



**SÃO PAULO**  
GOVERNO DO ESTADO

Faculdade de Tecnologia de Americana – Ministro Ralph Biasi

Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil

Cristiano Aparecido Gomes

**Estudo Comparativo entre processos de lavagens “Over Destroyer e Destroyer  
ECO” tradicionais e por espuma**

**Americana, SP**

**2023**



Faculdade de Tecnologia de Americana – Ministro Ralph Biasi  
Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil

Cristiano Aparecido Gomes

**Estudo Comparativo entre processos de lavagens “Over Destroyer e Destroyer  
ECO” tradicionais e por espuma**

Trabalho de graduação apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Produção Têxtil pelo CEETEPS/Faculdade de Tecnologia – FATEC/Americana sob a orientação do Professor Daives Arakem Bergamasco.

Área de concentração: Processo de Tecnologia Têxtil.

**Americana, S. P.**

**2023**

**FICHA CATALOGRÁFICA – Biblioteca Fatec Americana  
Ministro Ralph Biasi- CEETEPS Dados Internacionais de  
Catalogação-na-fonte**

**GOMES, Cristiano Gomes**

**Estudo comparativo entre processos de lavagens: Over  
Destroyer e Destroyer Eco tradicionais e por espuma. / Cristiano  
Gomes Gomes – Americana, 2023.**

**59f.**

**Estudo de caso (Curso Superior de Tecnologia em Produção  
Têxtil) - - Faculdade de Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi  
– Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza**

**Orientador: Prof. Dr. Daives Arakem Bergamasco**

**1. Lavanderia 2. Química 3. Tecnologia têxtil. I. GOMES,  
Cristiano Gomes II. BERGAMASCO, Daives Arakem III. Centro Estadual  
de Educação Tecnológica Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de  
Americana Ministro Ralph Biasi**

**CDU: 677.027.25**

**54**

**677**

**Elaborada pelo autor por meio de sistema automático gerador de  
ficha catalográfica da Fatec de Americana Ministro Ralph Biasi.**

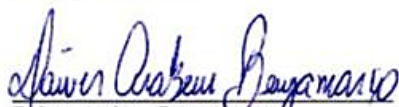
Cristiano Aparecido Gomes

**Estudo Comparativo entre processos de lavagens "Over Destroyer e Destroyer ECO"  
tradicionais e por espuma**

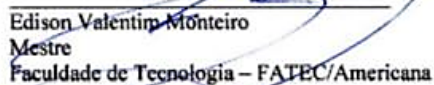
Trabalho de graduação apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil pelo Centro Paula Souza – FATEC Faculdade de Tecnologia de Americana – Ralph Biasi.  
Área de concentração: Produção Têxtil

Americana, 30 de novembro de 2023

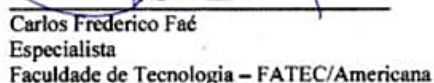
**Banca Examinadora:**



Daives Arakem Bergamasco  
Doutor  
Faculdade de Tecnologia – FATEC/Americana



Edison Valentim Monteiro  
Mestre  
Faculdade de Tecnologia – FATEC/Americana



Carlos Frederico Faé  
Especialista  
Faculdade de Tecnologia – FATEC/Americana

## DEDICATÓRIA

"Dedico este trabalho à minha amada família, que é a pedra fundamental de todas as minhas conquistas, e que sempre esteve ao meu lado em cada momento desta jornada acadêmica."

## AGRADECIMENTOS:

Sem dúvida, é com imensa satisfação e um profundo sentimento de reconhecimento que expresso minha gratidão a Deus pelos anos dedicados aos estudos, cientes de que Sua intervenção tornou possível a realização de sonhos e a manifestação de milagres em nossa trajetória acadêmica.

Não posso deixar de manifestar meu sincero apreço à minha companheira de vida, minha esposa, que esteve ao meu lado de maneira incondicional, nos momentos auspiciosos e nos desafios que permearam essa jornada. É notável a importância dos momentos compartilhados em família que foram sacrificados em prol deste objetivo acadêmico. Sua presença torna a vida mais significativa e completa.

Minha gratidão eterna se estende aos meus amados filhos, Matheus e Gabrielly, que me brindaram com seu apoio constante ao longo desses anos de estudo. Sem a colaboração de vocês em todos os aspectos de nossa vida em família, teria sido praticamente impossível conquistar esta realização acadêmica. Saibam que os amo profundamente!

Também desejo expressar minha sincera apreciação ao corpo docente da Instituição de Ensino Superior, que se dedicou com afinco e zelo em nos instruir durante estes anos de formação.

Ao meu orientador, Daives Bergamasco, quero agradecer pelo apoio inestimável e pelo encorajamento incansável proporcionados ao longo do desenvolvimento deste trabalho acadêmico. Sua paixão e expertise no campo do Jeanswear foram verdadeiramente inspiradoras.

Ao longo desses anos de estudo, tive o privilégio de conviver com diversas pessoas que hoje posso chamar de amigos. Desejo expressar minha gratidão a todos vocês, que, com palavras de ânimo e gestos de solidariedade, contribuíram para o sucesso de cada dia, marcando-os com sorrisos e realizações.

Ainda que a figueira não floresça, nem haja fruto na vide; o produto da oliveira minta, e os campos não produzam mantimento; as ovelhas sejam arrebatadas do aprisco, e nos currais não haja gado, todavia, eu me alegro no SENHOR, exulto no Deus da minha salvação

Habacuque 3:17-19 ARA

## **RESUMO**

Os processos de beneficiamento jeanswear consomem uma grande quantidade de água e produtos químicos na lavanderia industrial. Esses fatores afetam diretamente o quesito sustentabilidade dentro da cadeia de produção de jeans. Já existem processos que trabalham com um menor consumo de água, porém necessitam de novos equipamentos ou adaptações que acabam tendo um custo elevado. Os processos por espuma são uma nova maneira de trabalhar os beneficiamentos por esgotamento sem a necessidade de alteração ou compra de equipamentos e com uma redução significativa da quantidade de água e produtos químicos usados nas lavagens. Este trabalho mostra de forma prática um comparativo entre processos tradicionais de lavagens e os mesmos feitos por espuma, demonstrando assim a viabilidade técnica deste processo.

**Palavras chave: Jeans, Denim, espuma.**



## **ABSTRACT**

Jeanswear wash processing processes consume a large amount of water and chemicals in industrial laundry. These factors directly affect sustainability within the jeans production chain. There are already processes that work with lower water consumption, but they require new equipment or adaptations that end up having a high cost. Foam processes are a new way of working with sewage processing without the need to change or purchase equipment and with a significant reduction in the amount of water and chemicals used in washing. This work shows in a practical way a comparison between traditional washing processes and those made using foam, thus demonstrating the technical feasibility of this process.

**Keywords:** Jeans, Denim, foam.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Capulho de algodão aberto .....	14
Figura 2: Plantação de algodão.....	14
Figura 3: Colheita mecanizada de plantação de algodão.....	15
Figura 4: Abridor de fardos de algodão .....	17
Figura 5: Carda .....	18
Figura 6: Passadeira .....	19
Figura 7: Maçaroqueira .....	20
Figura 8: Filatório convencional a anel.....	21
Figura 9: Filatório Open-end vista frontal .....	22
Figura 10: Rope dye (corda).....	27
Figura 11: Vista lateral de uma máquina multi-caixas .....	28
Figura 12: Fios de urdume e trama .....	30
Figura 13: Esquema exemplificado dos componentes básicos de um tear .....	31
Figura 14: Ligamento Sarja 2x1 direita.....	32
Figura 15: Ligamento sarja 3x1 direita .....	33
Figura 16: Amostras colocadas na lavadora .....	34
Figura 17: Processo de Clareamento usando clorito de sódio .....	37
Figura 18: Perninha com processo de “Over Destroyer” convencional. ....	38
Figura 19: Perninha com processo de “Destroyer ECO” convencional. ....	41
Figura 20: Processo de Stone usando espuma.....	42
Figura 21: Perninha com processo de “Over Destroyer” feito com o processo por espuma. ....	45
Figura 22: Perninha com processo de “Destroyer ECO” feito pelo processo ECO com espuma. ....	48
Figura 23: Comparativo dos processos “Over Destroyer” Tradicional (esquerda) e por espuma (direita) .....	49
Figura 24: Comparativo dos processos “Destroyer ECO” Tradicional (esquerda) e por espuma (direita) .....	52
Figura 25: Tolerâncias para resistência a tração pelo método TIRA = ABNT NBR 14634 .....	54

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparativo do consumo de água entre o processo “Over Destroyer” tradicional e por espuma .....	49
Tabela 2: Comparativo do consumo de produtos químicos entre o processo “Over Destroyer” tradicional e por espuma .....	50
Tabela 3: Tolerâncias para resistência a tração pelo método TIRA = ABNT NBR 14634 .....	51
Tabela 4: Comparativo dos testes de resistência a tração o processo “Over Destroyer” tradicional e por espuma .....	51
Tabela 5: Comparativo do consumo de água entre o processo “Destroyer ECO” tradicional e por espuma .....	52
Tabela 6: Comparativo do consumo de produtos químicos entre o processo “Destroyer ECO” tradicional e por espuma .....	53
Tabela 7: Comparativo dos ensaios de resistência a tração entre o processo “Destroyer ECO” tradicional e por espuma .....	54

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	12
2	REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	13
2.1	ALGODÃO .....	13
2.2	FIAÇÃO – RING .....	16
2.3	FIAÇÃO OPEN - END .....	21
2.4	TINGIMENTO ÍNDIGO .....	22
2.4.1	FORMAS DE COMERCIALIZAÇÃO DO CORANTE ÍNDIGO .....	25
2.4.2	TINGIMENTO – PARÂMETROS .....	25
2.4.3	TECNOLOGIAS DE TINGIMENTO DE ÍNDIGO .....	26
2.5	TECELAGEM .....	30
2.5.1	TIPOS DE LIGAMENTOS .....	31
3	MÉTODOS E PROCESSOS .....	34
3.1	MÉTODO CONVENCIONAL “OVER DESTROYER” .....	34
3.2	MÉTODO CONVENCIONAL “DESTROYER ECO” .....	38
3.3	MÉTODO “OVER DESTROYER” POR ESPUMA .....	41
3.4	MÉTODO “DESTROYER ECO” FEITO PELO PROCESSO COM ESPUMA 45	
4	RESULTADOS .....	49
4.1	OVER DESTROYER TRADICIONAL E POR ESPUMA.....	49
4.1.1	COMPARATIVO DO CONSUMO DE ÁGUA .....	49
4.1.2	COMPARATIVO DO CONSUMO DE PRODUTOS QUÍMICOS .....	50
4.1.3	COMPARATIVO DA RESISTÊNCIA PELO MÉTODO “TIRA” .....	51
4.2	DESTROYER ECO TRADICIONAL E POR ESPUMA.....	52
4.2.1	COMPARATIVO DO CONSUMO DE ÁGUA .....	52
4.2.2	COMPARATIVO DO CONSUMO DE PRODUTOS QUÍMICOS .....	53

4.2.3	COMPARATIVO DA RESISTÊNCIA PELO MÉTODO “TIRA” .....	54
5	CONCLUSÃO .....	56

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria de beneficiamento jeanswear é um importante elo na cadeia de produção de peças jeanswear. Os processos de lavagens dão as peças jeans aspectos de peças desgastadas, “vintage” e até mesmo peças com poucas marcações. Todos esses processos são feitos por processo de esgotamento em lavadoras industriais, onde a quantidade de água e produtos químicos usados fazem parte do beneficiamento, junto com a ação física proporcionada pelas lavadoras.

Por outro lado, o tema da sustentabilidade está muito forte na indústria têxtil, fazendo com que cada vez mais o uso consciente de águas e químicos seja necessário para atender uma demanda de clientes e consumidores, além do cuidado com o planeta.

Existem alguns processos alternativos que visam a diminuição da quantidade de água e químicos no processo de beneficiamento, como por exemplo o processo de nebulização. Mas esse processo necessita de equipamentos que tem valor elevado, além de adaptação nas lavadoras.

O processo de beneficiamento por espuma é uma alternativa que propõe um uso reduzido da quantidade de água nos processos de beneficiamento, feitos através da redução da relação de banho nos processos. Como consequência da diminuição da quantidade de água no processo, consegue-se uma redução da quantidade de químicos usados, pois seu uso está relacionado a quantidade de banho no processo.

Dessa forma, este trabalho apresenta de forma pratica um comparativo entre dois processos de lavagem, um feito de forma tradicional e outro feito por espuma. Os resultados são avaliados em relação a quantidade de água utilizada, quantidade de produtos usados no processo e resistência a tração do substrato.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

### 2.1 ALGODÃO

O algodão é uma das fibras vegetais mais antigas e mais importantes que se tem registro e se caracteriza como uma fibra natural, de origem vegetal, medindo entre 24 e 38 mm de comprimento. Sua cultura recebe o nome de cotonicultura (ALANE; PANDOLFI, 2019).

Sua coloração varia do amarelo claro ao dourado, é rico em vitamina E, usado na indústria têxtil, produtos de higiene pessoal, materiais hospitalares, fabricação de óleo, rações e explosivos (ALENCAR, 2017).

O Algodão aparece à primeira vez na história séculos antes de Cristo. Na América, mais especificamente no litoral norte do Peru, alguns vestígios foram encontrados. Sinal de que povos milenares como os Incas já manipulavam o algodão. A perfeição dos tecidos encontrados referentes a aquela época é espantosa. Já no Brasil não se tem notícias de quando exatamente o algodão surgiu. Em 1576, Gandavo informava que os Índios, antes do descobrimento utilizavam o algodão para suas redes, o caroço para fazer mingau e as folhas da planta para curar ferimentos. Com a chegada dos colonos ao Brasil o cultivo de algodão foi se ampliando.

O algodão (figura 1) é resistente à seca e por isso representa uma opção de cultivo em regiões semiáridas. Além da resistência, o algodoeiro é uma planta em que quase tudo é aproveitado, principalmente o caroço e a fibra que representam aproximadamente 65% e 35% do peso de produção, respectivamente.

A principal produção do algodoeiro é o fruto e sua massa é composta pelas sementes 52%, fibras 40% e demais estruturas botânicas 8%. As sementes contêm aproximadamente 15% de óleo, 3% de fibras, 40% de proteínas e 42% de tegumentos. Já as fibras, estruturas compostas por camadas de celulose, são o principal produto econômico do algodoeiro (BELTRÃO, 1999; GARCIA-LORCA e CARNERO, 1999).

Figura 1: Capulho de algodão aberto



Fonte: Site <https://www.toalheirosantabarbara.com.br/blog/item/288/qual-a-importancia-do-algodao?.html>

A produção de algodão (figura 2) exige solos férteis, notadamente em matéria orgânica, fósforo e potássio, e com teores de nutrientes equilibrados, por isso requer manejo e sistema de produção específicos, principalmente a rotação com espécies leguminosas e gramíneas.

São desfavoráveis solos ácidos ou pobres de nutrientes, úmidos sujeitos à encharcamento, rasos e compactados. O cultivo é manual em países como Índia, Paquistão, e China, ou mecânico como nos Estados Unidos e Brasil.

Figura 2: Plantação de algodão



Fonte: Site <http://grupopourobranco.com.br/algodao-plantado-no-brasil-atinge-52-da-area-total/>

A cultura deve ser mantida livre de ervas daninhas durante todo o ciclo e, para tanto, se recorre à aplicação de herbicidas e à limpeza manual ou mecânica. A



qualidade final da semente e da fibra pode ser afetada pelos procedimentos de colheita e pós colheita.

É recomendável que o algodão seja colhido com um teor de água na fibra máximo de 14%, devendo-se evitar colher em períodos chuvosos. Para minimizar esses problemas, recomenda-se programar a época de semeadura de modo que a colheita coincida com períodos secos.

A colheita manual, apesar de morosa, permite obtenção de fibras de melhor qualidade pela possibilidade de selecionar e classificar a produção segundo critérios de qualidade, a exemplo de maturidade, incidência de doenças e pragas, presença de plantas invasoras e desenvolvimento da planta, entre outros (EMBRAPA, 2005).

A colheita mecânica (figura 3) é, por sua vez, imprescindível em escalas de produção maiores, o tipo de colheitadeira e o sistema de produção podem influir negativamente na qualidade da fibra. As colhedoras de arranque (*stripper*) colhem capulhos e frutos abertos ou semi abertos resultando em produto de qualidade mais baixa quando comparado ao colhido manualmente. A colhedora de fuso (*spindles*), a mais usada atualmente, pode colher algodão de boa qualidade, dependendo da cultivar, da distribuição especial de plantas e do uso adequado de desfolhantes entre outros aspectos (EMBRAPA, 2005).

Figura 3: Colheita mecanizada de plantação de algodão



Fonte: <https://universo.agrogalaxy.com.br/2022/08/22/colheita-de-algodao-por-onde-comecar/>

É possível produzir alimento para animais a partir do caule, folhas, maçãs e capulhos. O caroço possui óleo e proteína bruta. O óleo, após refino serve para alimentação humana, fabricações de margarinas e sabões. O bagaço, por sua vez, de alto valor protéico, é utilizado na alimentação animal.

O principal produto do algodoeiro, a fibra, pode ter mais de 400 aplicações industriais, dentre as quais: confecção de fios para tecelagem (tecidos variados), algodão hidrófilo para enfermagem, confecção de feltro de cobertores, estofamentos e obtenção de celulose.

Para chegar à sua finalidade como tecido essa fibra passa por um processo de várias etapas de transformação culminando em um fio compacto. A fibra de algodão quando está seca é quase inteiramente composta por celulose, além de conter também pequenas porções de proteína, pectina, cera cinzas, ácidos orgânicos e pigmentos.

O algodão é, até hoje, a fibra vegetal mais utilizada no mundo, desde sua origem. Além de trazer conforto, maciez e durabilidade, ele possui qualidades distintas de qualquer outra fibra, tais como: fácil manuseio toque suave e confortável; boa solidez e rápida secagem: capacidade de rápida absorção da umidade; boa resistência ao uso, lavagens e ao ferro de passar mantendo a durabilidade do produto; amarrota com facilidade, mas dificilmente provoca reações alérgicas.

## **2.2 FIAÇÃO – RING**

A fiação têxtil consiste em transformar uma massa de fibras têxteis (matéria-prima), inicialmente desordenadas (flocos), em fios. Porém para ocorrer à produção de fios, existem vários processos que determinará qual será a espessura, título do fio, tipo, qualidade e finalidade do fio.

Esses processos compreendem por meio das quais as fibras têxteis passam por etapas de abertura, limpeza, orientação na mesma direção, paralelização e torção, de modo que a fixação de uma nas outras ocorre através de atrito.

O processo de fiar pode-se dividi-lo em duas etapas:

1)Preparação a fiação; e 2) Fiação

Preparação a fiação esta etapa pode se subdividi la em:

Linha de abertura recebe a matéria-prima (fibras têxteis) que estão apresentados em forma de fardos compactados, com peso aproximadamente de 200 kg, onde são colocados lado a lado. Um equipamento automático (figura 4) ou manual faz a coleta de pequenas porções de cada fardo e as submetem a batimentos (equipamento esse chamado batedor) a fim de remover as impurezas.

Figura 4: Abridor de fardos de algodão



Fonte: Site <http://www.cones.com.br>

Dos batedores as fibras são transportadas até as cardas por meio de rolo de mantas dos batedores ou por alimentação direta (flocos) que ocorre através de tubulações. Onde o produto de entrada é o algodão em pluma, e produto de saída são os flocos de algodão ou rolos em mantas.

A carda (figura 5) visa complementar a abertura e limpeza da matéria-prima (fibras) em processo, iniciando o trabalho de paralelização (separação e orientação), homogeneização e uniformização das fibras.

A máquina responsável por esse processo é chamada de carda que vem finalizando seu produto final aplica um leve estiramento e torção, tendo como resultado uma fita de carda. Onde o produto de entrada é a manta de algodão, e produto de saída é a fita de carda.

Figura 5: Carda



Fonte: Site <http://www.directindustry.com>

As passadeiras (figura 6) são capazes de efetuar a misturas de várias fitas de carda para a obtenção de uma nova. Isso é realizado através da passagem de várias fitas, podendo ser 4, 8 ou 16, por um sistema de junção, com posterior estiramento e torção, resultando na correção dessas fibras.

Em geral sua função é paralelizar as fibras através da realização de uma estiragem a fim de gerar uma fita de passadeira uniforme. O produto de entrada são 4, 8 ou 16 fitas de carda, e o produto final uma fita de passador.

Figura 6: Passadeira



Fonte: Site <http://www.fiobras.com.br>

A penteadeira é responsável pela homogeneização do material através da “dublagem”, ou seja, da quantidade de material têxtil na entrada. Uniformiza o material têxtil, através da estiragem e paralelização das fibras, além de selecionar o comprimento da fibra do material têxtil, retirando as de comprimento inferior.

Dentro do sistema de penteagem, encontram-se as etapas divididas em reunideira, laminadeira e a própria penteadeira. O produto de entrada é o fio de passadeira, e o produto de saída é a fita de penteadeira.

A maçarqueira (figura 7) possui por finalidade a transformação das fitas em fios, ainda de grandes dimensões, chamados pavios, com cerca de 3 a 5 mm de espessura. A transformação das fitas em pavios é gerada por estiramento e torção, cujo processo é totalmente mecânico. O produto de entrada são a fita de passador ou penteadeira, e o produto de saída é a fita de maçaroca.

Figura 7: Maçaroqueira



Fonte: Site: <http://www.sampaioesampaio.com>

O processo de fiação compreende a produção de fios a partir de fibras naturais ou não naturais. Na fiação a anel, (figura 8) cada fuso é alimentado por uma mecha, ou pavio (fita constituída de fibras com uma ligeira torção, produzida em uma máquina conhecida como maçaroqueira), que é posicionada na parte superior da estrutura do filatório.

A mecha passa primeiramente pelo sistema, de trem de estiragem, (esses são conjunto de cilindros e manchões emborrachados que promovem, através da diferença de suas velocidades periféricas, o estiramento da fibra de algodão).

Existem dois princípios fundamentais de fiação, o convencional e o não convencional. Na fiação anel, podem-se produzir, simultaneamente, vários fios (entre 200 e 1100 bobinas ao mesmo tempo), sendo cada unidade de fiação conhecida por fuso, que estão situados ao longo da máquina, repartidos em igual número para ambas as faces.

O não convencional é exemplificado pela fiação a rotor, conhecida como fiação open end, que diferentemente do processo a anel, produz cerca de 300 bobinas simultâneas em um dos lados da máquina a velocidades muito superior.

Figura 8: Filatório convencional a anel



Fonte: Site <http://www.ibetex.com.br>

### 2.3 FIAÇÃO OPEN - END

O processo de fiação open-end (figura 9) utiliza apenas uma única máquina que realiza as operações de estiragem, eliminando assim algumas fases do processamento industrial, como as da passadeira, maçarocadeira, e da conicaleira, ambas utilizadas no sistema convencional de filatórios a anéis.

Tal processo utiliza-se de rotores que giram a altas velocidades, provocando o retorcimento das fibras individualizadas, para dar formação ao fio. A produção de uma unidade open-end é três a quatro, vezes maiores do que a de uma unidade do filatório convencional mais desenvolvido.

Os fios open-end produzidos diferem dos elaborados nos filatórios convencionais quanto à estrutura e propriedades físicas. Vários fatores ligados ao mecanismo desse processamento das fibras tornam o fio mais fraco, mais volumoso e mais extensível do que o convencional, numa dada torção e título, mas gera um aspecto de fio mais regular.

Sua perda de resistência pode ser minimizada, fiando-se em títulos mais grossos e com algodões mais curtos. O open-end não é recomendado para fios de títulos finos obtidos com algodões de fibra longa. Bons resultados para resistência desse fio podem ser conseguidos, utilizando-se fibras de algodão de baixo valor micronaire e de alta resistência.

Figura 9: Filatório Open-end vista frontal



Fonte: Site <http://www.iatexibetexgroup.com>

O comprimento das fibras de algodão, recomendado atualmente para o processo de fiação open-end, é aquele compreendido entre 25,0 e 28,0mm, correspondente ao produzido na zona meridional do Brasil.

## 2.4 TINGIMENTO ÍNDIGO

A palavra denim originou-se na França do século 17, a partir da expressão *serje de Nimes* (sarja de Nimes), numa referência à cidade do sul do país, e referia a um tecido bem rústico de algodão bastante usado, na época, por trabalhadores (GORINI 1999, p. 315).



O termo índigo refere-se propriamente a um corante azul, originalmente produzido a partir de algumas plantas originárias da Índia, onde, há mais de cinco mil anos, alguns métodos de tingimento já eram utilizados para a aplicação desse pigmento sobre fibras naturais. Inicialmente, o produto era empregado para tingir lã, e somente muito tempo depois foi ocorrido aperfeiçoamentos no processo permitiram sua aplicação sobre o algodão (GORINI 1999, p.315).

Acredita-se que o termo jeans esteja ligado às roupas feitas com um tecido azul rústico de algodão, usadas meados no século 17, pelos marinheiros genoveses. Somente na metade do século 20 o jeans veio a se tornar-se um artigo de moda, especialmente em razão da popularidade de artistas que o adotaram em seus trajes. Mais tarde, o movimento hippie consagrou o blue jeans como à moda internacional da juventude (GORINI 1999, p.316).

No Brasil, o jeans, cuja comercialização teve início na década de 60, através da empresa Santista Têxtil, que está ativa atualmente, era destinada principalmente, aos trabalhadores do campo, a chamada “calça rancheira” (GORINI 1999, p.316).

O tecido denim tradicional é uma sarja (tecido de construção diagonal) de algodão produzida a partir de uma trama (fios transversais do tecido) em fio cru e um urdume (conjunto de fios longitudinais) em fio tinto. Em anos recentes, a produção ampliou-se a partir do denim azul padrão, incorporando assim diferentes técnicas de tingimento, corantes químicos, misturas com outras fibras (por exemplo, elastano e lyocell) e diversas máquinas mais velozes, em especial na fiação e tecelagem, de modo a ampliar a variedade dos tecidos fabricados, além de elevar seu padrão de qualidade.

A fabricação desse tecido é, especialmente, dependente do processo de tingimento dos fios destinados ao urdume, uma vez que o índigo não é o tipo de corante mais indicado para o algodão, sendo preciso repetir por várias vezes o tingimento e a oxidação para se obter uma cor azul intenso sobre a fibra.

Há dois processos básicos de tingimento do fio, um deles em corda, também conhecido popularmente como multicaixas rope-dye, e o outro método em urdume

aberto, mais conhecido como método loop-dye. O processo multicaixas rope-dye, produz resultados mais uniformes, diminuindo os custos na etapa final de envelhecimento do jeans, e assim apresenta ainda maior produtividade global, reduzindo os custos totais nessa etapa.

No entanto, o processo em corda exige maior investimento em suas instalações (as máquinas de tingir podem alcançar 12 m de altura, ocupando um espaço físico de cerca de 60 m) e além de menos versátil que o urdume aberto, não sendo adequado, por exemplo, à produção de tecidos mais leves denim para camisaria (GORINI 1999, p.316).

Outra característica marcante do tecido denim é o aspecto de envelhecimento ocasionado pelo gradativo desbotamento ocorrido a cada lavagem, o que levou a indústria a desenvolver processos de envelhecimento acelerado, aplicados, inicialmente, ao tecido aberto e, hoje as peças de vestuário já confeccionadas. Essa etapa do acabamento, atualmente conduzida por lavanderias industriais, fora do estrito controle da indústria é, no entanto, vital no mercado, sendo uma importante fonte de inovação e desenvolvimento de produto.

Ao longo da história da indústria têxtil, o índigo denim caracterizou-se pelo tecido de maior produção e popularidade durante um período de tempo bem maior do que qualquer outro item da área de vestimentas. Do mesmo modo, o corante índigo é mais fabricado do que qualquer outro corante, demonstrando a força mercadológica do blue jeans. A justificativa, de fácil lavagem, ter caráter utilitário e ser um nivelador social (Catoira 2006, p.93).

O índigo pode ser classificado como corante devido ao fato de que, sob circunstâncias corretas, pode ser dissolvido, produzindo soluções de moléculas ou íons individuais, transportado para a superfície da fibra e absorvido para difundir para seu interior; que se consegue através da redução em meio alcalino, com hidrossulfito de sódio e soda cáustica. Assim, sua cor também muda, passando de azul (forma original insolúvel) para amarelo (leucoderivado solúvel).

### 2.4.1 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%

### 2.4.2 TINGIMENTO – PARÂMETROS

O tingimento de índigo possui característica única e seus parâmetros devem ser controlados rigorosamente, com o objetivo de garantir-se uma ótima qualidade.

Os principais parâmetros são:

- Água límpida, sem sólidos em suspensão, ph neutro, isenta de cobre, ferro, manganês e dureza baixa (até 25ppm de CaCO<sub>3</sub>).
- Velocidade deve ser constante para evitar variações de tonalidades dentro da partida.
- Concentração de corante, deve se controlar rigorosamente para manter a concentração dentro da intensidade de cor requerida para evitar variações de intensidade no tingimento.
- Concentração de hidrossulfito de sódio deve ser controlada a fim de evitar variações na tonalidade do tingimento. Um aumento de hidrossulfito intensifica a penetração do corante e a tonalidade tende a esverdear-se e ficar mais limpa, enquanto que uma diminuição da concentração, a tonalidade tende a avermelhar-se e ficar mais suja.
- Temperatura do banho grandes variações de temperaturas produzem variações de tonalidades. Em locais tropicais em que as variações de

temperatura variam muito entre o dia e a noite, devem-se instalar trocadores de calor para uniformizar a temperatura do banho de tingimento.

O tingimento de tecidos de algodão com índigo é muito comum na Europa, África e Ásia para obtenção de fundos sobre os quais serão estampados pigmentos ou para estampas por corrosão. O processo consiste numa impregnação de tecidos de algodão, previamente cozidos e alvejados, em foulard com o índigo na forma reduzida, seguida por uma oxidação por passagem aérea.

O tecido é, então, enrolado e molhado e posteriormente passado duas vezes no foulard contendo o mesmo banho índigo, reforçado com soda e hidrossulfito, para depois ser lavado em aberto.

Já o tingimento, de um modo geral, é o estágio menos problemático de todo processamento. Nesta fase a dificuldade reside no fato de que o índigo não é o mais indicado para o algodão, pois ele não tem um comportamento similar aos outros corantes à cuba, resultando em pouca afinidade por essa fibra natural. Outra característica do índigo é a sua solidez. Ele tem baixa solidez à lavagem e ao atrito e empalidece diante do ozônio, em especial quando se aplica ao mesmo um acabamento de areia.

### **2.4.3 TECNOLOGIAS DE TINGIMENTO DE ÍNDIGO**

No Brasil a produção de tecido índigo é baseada em três tecnologias, que se apresentam da seguinte maneira:

- Rope dye (corda)
- Slasher dye (multi-caixas)
- Loop dye (loop, também chamadas girotext).

#### **2.4.3.1 ROPE DYE (CORDA)**

A primeira máquina de tingimento de índigo em contínuo foi uma máquina em cordas construída em 1920 pela Coocker Machine & Foundry Company (USA), nas

instalações da Cone Mills (Greensboro – USA) e sua montagem levou seis meses (LIMA & FERREIRA, 2001).

As máquinas em corda (figura 10) 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).

Figura 10: Rope dye (corda)



Fonte: Site <http://www.prashantgroup.com>

Principais vantagens:

- Produtividade alta
- Não existem paradas nas trocas de partidas.
- Excelente uniformidade ourela/meio no tecido final.
- Pouco desperdício de fio.
- Altas eficiências de tingimento.
- Alta solidez

Principais 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.

Fluxo do processo é dividido dessa maneira, urdição das cordas (Ball warping), tingimento (Rope dyeing), abertura das cordas (Re-beaming), engomagem (Sizing), tecelagem (Weaving).

#### **2.4.3.2 SLASHER DYE (MULTI-CAIXAS)**

A partir de 1970 deu-se início na Europa a tecnologia de tingimento multi-caixas (figura 11). 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.

Figura 11: Vista lateral de uma máquina multi-caixas



Fonte: Sergitex indústria têxtil, 2019

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).

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.

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.

O fluxo do processo se apresenta da seguinte forma, urdição dos rolos (urdideira); tingimento/engomagem (multi-caixa); tecelagem.

## 2.5 TECELAGEM

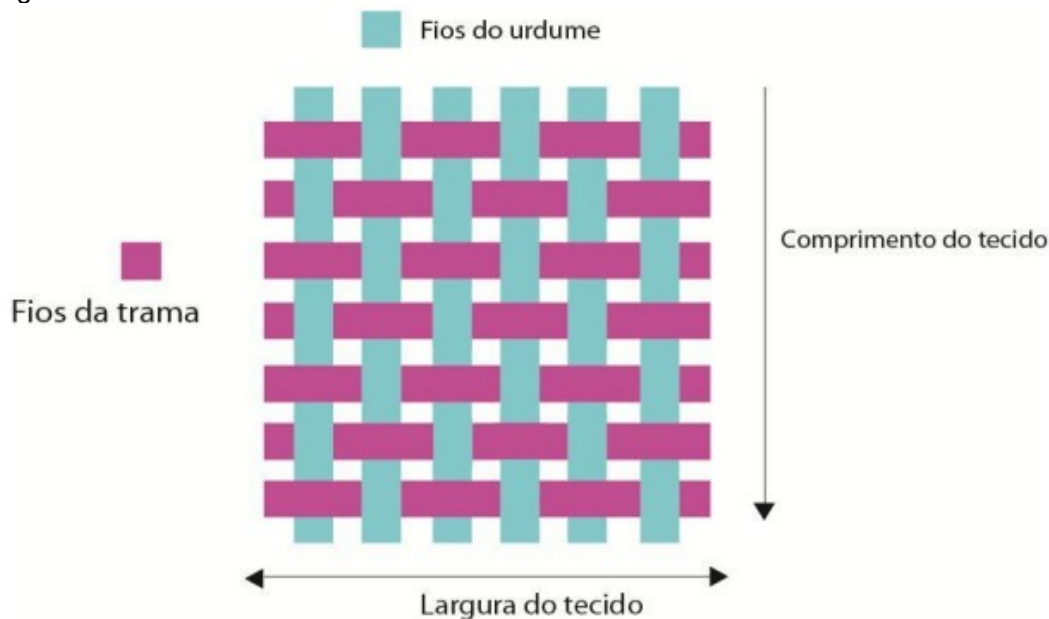
O tecido plano é o produto final do processo de tecelagem. É classificado de acordo com: a matéria-prima empregada (natural sintética ou mista); a forma de entrelaçamento dos fios (tafetá, sarja e cetim); o número de fios por centímetro quadrado; o peso por metro quadrado.

O tecido plano é formado basicamente por fios de ourela (fios que formam bordas do tecido) e fios de fundo (fios que formam o tecido) que situam entre as ourelas.

O tecido plano (figura 12) é obtido pelo entrelaçamento de conjuntos de fios em ângulos retos, ou seja, fios no sentido longitudinal (chamados de urdume) e fios no sentido transversal (chamados de trama), realizados por equipamento chamado tear.

Representação da formação de tecido plano

Figura 12: Fios de urdume e trama

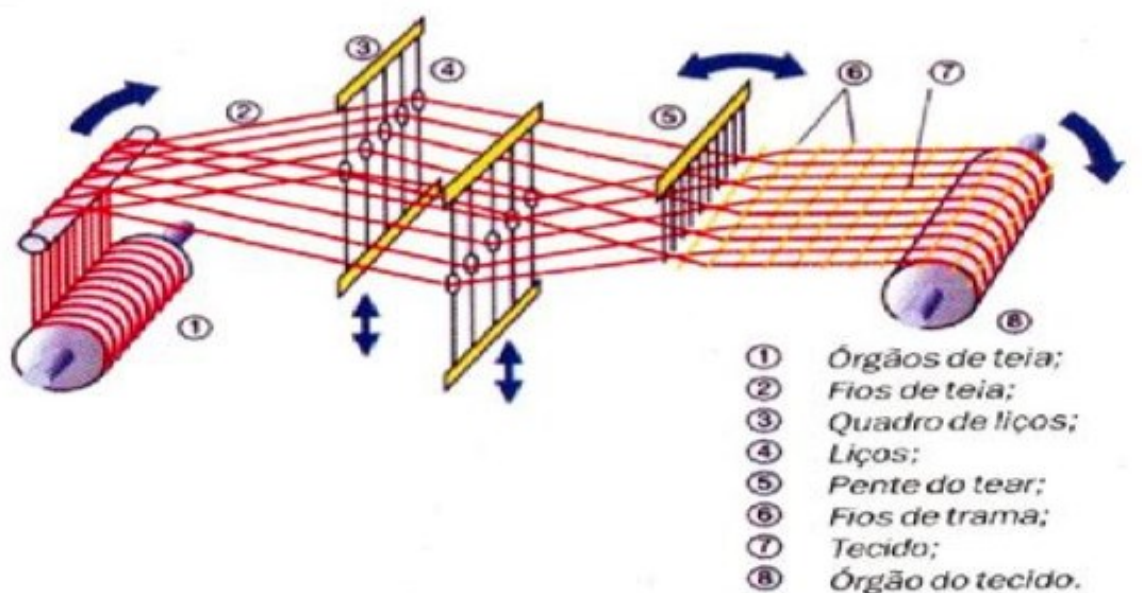


Fonte: Crepaldi, 2017



Antes que os fios sejam entrelaçados nos teares, (figura 13) é necessária a realização de operações preliminares de preparação destes fios para sua utilização no processo de tecelagem, tanto para os fios de urdume quanto para os fios de trama, por métodos adequados, tais como o processo de urdimento e o processo de engomagem oriundos ao setor de preparação à tecelagem.

Figura 13: Esquema exemplificado dos componentes básicos de um tear



Fonte: Site <http://www.atelierdecamisa.com>

O entrelaçamento é o fato de passar uma ou vários fios de urdume por cima ou por baixo de um ou vários fios de trama. O entrelaçamento mais simples entre estas duas direções de fios é a tela ou tafetá. A evolução dos fios de urdume poderá ser feita nas mais diversas formas obtendo-se assim, os mais complicados tipos de ligamentos.

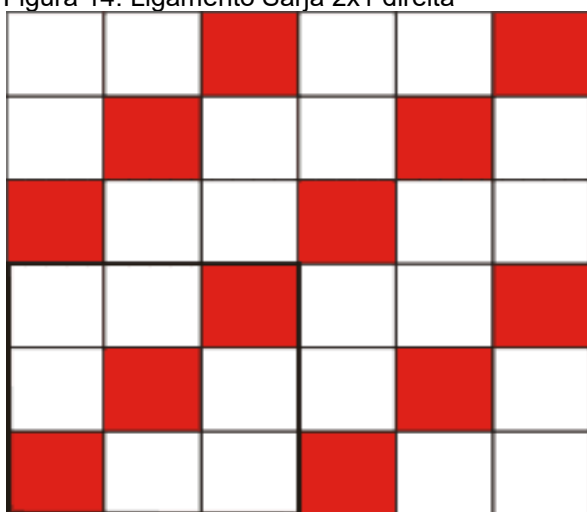
### 2.5.1 TIPOS DE LIGAMENTOS

Ligamento é a forma como os fios que compõem um tecido, o urdume e a trama, se entrelaçam. Do modo geral existem três ligamentos básicos: sarja, cetim e trama.

### 2.5.1.1 **LIGAMENTO SARJA**

O ligamento sarja (figura 14) é uma estrutura ou padrão de tecelagem que possui repetição mínima de três fios de urdume e trama, e distingue-se por sua diagonal bem definida. Podendo esta diagonal ser direita (active) ou esquerda (declive).

Figura 14: Ligamento Sarja 2x1 direita



Fonte: Site <http://www.wikiwand.com>

O entrelaçamento em diagonal possibilita maleabilidade e resiliência aos tecidos. O tecido em ligamento sarja é frequentemente mais firme do que o tecido em ligamento tela, tendo menos tendência a se sujar, apesar de ser de lavagem mais difícil. Tendo quase sempre seu avesso diferente do direito.

No tecer pede ou excêntricos ou, dependendo do tamanho da sarja, maquineta para abertura da cala.

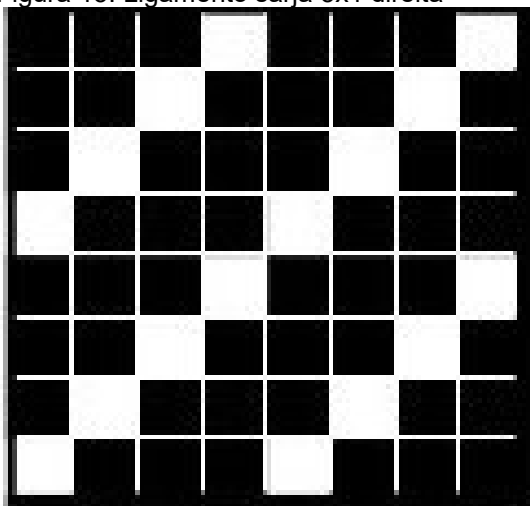
Podem-se produzir tecidos como, brim, denim (para jeans), sarja, serge, foulard, surah, tweed e gabardina.

A sarja pode ser leve ou pesada. Sarja leve é quando o tecido é confeccionado com sarja de trama, ou seja, o lado direito do tecido aparece mais fios de trama. Sarja

pesada é quando o tecido é confeccionado com efeito em sarja de urdume, ou seja, o lado direito do tecido aparece mais fios de urdume (MALUF e KOLBE, 2003).

A representação gráfica do ligamento sarja 3x1 (figura 15) é feita por meio de papel quadriculado, onde cada quadrado representa um ponto de ligação. O quadrado preenchido representa o fio de urdume passando por cima do fio de trama e o quadrado vazio, o fio de trama passando por cima do fio de urdume (MALUF e KOLBE, 2003) (JUNKER, 1988).

Figura 15: Ligamento sarja 3x1 direita



Fonte: Site <http://www.wiki.ifsc.edu.br>

### 3 MÉTODOS E PROCESSOS

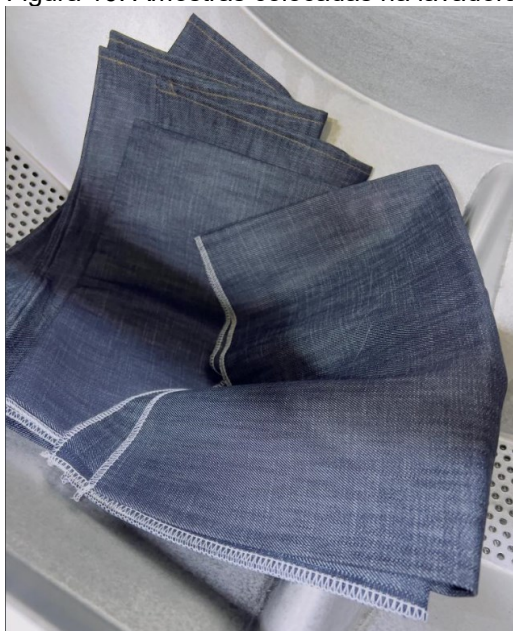
O processo em estudo consiste em uma comparação de processos de lavagem jeanswear pelo método convencional e pelo método de espuma. No desenvolvimento do trabalho foi utilizado uma lavadora frontal de lavanderia com capacidade nominal de 70 quilos e tecido denim 100% CO com gramatura de 390 g/m<sup>2</sup>, todos em forma de perninhas de 50 cm de largura por 30 cm de altura e bandeiras de tecidos de 100cm x 100cm.

Foram realizados processos de “Over Destroyer” e “Destroyer ECO” pelo método tradicional e pelo método da espuma.

#### 3.1 MÉTODO CONVENCIONAL “OVER DESTROYER”

O processo “Over Destroyer” é um processo de lavagem físico químico de desgaste com uma finalização de clareamento químico com clorito de sódio como agente oxidante de desbote. O processo se inicia com o carregamento das peças na lavadora (Figura 16).

Figura 16: Amostras colocadas na lavadora



Fonte: Autor

Na sequência se inicia os processos de lavagens:

<b>UMECTAÇÃO</b>	<b>5 QUILOS</b>	<b>Litros</b>
	RB 1: 10	50
2 minutos a temperatura ambiente		
Soltar o banho		

<b>STONE</b>	<b>5 QUILOS</b>	<b>Litros</b>
	RB 1: 5	25
1 g/l	Antimigrante	25 gramas
0,5 g/l	Enzima cel. neutra	12,5 gramas
40 minutos a temperatura ambiente		
ENX1	RB 1: 10 3 min	50 com 0,5g/l barrilha
ENX2	RB 1: 10 3 min	50

<b>ALVEJAMENTO</b>	<b>5 QUILOS</b>	<b>Litros</b>
	RB 1: 10	50
1 g/l	Antimigrante	50 gramas
3 g/l	Alvejante	150 gramas
5 g/l	Peróxido	250 gramas
20 minutos a temperatura ambiente		
ENX1	RB 1: 10 3 min	50
ENX2	RB 1: 10 3 min	50

<b>BIOPOLIMENTO</b>		<b>5 QUILOS</b>	<b>Litros</b>
	RB 1: 5		25
1 g/l	Antimigrante	25 gramas	
1 g/l	Enzima cel. Bio	25 gramas	
15 minutos a temperatura ambiente			
ENX1	RB 1: 10		50
	3 min		
ENX2	RB 1: 10		50
	3 min		

<b>CLAREAMENTO</b>		<b>5 QUILOS</b>	<b>Litros</b>
	RB 1: 10		50
1 g/l	Clorito de sódio	50 gramas	
1 g/l	Ácido Orgânico	50 gramas	
30 minutos - 60 graus			
ENX1	RB 1: 10		50
	3 min		
ENX3	RB 1: 10		50
	3 min		

A figura 17 mostra o processo de clareamento das peças na lavorada

Figura 17: Processo de Clareamento usando clorito de sódio



Fonte: Autor

<b>LIMPEZA</b>		<b>5 QUILOS</b>	<b>Litros</b>
	RB 1: 10		50
1 g/l	Antimigrante	50 gramas	
2 g/l	Alvejante	100 gramas	
	10 minutos - 40 graus		
ENX1	RB 1: 10		50
	3 min		
ENX2	RB 1: 10		50
	3 min		

Após os processos o material foi centrifugado 15 minutos e seco em secador a vapor em 50 minutos a temperatura de 70 graus (figura 18).

Figura 18: Perninha com processo de “Over Destroyer” convencional.



Fonte: Autor

### 3.2 MÉTODO CONVENCIONAL “DESTROYER ECO”

O processo “Destroyer ECO” é um processo de lavagem físico químico de desgaste com uma finalização de clareamento químico com Persulfato de sódio estabilizado em pH ácido, usado como agente oxidante de desbote em secador. O processo se inicia com o carregamento das peças na lavadora e em seguida segue a descrição do processo:

<b>UMECTAÇÃO</b>	<b>5 QUILOS</b>	<b>Litros</b>
RB 1: 10		50
2 minutos a temperatura ambiente		
Soltar o banho		



<b>STONE</b>		<b>5 QUILOS</b>	<b>Litros</b>
	RB 1: 5		25
1 g/l	Antimigrante	25 gramas	
0,5 g/l	Enzima cel. neutra	12,5 gramas	
40 minutos a temperatura ambiente			
ENX1	RB 1: 10 3 min	com 0,5g/l barrilha	50
ENX2	RB 1: 10 3 min		50

<b>ALVEJAMENTO</b>		<b>5 QUILOS</b>	<b>Litros</b>
	RB 1: 10		50
1 g/l	Antimigrante	50 gramas	
3 g/l	Alvejante	150 gramas	
5 g/l	Peróxido	250 gramas	
20 minutos a temperatura ambiente			
ENX1	RB 1: 10 3 min		50
ENX2	RB 1: 10 3 min		50

<b>BIOPOLIMENTO</b>		<b>5 QUILOS</b>	<b>Litros</b>
	RB 1: 5		25
1 g/l	Antimigrante	25 gramas	
1 g/l	Enzima cel. Bio	25 gramas	
15 minutos a temperatura ambiente			
ENX1	RB 1: 10 3 min		50
ENX2	RB 1: 10 3 min		50

<b>ECO</b>	<b>5 QUILOS</b>	<b>Litros</b>
	RB 1: 1,2	6
15 %	Ácido Orgânico	900 gramas
1,5 %	Persulfato de Sódio	90 gramas
83,5 %	Água	5010 gramas
5 min a temperatura Ambiente		
Secar por 50 minutos a 70 graus		
OBS: O calculos dos produtos em % se refere a quantidade total de água a ser usada no processo		

<b>NEUTRALIZAÇÃO</b>	<b>5 QUILOS</b>	<b>Litros</b>
	RB 1: 10	50
3 g/l	Metabissulfito de Sódio	150 gramas
10 minutos - temperatura ambiente		
ENX1	RB 1: 10 3 min	50
ENX3	RB 1: 10 3 min	50

<b>LIMPEZA</b>	<b>5 QUILOS</b>	<b>Litros</b>
	RB 1: 10	50
1 g/l	Antimigrante	50 gramas
2 g/l	Alvejante	100 gramas
10 minutos - 40 graus		
ENX1	RB 1: 10 3 min	50
ENX2	RB 1: 10 3 min	50

Após os processos o material foi centrifugado 15 minutos e seco em secador a vapor em 50 minutos a temperatura de 70 graus (figura XX).

Figura 19: Perninha com processo de “Destroyer ECO” convencional.



Fonte: Autor

### 3.3 MÉTODO “OVER DESTROYER” POR ESPUMA

Os métodos de lavagem por espuma apresentam a mesma sequência de processos, porem o seu diferencial está na redução da relação de banho pelo uso da espuma em nos principais processos. E como a quantidade de água é menor pela redução da relação de banho, a maioria dos produtos químicos usados tem uma redução significativa de quantidades, memos a espuma que é usada para a geração de bolhas de ar com água na superfície.

<b>UMECTAÇÃO</b>	<b>5 QUILOS</b>	<b>Litros</b>
RB 1: 10		50
2 minutos a temperatura ambiente		
Soltar o banho		

STONE COM ESPUMA		5 QUILOS	Litros
	RB 1: 3		15
2 g/l	Espuma	30 gramas	
0,5 g/l	Enzima cel. neutra	7,5 gramas	
40 minutos a temperatura ambiente			
ENX1	RB 1: 7	com 0,5g/l barrilha	35
	3 min		
ENX3	RB 1: 7		35
	3 min		

A figura 20 mostra o processo de Stone Wash com espuma

Figura 20: Processo de Stone usando espuma



Fonte: Autor

<b>ALVEJAMIENTO POR ESPUMA</b>		<b>5 QUILOS</b>	<b>Litros</b>
	RB 1: 5		25
2 g/l	Espuma	50 gramas	
3 g/l	Alvejante	75 gramas	
5 g/l	Peróxido	125 gramas	
20 minutos a temperatura ambiente			
ENX1	RB 1: 7		35
	3 min		
ENX2	RB 1: 7		35
	3 min		

<b>BIOPOLIMENTO POR ESPUMA</b>		<b>5 QUILOS</b>	<b>Litros</b>
	RB 1: 3		15
1 g/l	Espuma	15 gramas	
1 g/l	Enzima cel. Bio	15 gramas	
15 minutos a temperatura ambiente			
ENX1	RB 1: 7		35
	3 min		
ENX2	RB 1: 7		35
	3 min		

<b>CLAREAMENTO POR ESPUMA</b>		<b>5 QUILOS</b>	<b>Litros</b>
	RB 1: 5		25
2 g/l	Espuma	50 gramas	
1 g/l	Clorito de sódio	25 gramas	
1 g/l	Ácido Orgânico	25 gramas	
	30 minutos - 60 graus		
ENX1	RB 1: 7		35
	3 min		
ENX2	RB 1: 7		35
	3 min		

<b>LIMPEZA POR ESPUMA</b>		<b>5 QUILOS</b>	<b>Litros</b>
	RB 1: 10		50
1 g/l	Espuma	50 gramas	
2 g/l	Alvejante	100 gramas	
	10 minutos - 40 graus		
ENX1	RB 1: 10		50
	3 min		
ENX2	RB 1: 10		50
	3 min		

Após os processos o material foi centrifugado 15 minutos e seco em secador a vapor em 50 minutos a temperatura de 70 graus (figura 21).

Figura 21: Perninha com processo de “Over Destroyer” feito com o processo por espuma.



Fonte: Autor

### 3.4 MÉTODO “DESTROYER ECO” FEITO PELO PROCESSO COM ESPUMA

O processo “Destroyer ECO” feito com espuma é um processo de lavagem físico químico de desgaste com um clareamento químico com Persulfato de sódio estabilizado em pH ácido, usado como agente oxidante de desbote em secador.

<b>UMECTAÇÃO</b>	<b>5 QUILOS</b>	<b>Litros</b>
RB 1: 10		50
2 minutos a temperatura ambiente		
Soltar o banho		

<b>STONE COM ESPUMA</b>		<b>5 QUILOS</b>	<b>Litros</b>
	RB 1: 3		15
2 g/l	Espuma	30 gramas	
0,5 g/l	Enzima cel. neutra	7,5 gramas	
40 minutos a temperatura ambiente			
ENX1	RB 1: 7 3 min	com 0,5g/l barrilha	35
ENX3	RB 1: 7 3 min		35

<b>ALVEJAMENTO POR ESPUMA</b>		<b>5 QUILOS</b>	<b>Litros</b>
	RB 1: 5		25
2 g/l	Espuma	50 gramas	
3 g/l	Alvejante	75 gramas	
5 g/l	Peróxido	125 gramas	
20 minutos a temperatura ambiente			
ENX1	RB 1: 7 3 min		35
ENX2	RB 1: 7 3 min		35

<b>BIOPOLIMENTO POR ESPUMA</b>		<b>5 QUILOS</b>	<b>Litros</b>
	RB 1: 3		15
1 g/l	Espuma	15 gramas	
1 g/l	Enzima cel. Bio	15 gramas	
15 minutos a temperatura ambiente			
ENX1	RB 1: 7 3 min		35
ENX2	RB 1: 7 3 min		35



<b>ECO</b>		<b>5 QUILOS</b>		<b>Litros</b>
		RB 1: 1,2		6
15	%	Ácido Orgânico	900 gramas	
1,5	%	Persulfato de Sódio	90 gramas	
83,5	%	Água	5010 gramas	
5 min a temperatura Ambiente				
Secar por 50 minutos a 70 graus				
OBS: Os cálculos dos produtos em % se refere a quantidade total de água a ser usada no processo				

<b>NEUTRALIZAÇÃO POR ESPUMA</b>		<b>5 QUILOS</b>		<b>Litros</b>
		RB 1: 7		35
3 g/l		Metabissulfito de Sódio	105 gramas	
10 minutos - temperatura ambiente				
ENX1		RB 1: 10		50
		3 min		
ENX3		RB 1: 10		50
		3 min		

<b>LIMPEZA POR ESPUMA</b>		<b>5 QUILOS</b>		<b>Litros</b>
		RB 1: 10		50
1 g/l	Espuma		50 gramas	
2 g/l	Alvejante		100 gramas	
10 minutos - 40 graus				
ENX1		RB 1: 10		50
		3 min		
ENX2		RB 1: 10		50
		3 min		

Após os processos o material foi centrifugado 15 minutos e seco em secador a vapor em 50 minutos a temperatura de 70 graus (figura 22).

Figura 22: Perninha com processo de "Destroyer ECO" feito pelo processo ECO com espuma.



## 4 RESULTADOS

### 4.1 OVER DESTROYER TRADICIONAL E POR ESPUMA

A figura 23 apresenta o comparativo visual entre os processos de “Over Destroyer” tradicional e por espuma

Figura 23: Comparativo dos processos “Over Destroyer” Tradicional (esquerda) e por espuma (direita)



Fonte: Autor

#### 4.1.1 COMPARATIVO DO CONSUMO DE ÁGUA

A Tabela 1 apresenta um comparativo entre o processo “Over Destroyer” tradicional e por espuma em relação ao consumo de água

Tabela 1: Comparativo do consumo de água entre o processo “Over Destroyer” tradicional e por espuma

Over Destroyer tradicional	Over Destroyer por espuma	Resultado
750 litros	545 litros	Redução de 27,33%

O processo de lavagem “Over Destroyer” feito por espuma apresenta uma redução de 27,33% na quantidade de água utilizada no processo em comparação ao processo “Over Destroyer Tradicional”. Essa redução é muito considerável principalmente quando precisamos de processos que consumam uma quantidade menor de água, sendo assim mais sustentáveis.

#### 4.1.2 COMPARATIVO DO CONSUMO DE PRODUTOS QUÍMICOS

O comparativo de quantidade de produtos utilizada no processo “Over Destroyer” tradicional e por espuma é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Comparativo do consumo de produtos químicos entre o processo “Over Destroyer” tradicional e por espuma

<b>Produto</b>	<b>Over Destroyer tradicional</b>	<b>Over Destroyer por espuma</b>	<b>Resultado</b>
Antimigrante	150 gramas	0 gramas	Redução de 100%
Enzima Celulósica de Stone	12,5 gramas	7,5 gramas	Redução de 40%
Alvejante	250 gramas	175 gramas	Redução de 30%
Peróxido	250 gramas	125 gramas	Redução de 50%
Enzima Bio polimento	25 gramas	15 gramas	Redução de 40%
Clorito de sódio	50 gramas	25 gramas	Redução de 50%
Ac. orgânico	50 gramas	25 gramas	Redução de 50%
Espuma	0 gramas	195 gramas	Aumento de 100%

Verificando os resultados da tabela xx, é possível verificar uma redução significativa da quantidade de produtos químicos usados no processo, com média de redução ao redor de 40%, porem o antimigrante teve uma redução de 100%, mas a espuma apresentou um aumento de 100%.

#### 4.1.3 COMPARATIVO DA RESISTÊNCIA PELO MÉTODO “TIRA”

As análises de resistência a tração foram feitas pelo método Tira – ABNT NBR 14634 e a tolerância de resistência é apresentada na tabela 3.

Tabela 3: Tolerâncias para resistência a tração pelo método TIRA = ABNT NBR 14634

Tolerâncias para Resistência a Tração Método TIRA - ABNT NBR 14634			
Tolerâncias conforme - ABNT NBR 14634			
Tipo de Tecido	Gramatura g/M2	Resistência (URDUME)	Resistência (TRAMA)
Leve	Abaixo de 240	500	200
Médio	241 à 410	650	300
Pesado	Acima de 410	1.200	800

Fonte: Norma ABNT NBR 14634

A seguir (tabela 4) são apresentados os resultados dos testes de resistência pelo método de tira comparando o processo Over Destroyer tradicional e o processo Over Destroyer por espuma. O tecido usado no teste tem as seguintes características: 100% CO com gramatura de 390 g/m<sup>2</sup>.

Tabela 4: Comparativo dos testes de resistência a tração o processo “Over Destroyer” tradicional e por espuma

	Resistência – TIRA NBR ISO 13934 -1 Newton	
Processo	Urdume	Trama
<b>Over Destroyer tradicional</b>	1.347,87	1.001,65
<b>Over Destroyer por espuma</b>	1.334,70	942,55

Analisando os resultados apresentados no teste de resistência, verifica-se que ambos os processos analisados estão dentro dos valores esperados para resistência, tanto no urdume como na trama. Isso mostra a compatibilidade dos processos.

## 4.2 DESTROYER ECO TRADICIONAL E POR ESPUMA

A figura xx apresenta o comparativo visual entre os processos de “Over Destroyer” tradicional e por espuma

Figura 24: Comparativo dos processos “Destroyer ECO” Tradicional (esquerda) e por espuma (direita)



Fonte: Autor

### 4.2.1 COMPARATIVO DO CONSUMO DE ÁGUA

A Tabela 5 apresenta um comparativo entre o processo “Destroyer ECO” tradicional e por espuma em relação ao consumo de água

Tabela 5: Comparativo do consumo de água entre o processo “Destroyer ECO” tradicional e por espuma

Destroyer tradicional	ECO	Destroyer ECO por espuma	Resultado
756 litros		591 litros	Redução de 21,82%

A lavagem “Destroyer ECO” feito por espuma apresenta uma redução de 21,82% na quantidade de água utilizada no processo em comparação ao processo tradicional. Mesmo sendo uma redução menor em comparação ao processo “Over Destroyer” o resultado se apresenta como um fator de redução de água significativo.

#### 4.2.2 COMPARATIVO DO CONSUMO DE PRODUTOS QUÍMICOS

O comparativo de quantidade de produtos utilizada no processo “Destroyer ECO” tradicional e por espuma é apresentado na Tabela 6.

Tabela 6: Comparativo do consumo de produtos químicos entre o processo “Destroyer ECO” tradicional e por espuma

<b>Produto</b>	<b>Destroyer ECO tradicional</b>	<b>Destroyer ECO por espuma</b>	<b>Resultado</b>
Antimigrante	150 gramas	0 gramas	Redução de 100%
Enzima Celulósica de Stone	12,5 gramas	7,5 gramas	Redução de 40%
Alvejante	250 gramas	175 gramas	Redução de 30%
Peróxido	250 gramas	125 gramas	Redução de 50%
Enzima Bio polimento	25 gramas	15 gramas	Redução de 40%
Persulfato de sódio	90 gramas	90 gramas	Sem alteração
Ac. Orgânico	900 gramas	900 gramas	Sem alteração
Bissulfito de sódio	150 gramas	105 gramas	Redução de 30%
Espuma	0 gramas	145 gramas	Aumento de 100%

Ao se analisar a tabela 6, verifica-se uma redução significativa da maioria dos produtos químicos. A redução média está em torno de 40%, sendo que antimigrante teve uma redução de 100%, mas a espuma apresentou um aumento de 100%.

#### 4.2.3 COMPARATIVO DA RESISTÊNCIA PELO MÉTODO “TIRA”

As análises de resistência a tração foram feitas pelo método Tira – ABNT NBR 14634 e a tolerância de resistência é apresentada na tabela xx

Figura 25: Tolerâncias para resistência a tração pelo método TIRA = ABNT NBR 14634

Tolerâncias para Resistência a Tração			
Método TIRA - ABNT NBR 14634			
Tolerâncias conforme - ABNT NBR 14634			
Tipo de Tecido	Gramatura g/M2	Resistência (URDUME)	Resistência (TRAMA)
Leve	Abaixo de 240	500	200
Médio	241 á 410	650	300
Pesado	Acima de 410	1.200	800

Fonte: Norma ABNT NBR 14634

A seguir (tabela 7) são apresentados os resultados dos testes de resistência pelo método de tira comparando o processo Over Destroyer tradicional e o processo Over Destroyer por espuma. O tecido usado no teste tem as seguintes características: 100% CO com gramatura de 390 g/m<sup>2</sup>

Tabela 7: Comparativo dos ensaios de resistência a tração entre o processo “Destroyer ECO” tradicional e por espuma

Processo	Resistência – TIRA	
	NBR ISO 13934 -1	
	Newton	
	Urdume	Trama
<b>Over Destroyer tradicional</b>	841,39	715,99
<b>Over Destroyer por espuma</b>	951,22	755,30



Os resultados do teste de resistência indicam que tanto o processo de “Over Destroyer” tradicional quando o feito pelo método da espuma apresenta resistência dentro do esperado para urdume e trama. Isso indica que no final, o processo por espuma é compatível com o método tradicional.

## 5 CONCLUSÃO

Os processos de lavagem jeans wear estão passando por uma transformação onde a economia de água e de produtos químicos e o objetivo. Esse objetivo já é alcançado com equipamentos especiais que proporcionam este tipo de economia, como por exemplo os nebulizadores e os geradores de espuma. Mas um ponto muito importante nesse tipo de equipamento e o seu preço, que para muitas lavanderias está fora da realidade de um mercado que tem dificuldade em se modernizar.

Os processos de lavagem por espuma são uma alternativa aos processos que necessitam equipamentos especiais, pois a sua aplicação é feita nos mesmos equipamentos que as lavanderias jeanswear já utilizam, isso é, lavadoras frontais ou horizontais.

Os resultados obtidos em relação aos padrões visuais indicam que os processos promovem efeitos visuais semelhantes, pois não há mudança na dinâmica do processo. Mas quando se leva em consideração a quantidade de água utilizada no processo nota-se uma redução significativa, entre 21 e 27%. Quando se compara a quantidade de produtos químicos utilizada, nota-se uma redução média de 40% e uma substituição do antimigrante pela espuma, onde o antimigrante tem redução de 100% na quantidade usada e a espuma um aumento de 100%.

Por fim, o teste de resistência apresentou números que corroboram no sentido de mostrar que os processos feitos por espuma são perfeitamente compatíveis em relação a resistência e ao uso das peças para vestuário.

Assim sendo, o processo de lavagem por espuma é um método inovador, compatível com os processos tradicionais e que não necessita de nenhuma alteração ou aquisição de maquinários, sendo assim acessível a todas as lavanderias jeanswear.

## 7 BIBLIOGRAFIA

ALANE, G. H. F.; Pandolfi, M. A. C. CADEIA PRODUTIVA DO ALGODÃO E SUA IMPORTÂNCIA PARA O AGRONEGÓCIO BRASILEIRO. **Simpósio de Tecnologia da Fatec Taquaritinga**, v.5 n.1, 2019. Disponível em:

<https://simtec.fatectq.edu.br/index.php/simtec/article/view/382>>. Acesso em: agosto 2023.

ALENCAR, A. **10 Curiosidades que você precisa saber sobre o algodão**. Canal Rural, ago. 2017. Disponível em:

[https://www.canalrural.com.br/noticias/curiosidades-que-voce-precisa-saber-sobrealgodao-](https://www.canalrural.com.br/noticias/curiosidades-que-voce-precisa-saber-sobrealgodao-68417/)

68417/. Acesso em: agosto 2023.

ABNT; SEBRAE, **Guia de Implementação: Normas para confecção de Jeans/ Associação Brasileira de Normas Técnicas, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas**. Rio de Janeiro, 2012.

ALCÂNTARA, M. R.; DALTIM, D. **A química do processamento Têxtil**. Instituto de química – Universidade de São Paulo, 1995.

ANDRADE, G., BORELLI, C. e GIACOMINI, R. **Um novo sensor têxtil de toque para aplicação em vestuário**, São Paulo – Brasil, maio 2014.

BELOSO, T. **Modelagem Industrial de Moda Íntima/SENAI**. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – São Paulo: SENAI-SP Editora, 2014.

BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. Série agronegócios – **Cadeia Produtiva do Algodão, volume 4**. Janeiro 2007.

EDUARDO, A. C. **Universidade de São Paulo escola de artes ciências e humanidades programa de pós-graduação em têxtil e moda**. São Paulo, 2017.

GISLAINE. S. P. **Introdução à tecnologia têxtil**. Curso têxtil em malharia e confecção módulo 2. Ministério da educação secretaria de educação profissional e tecnológica centro federal de educação tecnológica de santa Catarina unidade de ensino de Araranguá.

GORINI, A. P. F. **O segmento de índigo**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 10, p . 313 - 334, set.1999.

GORINI, A. P. F.; SIQUEIRA; Sandra H. G., **Tecelagem e malharia**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 7, p.29 - 56, mar.1998.

JULIO, I. K., NELSON P. S.; MILTON G. F., GILBERTO C. **Qualidade do fio “open-end” obtido com matérias-primas produzidas por variedades paulistas de algodoeiro e suas misturas com poliéster**. Bragantina, Campinas, 1984.

LUCAS, A. **Jeans cru – Detalhes que fazem a diferença na hora de comprar raw denim**. Março 2017.

Norma Brasileira ABNT NBR 13484:2004. **Tecidos planos – Método de classificação baseado em inspeção por pontuação de defeitos**.

SOUZA, C. S. **Variação de temperatura e umidade e suas influências nas características físicas e mecânicas dos fios de algodão**. Universidade federal do rio grande do norte centro de tecnologia departamento de engenharia mecânica programa de pós-graduação em engenharia mecânica. Natal – RN, 2011.

Sites pesquisados:

<https://www.dinamicalavanderia.com.br/curiosidades9.php>

Acesso em 27/09/2023

<https://www.fiobras.com.br/fiacao>

Acesso em 27/09/2023

[http://www.wikiwand.com/pt/Ligamento\\_sarja](http://www.wikiwand.com/pt/Ligamento_sarja)

Acesso em 27/09/2023

<http://www.walterporteiro.com.br/caracteristica-construcao-tecidos/>

Acesso em 25/08/2023

<http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Fiação-Têxtil/87049.html>

Acesso em 20/10/2023

<http://textilsaosebastiao.com.br/sobre-o-misto-de-elastano-e-algodao/>

Acesso em 27/09/2023