixando um espaço livre para colocar um clipe antes da marcação de número 1 e identificá-las.

Pendurar as amostras em teste já carimbada no suporte mergulhando-as na solução de corante de maneira que o clipe fique escondido (imerso) e que todas as amostras tenham o mesmo comprimento. Conforme figura 9.



Figura 9 - Amostras mergulhadas em corante, teste de capilaridade.

Acionar o cronômetro assim que as amostras estiverem mergulhadas na solução.

Anotar a subida do nível do corante com 1 minuto e 5 minutos, conforme escala do carimbo.

13.3 Tingimento

Proporciona cor aos substratos mediante os corantes ou pigmentos por uma seleção de acordo com exigência ou finalidade em questão. A finalidade em questão deste tingimento é poder observar se haverá diferença de tonalidade de cor em um tecido cru, tecido com purga convencional e com purga ecológica.

Procedimento:

Preparou-se as soluções dos corantes nas concentrações de 1/100 ou 1/1000

Preparou-se as soluções dos produtos auxiliares descritos na receita, utilizando soluções a 10%.

Preparou-se o substrato no peso de 10gr

Pipetou-se as soluções dos corantes e auxiliares nas canecas do equipamento

Tingiu-se o no aparelho HT, conforme receita e seguir o gráfico.

Retirou-se as amostras das canecas

Lavou-se com uma água fria durante 5 minutos

Lavou-se com uma água fria com 1g/l de ácido acético 5 minutos

Lavou-se com uma água a 70°C 5 minutos

Lavou-se com uma água a 70° com 1g/l de SF6086 10 minutos

Espremeu-se e secou-se em estufa

13.4 Resultados e Discussões

13.4.1 Determinação da avaliação da capilaridade e purga (baseado na norma JISL 1004)

Tabela 4 - Quantidades de produtos utilizados nos ensaios de purgas e capilaridade

Produtos	Receita1(cru)	Receita2(alvej)	Receita3(enz)	Unid
Em 8008	Tecido Cru CO 100%	0,5	0,5	g/l
DPFE 5061		0,5	0,5	g/l
Pectinase		-	2,0	g/l
Celulase		-	1,0	g/l
Soda Caústica		3,0	-	g/l
Peróxido de Hidrogênio		1,5	-	g/l

Processo referente à receita 2

Tratou-se 30 minutos a 95°C.

Equipamento HT

Lavar uma água 70°C com 1g/l de ácido acético durante 10 minutos

Lavar uma água 70°C durante 10 minutos

Lavar uma água fria durante 5 minutos

Espremer em *foulard* e secar

Processo referente à receita 3

Tratou-se 20 minutos a 60°C.

Equipamento *washetest*

Lavar uma água fria durante 5 minutos

Espremer no *foulard* e secar

Tabela 5 - Capilaridade

Tempo	Receita 1	Receita2	Receita3	Unid
1 min	0	0.5	0.3	Cm
5 min	0	2.2	2.8	Cm

A tabela 5 demonstra os resultados em cm da coluna de corantes no ensaio de capilaridade nos tecidos tratados conforme a tabela 4, nos tempos de 1 e 5 min.

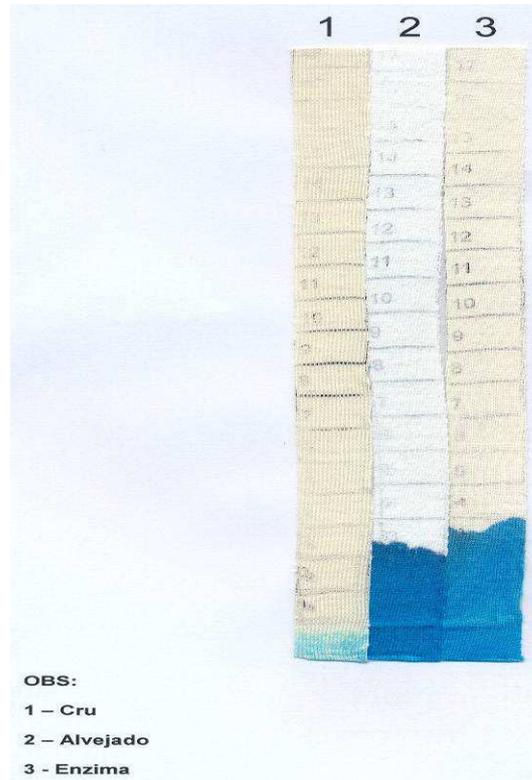


Figura 10 - Resultados dos ensaios de capilaridade conforme tab. 5 + 4

Remoção de impurezas - Purga



Figura 11 - Resultados dos ensaios de purga conforme tabela 4

Verificou-se que o grau de branco do tecido purgado com enzimas ficou inferior a do alvejado como mostra na figura 11, porém, a capilaridade como mostra na figura 10 ficou superior a do alvejado, ou seja, as impurezas foram

eliminadas tornando o tecido hidrófobo. Tanto na capilaridade como na remoção de impurezas o tecido cru obteve resultados não satisfatórios, pois não foram removidas as ceras, graxas e impurezas contidas no algodão.

13.4.2 Tingimento

Tabela 6 referente à quantidade de produto utilizado no ensaio de tingimento.

	PROD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	UND.
A	TS 1092 CONC	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	g/l
	CP 3023	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	g/l
	VERM. REM. RGB	1,0	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	%
	AZUL REM. RGB	-	-	1,0	3,0	-	-	-	-	-	-	%
	AMAR. REM. RNL	-	-	-	-	1,0	3,0	-	-	-	-	%
	TURQ. REM. G	-	-	-	-	-	-	1,0	3,0	-	-	%
	PRETO INT. REM. N	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	3,0	%
B	CLORETO DE SÓDIO	40,0	60,0	40,0	60,0	40,0	60,0	40,0	60,0	40,0	60,0	g/l
C	BARRILHA	15,0	20,0	15,0	20,0	15,0	20,0	15,0	20,0	15,0	20,0	g/l

Procedimento:

Tingiram-se as amostras 60°C durante 40 minutos

Equipamento HT, conforme gráfico abaixo.

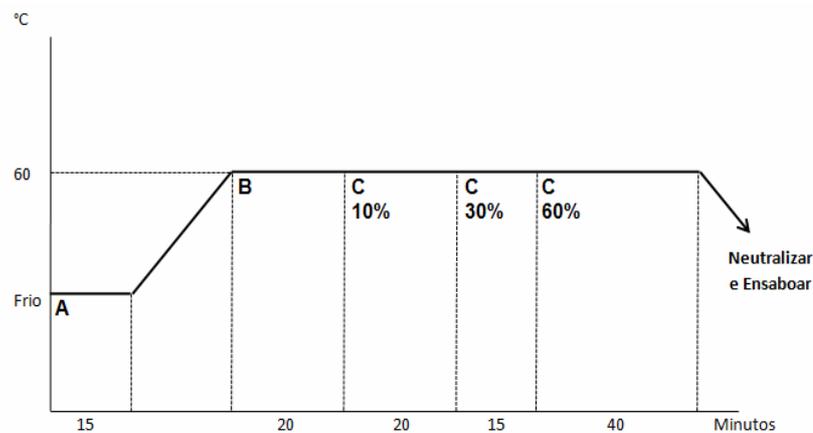


Figura 12 Gráfico de tingimento, conforme tabela 6.

Processo:

Conforme figura 12 começa com a adição dos produtos A a frio e deixa rodar 15 minutos. Subir a temperatura para 60°C e dosar o produto B deixar por mais 20 min. Dosar o produto C em três etapas sendo 10%, 30% e 60% e deixar no patamar por mais 40 min, em seguida neutralizar e ensaboar conforme item 13.3.

Os tecidos utilizados para o tingimento foram os que foram tratados conforme tabela 4, sendo o cru, alvejado e com purga enzimática. A seguir iremos analisar o poder de absorção do corante em relação aos diferentes tipos de purga.

O tecido alvejado sempre irá servir de parâmetro para os comparativos entre o cru e purgado com enzimas, pois ele é o processo convencional utilizado pelas empresas.

É aceitável para os parâmetros da análise do espectro no mínimo que a cor seja absorvida 80%.

Receita 1 conforme tab6: Vermelho Remazol RGB 1%



Figura 13 Tingimento comparativo entre o tecido cru e o alvejado

Análises em Espectrofotômetro.

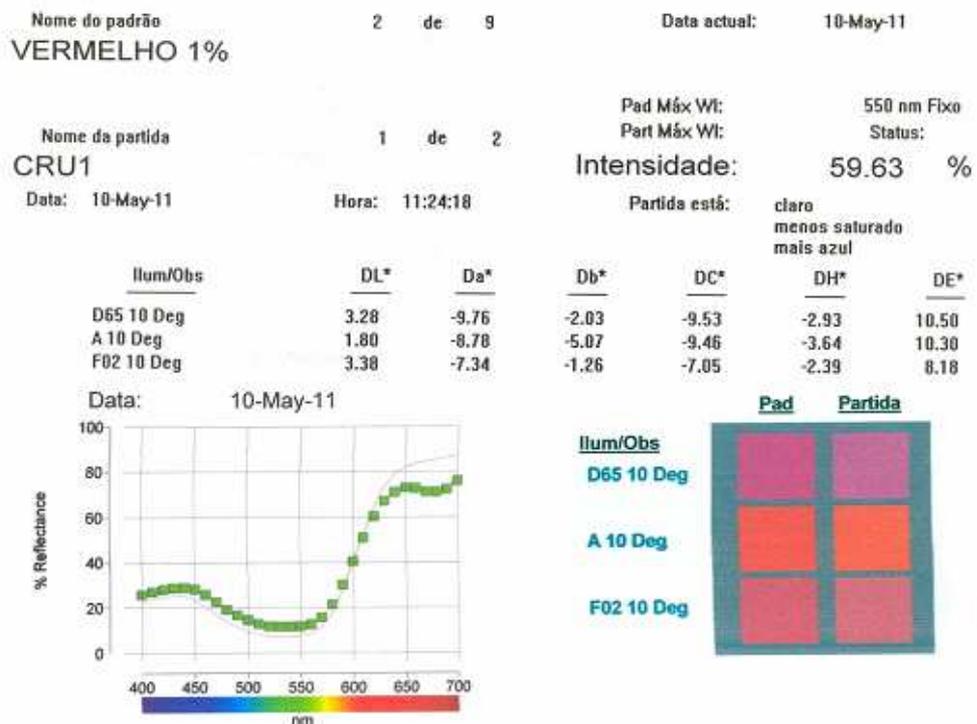


Figura 14 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 13.

Analisando a figura 13 visualmente, o tecido alvejado obteve um melhor resultado em relação ao cru. Na análise do espectro conforme figura 14 o tecido cru em relação ao alvejado obteve 59.63% da cor absorvida.

Receita 1 conforme tab6: Vermelho Remazol RGB 1%



Figura 15 Tingimento comparativo entre o tecido alvejado e enzima

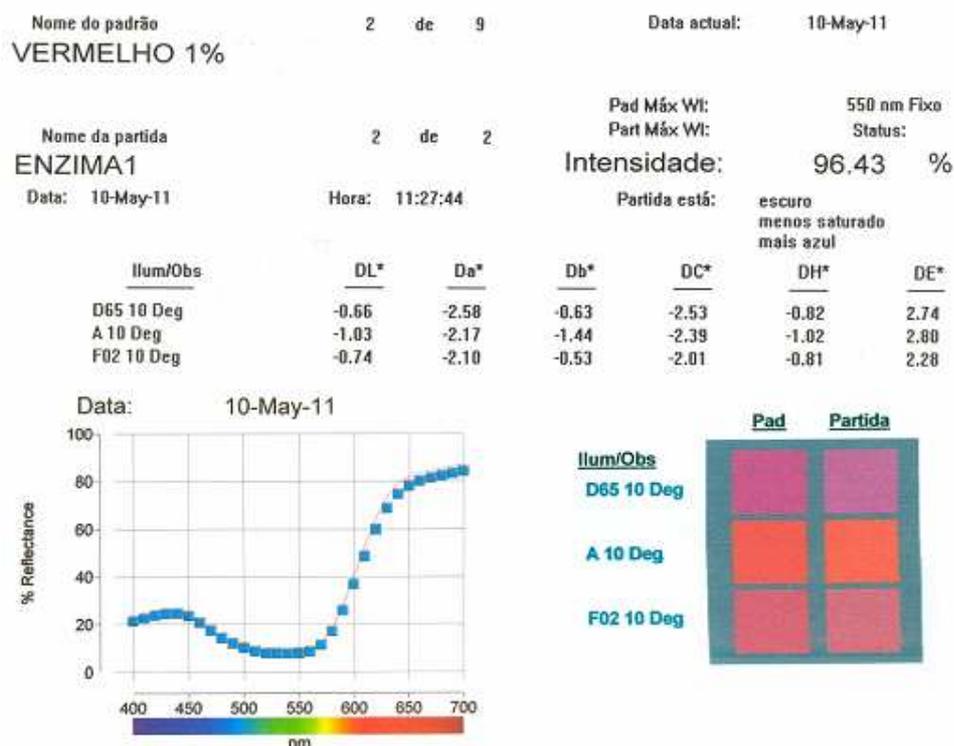


Figura 16 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 15.

Analisando a figura 15 visualmente, o tecido com enzimas obteve um resultado satisfatório em relação ao alvejado, ou seja, a cor ficou mais uniforme. Na análise do espectro conforme figura 16 o tecido com enzimas em relação ao alvejado obteve 96.43% da cor absorvida.

Receita 2 conforme tab6: Vermelho Remazol RGB 3%



Figura 17 Tingimento comparativo entre o tecido cru e alvejado

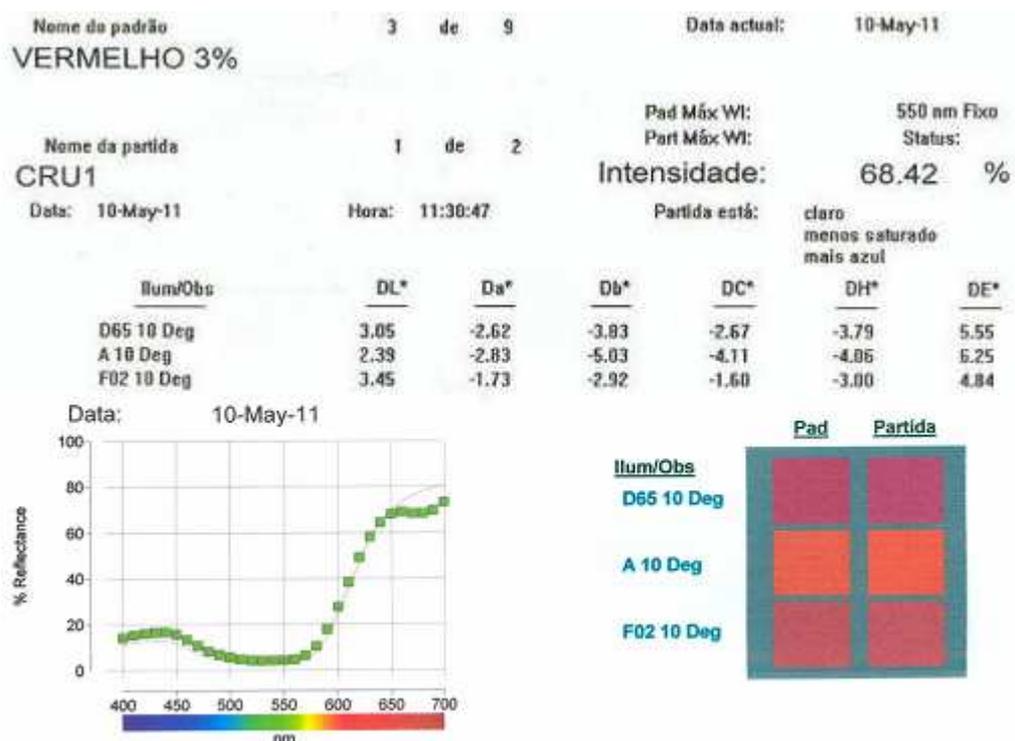


Figura 18 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 17

Analisando a figura 17 visualmente, o tecido alvejado obteve um melhor resultado de absorção da cor em relação ao cru. Na análise do espectro conforme figura 19 o tecido cru obteve em relação ao alvejado 68.42% da cor absorvida.

Receita 2 conforme tab6: Vermelho Remazol RGB 3%



Figura 19 Tingimento comparativo entre o tecido alvejado e com enzima.

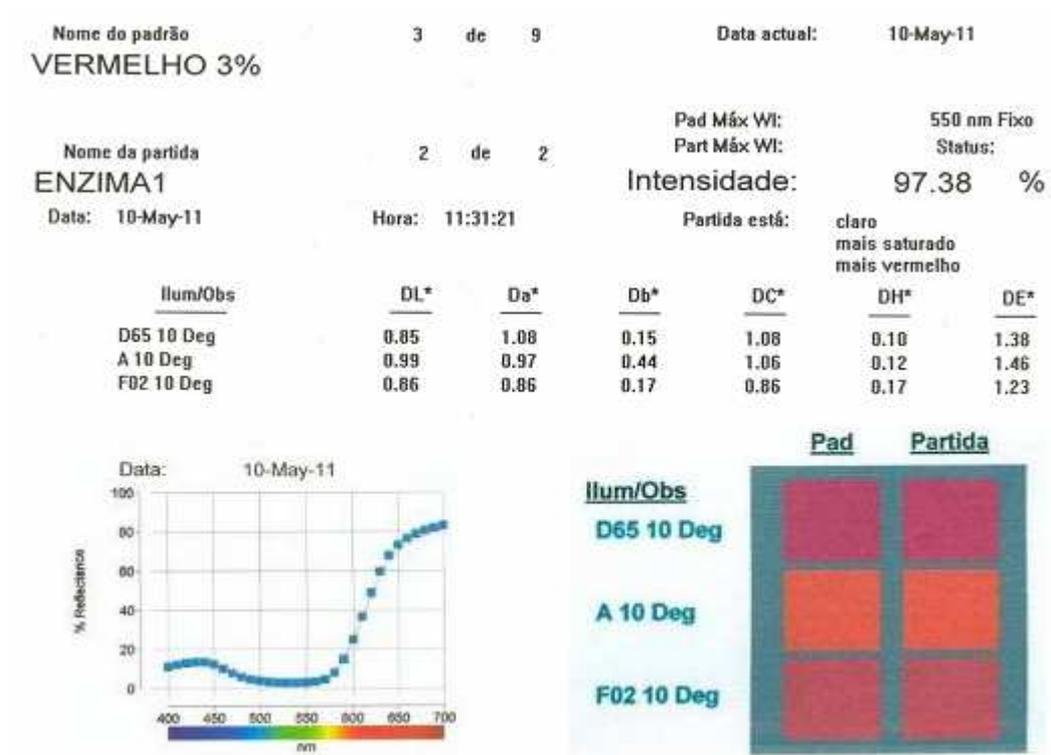


Figura 20 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 19.

Analisando a figura 19 visualmente, os dois tecidos estão iguais em relação à absorção do corante. Na análise do espectro conforme a figura 20 o tecido com enzimas em relação ao alvejado obteve 97.38% da cor absorvida.

Receita 3 conforme tab6: Azul Remazol RGB 1%

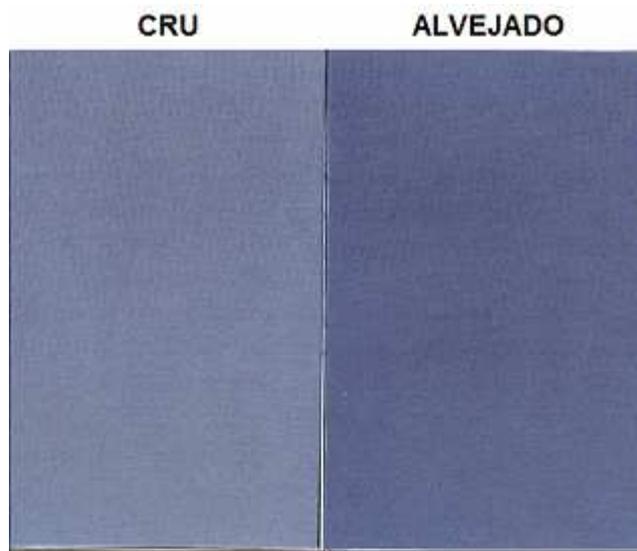


Figura 21 Tingimento comparativo entre o tecido cru e o alvejado

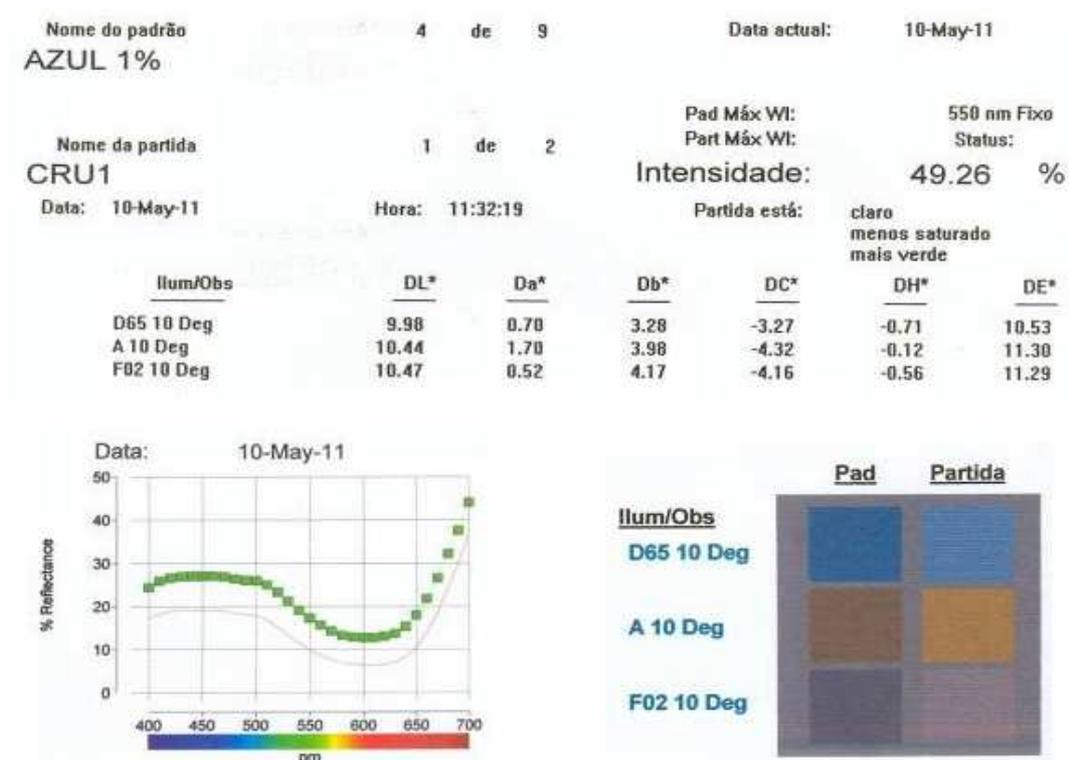


Figura 22 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 21.

Analisando a figura 21 visualmente, o tecido alvejado obteve um melhor resultado em relação ao cru na absorção de cor. Na análise do espectro conforme figura 22 o tecido cru em relação ao alvejado obteve 49.26% da cor absorvida.

Receita 3 conforme tab6: Azul Remazol RGB 1%



Figura 23 Tingimento comparativo entre o tecido alvejado e com enzimas.

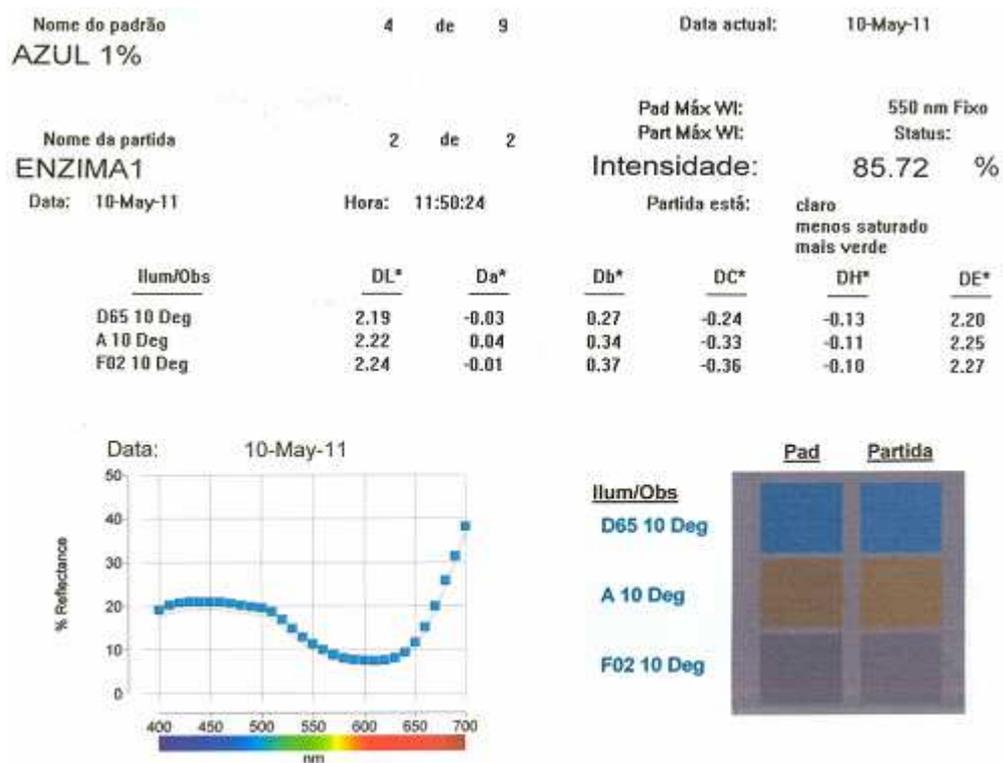


Figura 24 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 23

Analisando a figura 23 visualmente, não nota-se diferença em relação à absorção de cor em relação ao tecido alvejado e com enzima. Na análise de espectro conforme figura 24 o tecido com enzimas em relação ao alvejado obteve 85.72% da cor absorvida.

Receita 4 conforme tab6: Azul Remazol RGB 3%



Figura 25 Tingimento comparativo entre o tecido cru e alvejado.

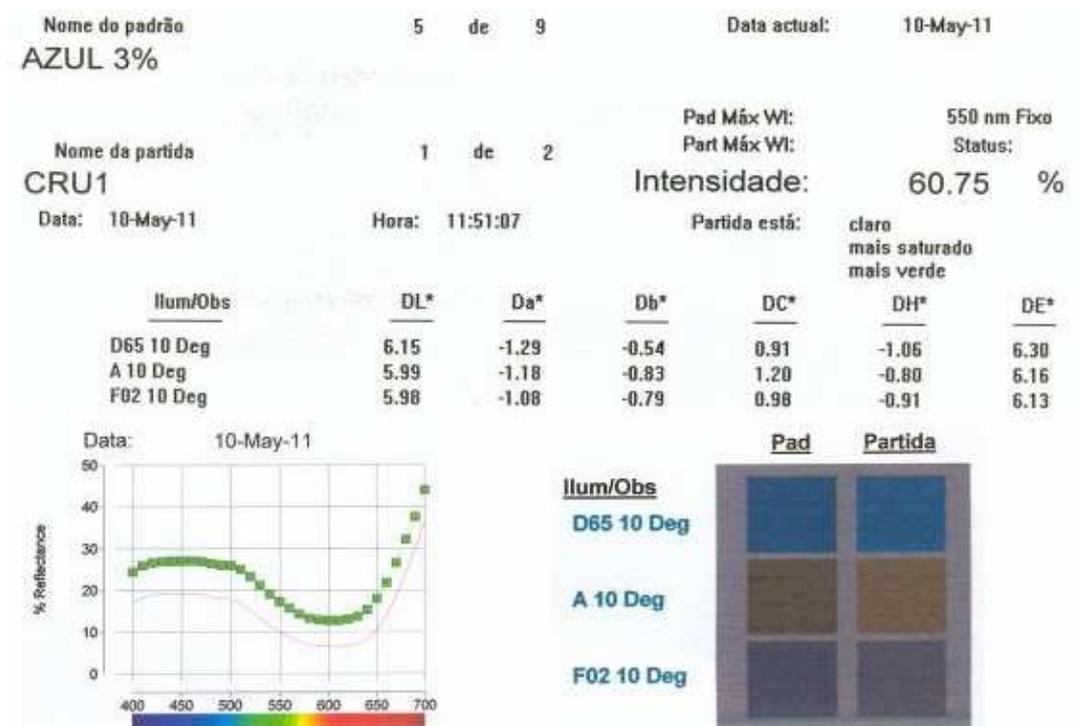


Figura 26 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 25.

Analisando a figura 25 visualmente, o tecido alvejado obteve um melhor resultado em relação ao cru na absorção de cor. Na análise do espectro conforme figura 26 o tecido cru em relação ao tecido alvejado obteve 60.75% da cor absorvida.

Receita 4 conforme tab6: Azul Remazol RGB 3%



Figura 27 Tingimento comparativo entre o tecido alvejado e com enzima.

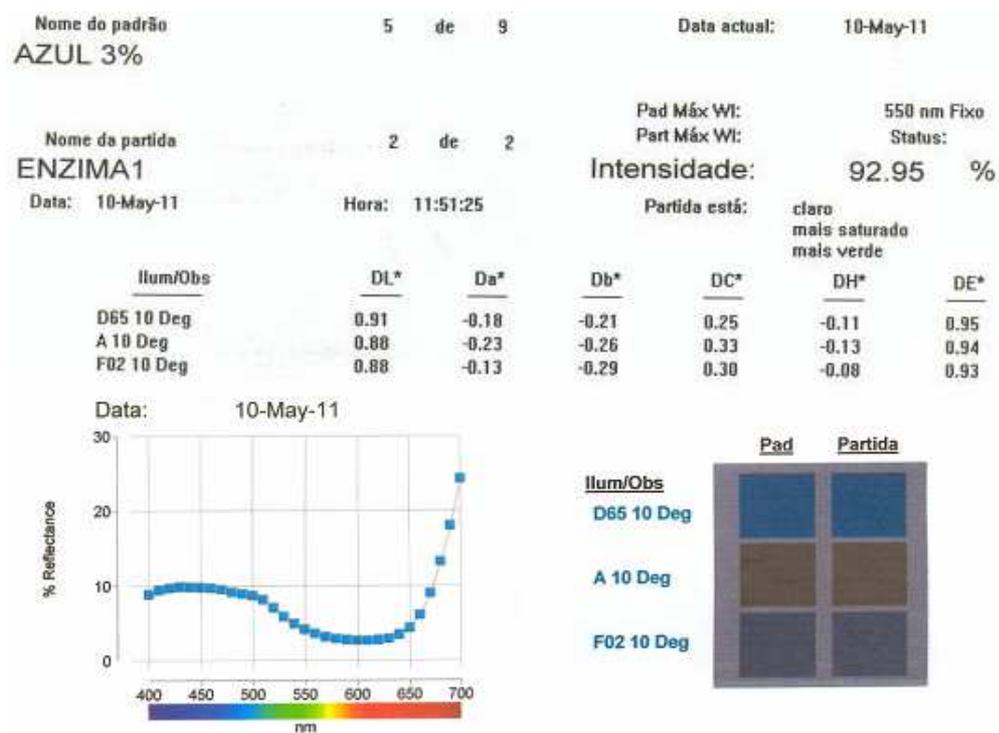


Figura 28 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 27.

Analisando a figura 27 visualmente, não há diferença de tonalidade de cor entre o tecido alvejado e com enzimas. Na análise do espectro conforme figura 28 o tecido com enzimas em relação ao alvejado obteve 92.95% da cor absorvida.

Receita 5 conforme tab6: Amarelo Remazol RR 1%

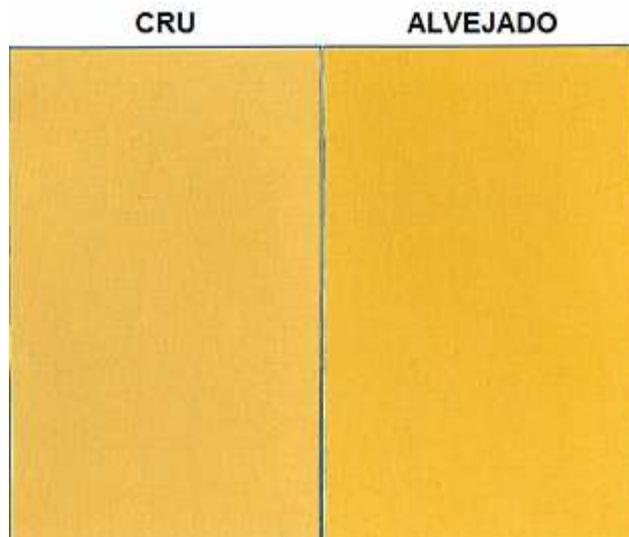


Figura 29 Tingimento comparativo entre o tecido cru e o alvejado.

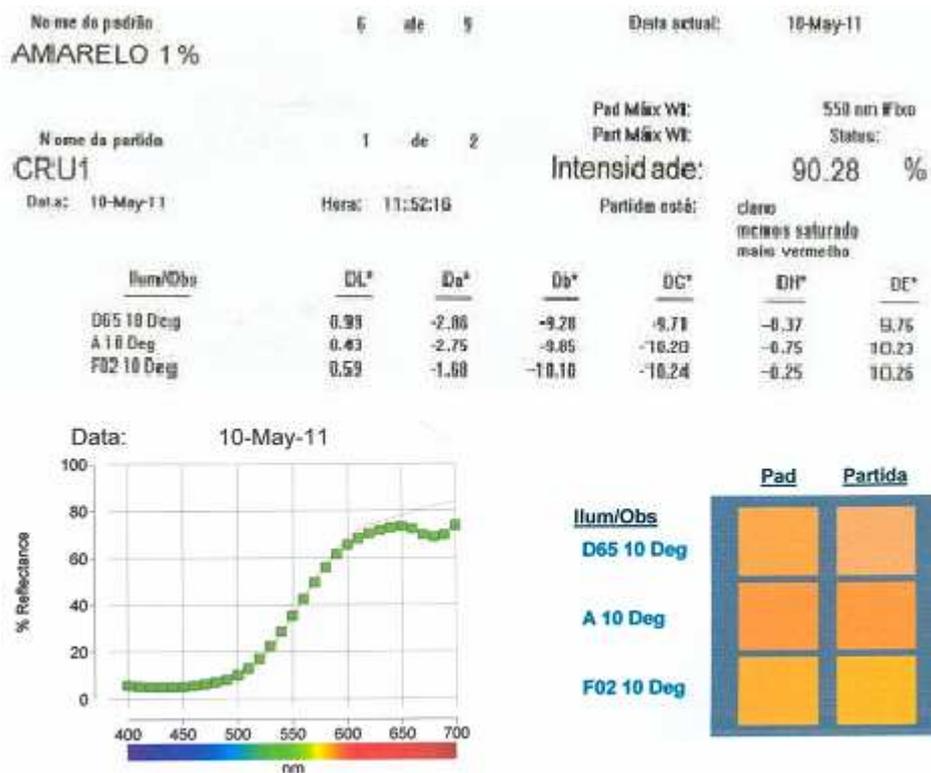


Figura 30 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 29.

Analisando a figura 29 visualmente, o tecido alvejado obteve um melhor resultado em relação ao cru na absorção da cor. Na análise do espectro conforme figura 30 o tecido cru em relação ao alvejado obteve 90.28% da cor absorvida.

Receita 5 conforme tab6: Amarelo Remazol RR 1%



Figura 31 Tingimento comparativo entre o tecido alvejado e com enzima.

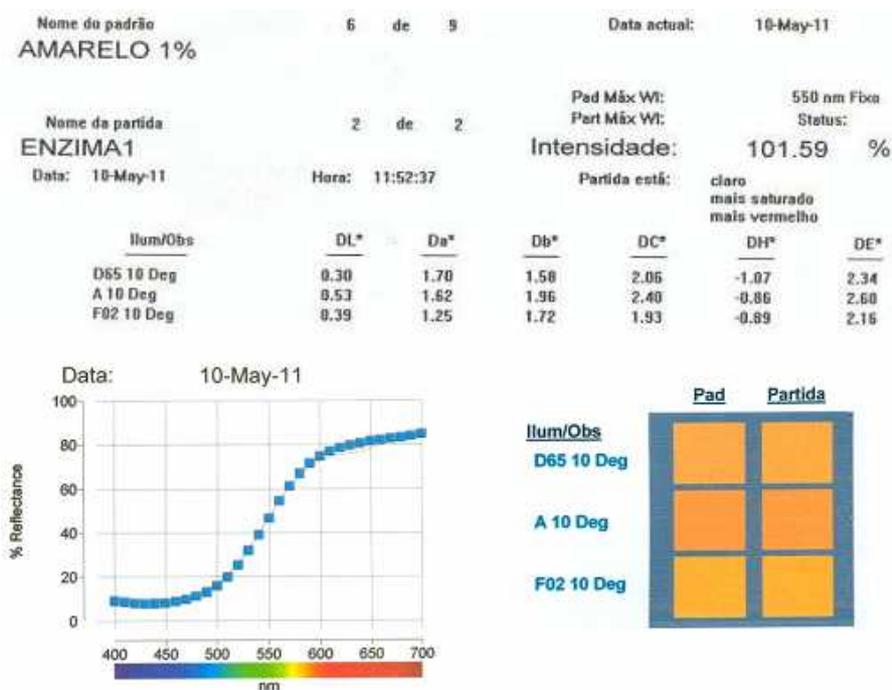


Figura 32 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 31.

Analisando a figura 31 visualmente, o tecido alvejado em relação ao das enzimas não há diferença na tonalidade de cor absorvida. Na análise do espectro conforme figura 32 o tecido com enzimas em relação ao tecido alvejado obteve 101.59% da cor absorvida.

Receita 6 conforme tab6: Amarelo Remazol RR 3%



Figura 33 Tingimento comparativo entre tecido cru e alvejado.

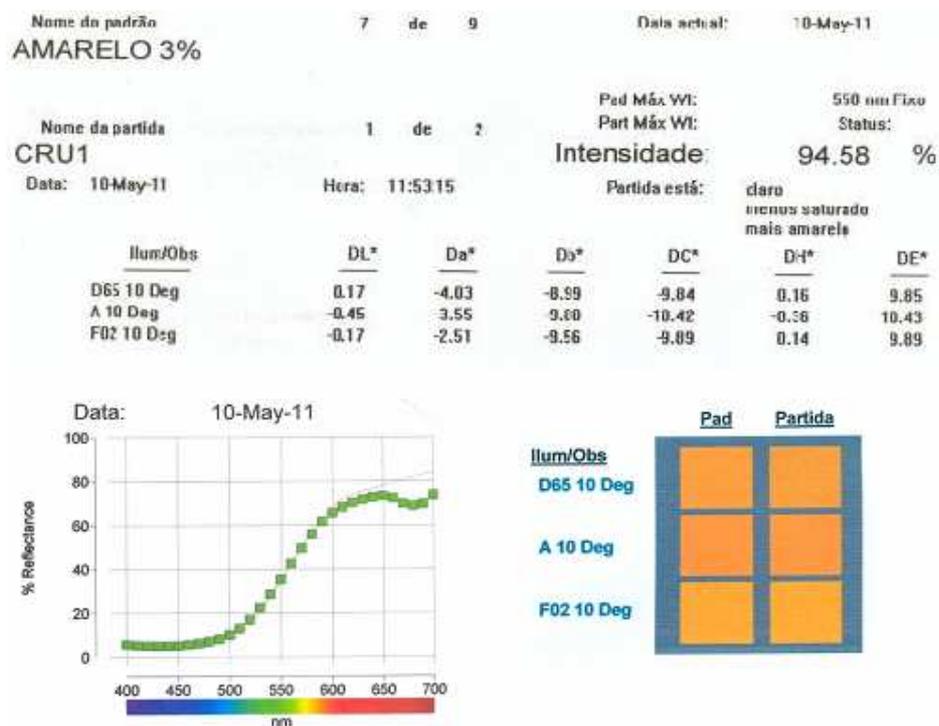


Figura 34 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 33.

Analisando a figura 33 visualmente, o tecido cru em relação ao tecido alvejado não há diferença na tonalidade de cor absorvida. Na análise do espectro conforme figura 34 o tecido cru em relação ao alvejado obteve 94.58% da cor absorvida.

Receita 6 conforme tab6: Amarelo Remazol RR 3%



Figura 35 Tingimento comparativo entre o tecido alvejado e com enzima.

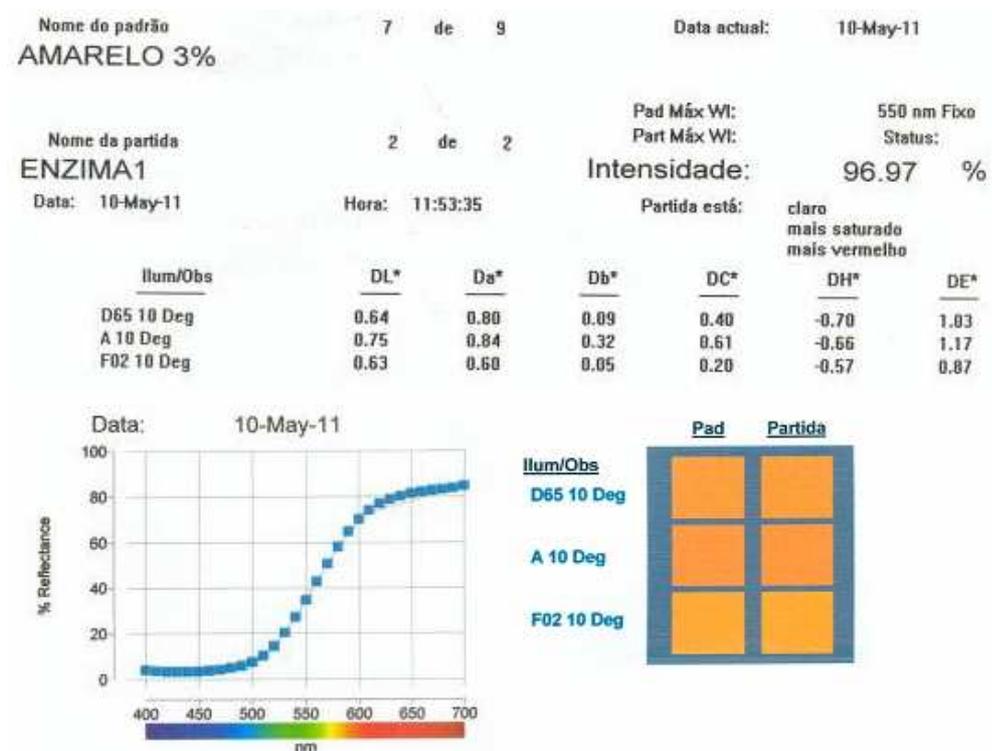


Figura 36 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura35.

Analisando a figura 35 visualmente, o tecido com enzimas em relação ao alvejado não há diferença na tonalidade de cor absorvida. Na análise do espectro conforme figura 36 o tecido com enzimas em relação ao alvejado obteve 96.97% da cor absorvida.

Receita7 conforme tab6: Turquesa Remazol G 1%



Figura 37 - Tingimento comparativo entre o tecido cru e o alvejado.

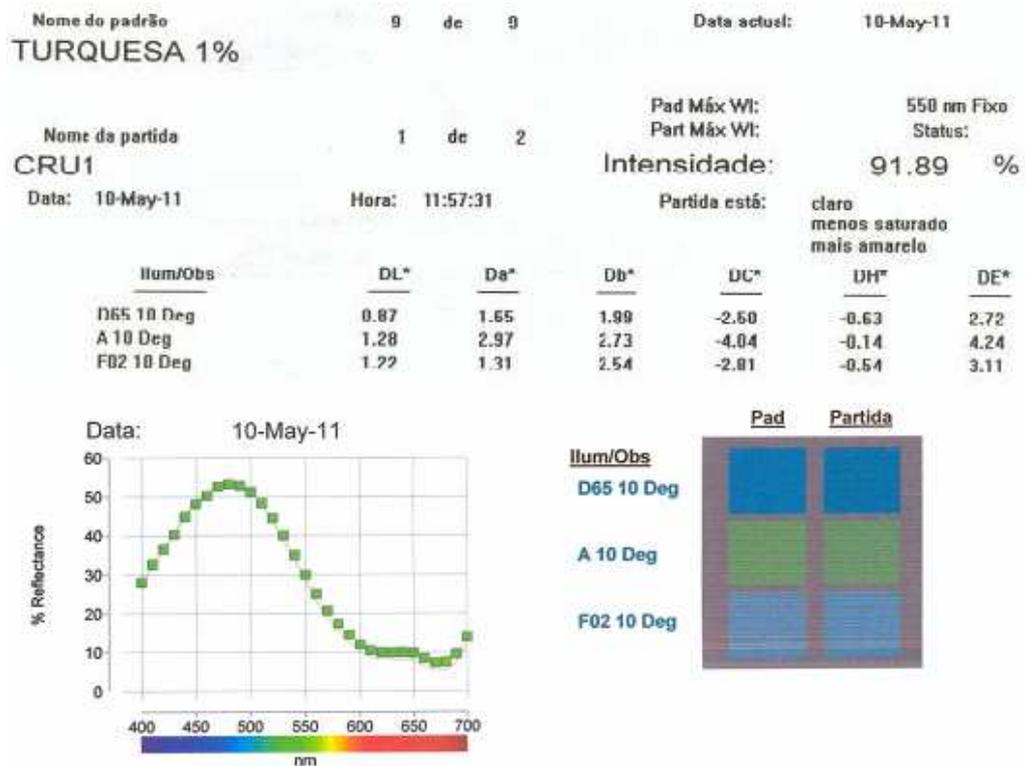


Figura 38 Análise do espectrofotômetro do tingimento da figura 37.

Analisando a figura 37 visualmente, o tecido alvejado em relação ao cru obteve um melhor resultado em relação à tonalidade de cor absorvida. Na análise do espectro conforme figura 38 o tecido cru em relação ao alvejado obteve 91.89% da cor absorvida.

Receita 7 conforme tab6: Turquesa Remazol G 1%



Figura 39 - Tingimento comparativo entre o tecido alvejado e com enzimas.

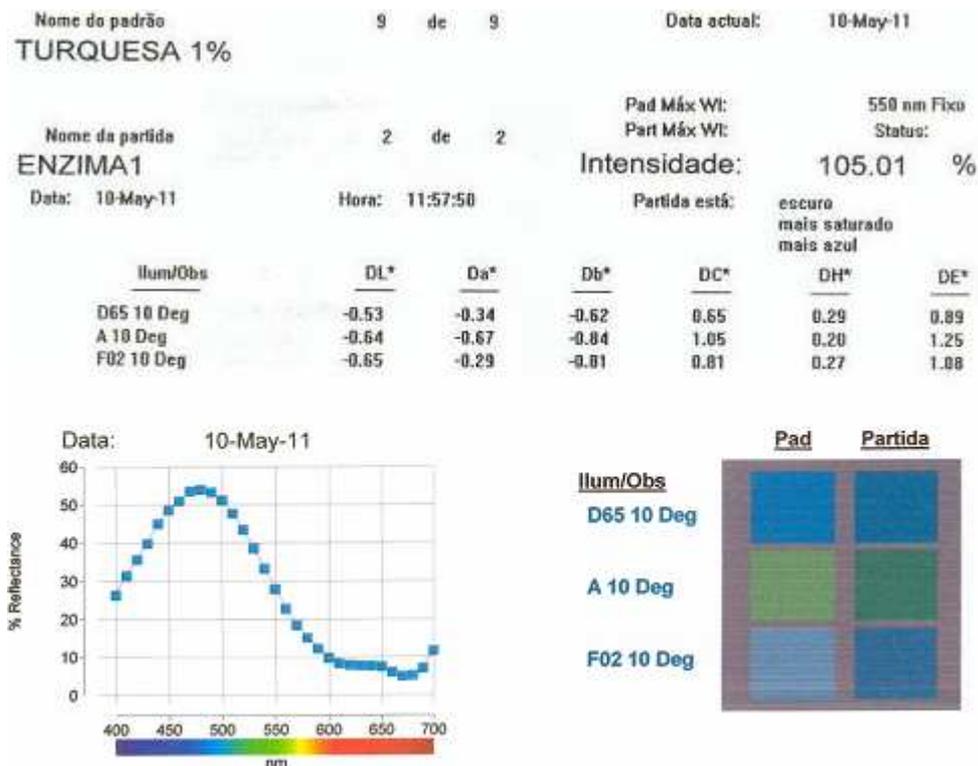


Figura 40 Análise do espectrofotômetro do tingimento da figura 39.

Analisando a figura 39 visualmente, o tecido com enzimas em relação ao alvejado não há diferença na tonalidade de cor absorvida. Na análise do espectro conforme figura 40 o tecido com enzimas em relação ao alvejado obteve 105.01% da cor absorvida;

Receita 8 conforme tab6: Turquesa Remazol G 3%



Figura 41 Tingimento comparativo entre o tecido cru e o alvejado.

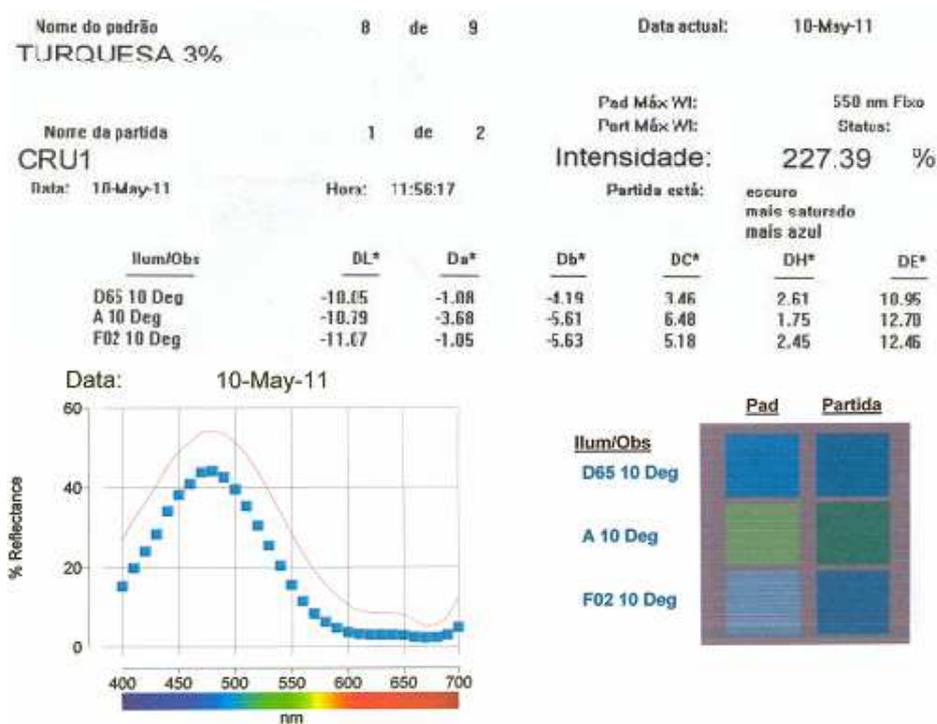


Figura 42 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 41.

Analisando a figura 41 visualmente, o tecido cru em relação ao alvejado não há diferença de tonalidade de cor absorvida. Na análise do espectro conforme figura 42, o tecido cru em relação ao alvejado obteve 227.39% da cor absorvida.

Receita8 conforme tab6: Turquesa Remazol G 3%



Figura 43 Tingimento comparativo entre tecido alvejado com enzimas.

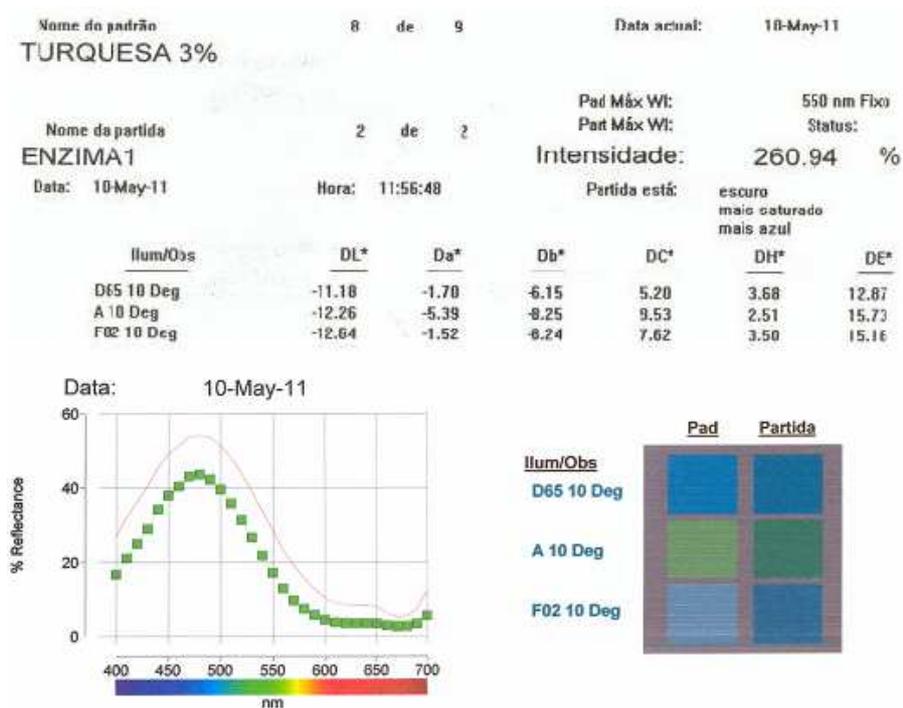


Figura 44 Análise em espectrofotômetro do tingimento da figura 43.

Analisando a figura 43 visualmente, o tecido com enzimas em relação ao alvejado não há diferença na tonalidade de cor absorvida. Na análise do espectro conforme figura 44, o tecido com enzimas em relação ao alvejado obteve 260.94% da cor absorvida.

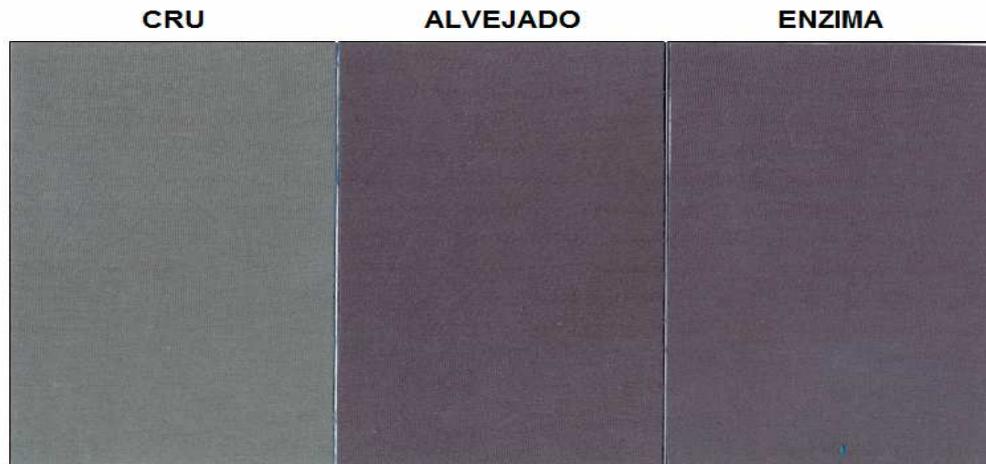
Receita 9 conforme tab6: Preto Intenso Remazol N 1%

Figura 45 - Comparativo de tingimento entre o tecido cru, alvejado em com enzimas.

Analisando visualmente está figura 45 nota-se que o cru em relação ao alvejado ficou inferior na tonalidade de cor e o tecido com enzimas em relação ao alvejado não há diferença na tonalidade de cor. Não há análise de espectrofotômetro deste tingimento.

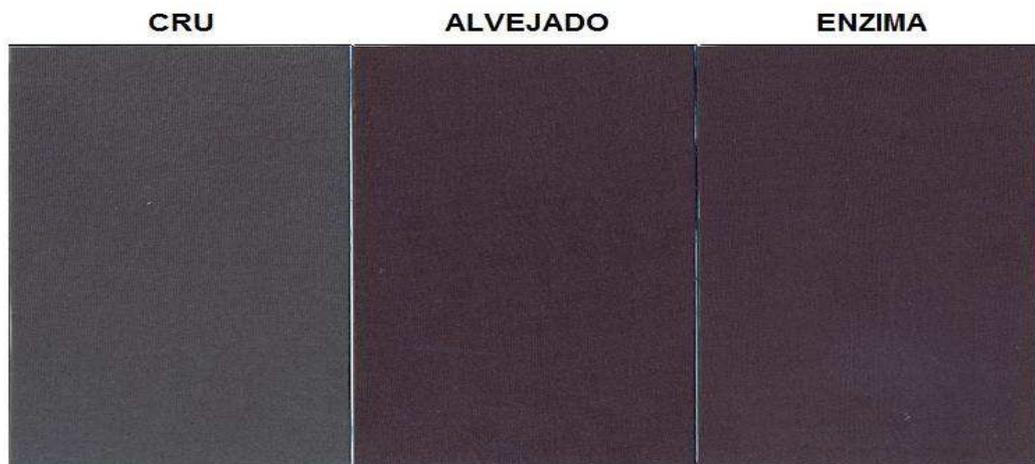
Receita 10 conforme tab6: Preto Intenso Remazol N 3%

Figura 46 - Tingimento comparativo entre tecido cru, alvejado e com enzimas.

Analisando visualmente está figura 46 nota-se que o cru em relação ao alvejado ficou inferior na tonalidade de cor e o tecido com enzimas em relação ao alvejado não há diferença na tonalidade de cor. Não há análise de espectrofotômetro deste tingimento.

13.5 Análise do Residual do Banho de Purga

Tabela 7 – Aspectos dos banhos residuais

	Purga Ecológica (receita3)	Purga Convencional (receita2)
Cor	Amarelado	Amarelado
Aspecto	Levemente Turvo	Turvo

Obs.: Os banhos utilizados são referentes ao da tab4 receita 2 e 3.

13.5.1 Experimental

Materiais utilizados:

Aparelho de pHmetro

Balança de precisão

Recipiente de vidro de 200 a 300 ml

Espátula ou colher (metal ou plástico)

Água destilada e/ou deionizada

Aparelho Condutivimetro Tecnopon modelo mCA-150;

Produto a ser analisado

13.5.2 Experiências

13.5.2.1 Determinação do pH

Este procedimento tem por objetivo a determinação do pH das substâncias e determina a concentração do íon hidrogênio da amostra.

Procedimento:

Preparar a solução pesando em balança de precisão a quantidade de amostra e de água destilada e/ou deionizada especificada

Homogeneizar a solução com o auxílio de uma colher, bastão ou agitador;

Lavar o eletrodo do pHmetro com água destilada e/ou deionizada, secar com papel absorvente macio

Mergulhar o eletrodo na solução a ser analisada e pressionar a tecla “ENTRA”

Aguardar estabilidade do pHmetro;

Anotar o valor do pH indicado no visor do aparelho

Lavar o eletrodo com água destilada e/ou deionizada e secar com papel absorvente macio.

13.5.2.2 Determinação de sólidos totais dissolvidos em água

Este procedimento determina a quantidade de sólidos totais dissolvidos (STD) em água utilizando-se o equipamento medidor de condutividade marca Tecnopon, modelo mCA-150.

Sólidos Totais Dissolvidos (STD) corresponde ao peso total dos constituintes minerais presentes na água, por unidade de volume. Na maioria das águas naturais, a condutividade elétrica, multiplicada por um fator que varia entre 0,5 e 0,75, gera uma boa estimativa de STD.

Procedimento:

Selecionar a tecla STD (Indicar o valor do fator de STD – utilizar 0,5);

Pressionar a tecla B;

Mergulhar a célula na amostra a ser analisada;

Pressionar a tecla C (Med).

13.5.3 Resultados e discussões

13.5.3.1 Determinação do pH.

Foram utilizados como amostra para as análises os banhos residuais das purgas da tab4 receita 3 e 2.

Tabela 8 - Resultado da determinação do pH.

Processo ecológico	Processo Convencional
pH 6,21	pH 11,50

Podemos verificar que o pH do banho do residual do processo convencional é bem maior do que do processo ecológico, com isso, o banho do processo convencional tem que ser tratado antes de ir para o efluente, ou seja, o pH tem que ser corrigido.

13.5.3.2 Determinação de sólidos totais dissolvidos em água

O resultado é dado diretamente no visor do equipamento na unidade ppm (partes por milhão).

Foi utilizado como amostra para o teste banhos residual de purga da tab4, receita 3 e 2.

Tabela 9 - Resultados

Purga Ecológica	Purga Convencional
969.2 ppm	2319.0 ppm

Na purga convencional o resultado de sólidos totais dissolvidos foi bem maior que o da purga ecológica devido às grandes concentrações de produtos químicos agressivos como a soda e o peróxido que contém muitos minerais presentes em sua composição. Para que este resíduo possa ser lançado no efluente este teria que passar por um tratamento antes.

14 Conclusão

Nas diversas etapas que compõem o processo de beneficiamento de artigos têxteis de algodão, como: desengomagem, purga, alvejamento, tingimento e acabamento, são utilizados vários tipos de insumos químicos, que além de causarem danos às fibras também contribuem na carga poluente dos efluentes. A utilização de enzimas reduz essa carga poluente dos efluentes.

A aplicação enzimática tem sido destacada como uma tecnologia que proporciona pleno suporte a indústria têxtil e proporciona inovação com excelente custo benefício, melhorando a qualidade dos artigos têxteis e em total acordo com as regulamentações ambientais.

O processo de purga ecológica representa um notável avanço na preparação de têxteis pelas vantagens técnicas em diminuir as substâncias sintéticas do processo, econômicas levando ao aumento da eficiência e redução de custos e gerar benefícios para o meio ambiente por meio da biodegradabilidade e pelo menor consumo de água e energia.

Comprovamos que é possível reduzir a quantidade de pectina residual, nos tecidos de algodão, a níveis baixos o suficiente para se obter excelentes propriedades de umectação e uniformidade no tingimento.

Tato mais suave e aparência lisa do tecido, com menos formação de *pilling*.

Economia de tempo, água e energia além da diminuição do processo de encolhimento do tecido devido à redução no número de passos no processo, bem como um aumento de 30% na capacidade de produção.

Economia de energia devido à baixa temperatura do tratamento que é realizado á 60°C.

Possibilidade de reciclar a água do efluente.

Sua limitação não tem um grande efeito na remoção das casquinhas (piolho)

Grau de branco, pelo processo não utilizar alvejantes não poderá ser utilizado para cores claras ou óptico, somente para cores de média a escuras.

Nossos esforços futuros serão orientados nessa direção, em busca de solidificar e melhorar essa técnica e impulsioná-la para que os tratamentos bioquímicos ocupem uma posição considerada no processamento têxtil.

Deixaremos assim algumas informações para novas pesquisas, com a certeza de que os procedimentos enzimáticos evoluirão e trarão mais benefícios nessa área da indústria.

Referências bibliográficas

LU, Harold. Introdução ao pré-tratamento enzimático do algodão. *Revista Química Têxtil*, São Paulo, ano XXX, n.89, p.06-10, Dez 2007.

COSTA, Mirko R. Enzimas: histórico, classificação e aplicações. *Revista Química têxtil*. São Paulo, ano XXV, n.104, p.08-18, Set 2011.

AUGUSTO, Marco Antônio. Aplicação de tecnologia enzimática para um crescimento sustentável. *Revista Química Têxtil*, São Paulo, ano XXX, n.88, p.30-36, Set 2007.

BERGER, Giullermo. Experiências práticas de descruce enzimático do algodão. Uma alternativa ao descruce com álcali e detergente. *Revista Química Têxtil*, São Paulo, ano XXIX, n.84, p.64-72, Set 2006.

FOWLER, T; SUTHERLAND, L e LARENAS E. O uso da biotecnologia para descobrir e projetar enzimas para aplicações têxteis. *Revista Química têxtil*, São Paulo, ano XXVI, n.71, p.52-56, Jun 2003.

FORGIARINI, Eliane; SOUZA, Antônio Augusto Ulson de; SOUZA, selene M.A. Guelli Ulson de. Aplicação de enzimas para o tratamento de efluentes da indústria têxtil. *Revista Química Têxtil*, São Paulo, ano XXIX, n.85, p.24-31, Dez 2006.

ARAGÃO, Alexandre César. Preparação enzimática em fios de algodão retorcido em dois cabos. *Revista Química Têxtil*, São Paulo, ano XXXIII, n.101, p.44-57, dez 2010.

CEGARRA, Dr. José. Biotecnologia aplicada aos processos de química têxtil. *Revista Química Têxtil*, São Paulo, ano XXIII, n.58, p.05-14, Mar 2000.

FREITAS, K.R; GUELLI U de Souza; ULSON DE SOUZA, A.A. Processos enzimáticos empregados no beneficiamento de fibras de algodão. *Revista Química Têxtil*, São Paulo, ano XXX, n.87, p.06-23, Jun 2007.

BUCHERT, Johanna; PERE, Jaakko. Descruce do algodão com pectinasas, proteasas e pilasas. *Revista Química Têxtil*, São Paulo, ano XXVII, n.75, p.62-70, Jun 2004.

ISER, Peter Manfred. Nova tecnologia para a preparação com enzimas. In: XVII CONGRESSO LATINO AMERICANO DE QUÍMICA TÊXTIL, 2004, São Paulo. *Anais...* São Paulo: CHT Brasil Química LTDA, 2004. CD-ROM

GONÇALVES, Marcel Jefferson; SCHARF JÚNIOR, José. Biopolimento por impregnação: uso eficaz e novas possibilidades de aplicação. In: XVII CONGRESSO LATINO AMERICANO DE QUÍMICA TÊXTIL, 2004, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Quimisa, 2004. CD-ROM

GOMES, Pedro Carlos. Processos têxteis bio sustentáveis. In: XX CONGRESSO LATINO AMERICANO DE QUIMICA TÊXTIL, 2010, Peru. *Anais...* Peru: Novozymes Latin America LTDA, 2010. CD-ROM

<<http://pt.wikipedia.org/wiki/>>. Acesso em 02/09/2011.

Procedimentos cedidos por Hanier especialidades químicas.

SALEM, Vidal. Curso de tingimento têxtil. [S.l.: s.n].

<<http://www.excelenciaemgestao.org/pt/edicoes-antiores/v-cneg/informacoes-gerais.aspx>>. Acesso em 02/09/11

<http://www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc_eng_bioq/trabalhos_grad/trabalhos_grad_2009_1/textil/textil.pdf>. Acesso em 14/09/11

Glossário

Resíduosais – o que resta de qualquer substância ; resto.

Orgânicos – 1 Relativo a órgão, organização, ou a seres organizados. 2 relativo a ou, próprio de organismo. 3 Relativo a, ou próprio da química orgânica.

Inorgânicos – 1 Que não tem órgãos; não orgânicos. 2 Sem vida.

Anaeróbicos – Diz-se de, ou modalidade de exercício físico em que não se trabalha a respiração.

Adsorção – Fixação de duas moléculas de uma substância na superfície de outra substância.

Cumulativos – Em que há acumulação.

Depuração – Tornar-se puro ou mais puros, purificar-se.

Difusão – 1 Derramamento de fluido. 2 Divulgação.

Manancial – 1 Nascente de água; olho d' água, fonte. 2 Correr ou fluir com Abundância.

Elucidar – Esclarecer-se, informar-se.

Culminar – Chegar a culminância.

Culminância – Auge, apogeu.

Anexo I – Produtos utilizados nas experiências

BOLETIM TÉCNICO

EM 8008

Detergente não iônico concentrado

DESCRIÇÃO:

EM 8008 é um composto a base de copolímeros, que possui características não iônicas podem ser usadas em todos os processos do beneficiamento têxtil, principalmente na preparação do algodão em processos contínuos e semi-contínuos

CARACTERÍSTICAS:

Aspecto Líquido transparente
Solubilidade Solúvel em água fria
Caráter iônico Não iônico

APLICAÇÃO:

EM 8008 possui elevado poder de umectação e detergência, o que confere aos artigos de fibras celulósica boa hidrofiliabilidade.

EM 8008 pode ser usado em cozinha automática.

Possui baixa formação de espuma. Suporta com segurança até 70 g/L de soda cáustica a 50°Beaumé.

EM 8008 é ideal para preparação e alvejamento contínuos e por repouso.

Nos processos contínuos e semi-contínuos (foulardagem): 6,0 a 10,0 g/L de EM 8008, *pick up* 80-100 %

MANUSEIO E ESTOCAGEM:

O EM 8008 é praticamente atóxico, porém recomenda-se o uso de luvas e óculos de segurança.

Estocar em local coberto e seco, longe de fontes de calor ou ignição.

Em caso de contato com a pele, olhos ou mucosa, lavar com água em abundância.

Se houver derramamento acidental, o material deve ser absorvido em areia ou outro material absorvente não combustível e guardado em recipiente para posterior descarte. Lavar o local com bastante água.

EMBALAGEM / SHELF-LIFE:

EM 8008 é fornecido em tambores de 200 kg.

EM 8008 tem “*Shelf-life*” de seis meses.

Nota: As informações aqui contidas são baseadas em aplicações práticas onde obtivemos bons resultados. Devido às variáveis que podem ocorrer em cada situação, sugerimos testes prévios e nos colocamos a inteira disposição no caso de possíveis dúvidas.

Rua: Alexandre Bassora, 1200 - Distrito Industrial 04 – Nova Odessa – SP – CEP – 13460-000

Fone: (19) 3466-9199/Fax: (19) 3466-4544

Filial: Rua Denise Michel, 380 – Bairro Asilo – Blumenau - SC – CEP - 89053-530.

Anexo II

BOLETIM TÉCNICO

DP Fe 5061

Sequestrante

DESCRIÇÃO:

DP Fe 5061 é um composto a base de derivados fosfóricos de alta concentração, que complexa metais transformando-os em sais solúveis em água.

CARACTERÍSTICAS:

Aspecto Líquido transparente incolor

Solubilidade Solúvel em água fria

Caráter iônico Aniônico

APLICAÇÃO:

DP Fe 5061 é indicado para processos de preparação e alvejamento descontínuo, semi-contínuo, contínuo e nos banhos de mercerização.

DP Fe 5061 seqüestra e dispersa sais de ferro, cálcio e magnésio, formando compostos solúveis.

É essencial nos tingimentos com corantes reativos de baixa energia, pois evita diminuição do rendimento desses corantes, principalmente dos vermelhos.

Em processos de branqueio auxilia na remoção de ferro nos artigos de fibras celulósicas, evitando coloração avermelhada.

QUANTIDADES DE APLICAÇÃO:

Indica-se de 0,1 a 0,5g/L de DP Fe 5061 nos processos de purga e alvejamento e de 0,4 a 1,0g/L nos banhos de mercerização.

MANUSEIO E ESTOCAGEM:

DP Fe 5061 é praticamente atóxico, porém recomenda-se o uso de luvas e óculos de segurança.

Estocar em local coberto e seco, longe de fontes de calor ou ignição.

Em caso de contato com a pele, olhos ou mucosa, lavar com água em abundância.

Se houver derramamento acidental o material deve ser absorvido em areia ou outro material absorvente não combustível e guardado em recipiente para posterior descarte. Lavar o local com bastante água.

EMBALAGEM / SHELF-LIFE:

DP Fe 5061 é fornecido em bombonas de 250 kg.

DP Fe 5061 tem "Shelf-life" de seis meses.

Nota: As informações aqui contidas são baseadas em aplicações práticas onde obtivemos bons resultados. Devido às variáveis que podem ocorrer em cada situação, sugerimos testes prévios e nos colocamos a inteira disposição no caso de possíveis dúvidas.

Rua: Alexandre Bassora, 1200 - Distrito Industrial 04 – Nova Odessa – SP – CEP – 13460-000

Fone: (19) 3466-9199/Fax: (19) 3466-4544

Filial: Rua Denise Michel, 380 – Bairro Asilo – Blumenau - SC – CEP - 89053-530

Fone/Fax (47) 3338-2559 Atendimento ao Cliente 0800 100401.

Anexo III

Boletim técnico EZ 9014 ECO (enzima pectinase)

DESCRIÇÃO:

EZ 9014 ECO é uma enzima concentrada indicada para o processo **“HANIER ECO”** de bio preparação do Algodão que se destina a ser tinto em cores médias e escuras. Este processo elimina a utilização de soda cáustica, peróxido de hidrogênio e seus neutralizantes.

CARACTERÍSTICAS:

Aspecto	Líquido âmbar acastanhado
Solubilidade	Solúvel em água fria
Caráter Iônico	Levemente Catiônico
Cozinha Automática	Adequado
Oeko Tex	Conforme

APLICAÇÃO:

A aplicação do **EZ 9014 ECO** no processo **“HANIER ECO”** deve ser feita em conjunto com **EZ 9031 ECO** e **TS 1030 ECO**.

O processo **“HANIER ECO”** é muito simples e bastante prático:

- 1º- Relação de banho 1:7 (no caso de fio em bobina na autoclave ou meada em armário, relação de banho usual do equipamento);
- 2º- Aquecer o banho a 60°C;
- 3º- Injetar os produtos;
- 4º- Carregar o substrato (no caso de fio em bobina na autoclave ou meada em armário não há opção e o material vai primeiro);
- 5º- Imprimir maior velocidade possível para produzir ação mecânica ideal;
- 6º- Rodar a 60°C por 20 minutos e soltar;
- 7º- Enxaguar a frio por 10 minutos e soltar;
- 8º- Tingir com **TS 1092 ECO** (parte integrante do processo **“HANIER ECO”**).

QUANTIDADES DE APLICAÇÃO:

Nos processos descontínuos (esgotamento):

- 1,1% de **EZ 9014 ECO**
 - 0,4% de **EZ 9031 ECO**
 - 1,2% de **TS 1030 ECO**
 - 1,0% de **TS 1092 ECO** no tingimento
- } Preparação

VANTAGENS:

- ✓ *Somente 30% do tempo usual de preparação;*
- ✓ *Menor consumo de energia térmica e elétrica;*
- ✓ *Não usa Soda Cáustica, Peróxido de Hidrogênio e seus neutralizantes;*
- ✓ *Menor impacto no tratamento de efluentes;*
- ✓ *Diminuição da pelosidade;*
- ✓ *Processo totalmente ecológico;*

MANUSEIO E ESTOCAGEM:

O EZ 9014 ECO é praticamente atóxico, porém recomenda-se o uso de luvas e óculos de segurança.

Estocar em local coberto e seco, com temperatura próxima a 25°C em embalagem fechada.

Em caso de contato com a pele, olhos ou mucosa, lavar com água em abundância.

Se houver derramamento acidental, o material deve ser absorvido em areia ou outro material absorvente não combustível e guardado em recipiente para posterior descarte. Lavar o local com bastante água.

EMBALAGEM / SHELF-LIFE:

EZ 9014 ECO é fornecido em embalagens de 225 kg.

EZ 9014 ECO tem "Shelf-life" de seis meses.

Anexo IV

Boletim técnico EZ 9031 ECO (enzima celulase)

DESCRIÇÃO:

EZ 9014 ECO é uma enzima concentrada indicada para o processo **“HANIER ECO”** de bio preparação do Algodão que se destina a ser tinto em cores médias e escuras. Este processo elimina a utilização de soda cáustica, peróxido de hidrogênio e seus neutralizantes.

CARACTERÍSTICAS:

Aspecto	Líquido âmbar acastanhado
Solubilidade	Solúvel em água fria
Caráter Iônico	Levemente Catiônico
Cozinha Automática	Adequado
Oeko Tex	Conforme

APLICAÇÃO:

A aplicação do **EZ 9014 ECO** no processo **“HANIER ECO”** deve ser feita em conjunto com **EZ 9031 ECO** e **TS 1030 ECO**.

O processo **“HANIER ECO”** é muito simples e bastante prático:

- 1º- Relação de banho 1:7 (no caso de fio em bobina na autoclave ou meada em armário, relação de banho usual do equipamento);
- 2º- Aquecer o banho a 60°C;
- 3º- Injetar os produtos;
- 4º- Carregar o substrato (no caso de fio em bobina na autoclave ou meada em armário não há opção e o material vai primeiro);
- 5º- Imprimir maior velocidade possível para produzir ação mecânica ideal;
- 6º- Rodar a 60°C por 20 minutos e soltar;
- 7º- Enxaguar a frio por 10 minutos e soltar;
- 8º- Tingir com **TS 1092 ECO** (parte integrante do processo **“HANIER ECO”**).

QUANTIDADES DE APLICAÇÃO:

Nos processos descontínuos (esgotamento):

- 1,1% de **EZ 9014 ECO**
 - 0,4% de **EZ 9031 ECO**
 - 1,2% de **TS 1030 ECO**
 - 1,0% de **TS 1092 ECO** no tingimento
- } Preparação

VANTAGENS:

- ✓ *Somente 30% do tempo usual de preparação;*
- ✓ *Menor consumo de energia térmica e elétrica;*
- ✓ *Não usa Soda Cáustica, Peróxido de Hidrogênio e seus neutralizantes;*
- ✓ *Menor impacto no tratamento de efluentes;*
- ✓ *Diminuição da pelosidade;*
- ✓ *Processo totalmente ecológico;*

MANUSEIO E ESTOCAGEM:

O EZ 9014 ECO é praticamente atóxico, porém recomenda-se o uso de luvas e óculos de segurança.

Estocar em local coberto e seco, com temperatura próxima a 25°C em embalagem fechada.

Em caso de contato com a pele, olhos ou mucosa, lavar com água em abundância.

Se houver derramamento acidental, o material deve ser absorvido em areia ou outro material absorvente não combustível e guardado em recipiente para posterior descarte. Lavar o local com bastante água.

EMBALAGEM / SHELF-LIFE:

EZ 9014 ECO é fornecido em embalagens de 225 kg.

EZ 9014 ECO tem "Shelf-life" de seis meses.

Anexo V – Equipamentos

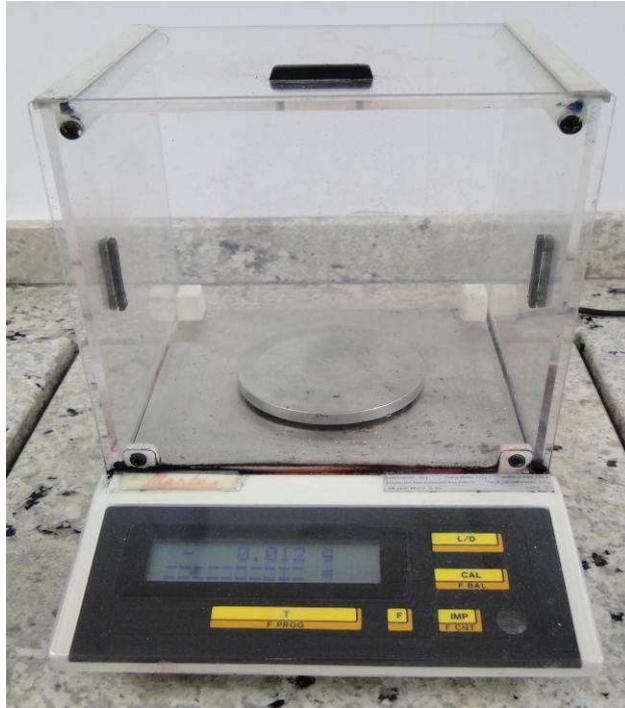
HT



Condutivimetro marca Tecnopon, modelo mCA-150



Balança analítica



Phmetro

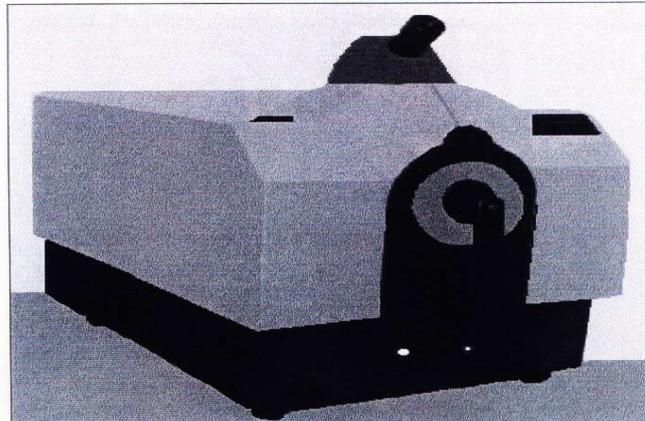


Aparelho de lavagem Washetest



Aparelho Espectrofotômetro

Parte frontal



Interior

