

CENTRO PAULA SOUZA



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

**FELIPE AUGUSTO AMADIO
DAIVES ARAKEM BERGAMASCO**

TINGIMENTO COM CORANTE ÍNDIGO E SUAS PROPRIEDADES

AMERICANA/SP

2012

CENTRO PAULA SOUZA



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

FELIPE AUGUSTO AMADIO

TINGIMENTO COM CORANTE ÍNDIGO E SUAS PROPRIEDADES

TCC apresentado à Faculdade de Tecnologia de Americana como parte das exigências do curso de Tecnologia Têxtil para obtenção do título de Tecnólogo em Têxtil.

Orientador: Professor Daives Arakem Bergamasco
Especialista- Unicamp
Tecnólogo Têxtil- Fatec Americana

AMERICANA/SP

2012

Amadio, Felipe Augusto

Tingimento com Corante Índigo e Suas Propriedades/ Felipe Augusto Amadio.
2012. ...p

Orientador: Daives Arakem Bergamasco

TCC Tecnólogo Têxtil- Faculdade de Tecnologia de Americana, 2012

Corante Índigo. 2 Tingimento. 3 Acabamento. I. Amadio, Felipe Augusto. II TCC
Tecnólogo Têxtil- Faculdade de Tecnologia de Americana. III Título.

Felipe Augusto Amadio RA 082416

Tingimento com Corante Índigo e suas Propriedades

Trabalho de Conclusão de Curso aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo Têxtil no curso de Tecnologia Têxtil da Faculdade de Tecnologia de Americana.

Banca Examinadora

Orientador: _____

(Professor Daives Arakem Bergamasco, Especialista - UNICAMP, Tecnólogo Têxtil
– Fatec - Americana)

Professor da Disciplina: _____

(Professor Mestre Jose Sampaio Fornazier Camargo Sampaio, Mestre
Engenharia - USP - SP)

Professor Convidado: _____

(Professor Mestre Edison Valentim Monteiro, Mestre Engenharia – USP - SP)

AMERICANA

27/11/2012

Dedico este Trabalho de Conclusão de Curso, a todas as pessoas que acreditaram na minha capacidade, a minha família q sempre esteve presente e a minha namorada que me incentivou e nunca me deixou desistir.

1 AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar a oportunidade de simplesmente estar vivo e com saúde.

Aos meus pais por estar aqui, pela educação e pela força que me deram para conseguir meus objetivos.

Ao meu Professor Daives Bergamasco, pela paciência, educação, incentivo e principalmente por acreditar na minha capacidade para conclusão desse TCC.

Aos professores da Faculdade de Tecnologia de America, pela contribuição na minha formação acadêmica e pessoal.

Aos amigos de sala, por estar presentes em todos os momentos de alegrias e tristezas dentro da Faculdade.

A minha namorada pela contribuição, incentivo e horas perdidas comigo, me ajudando e apoiando até o término deste trabalho.

2 RESUMO

O tingimento com corante índigo é considerado um dos primeiros corantes presentes na história, e sua obtenção era feita através de plantas das regiões da Ásia e África, e era conhecido como anil. Depois de algum tempo se faz a síntese do corante índigo, e obteve-se o índigo sintético, onde sua produção se torna mais viável no mercado. A principal característica do corante índigo é sua oxidação, feita através do oxigênio o que dá uma característica única ao corante, após seu tingimento é necessário um tempo de exposição para revelar sua cor verdadeira. As máquinas utilizadas nesse processo são muito interessantes e cada uma delas com uma característica única para que ocorra essa oxidação do corante em exposição do oxigênio. Sua principal aplicação é em tecido denim ou jeans com características próprias e se tornando um dos tecidos mais usados em todo mundo.

3 ABSTRACT

The dyeing with indigo dye is considered one of the earliest dyes present in history, and its acquisition was made through plants of the regions of Asia and Africa, and was known as indigo. After some time it makes the synthesis of indigo dye, and gave the synthetic indigo, where production becomes more feasible in the marketplace. The main characteristic of indigo dye is oxidation, performed by means of oxygen which characteristic only one of the dye after its dyeing is required exposure time to reveal its true color. The machinery used in this process is very interesting and each with a unique characteristic for the oxidation of the dye occurs on exposure to oxygen. His application principal is in jeans or denim fabric with its own characteristics and becoming one of the most used fabrics in the world.

4 LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Sumário

5 INTRODUÇÃO

A área têxtil que abrange uma gama imensa de produtos feitos através de processos como os de fiação, tecelagem, tingimento e acabamento, e apresenta formas variadas de processo requer uma ênfase em cada um dos seus setores, para demonstrar suas afinidades, qualidade e possíveis riscos existentes.

O processo de tingimento de corante índigo abrange diversos fatores e setores na área têxtil, e sua historia se torna interessante como sendo a precursora dos corantes presentes e ainda hoje é produzido, mas de uma forma diferente do que quando foi criado.

Através do tempo grandes mudanças foram empregadas ao tipo de obtenção do corante e sua forma de comercialização. Esse trabalho trata essa evolução do corante e suas propriedades propriamente dita e suas particularidades.

Também demonstra as diferentes formas de utilização e tingimento principalmente especificando sua forma de revelação de cor após oxidação com o oxigênio e sua transformação.

O tema tingimento de corante índigo foi escolhido exatamente para tratar de suas propriedades e entender um pouco como é fabricado um dos tecidos mais utilizados no mundo o Jeans.

Também demonstra os diferentes processos e diferentes maquinas que facilitam o processo de forma especifica tenta entender suas particularidades.

Mostra também que é necessário um rigoroso trabalho de tratamento de efluentes, pois o processo de tingimento com corante índigo é bastante poluente já que usa um volume grande de água, e o risco de contaminação de rios é alto se não fizer um tratamento correto.

6 História do Corante Índigo

As cores sempre foram um fator importante na vida das pessoas e os corantes, anil, hena e o Pau Brasil são os corantes naturais mais antigos usados na humanidade. De todos os corantes naturais o anil, era o mais conhecido para tingir tecidos, pela sua capacidade de transformar o tecido branco no azul profundo.



Figura Muda de Índigo fera (www.etno-botanica.com)



Figura Índigo Sólido (www.etno-botanica.com)

Ele foi utilizado inicialmente nos países asiáticos, depois pelas civilizações antigas na Mesopotâmia, no Egito, na Grécia, em Roma, na Grã-Bretanha, na Mesoamérica, no Peru, no Irã e na África. A Índia era o fornecedor do anil à Europa e sua associação com o anil era conhecida com o termo Indikon ou Indicum, que significa substância da Índia, que mais a frente passou a ser

utilizado no dialeto italiano como índigo que foi adotado no inglês e em várias línguas. (<http://pt.wikipedia.org>)

O índigo era adquirido através de plantas das quais era extraído o pigmento em tom azul, sendo as principais a *Indigofera Arrecta*, *Indigofera Suffruticosa*, *Indigofera Tinctoria* e *Isatis Tinctoria* encontradas em diversas partes do mundo sendo as principais delas a Ásia e África.

O azul conhecido na história como a cor de faraós, deuses, princesas representava o alto escalão da sociedade e seguiu como cor escolhida para tingimento de vários povos como camponeses medievais, tribos africanas e até as múmias egípcias do terceiro milênio antes de Cristo, era ainda a cor predominante no guarda-roupa fúnebre de Tutankamón, conhecido também como Faraó Menino, que foi o último faraó da 18ª dinastia.

O índigo se popularizou pela fabricação do jeans após a Revolução Industrial e atualmente ele atinge várias culturas, faixas etárias e classes sociais. (<http://www.forumtextil.com.br/indigo.htm>)

7 Índigo Natural

Para se extrair o pigmento das flores da planta, elas são colocadas em água com [glicose](#) e se deixa fermentar na mistura para alcalinizar a adição [de hidróxido de cálcio](#) ou [amônia](#). Através de um rico ar de ventilação [de oxigênio](#) separando pó índigo insolúvel. As Flores secas são trituradas e usadas em tintura de cabelo.

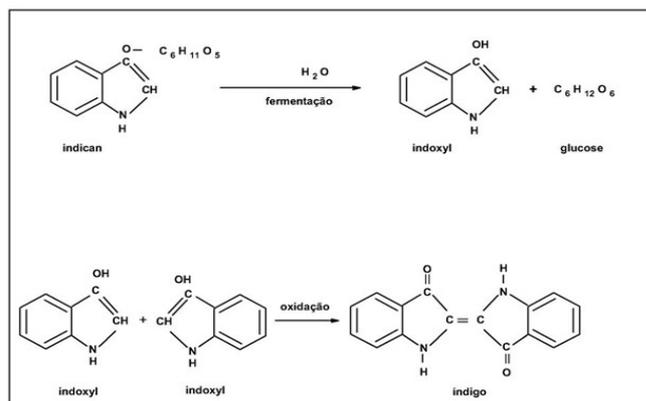
Cerca de 1000 kg de planta dessecada produz em media 15 kg a 20 kg de pigmento de índigo. (<http://www.etno-botanica.com>, 2010)



Figura Planta IndigoFera Tinctoria (www.samuelrobaert.blogspot.com.br)



Figura Pigmento Índigo (www.fazer.es.no.sapo.pt)



Obtenção do índigo natural

Figura Fórmula Estrutural Índigo Natural (www.alibaba.com)

8 Índigo sintético

No século XIX, um químico alemão chamado Johann Friedrich Wilhelm Adolf Von Baeyer, que inicialmente estudou matemática e física na Universidade de Berlim, antes de transferir-se para Heidelberg, onde estudou química com Robert Bunsen.

Adolf Von Baeyer é conhecido por ter conseguido obter nos primeiros meses de 1880, após dezessete anos de investigação, a síntese do índigo, junto com Heinrich Caro. Por este trabalho recebeu a Medalha Davy em 1881. Começou seu trabalho sobre o índigo, mas precisamente em 1865 que propiciou mais adiante ao descobrimento do Indoxyl e a síntese parcial do índigo. 1878 Adolf Von Baeyer consegue produzir anil sintético, índigo natural, que terá lugar no mercado comercial, em 1883 ele anuncia a estrutura química do índigo, em 1897 é feita a comercialização do índigo sintético que se torna mais viável comercialmente.

Devido à descoberta da síntese do índigo e a determinação da sua estrutura química, Adolf Von Baeyer recebeu o Nobel de Química de 1905.

Adolf Von Baeyer faleceu em 1917 em Starnberg e em 1932 a produção comercial do índigo natural cessou na Inglaterra.
(http://pt.wikipedia.org/wiki/Johann_Friedrich_Adolf_von_Bayer)

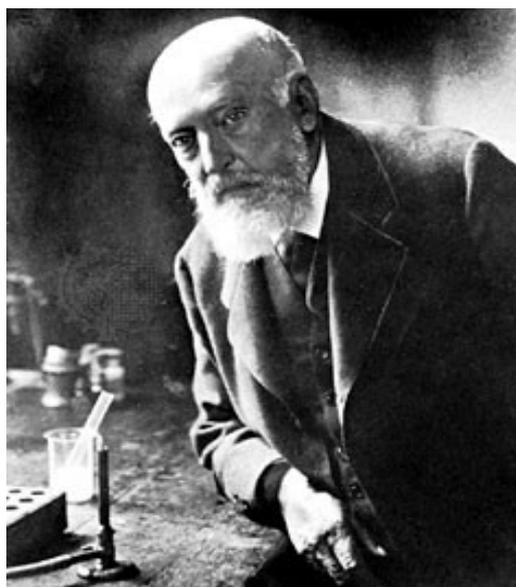


Figura Adolf Von Bayer (www.portalsaofrancisco.com.br)

8.1 A estrutura química da síntese a partir da anilina e do naftaleno.

O índigo sintético é produzido pela união de 2 moléculas de fenilaglicianato de sódio (industrialmente obtida da anilina), em uma mistura de hidróxido de sódio e amideto de sódio (sodamida). (jeanswear.blogspot.com.br, 2007)

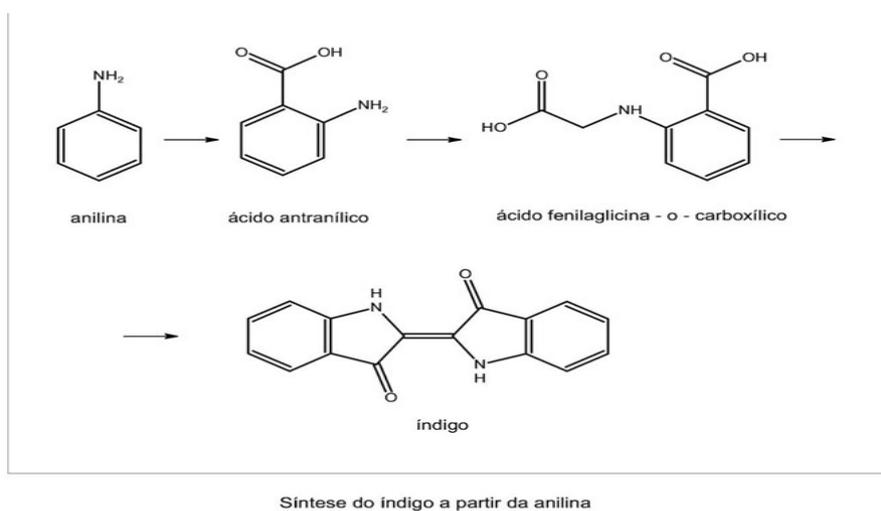


Figura Fórmula Estrutural do Índigo Sintético (www.alibaba.com)

Características:

Fórmula estrutural: $C_{16}H_{10}O_2N_2$
 Peso Molecular: 262,27 Gr
 Densidade: 1,417 g/cm³

O seu Color Index, que é usado como banco de dados de referência padrão dos fabricantes de produtos, para uso dos próprios fabricantes e consumidores é:

Color Index Number: 73000
 Color Index Name: CI Vat Blue1

Sua composição química que devido a formula é $C_{16}H_{10}O_2N_2$, contem:

Carbono:	73,27%
Hidrogênio:	3,84%
Oxigênio:	12,20%
Nitrogênio:	10,68%

9 Principais Fibras

As principais fibras tingidas com corante índigo são algumas fibras animais como lã e seda as fibras naturais celulósicas. Sendo a principal delas o algodão, que por sua baixa afinidade com o corante faz um tingimento somente na parte externa do fio, deixando assim o núcleo da fibra em sua cor normal, ou seja, não penetrando por completo no fio. (<http://www.forumtextil.com.br/indigo.htm>)



Figura Fio de Algodão Tinto com Índigo (www.pt.wikipedia.org)

9.1.1 Características do tingimento

A característica principal do tingimento com índigo é o método particular de tingimento sobre os fios de algodão.

Isso ocorre desde a época em que o tingimento era feito com índigo natural, até hoje, quando é usado o índigo sintético.

O corante índigo por ser único e possuir uma molécula relativamente pequena e baixa afinidade com a fibra celulósica, quando aplicado ele precisa ser reduzido numa solução alcalina (leuco), e também precisa de uma série de impregnações com produtos chamados de “produtos auxiliares”, seguidas de foulardagem e oxidação ao ar. Que é o que revela a verdadeira cor do fio, após a oxidação feita pelo oxigênio do ar.

Para que se obtenha uma cor cada vez mais intensa da fibra é preciso que se passe o fio várias vezes por um ciclo ou dip que é o processo em que o fio passa pelo tingimento, em seguida pelo foulard e pela oxidação. Esse tempo de passagem por cada processo depende do tipo de máquina instalada.

Normalmente cada ciclo varia de 2 a 10 passagens dependendo do tipo de tingimento que se quer obter e a intensidade da cor. Quanto menor o número de ciclos de tingimento a intensidade da cor será mais baixa e por consequência sua solidez será menor, e para uma maior solidez será necessário, um número maior de caixas de tingimento, podendo assim diminuir a concentração de índigo no banho de tingimento e tornando uma maior fixação do corante na fibra.

Durante o tingimento o banho de índigo tem que ficar em circulação de no mínimo 3 a 4 vezes por hora, para uma maior uniformidade das concentrações do banho e dos seus produtos auxiliares, como o hidrossulfito de sódio e soda caustica.

O tipo de instalação é importante para se determinar o tempo de imersão da fibra, seu ciclo e a velocidade de produção.

Existem máquinas Ropedye (corda), Slasherdye (multi-caixa) e Loop dye (loop).

No sistema multi-caixa e loop o tempo de imersão vai de 4 a 15 segundos, sua solidez pode ficar limitada se o tempo de imersão for inferior a 8 segundos, e sua oxidação deve ser de 45 segundos.

Para o tingimento em corda o tempo de imersão vai de 12 a 20 segundos, e para oxidação pelo menos 80 segundos, é necessário um tempo maior por causa do maior volume de fibras reunidas para o tingimento.

É possível também se fazer uma oxidação forçada reduzindo assim o comprimento do fio exposto ao oxigênio, esse processo reduz em até 75% o comprimento da oxidação já que a oxidação é a exposição de fio ao oxigênio. Esse processo aumenta o percentual de tecidos de primeira qualidade, pois diminui o comprimento total de fio na máquina, diminuindo assim o número de manchas causado por paradas de máquina por troca de rolagas.

Um exemplo de uma máquina com 8 caixas de tingimento com velocidade da máquina de 30 metros por minuto, serão necessários 30 metros de fio exposto ao oxigênio, para oxidação resultando num total de 240 metros.

No sistema de oxidação forçada são necessários 8 metros por minuto, então um total de 64 metros, ou seja, 176 metros de fio, que poderiam ser manchados e vendidos como de segunda qualidade, por parada de máquina independente do problema. Tem que ser levado em conta também que apesar da economia em metros de fio manchado, para a oxidação forçada é necessário mais dois motores e dois filtros por caixa de tingimento, conseqüentemente maior cuidado de manutenção e limpeza.

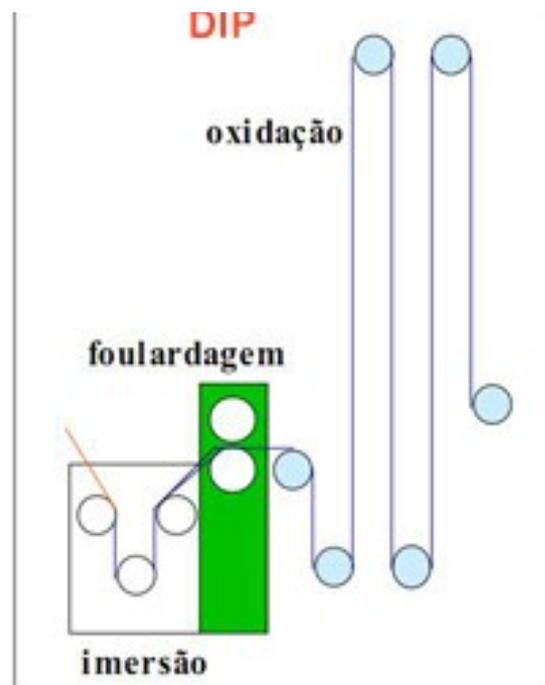


Figura Ciclo de Tingimento e Oxidação (www.forumtextil.com.br)

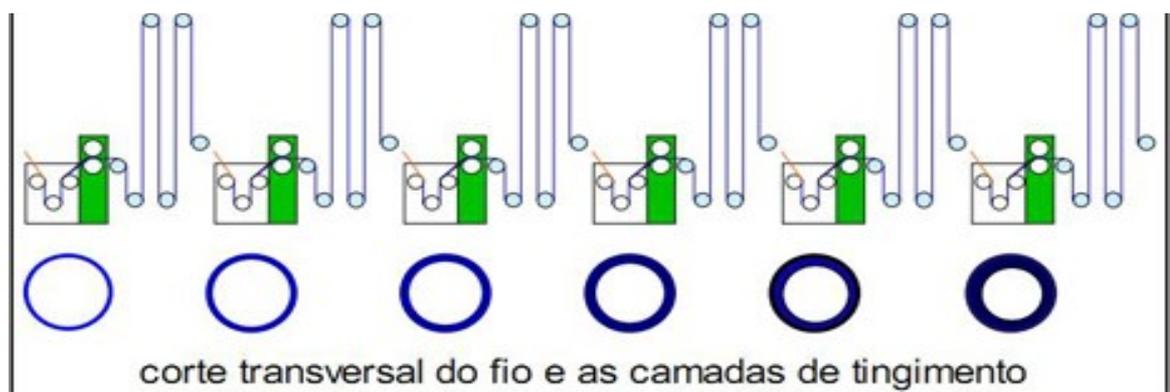


Figura Ciclos e corte Transversal do Fio (www.forumtextil.com.br)

10 Formas de comercialização do corante índigo

Existe no mercado nacional e internacional uma oferta de corante índigo nas mais variadas concentrações e o tipo ou concentração a ser usada deve ser bem estudada:

- □ Índigo pó ou grãos
- □ Índigo em solução a 20%
- □ Índigo em solução a 30%
- □ Índigo em solução pré-reduzida a 30%
- □ Índigo em solução pré-reduzida a 40%

Fonte: Livro Índigo: Tecnologias-Processos-Acabamento-Tingimento.

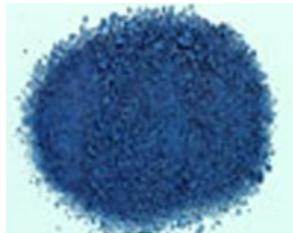


Figura Pigmento Índigo (www.gbljeans.com.br)



Figura Índigo em Pedra (www.etno-botanica.com)



Figura Índigo Líquido (www.etno-botanica.com-2z010)

11 Principais fornecedores de corante índigo

Bann Química

Situada no Estado de S. Paulo, é fabricante do corante índigo nas concentrações indicadas abaixo:

Índigo Bann 20%

Índigo Bann 30%

Índigo Bann 40%

Índigo Bann 30% (pré-reduzido)

Buffalo Color Corporation

Único fabricante de corante índigo nos Estados Unidos apresenta três concentrações:

Índigo Nacco 20%

Índigo Nacco 42%

Índigo Naccopowder x-disp

12

13 Clariant

Disponibiliza no mercado nacional apenas uma concentração:

Índigo Clariant Líquido 30%

14

15 Bezema

Fabricante alemão de diversas classes de corantes apresenta uma concentração única:

16 Bezema Índigo AXX granulate

17 Dystar

Conhecida mundialmente é detentora da patente do índigo pré-reduzido. Assegura o fornecimento de índigo pré-reduzido que vem em container direto da Alemanha. Apesar de produzir índigo nas concentrações usuais do mercado, está priorizando a comercialização do índigo pré-reduzido no Brasil. (Ferreira & Lima, 2001)

Índigo Vat 40% Solution

18 Índigo Normal e Índigo pré reduzido:

A análise de concentração de índigo deve vir acompanhada da concentração em percentual do índigo e sua densidade.

O Índigo normal (solução pigmentaria dispersa) depende de vários aspectos para ser aplicado, como o tipo de máquina, velocidade, o pick-up das caixas, a quantidade de fios de urdume e o título do fio. É necessário se fazer uma solução aquosa e uma redução chamada de tina mãe, onde seu grau de índigo puro varia de acordo com a necessidade de tingimento e elas também contem produtos auxiliares como a soda caustica e o hidrossulfito de sódio mantendo uma concentração equilibrada de cada produto.

Já o Índigo pré reduzido é fornecido em container pressurizados em nitrogênio para evitar sua oxidação, não necessita de tina mãe ou um banho pré preparado. A aplicação de soda caustica e hidrossulfito de sódio são feitas separadamente e diretamente na circulação do banho de tingimento. Devido sua praticidade ocorrem menos variações de nuances e uma ótima qualidade no tingimento.

Juntamente com o processo de tingimento do corante índigo podem ocorrer outros processos de tingimento com corantes reativos e sulfurosos, onde se faz necessário o uso de um vaporizador colocado normalmente na saída da primeira caixa, após a umectação. Esses tingimentos são chamados de bottoming, topping ou cor sólida. (Ferreira, Lima, 2001)

19 Tipos de máquinas

Hoje no mercado mundial existem 3 tecnologias de tingimento de índigo, as máquinas multi-caixas as máquinas loop e as máquinas em corda, cada uma delas com suas particularidades, vantagens e desvantagens de sua utilização.

SlasherDye (multi-caixas)

Loop Dye (Loop ou Girotex)

RopeDye (Corda)

As máquinas que trabalham com rolos vindos direto das urdideiras necessitam de um acumulador para que não ocorra uma parada de máquina causando mancha de tingimento, quando se necessita de uma troca de rolo engomado ou alguma quebra de fio ou algum outro problema no cabeçote da máquina, necessitando assim parar apenas a parte da frente da máquina.

Esse acumulador chega a acumular o equivalente há 6 minutos sem que a parte de trás da máquina sofra uma parada causando mancha no tecido.

Alguns fabricantes fazem os acumuladores após a última caixa de lavagem (acumulador em úmido) multi-caixas, ou após a secadeira (acumulador em seco) Loop.

Ambos têm suas vantagens e desvantagens, a principal delas no acumulador em úmido é reduzir a elasticidade dos fios tintos e a principal desvantagem no acumulador em seco é que pode aumentar o índice de rupturas nos fios tintos pelos fios já estarem engomados. Essas instalações são feitas por encomenda assim cada fabricante pode escolher o melhor processo para sua empresa. (Ferreia, Lima, 2001)

20 Tecnologias de tingimento

20.1 RopeDye (corda)

A primeira máquina de tingimento de índigo em contínuo foi uma máquina em cordas construída em 1920 pela CoockerMachine&FoundryCompany (USA), nas instalações da Cone Mills (Greensboro – USA) e sua montagem levou seis meses.

As máquinas em corda podem trabalhar de 12 a 48 cabos e possuem entre 300 a 450 fios/cabo, dependendo do número total de fios de urdume. Os cabos são alimentados lado a lado na instalação de tintura (ropedye). Depois de tintos, são abertos e re-urdidos (re-beaming), e engomados da forma tradicional. Eventualmente a máquina pode vir equipada com 1 ou 2 vaporizadores dependendo da finalidade do tingimento (enxofre, reativo ou indanthren). (Ferreira, Lima, 2001)

20.1.1 Vantagens:

Alta produtividade

Não existe parada na troca de artigos

Uniformidade ourela/meio no tecido final

Alta eficiência de tingimento

Alta Solidez

20.1.2 Desvantagens:

Alto investimento.

- Necessidade de espaço físico, geralmente 100% maior do que uma multi-caixas.
- Perda de elasticidade dos fios.
- Os cabos devem abrir-se após a tintura (re-beaming).
- Custos adicionais pelo uso de amaciante para abertura das cordas.
- Grande volume do banho de tingimento.
- Limitação do título do urdume geralmente até Ne 20/1.
- Maior mão de obra requerida

20.2 Fluxo do processo:

Urdimento das cordas/ Tingimento/ Abertura das cordas/ Engomagem/Tecelagem.

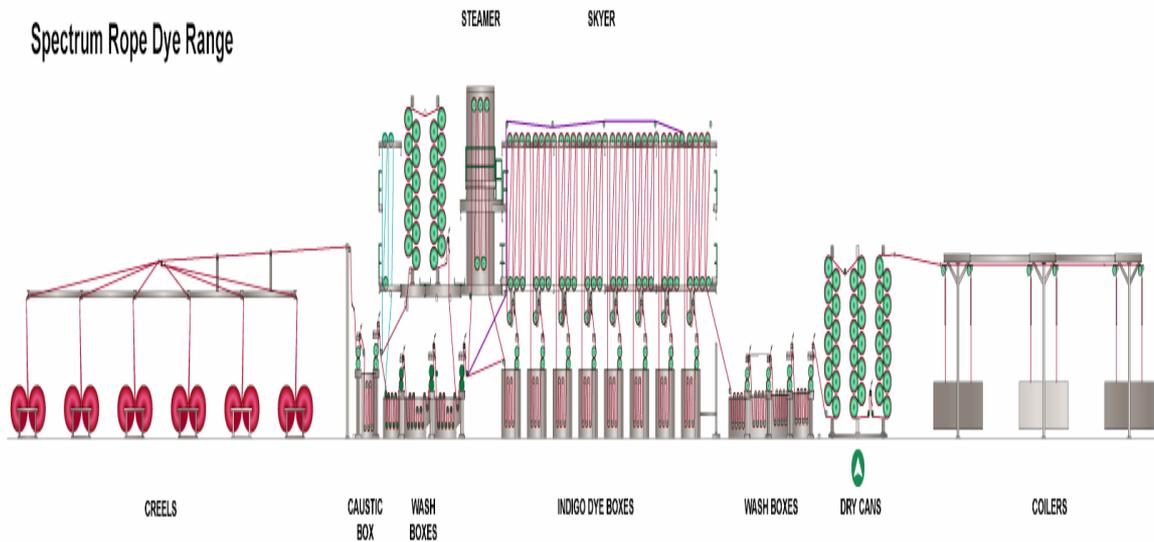


Figura Fluxo Processo Tingimento Cordas (www.morrisontexmach.com)

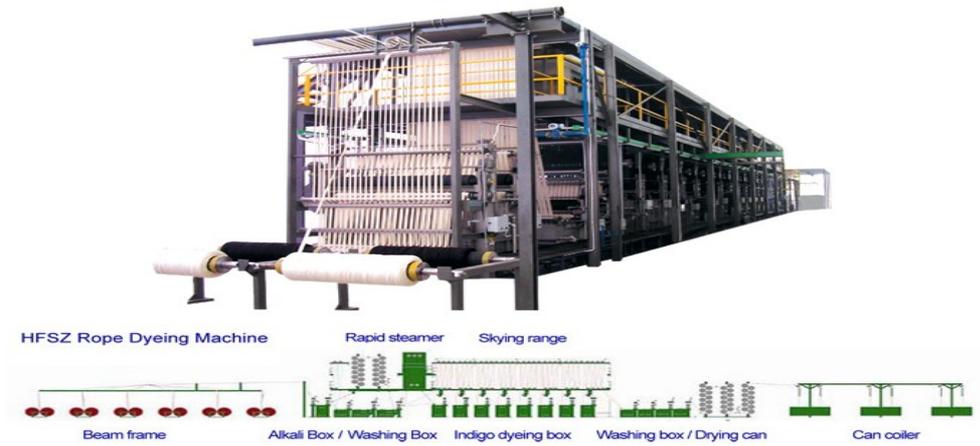


Figura Maquina de Corda (www.arabic.alibaba.com)



Figura Vista Lateral de Maquina de Corda (www.deninsandjeans.com)



Figura Vista Frontal da Máquina de Cordas (www.petchkasemweaving.com)

21 Slasher Dye (multi-caixas)

A partir de 1970 deu-se início na Europa a tecnologia de tingimento multi-caixas.

Devido a sua simplicidade em relação às máquinas de cordas, houve um incremento muito grande quanto a este tipo de equipamento, tornando-os bastantes populares.

Neste sistema os rolos de urdimento são agrupados a partir de uma gaiola similares à da engomadeira, tintos nas diversas caixas de tingimento (entre 4 e 8 caixas, em casos especiais até 10 caixas), e engomados em uma operação contínua. Eventualmente a máquina pode vir equipada com um ou dois vaporizadores dependendo da finalidade do tingimento (enxofre, reativo ou indanthren). (Ferreia, Lima, 2001)

21.1 Principais vantagens:

Instalação compacta (menor espaço requerido em relação à máquina de cordas).

Possibilidade de tingimento de fios finos para camisaria.

Produção contínua desde os rolos de urdideira até os rolos da engomadeira.

Melhor elasticidade dos fios em relação à máquina de cordas.

Baixo volume do banho de tingimento (em relação à máquina de cordas).

Flexibilidade na troca de artigos.

Adequada para tingimento de denim colorido.

Baixo investimento em relação à máquina de cordas.

Mão-de-obra reduzida em relação à máquina de cordas.

21.2 Principais desvantagens:

Possibilidade de variações centro/ourelas.

Perda de produtividade devido às trocas de partidas.

Maior tendência à formação de estopa devido às trocas de partidas.

Ocorrência de manchas na troca de roladas.

21.3 Fluxo do processo

Urdideira/Tingimento/,Engomagem/Tecelagem.



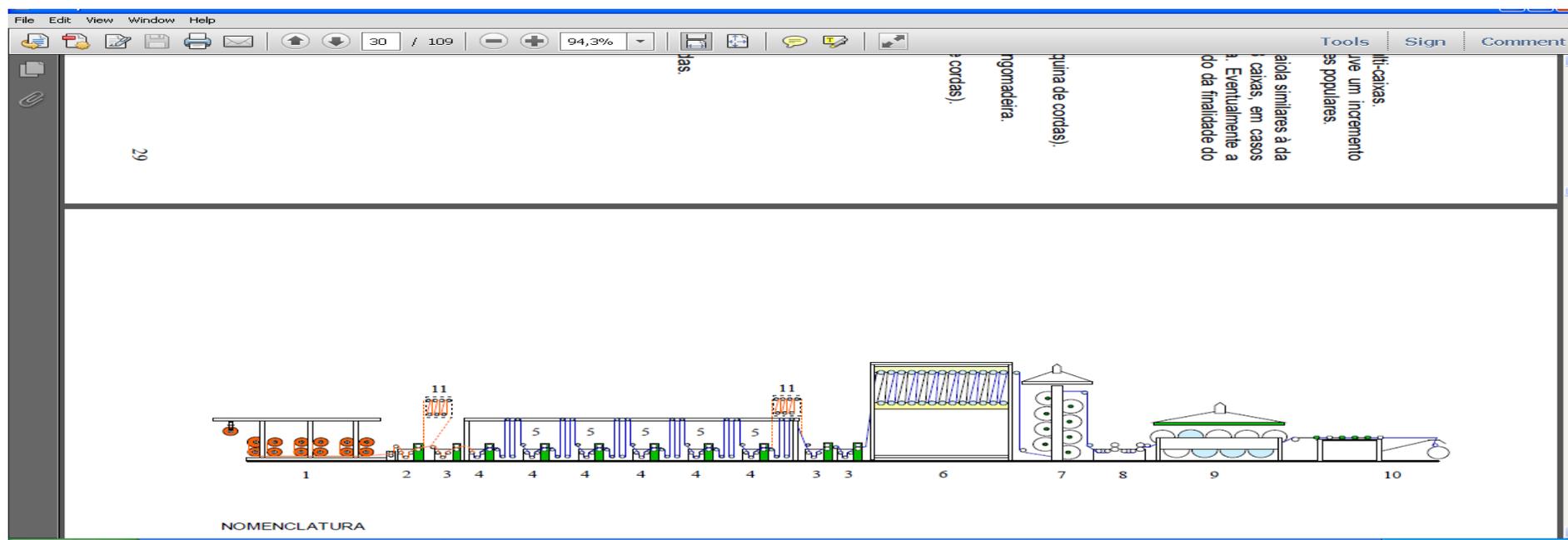


Figura Fluxograma maquina multi - caixa vista lateral (Ferreia, Lima, 2001)



Figura Rolos de Urdume da Maquina Multi-Caixa (www.textilelearner.blogspot.com)



Figura Parte lateral da Maquina Multi-Caixa (www.texima.com.br)



Figura Cilindro para Oxidação (www.texima.com.br)



Figura Varas de Separação Multi-Caixa (www.texima.com.br)



Figura Parte Frontal da Multi-Caixa (www.texima.com.br)

22 Loop Dye (loop ou girotex)

Em 1973, o Sr. LauChorSen, um químico têxtil de Hong Kong, por absoluta falta de espaço para montar uma máquina multi-caixas, teve a idéia de reduzir as caixas de tingimento para uma única caixa, com o urdimento passando quatro vezes pela mesma caixa, intercalando uma oxidação entre cada passagem. Não havendo conseguido funcionar o protótipo, talvez por falta de conhecimento mecânico, deixou a patente caducar.

Em 1980, a fabricante italiana de tecidos Italdenim, solicitou a Master Macherio a construção de uma máquina baseada neste sistema, nasceu assim à primeira máquina operativa do mundo modelo “loop”. (Ferreia, Lima, 2001)

22.1 Principais vantagens:

Instalação mais compacta (menor espaço em relação à máquina multi-caixas e cordas).

Produção contínua desde os rolos de urdideira até os rolos da engomadeira.

Melhor elasticidade dos fios em relação à máquina de cordas.

Baixo volume do banho de tingimento (em relação à multi-caixas e cordas)

Flexibilidade na troca de artigos e de títulos finos.

Baixo investimento em relação à máquina de cordas e multi-caixas.

22.2 Principais desvantagens:

Possibilidade de variações centro/ourelas.

Perda de elasticidade do fio.

Perda de produtividade devido às trocas de partidas.

Formação de estopa devido às trocas de partidas.

Limitação em tonalidades muito escuras.

Ruptura mais acentuada.

Ocorrência de manchas.

22.3 Fluxo do processo

Urdimento/ Tingimento, Engomagem/ Tecelagem.

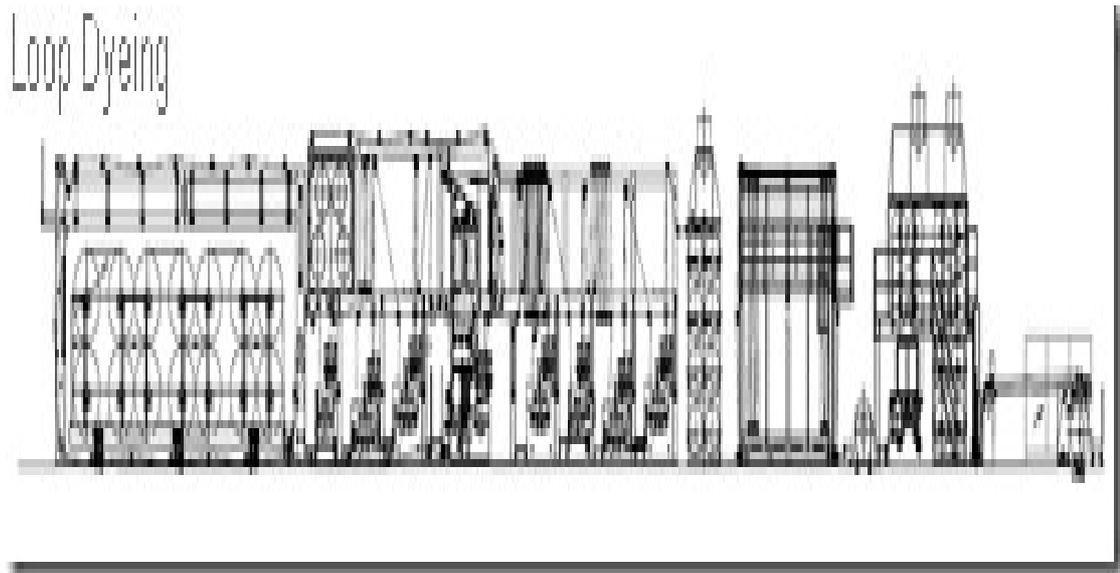


Figura Fluxograma Loop Dyeing (www.denimsandjeans.com)



Figura Vista Lateral de uma Maquina Loop Dye (www.denimsandjeans.com)

Process scheme Loopdye

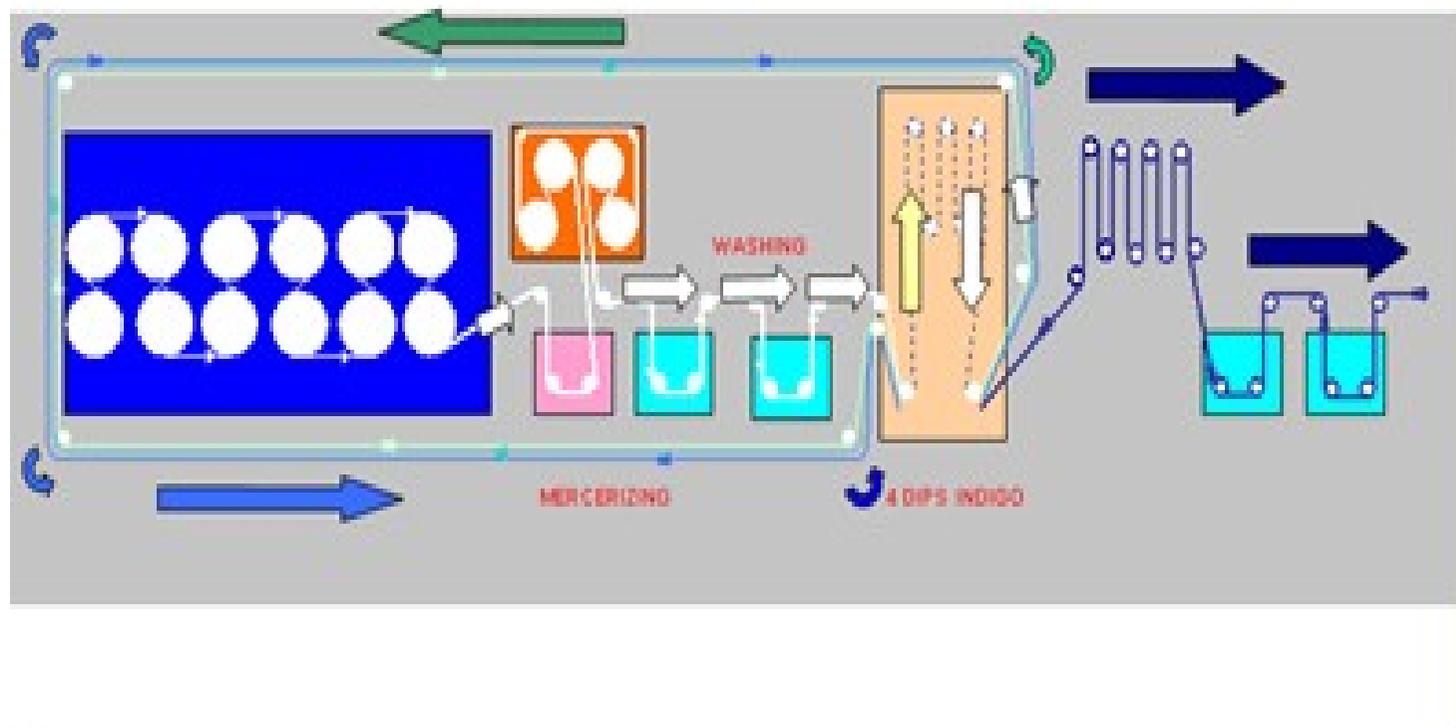


Figura Fluxo Processo Loop Dyeing (www.denimsandjeans.com)

23 Principais Fabricantes:

O tipo de máquina a ser usado envolve vários fatores como, por exemplo, espaço físico disponível, volume de produção, qualidade e custo. Para isso existem vários fabricantes de equipamentos, os principais são:

Benninger (Alemã)

<http://www.benningergroup.com>

Looptex (Italiana)

<http://www.htpunitex.com/>

Master Macherio (Italiana)

<http://www.mastermacherio.it/>

Sucker Muller (Alemã)

<http://www.karlmayer.com>

Texima S/A

<http://www.texima.com.br>

24 Controle de Tingimento

O tingimento com o corante índigo possui algumas afinidades únicas e deve ser controlada rigorosamente para se garantir qualidade e padrão ao tingimento onde qualquer diferença com relação a:

Velocidade: (que deve ser constante para evitar variação de tonalidade).

Temperatura: (grande variação de temperatura apresenta variação na tonalidade).

Pureza da água: (tem q ser límpida e isenta de metais).

Quantidade de hidrossulfito de sódio: (o que pode aumentar a penetração do corante na fibra e mudar a tonalidade).

pH: (que influencia na tonalidade e pena tração) que é controlado pela dosagem de soda caustica, podendo avermelhar mais a tonalidade do banho. Normalmente o ph ideal vai de 11,5 a 12,5. Normalmente as máquinas têm um medidor de pH online o que facilita sua leitura e o controle do processo

Concentração do corante: (para evitar variações de coloração). Deve ser acompanhado de 30 em 30 minutos para não haver grandes variações de intensidades de cor.

25 Produtos Auxiliares: Hidrossulfito de Sódio e Soda Caustica:

25.1 Hidrossulfito de Sódio:

A função do hidrossulfito de sódio no banho de índigo é solubilizar a cor e sua relação com o corante é de 1 kg para 0,700 kg. Isso é claro depende do tipo de máquina e do tipo de tingimento utilizado. É possível fazer uma análise prévia do hidrossulfito de sódio adquirido, para determinar sua pureza, a variação de consumo entre lotes não pode ser maior do que 10%. A quantidade de hidrossulfito de sódio no banho influencia diretamente cor do banho, se o banho estiver esverdeado indica a falta de hidrossulfito no banho e se a cor estiver amarelada indica uma quantidade acima de hidrossulfito no banho. Algumas precauções devem ser tomadas em conta, já que sua inalação pode causar falta de ar e por ser um material particulado muito fino, sua inalação pode levar a morte.



Figura Hidrossulfito de Sódio (www.evechem.com)



Figura Mascara Respiratória (www.picstopin.com)

25.2 Soda Caústica:

A função da soda caustica é manter o pH estável do banho, mantendo um padrão da cor e sua relação com o hidrossulfito de sódio é para cada 1 kg de hidro 570 ml de soda 50%. É feita uma análise prévia da soda caustica para determinar o seu percentual. Não se deve ter contato direto com a soda, por ser um produto corrosivo.



Figura Soda Caustica Liquida (www.portuguese.alibaba.com)

26 Controle de Qualidade

Para análise do tingimento é necessário um controle eficiente do comportamento do corante levando em conta as rígidas especificações. A proporção correta de produtos auxiliares e do corante é importante juntamente com o controle de pH, pressão do foulard, velocidade e temperatura para se ter um tingimento uniforme sem variações de nuances e uma maior economia de processo.

Para garantir uma melhor eficiência do processo é necessário um supervisor técnico especializado em tingimento, com formação química e um colaborador bem treinado para se obter uma melhor qualidade, e um laboratório próximo a máquina de tingimento para garantir um processo sem variação, onde se deve fazer um acompanhamento contínuo do banho de tingimento, evitando assim grandes variações.

26.1 Laboratório:

Itens necessários para acompanhamento em um laboratório de tingimento de corante índigo e processos de topping e bottoming. É necessário para análise de índigo:

Agitador Magnético

Lenço de papel

Balança de precisão

Balão volumétrico de 100 ml/ 200 ml/ 500 ml/ 1000 ml

Becker

pHmetro

Pipeta Automática (precisa)

Destilador

Pisseta

Eletrodo mV e pH

Espectrofotômetro Uv

Titrimo 702



Figura Espectrofotômetro Uv (www.isocell.com.br)



Figura Pipeta Automática (www.eppendorf.com)



Figura Titrino 702 (www.fischersci.com)

Basicamente com esses aparelhos é possível fazer uma análise do tingimento de índigo e também de tingimentos bottoming e topping, medição de pH e redox dos tingimentos, quantidade presente de hidrossulfito de sódio e soda caustica presentes no banho e concentração do índigo. Esse por sua vez é feito juntamente com a quantidade de hidrossulfito encontrada no banho utilizando ferricianeto de potássio.

27 Tipos de Tingimento

Tingimento Índigo: se faz só com corante índigo, podendo variar sua concentração tornando a cor mais clara ou escura, dependendo o numero de ciclos aplicado a fibra.

Tingimento Bottoming: Se faz o tingimento com corantes sulfurados antes de tingir com índigo, ou seja, o índigo fica por cima de uma outra cor aplicada a fibra.

Tingimento Topping: é feito o tingimento de índigo e posteriormente se faz o tingimento sulfurado, ficando o índigo por baixo da cor aplicada com outro corante.

27.1 Identificação:

Faz-se necessário para identificar o tecido se ele foi tingido somente com corante índigo ou se foi um tingimento bottoming ou topping, ou seja, recebeu mais um tingimento além do índigo ou apenas com corantes sulfurados, sem índigo. Para se saber ao certo qual tipo de tingimento foi usado, é feito um teste utilizando ácido nítrico concentrado sobre uma amostra de fio ou o tecido, o teste

é feito pingando uma gota do ácido sobre o fio ou tecido e se descolorir ficando branca ou amarelada a amostra foi tingido apenas com índigo e se ficar uma mancha escura na amostra foi tingido com corantes sulfurosos, podendo ser bottoming ou topping ou só sulfuroso.

28.1 Informações para um bom desempenho

- Evitar rebarbas e flanges tortos nos rolos urdidos;
- Evite ourelas baixas ou altas, mantendo os rolos alinhados na gaiola;
- Verifique com freqüência a dureza e o nip dos cilindros espremedores;
- Mantenha constantemente o mesmo nível do banho de umectação;
- Manter constante o nível e a vazão das caixas de tingimento;
- Manter constante vazão da água nas caixas de lavagens 3 a 5 m³/h;
- A temperatura da goma deve ser mantida entre 90 a 95°C;
- Controlar sólidos e viscosidade da goma;
- Não permitir que o PH da caixa de goma não ultrapasse 9,0;
- Manter a tensão no campo úmido a mais baixa possível, isso após a saída da caixa de goma;
- Trabalhar com os 2 primeiros cilindros e o último cilindro a 120°C, e os demais a 140°C;
- Controlar tensão de enrolamento e balança na cabeceira da maquina;
- Passar cordinhas sempre que necessário;

Normalmente após o banho de tingimento os urdimentos de titulação média e baixa tornam-se abrasivos, surgindo à necessidade de se estabelecer uma freqüência de retífica e ajuste do nip, esta freqüência dependerá das condições de trabalho de cada empresa e é recomendável que cada empresa possua um cilindro de reserva para os foulards de tingimento. Os eletrodos de PH e Redox devem ser do tipo Xerolyt por apresentarem maior durabilidade e para maior confiabilidade dos mesmos devem ser limpos e calibrados periodicamente com as soluções recomendadas pelo fabricante.

29 Fios Utilizados para Urdume:

A urdideira/reunideira é um processo importante que antecede as máquinas de tingimento de índigo. Os fios são reunidos em rolos de 350 até 500 fios, por rolo de urdume e todos os rolos são reunidos na máquina de tingimento a não ser no processo de corda, que esses fios são reunidos em uma corda, tingidos e depois são reunidos novamente em rolos de urdume e engomado.

Os fios mais utilizados para tingimento de corante índigo são os fios de algodão, os títulos de fios mais utilizados para esse tingimento são desde o 5/1 Ne até 40/1 Ne, para produção de denim, podendo haver misturas de algodão com poliéster ou elastano, fios contendo flama e também já foi utilizado fio de Modal, onde a sua absorção chega a 50% a mais que o algodão. Esses os fios tingidos com corante índigo para produção de denim. Na trama podem ser usados diversos tipos de fios como o poliéster, o elastano, o algodão.



Figura Urdideira Parte Frontal

30 Engomagem:

A máquina de engomagem pode tingir e engomar ao mesmo tempo, no caso do sistema multi-caixa, onde todos os rolos tirados no urdume são carregados atrás em uma espécie de gaiola e são puxados por cilindros espremedores e passam pelas caixas de impregnação, lavagem e tingimento, depois disso passa pelo acumulador, secadeira e depois é engomado separando a parte de baixo dos rolos da parte de cima, isso faz com que a engomagem dos fios seja maior, pois não engomam todos os fios juntos de uma vez, e depois disso passa por uma nova secagem e são reunidos em rolos no cabeçote da máquina.

No sistema de corda as cordas passam pelos mesmos processos, mas não são engomadas, as cordas são reunidas no cabeçote da máquina e separadas em rolos de urdume novamente onde posteriormente é feita a engomagem em outra máquina reunidos novamente dessa vez as cordas são separadas em fio.

No sistema loop é feito o mesmo processo da multi-caixa, com menos caixas para passagem, ou seja, os fios passam mais de uma vez pelo banho de tingimento em apenas um caixa, é oxidado, engomado, secado e reunido.

A boa engomagem é processo essencial para não causar rupturas no tear, por causa da sua baixa elasticidade dos fios.

A perda da elasticidade do fio nos processos de urdideira, engomagem e secagem são fatores importantes que influenciam na quebra de fio no tear.

A goma é parte importante do processo, para se engomar os fios tingidos com índigo alguns produtos tem que ser levado em conta algumas considerações, já que algumas propriedades precisam ser restituídas ao fio, já que as perderam no decorrer do processo, como suavidade, flexibilidade e lubrificação. Na engomagem é importante controlar o pH, o percentual dos sólidos e a temperatura da goma(essa ultima deixa defeitos evidentes na tecelagem).

As gomas de fios open end devem ser diferentes dos fios de filatório a anel, já que a resistência, o alongamento e a elasticidade são diferentes.



Figura Caixa de Goma (www.texima.com.br)

31 Produção do Tecido

Antigamente a produção de tecidos com tingimento de corante índigo chamados denim (tecido de algodão em que somente o fio de urdume recebe tingimento de índigo) eram feitos na sua maioria por teares de projétil. Hoje em

dia tem se utilizado muito o tear jato de ar que é mais eficiente e mais rápido, e também o tear de pinça. O tear de pinça e o tear de projétil são usados para uma maior gama de tecido denim diferenciado.

Alguns defeitos do tingimento do corante índigo só aparecem após a lavagem final da roupa pronta, para minimizar esses defeitos tem que se levar em conta alguns detalhes como: A largura das puas, a limpeza dos quadros, pente e bobinas, a estrutura do artigo, e as emendas dos fios de urdume e trama.

Atualmente estima-se que o consumo mundial desse tecido acima de 3 bilhões de metros lineares por ano. Sendo os principais consumidores os Estados Unidos, a Europa e o Japão, representando juntos mais de 65% do consumo mundial.

O Brasil é um dos principais produtores desse tipo de tecido do mundo, com uma capacidade instalada de produção acima de 600 milhões de metros lineares por ano.



Figura Tecelagem Jeans (www.gbljeans.com.br)

31.1 Formação do Tecido

A formação de um tecido denim (nome que surgiu na França da expressão serge de Nimes), existe diversas estruturas possíveis, sendo o principal ligamento de

um tecido denim a sarja 3X1. Utilizando urdumes e tramas diferenciadas, cores variadas e passamentos diferentes, pode se criar uma gama infindável de tecidos denim.



Figura Ligamento Sarja 3X1 (www.edym.com)



Figura Tecido Sarja 3X1 (www.portuguese.alibaba.com)

31.2 Ficha Técnica:

A ficha técnica de um tecido denim deve projetar todo o processo de criação do tecido partindo dele cru até o seu acabamento. Algumas informações que deve conter na ficha técnica são:

Numero de fios por pua

Largura cru, tear e acabado

Ligamento. Ex: Sarja 3X1

Densidade Urdume/ Trama

Titulo Urdume/Trama

Contração/ Encolhimento

Sua classificação é dada pelo peso em Onças/jardas

32 Beneficiamento do Denim

O conjunto de processos aplicados aos tecidos no estado cru é responsável por transformá-los em tecidos com boa solidez, resistência e maciez. Para o denim alguns critérios devem ser considerados no momento do acabamento do tecido, são eles:

- A estrutura do tecido, tela, sarja, sarja quebrada, espinha de peixe, etc.;
- Fluxo: se for lavado ou não;
- Sobretingimento ou não;
- Acabamentos especiais com estamparia ou laminações;
- Composição do artigo: 100% algodão, misturas ou com fibra elastomérica na trama;
- Skew (entortamento da trama): o valor obtido no tecido cru e o valor a ser aplicado no acabamento do tecido;
- Amaciante e auxiliar de sanforização: devem ser adequados e não amarelarem o tecido depois de determinado tempo;
- Umidade residual: devido as suas características o denim requer uma umidade residual alta antes da sanforização.

O beneficiamento do denim pode ser realizado de forma descontínua ou contínua, dependendo do tipo de máquinas que a empresa disponibiliza e das características desejadas no acabamento.

33 Fluxograma para Acabamento

Chamuscagem – Este processo deve ocorrer em média e alta temperatura como preparação do tecido para evitar a formação de pilling nos tratamentos seqüenciais de lavanderia;

Lavagem – Algumas estruturas necessitam de uma lavagem prévia por causa de suas dificuldades de sanforização, algumas delas são as de tela, as com elastano na trama, entre outras;

Skew ou entortamento da trama – Este processo é regido pela norma ASTM D 3882 e ocorre para evitar que haja entortamento da trama, tornando-a de segunda qualidade. O tecido após sanforizado deverá ser testado novamente para verificarmos se o potencial foi mantido, alguns fatores interferem nesse processo, pois depende da estrutura do tecido, títulos, tensão do tear.

Amaciante e auxiliar de sanforização– O uso de amaciantes são os responsáveis pela retardação do amarelecimento do denim, que não ocorre imediatamente, mas após meses de estar estocados por determinado tempo. É aconselhável que sejam aplicados diversos amaciantes e auxiliares de sanforização e que os tecidos acabados com essas aplicações sejam enviados para testes de influencia de ozônio e monóxido de nitrogênio e escolhidos por aqueles que melhores resultados apresentarem.

Encorpantes– Utilizado como auxiliar de sanforização, amaciante e umectante são os produtos utilizados no acabamento do denim. O encorpante é acrescentado como carga com o intuito de acertar ou aparentar uma gramatura final do tecido mais pesado.

Umidade residual - O denim requer uma umidade residual antes da sanforização, 12% para tecidos de algodão e 14% para tecidos de Lyocel ou Tencel. Tem por finalidade a facilitar a sanforização e aumentar a vida útil do mançhão e deve ser uniforme e esta uniformidade é uma das vantagens do sistema integrado de acabamento.

34 Tingimento de tecido com índigo

Esta é a operação destinada a colorir uniformemente os materiais têxteis, a qual depende da interação entre as fibras têxteis, água, corante e compostos aditivos. O tingimento com o corante índigo é bastante atrativo e possui as seguintes características:

- visual de índigo em tecidos similares ao denim;
- lavagens das prendas com características similares aos tecidos denim;
- atrativo para fabricantes que não possuem máquinas de índigo;
- efeitos diferentes em tecidos de poliéster com algodão;

Como na produção de qualquer tecido o controle de qualidade do índigo deve ser feito ao longo de todos os processos de produção, dando ênfase no tingimento e na tecelagem.



Figura Tecido Tinto com Índigo (www.claudio-zeiger.blogspot.com)

35 Controle Qualidade

As características de qualidade dos tecidos denim basicamente são as mesmas para os tecidos coloridos, agrupadas com outros critérios importantes como controle de nuances da partida e gramatura.

O processo de revisão deve ser feito na sequência, respeitando os processos de tingimento, tecelagem e acabamento, os lotes devem ser “remontados” na seqüência do tingimento. Após a classificação do tecido a entrega ao cliente final deve ser na mesma seqüência do tingimento e esta informação deve chegar ao cliente.

A utilização das chamadas colchas de retalhos é uma alternativa para ser entregue ao cliente. São retiradas amostras de cada rolo revisado, identificadas e montadas visualmente as nuances iguais, costuradas e estonadas para confirmar a seleção sendo enviadas em lotes separados para o cliente. Dentro de uma rolada de 50000 metros, por exemplo, cada rolo engomado vai para a tecelagem com 2500 a 3000 metros, então dentro de uma rolada são feitos mais ou menos 20 rolos para a tecelagem a colcha de retalho serve para mostrar as nuances contidas dentro dessa mesma rolada de um mesmo lote. Assim fica mais fácil saber se houve variação na cor, evitando que o cliente compre um mesmo lote de rolada com variação de cor evitando a devolução do produto.



Figura Colcha de Retalhos (www.jeanswear.blogspot.com)

35.1 Controle da Classificação

No Brasil a normal que regula a classificação é a NBR13484, critério também chamado de sistema de 4 pontos ou ainda sistema Levi's de

classificação. A idéia é aplicar pesos diferentes para os defeitos baseado no tamanho e gravidade. Apesar de a norma considerar que até 35 pontos/100m² ser primeira qualidade este parâmetro é regulado pelo mercado e cada fabricante adota o seu limite, o limite mais utilizado é de que até 25 pontos/100m² é considerado primeira qualidade. Independente da pontuação vale lembrar que o confeccionista espera que a % de segunda qualidade das peças não ultrapasse 2 a 3%.

36 Principais Fabricantes de Tecido Jeans no Brasil

Textil Canatiba

Capricornio Textil

Santana Têxtil

Tavex

36.1 Principais Marcas de Jeans no Brasil

Ellus

Forum

Carmim

Opera Rock

Zoomp

37 Tratamento de Efluentes e Risco ao Meio Ambiente

As empresas têxteis são as maiores produtoras de efluentes líquido coloridos dos pais. As Empresas fabricantes de produtos a base de corante índigo e sulfurosos a base de enxofre que são tóxicos e de difícil degradação, necessita de um amplo espaço para tratamento de seus efluentes e o processo é feito passando primeiramente por um processo de peneira onde se retira o material particulado, em seguida vai para a caixa de equalização onde o ph é controlado através de injeção de gás carbônico e também é feito um sistema de exaustão de gases para eliminar os odores desagradáveis. Depois disso é feito a floculação

com agentes químicos onde ocorre a separação dos flocos e impurezas formando o efluente tratado e o lodo. O efluente tratado segue para os rios e córregos.

Os tingimentos de índigo são resistentes a processos de tratamento físico-químico, onde de 10 a 15% do corante não são fixados nas fibras, são enviados para a estação de tratamento. Os processos físico-químicos apresentam elevada eficiência na remoção de material particulado, mas não são eficientes na remoção da cor. O processo utilizado para remoção do corante é o processo biológico de lodos ativados devido ao baixo tempo de resistência e área reduzida. Esse sistema produz um grande volume de lodo, e chega a retirar 80% da carga de corante, o problema é que esse lodo por ter um alto teor de corante não pode ser reutilizado, então ele é desidratado e enviado a um aterro sanitário especializado. (/www.capricorniotextil)



Figura Estação de Tratamento de Efluentes (www.capricornio.com.br)

38 CONCLUSÃO

O corante Índigo tem algumas propriedades e particularidades que o tornam especial. Sua revelação final de cor em exposição ao oxigênio, e sua relação de baixa afinidade com a fibra de algodão faz um tingimento diferenciado, por só tingir o fio superficialmente, deixando o núcleo do fio sem tingir, ou seja, não penetra totalmente no fio.

As máquinas e equipamentos utilizados de formas diferentes, mas que necessitam do mesmo processo, de relação tingimento e oxidação, exposição do fio tinto ao oxigênio, cada uma das máquinas fazem esse processo de uma forma diferente, mas todas chegam a um mesmo resultado final de tingimento.

O tingimento de índigo que é um dos mais antigos que se têm relatos na história, se faz especial hoje em dia por ser o processo de fabricação do Jeans, que nos dias de hoje pode ser considerado um dos tecidos mais usados em todo o mundo.

Por ser um processo em que se utiliza um elevado volume de água e bastante poluente, se faz necessário um tratamento de efluentes eficaz já que ainda não se tem uma forma de se utilizar menos água.

É preciso ainda a descoberta de uma forma mais eficaz desse tingimento, com o uso de menor volume de água, já que é um bem escasso na terra e cresce cada dia mais a preocupação com a falta de água um dia no planeta.

39 Referencias

- */www.capricorniotextil.* (s.d.). Acesso em 10 de 11 de 2012, disponível em capricornio: <http://www.capricornio.com.br>
- Ferreira, P., & Lima, F. (2001). *Indigo: Tecnologia - Processos - Tingimento - Acabamento*. Recife: Artes Graficas.
- *formatacaoabnt.blogspot.com.br.* (s.d.). Acesso em 16 de 11 de 2012, disponível em [/formatacaoabnt.blogspot.com.br](http://formatacaoabnt.blogspot.com.br): <http://formatacaoabnt.blogspot.com.br>
- *http://pt.wikipedia.org.* (s.d.). Acesso em 11 de 2012, disponível em [/pt.wikipedia.org/](http://pt.wikipedia.org/): [http://pt.wikipedia.org/wiki/Anil_\(](http://pt.wikipedia.org/wiki/Anil_()
- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Johann_Friedrich_Adolf_von_Bayer.](http://pt.wikipedia.org/wiki/Johann_Friedrich_Adolf_von_Bayer) (s.d.). *pt.wikipedia.org.* Acesso em 2 de 11 de 2012, disponível em pt.wikipedia.org: <http://pt.wikipedia.org>
- *http://www.etno-botanica.com.* (06 de 2010). Acesso em 30 de 10 de 2012, disponível em etno-botanic: <http://www.etno-botanica.com>
- *http://www.forumtextil.com.br/indigo.htm.* (s.d.). Acesso em 10 de 11 de 2012, disponível em [forumtextil.com.br](http://www.forumtextil.com.br): <http://www.forumtextil.com.br>
- *indigodenim.blogspot.com.br/.* (s.d.). Acesso em 25 de 10 de 2012, disponível em [indigodenim.blogspot](http://indigodenim.blogspot.com.br): <http://indigodenim.blogspot.com.br>
- *jeanswear.blogspot.com.br.* (06 de 2007). Acesso em 11 de 2012, disponível em [jeanswear.blogspot](http://jeanswear.blogspot.com.br/2007/06/histria-do-ndigo.html): <http://jeanswear.blogspot.com.br/2007/06/histria-do-ndigo.html>
- *www.spq.pt/boletim.* (s.d.). Acesso em 29 de 10 de 2012, disponível em www.spq.pt: [www.spq.pt/boletim](http://www.spq.pt)