SENAI CETIQT SENAI Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

ISSN 2179-1619

REDiGE

Edição nº 13

Revista de Design, Inovação e Gestão Estratégica

Set. – Fev. 2026



Aplicação de branqueadores ópticos no alvejamento a frio de fibras têxteis: efeitos e resultados

Estudo sobre a importância da catalogação de defeitos de tecidos planos e fios produzidos na indústria de cama, mesa e banho

Influência da utilização da carda com módulo de passador integrado na qualidade dos fios 8/1, 16/1 e 20/1 NE: uma análise comparativa

SUMÁRIO

01 **Aplicação de branqueadores ópticos no alvejamento a frio de fibras têxteis:** efeitos e resultados

02 **Estudo sobre a importância da catalogação de defeitos de tecidos planos e fios produzidos da indústria de cama, mesa e banho**

03 **Influência da utilização da carda com módulo de passador integrado na qualidade dos fios 8/1, 16/1, 20/1 NE:** uma análise comparativa

01

Aplicação de branqueadores ópticos no alvejamento a frio de fibras têxtis:

efeitos e resultados

APLICAÇÃO DE BRANQUEADORES ÓPTICOS NO ALVEJAMENTO A FRIO DE FIBRAS TÊXTEIS: EFEITOS E RESULTADOS

APPLICATION OF OPTICAL BRIGHTENING AGENTS IN COLD BLEACHING OF TEXTILE FIBERS: EFFECTS AND RESULTS

Augusto Ferreira de Almeia Júnior
Engenheiro Industrial Têxtil, Instrutor do Curso Técnico Têxtil EAD, Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil, SENAI/RJ/CETIQT. afalmeida@cetiqt.senai.br

Marcelo Eiti Banja
Engenheiro Têxtil e Industrial, Instrutor do Curso Técnico Têxtil EAD, Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil, SENAI/RJ/CETIQT. mbanja@cetiqt.senai.br

Anderson Willian Alves da Piedade
Curso Técnico Têxtil EAD, SENAI SE. anderson.william_rtx@outlook.com

Elton Teles Araújo
Curso Técnico Têxtil EAD, SENAI SE. eltonteles@grupoacf.ind.br

João Gonçalves de Santana Neto
Curso Técnico Têxtil EAD, SENAI SE. joao.goncalves@fies.org.br

Resumo

O setor têxtil está crescendo consideravelmente no Brasil, levando as empresas a buscarem diferenciais competitivos para alcançar seu público-alvo com produtos de alta qualidade. Na empresa Sergipe Industrial, foi realizado um projeto de reestruturação do fluxo de processos, em que um dos focos foi a aplicação de branqueadores ópticos para aprimorar o alvejamento óptico. Esse composto químico, utilizado na indústria têxtil, tem como finalidade melhorar a remoção da cor natural da fibra que, por apresentar celulose em sua constituição, exibe uma coloração amarelada, como se verifica no caso do algodão, possibilitando um efeito visual mais branco. O presente estudo tem como objetivo principal comparar o processo anterior que a empresa utilizava para alvejar os tecidos com o processo atual. A metodologia utilizada caracteriza-se como exploratória e descritiva, com enfoque qualitativo, por meio de um estudo de caso. Os dados foram obtidos por meio de ensaios têxteis e acompanhamento técnico com o coordenador de laboratório da empresa Sergipe Industrial. Dessa forma, a pesquisa apresenta sugestões para otimização do uso desses agentes químicos, buscando potencializar o efeito do branqueamento e, consequentemente, aumentar a qualidade final dos tecidos

Palavras-chave: branqueador óptico; tecidos; fibras têxteis.

Abstract

The textile sector is growing in Brazil, prompting companies to seek competitive advantages to reach their target audience with high-quality products. At Sergipe Industrial, the restructuring of process flows focused on the application of optical brighteners to enhance optical bleaching. This chemical compound, used in the textile industry, aims to improve the appearance of raw fabrics, providing a whiter visual effect. The main objective of this study is to compare the previous bleaching process used by the company with the current one. The methodology employed is exploratory and descriptive, with a qualitative approach, conducted through a case study. Data were collected through textile testing and technical monitoring with the laboratory coordinator at Sergipe Industrial. Thus, the research presents suggestions for optimizing the use of these chemical agents, aiming to enhance the bleaching effect and, consequently, improve the final quality of the fabrics.

Keywords: optical brightener; fabrics; textile fibers.

1 INTRODUÇÃO

O setor têxtil é uma das bases fundamentais da economia brasileira, com efeito significativo na geração de empregos e na contribuição para o PIB industrial. Conforme a Associação Brasileira da Indústria Têxtil (ABIT), o setor têxtil é responsável por cerca de 1,5 milhão de empregos diretos e indiretos, envolvendo aproximadamente 25.000 empresas, que variam desde grandes indústrias até pequenos produtores. No entanto, enfrenta grande concorrência, especialmente no cenário têxtil internacional, intensificando a necessidade de inovação e competitividade para manter-se notável.

Para continuar crescendo e se adequar às demandas do mercado, as indústrias têxteis brasileiras têm buscado soluções mais sustentáveis e inovadoras, atraindo consumidores com produtos diferenciados. Nesse contexto, o uso de branqueadores ópticos tem se destacado como uma estratégia promissora. Segundo a Academia Lab (2024), esses compostos químicos absorvem a luz ultravioleta (UV) e a emitem na forma de luz visível, criando a impressão de maior brancura nos tecidos, compensando tons amarelados naturais e reduzindo a necessidade de processos químicos adicionais no acabamento. Sua principal função é deixar as roupas mais brancas e brilhantes do que realmente são, aprimorando, consequentemente, a percepção visual do produto para os consumidores e influenciando diretamente sua aceitação.

À medida que a preocupação global em torno da sustentabilidade cresce, as indústrias têxteis são pressionadas a adotar métodos mais sustentáveis de tratamento para seus tecidos. Nesse cenário, os avanços nos métodos de aplicação dos branqueadores ópticos têm contribuído para a redução do impacto ambiental, pois seu uso eficiente permite menor consumo de água e energia, o que é um ponto crucial para a competitividade sustentável.

Diante disso, este estudo pretende realizar uma investigação aprofundada sobre a influência dos branqueadores ópticos no processo de alvejamento a frio na empresa Sergipe Industrial, avaliando seu papel na otimização da aparência dos tecidos e no aumento da competitividade.

Além disso, este estudo busca explorar o equilíbrio entre eficiência e sustentabilidade, para garantir que os benefícios proporcionados por esse método de processamento sejam alcançados sem comprometer o meio ambiente.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar uma análise comparativa entre o novo processo de beneficiamento primário e o antigo, de forma a avaliar o impacto no tempo de processo e a sua influência na qualidade do tecido.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar a possibilidade de novas aplicações dos branqueadores ópticos;Abertura da cala;
- Comparar os resultados obtidos com o uso de branqueadores ópticos com métodos de alvejamento tradicionais;
- Avaliar o impacto da modificação do fluxo de processos no tempo total de processo;
- Fomentar o uso de práticas mais sustentáveis.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Fibras têxteis

As fibras têxteis representam uma matéria-prima fundamental para a fabricação dos tecidos, sendo indispensáveis no setor têxtil. Segundo a Associação Cultural das Areias (2023), as fibras têxteis são caracterizadas por materiais de extrema finura e flexibilidade, o que permite seu uso no processo de fiação para a produção de fios e tecidos.

FIGURA 1 - CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE FIBRAS



Fonte: Leite (2014).

Conforme ilustrado na Figura 1, as fibras têxteis são classificadas em dois grupos: naturais e não naturais. As fibras naturais são obtidas diretamente da natureza e podem ser de origem vegetal, mineral ou animal. Já as fibras não naturais são produzidas por meio de processos químicos e subdivididas em artificiais e sintéticas.

3.1.1 FIBRAS NATURAIS

As fibras naturais são muito valorizadas no setor têxtil por sua versatilidade, sustentabilidade e conforto. Segundo o Manual Técnico Têxtil e Vestuário (SENAI, 2015), as fibras vegetais, em especial o algodão, destacam-se pelo seu conforto e sua respirabilidade, enquanto as fibras animais são valorizadas por sua capacidade de isolamento térmico, e as minerais possuem propriedades únicas, como resistência ao calor.

3.1.2 FIBRAS VEGETAIS

As fibras vegetais são derivadas de plantas e compostas principalmente por celulose, podendo ser extraídas de diferentes partes das plantas, como sementes (algodão), caules (linho) e folhas (sisal). Sua durabilidade e sustentabilidade tornam-nas amplamente usadas na fabricação de tecidos, cordas, papéis, dentre outros produtos.

3.1.3 FIBRAS MINERAIS

Oriundas de materiais inorgânicos, como o amianto, essas fibras são conhecidas por sua resistência ao calor, capacidade de isolamento térmico e propriedades não inflamáveis. São muito utilizadas na construção civil, em revestimentos e em aplicações industriais específicas. No entanto, o uso de algumas fibras minerais tem sido restringido devido aos danos causados à saúde.

3.1.4 FIBRAS ANIMAIS

Extraídas de pelos, lã ou secreções de animais, essas fibras são altamente valorizadas devido à sua maciez, elasticidade e capacidade de reter calor, sendo amplamente utilizadas na indústria têxtil para a confecção de roupas e acessórios de alto padrão.

3.1.5 FIBRAS NÃO NATURAIS

As fibras não naturais desempenham um papel transformador na indústria têxtil devido às suas características, como durabilidade e resistência, que possibilitam sua aplicação em ampla variedade. Segundo o Manual Técnico Têxtil e Vestuário (SENAI, 2015), essas fibras são derivadas de produtos naturais alterados quimicamente, enquanto as fibras sintéticas são criadas inteiramente por síntese química, garantindo maior durabilidade e resistência.

3.1.6 FIBRAS ARTIFICIAIS

As fibras artificiais são produzidas a partir de materiais naturais, como a celulose, que passam por processos químicos para se tornarem adequadas ao uso têxtil. Exemplos incluem o rayon, acetato e lyocell. Essas fibras combinam características de fibras naturais, como maciez e conforto, com propriedades melhoradas, como resistência e versatilidade em diferentes aplicações.

3.1.7 FIBRAS MINERAIS

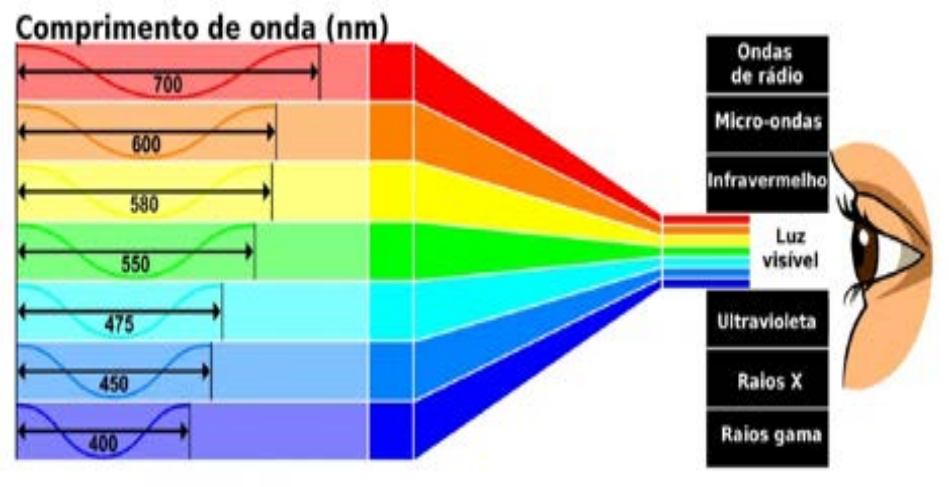
As fibras sintéticas são fabricadas a partir de compostos químicos derivados de petróleo, como polímeros sintéticos. Exemplos típicos são o poliéster, nylon, acrílico e elastano. Elas são amplamente utilizadas por sua durabilidade, elasticidade e resistência à umidade. Entretanto, apresentam desafios relacionados à sustentabilidade e à biodegradabilidade.

A compreensão dos tipos de fibras é crucial para o desenvolvimento de soluções inovadoras e sustentáveis no setor têxtil. O entendimento de suas propriedades e aplicações impulsiona a economia e oferece meios de minimizar impactos ao meio ambiente, proporcionando avanços significativos no setor

3.2 COLORIMETRIA

Quando a luz incide sobre um corpo, determinadas faixas do espectro eletromagnético são absorvidas, e outras são refletidas ou transmitidas, resultando na percepção da cor pelo olho humano, interpretada pelo cérebro. Portanto, segundo Baxter (1996), a cor não pode ser entendida como uma propriedade inerente dos objetos, mas sim como um resultado da combinação entre o iluminante (material que emite luz), o objeto observado e o observador (sistema visual humano). De acordo com Farias (2023), a cor pode ser observada quando determinada substância transmite ou reflete a luz em comprimentos de onda na faixa do espectro visual (400–700 nm). Essa percepção é influenciada tanto pela fonte luminosa quanto pela superfície refletora, como mostra a Figura 2.

FIGURA 2 - O ESPECTRO VISÍVEL



Fonte: Robot Ekstra Bladet (2024).

A colorimetria é o estudo das cores e suas propriedades, desempenhando um papel crucial em diversas áreas, especialmente na indústria têxtil. Esse campo permite a padronização das cores e é essencial para o controle da qualidade do tingimento, garantindo uniformidade e reprodução precisa em diferentes lotes de produção.

Na indústria têxtil, o processo de tingimento é essencial para destacar a beleza e a funcionalidade do material. Segundo Batista (2012), em um processo de tingimento eficiente, as substâncias que conferem a coloração precisam possuir alta afinidade com o substrato, resistência à lavagem e à luz, uniformidade e bom custo-benefício. Moura e Marcondes (2011) complementam que o tingimento pode ser definido como uma mudança física ou química de um substrato, em que a interação da luz refletida causa a percepção da cor. Essa percepção se inicia com a absorção da luz pelas células da retina e é concluída no córtex visual, que interpreta as cores.

A percepção da cor depende de três fatores principais:

- A distribuição de comprimentos de onda da fonte de luz que incide sobre o objeto;
- O grau de reflexão ou transmissão de cada comprimento de onda pelo objeto;
- A resposta visual do olho aos comprimentos de onda absorvidos.

3.2.1 FONTES DE LUZ/ILUMINANTES

A forma como a luz é percebida depende da interação entre a luz e os objetos ao redor. Para Vestibulando Web (2024), a percepção das cores está relacionada à maneira como a luz interage com os objetos, sendo influenciada pela distribuição espectral da luz e pela absorção e reflexão dos diferentes comprimentos de onda. Para garantir precisão nas medições de cor, a colorimetria faz uso de espectrofotômetros e iluminantes padrão. Alguns dos mais comuns são:

- D65, que simula a luz do dia;
- TL-84, representativo da luz fluorescente;
- A, que representa a iluminação feita com luz incandescente.

É muito importante compreender a percepção das cores nas indústrias têxteis, pois isso influencia diretamente o desenvolvimento dos produtos e a satisfação do cliente, fortalecendo a identidade da marca. Uma compreensão aprofundada desse processo não só possibilita avanços tecnológicos e melhorias na qualidade dos tecidos, como também contribui para um maior domínio sobre os fenômenos ópticos naturais e artificiais. Além disso, permite um controle mais preciso da reprodução de cores, garantindo padronização e fidelidade do tom, aspectos essenciais para o design e a produção em larga escala.

3.2.2 SISTEMA CIELAB

O sistema CIELab foi criado em 1976 com o objetivo de melhorar a uniformidade visual, transformando as coordenadas X, Y e Z em um sistema de coordenadas retangulares. Segundo a empresa Konica Minolta Sensing (s.d.), esse espaço de cor é amplamente utilizado por sua

capacidade de correlacionar de forma consistente os valores de cor com a percepção humana. Já a fabricante de espectrofotômetros Datacolor (s.d.), destaca que o CIELab cobre toda a gama de cores percebidas pelo ser humano. Por meio de medições de cor, o espaço de cor CIELAB identifica as variações de cor com alta precisão, utilizando três valores cromáticos. Os eixos são definidos como:

- L*: representa a luminosidade, com valores de 0 (preto absoluto) e 100 (branco absoluto);
- a*: indica a posição verde-vermelho, em que os valores positivos indicam tendência ao vermelho e os negativos indicam que ao verde;
- b*: representa o amarelo-azul, em que valores positivos indicam o tom amarelado e os negativos azulados.

A colorimetria desempenha um papel fundamental em diversas áreas, especialmente no segmento têxtil, em que a sua utilização é importante para a padronização e uniformidade das cores. Com o alto crescimento deste setor, torna-se indispensável a melhoria dos processos industriais, visando reduzir os desperdícios e atender às exigências do mercado. A compreensão aprofundada desse tema é fundamental para a sustentabilidade no setor e eficiência técnica, ambos fundamentais na atualidade.

3.3 Alvejamento químico

O alvejamento é uma etapa fundamental no beneficiamento têxtil, pois tem como objetivo remover a coloração natural das fibras e conferir ao tecido um grau de brancura adequado para processos subsequentes, como tingimento e estamparia. Trata-se de um tratamento oxidativo realizado em meio alcalino, no qual agentes específicos, como peróxido de hidrogênio ou hipoclorito de sódio, atuam sobre os pigmentos naturais da fibra, garantindo tingimentos mais uniformes e cores mais vivas (Twardokus, 2004). Além disso, o alvejamento melhora a hidrofilidade do material, favorecendo a absorção de corantes e outros produtos químicos, sendo considerado essencial para a qualidade final do produto têxtil (Mariano, 2025). Além desses métodos, também existem o branqueamento óptico e o físico.

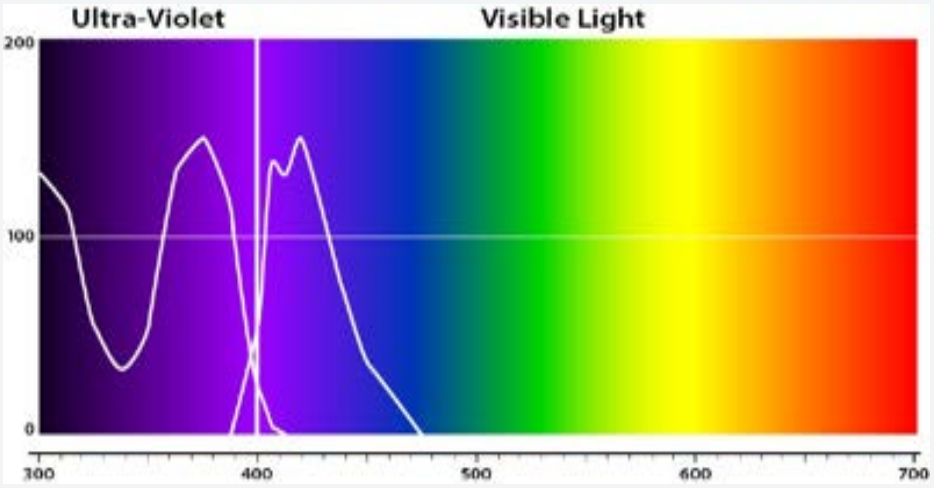
De acordo com a fabricante de pigmentos e produtos auxiliares para o processo de estamparia Fremplast, o branqueamento químico é predominantemente realizado por processos oxidativos, com destaque para o uso do peróxido de hidrogênio. Esse agente é amplamente empregado devido à sua eficiência no alvejamento dos tecidos e à sua compatibilidade com outros produtos químicos utilizados na etapa de preparação.

Dessa forma, o branqueamento químico desempenha um papel fundamental na indústria têxtil, garantindo a remoção de impurezas e colorações indesejadas para obter tecidos mais alvos. A escolha do agente branqueador depende das características do material e do resultado desejado, sendo o peróxido de hidrogênio uma das opções mais eficazes e ecologicamente viáveis. Além disso, a combinação de diferentes métodos, como o óptico e o físico, permite aprimorar ainda mais a qualidade e a aparência dos tecidos, atendendo às exigências do mercado.

3.4 Branqueamento Óptico

Os branqueadores ópticos, são substâncias químicas amplamente utilizadas para realçar a brancura e o brilho de materiais. SQ Química (2022) destaca que esse composto químico é capaz de oferecer um branco brilhante, sendo recomendado para fibras têxteis de base celulósica. A Figura 3 apresenta a região do espectro eletromagnético que é realçada com o processo de aplicação de branqueador óptico.

FIGURA 3 - ESPECTRO VISÍVEL E REGIÃO ULTRAVIOLETA



Fonte: Mouw (2016).

Conforme SQ Química (2022), a ação dos branqueadores ópticos ocorrem por meio da absorção da luz ultravioleta (UV) invisível, que é reemitida como luz visível em comprimentos de onda azul-violeta, como demonstrado na figura 3, criando a ilusão de um material mais branco e luminoso. Esse processo, que envolve a conversão de luz, é chamado de fluorescência.

Dessa forma, os branqueadores ópticos desempenham um papel muito importante no setor têxtil ao proporcionar maior brilho e brancura aos materiais, valorizando a estética e a percepção de qualidade dos produtos. Aspectos como o PH, equipamento utilizado, temperatura e tempo de exposição são fatores determinantes para o sucesso da aplicação. Vale ressaltar que esses agentes não eliminam a cor natural, mas mascaram tonalidades amareladas, resultando em um visual que contribui para aumentar a atratividade e a percepção da qualidade final do produto, contribuindo para a competitividade no mercado.

3.5 Sustentabilidade no setor têxtil

A crescente preocupação da sociedade com a preservação ambiental pressiona as empresas de vários setores a adotarem práticas mais sustentáveis. No setor têxtil, os impactos ambientais são significativos, um dos principais desafios é alinhar sustentabilidade, inovação e a viabilidade econômica.

Uma indústria têxtil sustentável recorre a menos recursos naturais ou os utiliza de maneira mais racional. Segundo a Univasf (2018), a produção têxtil envolve vários processos, desde a extração da matéria-prima até as etapas de lavagem, tingimento, aplicação de tratamentos químicos, todos eles responsáveis por impactos ambientais. Conforme o World Economic Forum (2020), o setor têxtil é responsável por aproximadamente 20% da poluição global de água, por meio de tingimentos e tratamentos de tecidos e por até 10% das emissões de carbono.

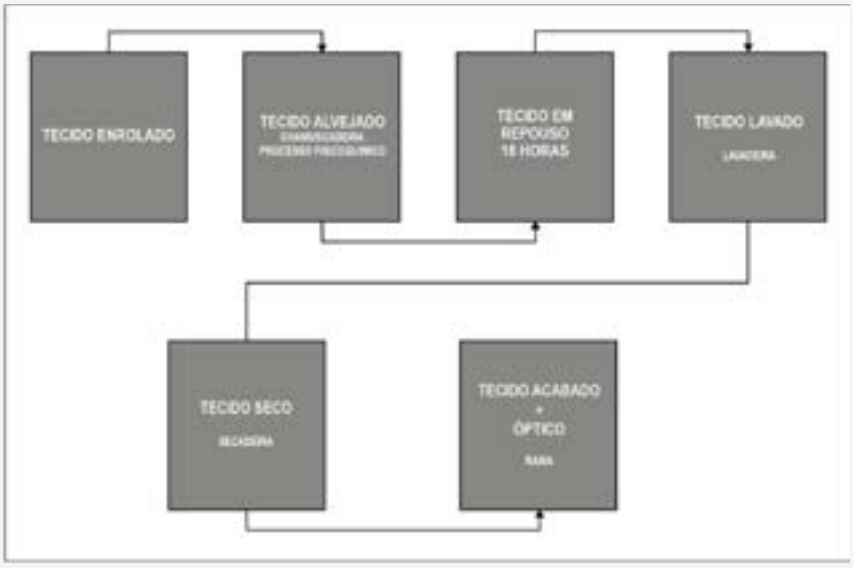
Diante desse cenário, práticas sustentáveis como a utilização de fibras orgânicas e recicladas, além de processos de tingimento menos poluentes, tem demonstrado grande potencial para reduzir drasticamente esses impactos negativos. Dessa forma, a sustentabilidade no setor não é apenas para as demandas ambientais, mas também uma oportunidade de inovação. Empresas que priorizam a responsabilidade ambiental, firmam a sua marca e fortalecem sua imagem perante o seu público.

3.6 Aplicações e impactos dos branqueadores ópticos na indústria

Os branqueadores ópticos têm uma função importante em vários setores, como as de têxteis, papel, detergentes e plásticos. Esses compostos são empregados para realçar a aparência dos materiais, proporcionando-lhes uma tonalidade mais branca e brilhante. De acordo com a Masterbatch (2025), os branqueadores ópticos são versáteis e podem ser aplicados em diversos segmentos, como nas indústrias têxteis, dando nova vida aos tecidos e uma qualidade luminosa que exala elegância e sofisticação. A aplicação mais comum desses branqueadores ocorre durante o beneficiamento terciário, utilizando a rama como meio de aplicação. Conforme ilustrado na Figura 4, o processo começa com o enrolamento dos tecidos no cavalete, seguido pelo tratamento físico-químico na máquina chamuscadeira.

Após esse tratamento, os tecidos ficam em repouso por 16 horas, tempo necessário para os produtos químicos agirem. Em seguida, é realizado o processo de lavagem e, posteriormente, a secagem dos tecidos para a aplicação do branqueador óptico em rama.

FIGURA 4 – FLUXO DE ACABAMENTO ÓPTICO NO BENEFICIAMENTO TERCIÁRIO



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo Batista (2014, p. 11), "[...] destaque-se que, como se trata de estudo/pesquisa em um local particular, a abordagem metodológica ou o método específico do trabalho, como um todo, é a de um estudo de caso [...]". Em resumo, dependendo do tipo de projeto a ser desenvolvido, utiliza-se do melhor tipo de abordagem de pesquisa.

Para Gil (2017, p,26), a pesquisa descritiva "tem como objetivo a descrição das características de determinada população ou fenômeno. Podendo ser elaborada também com a finalidade de identificar possíveis relações entre variáveis". (Gil, 2017, p.26 O estudo apresentado, é classificado como pesquisa descritiva pois descreve, através de dados empíricos, toda a relação do uso de branqueadores ópticos com o processo de alvejamento a frio.

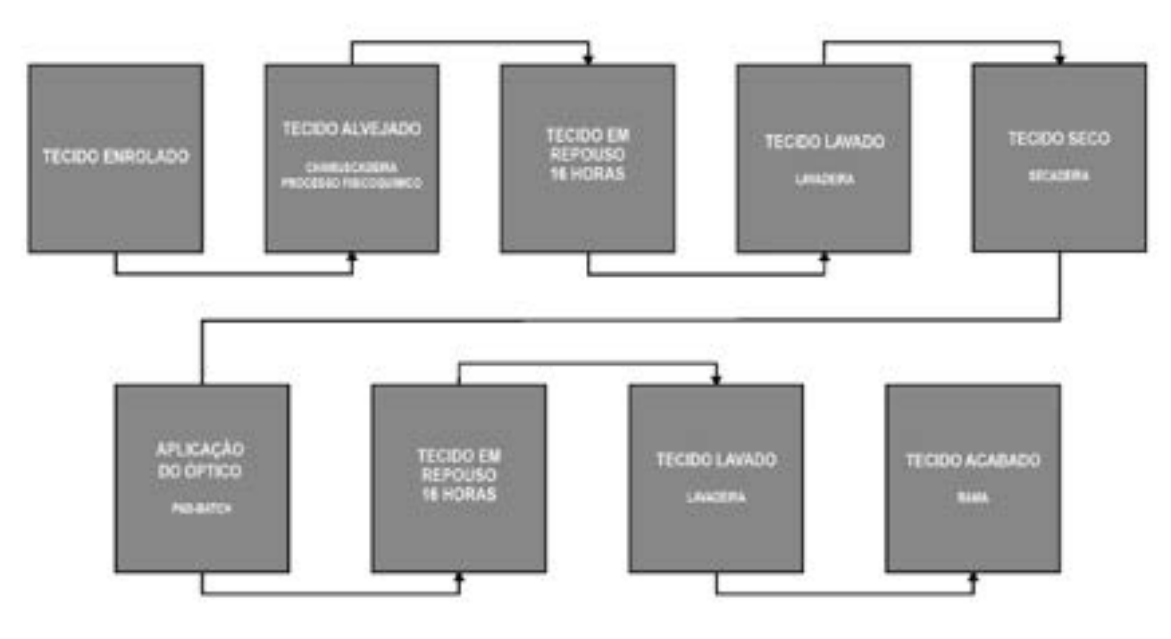
Em relação à abordagem de dados, foi utilizado no presente artigo a forma qualitativa, com o intuito de abordar a percepção dos funcionários e gestores da organização. Segundo Prodanov e Freitas (2013, p.70) a pesquisa qualitativa "não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas". O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente em que o processo e seu significado são os focos principais de abordagem".

Este trabalho tem como propósito entender a influência da variação do processo de branqueamento óptico dos tecidos tratados no valor do grau de branco. Sendo assim, para a realização desta pesquisa desenvolveu-se um estudo de caso, realizado na empresa têxtil situada na cidade de Riachuelo–SE. Segundo Martins (2008), o estudo de caso é fundamentado por um referencial teórico que orienta as questões e proposições do estudo, integrando informações coletadas por meio de diversas técnicas de levantamento de dados e evidências. Para Hartley (1994), o estudo de caso não é considerado um método em si, mas sim uma estratégia de pesquisa.

Para o desenvolvimento do estudo levantado pelo projeto, foram realizadas as seguintes etapas:

a) Obtenção da amostra produzida de acordo com o processo antigo, cujo fluxo é mostrado na figura 5 a seguir e as receitas são apresentadas nas tabelas 1 e 2.

FIGURA 5 – FLUXO DE PROCESSOS ANTIGO DE APLICAÇÃO DO BRANQUEADOR ÓPTICO



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

TABELA 1 – RECEITA DO ALVEJAMENTO QUÍMICO

RECEITA TECIDO ALVEJADO (1ª Passagem)
Peróxido de hidrogênio (H2O2)
Hidróxido de sódio (NaOH)
Detergente/dispersante (Compound)

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

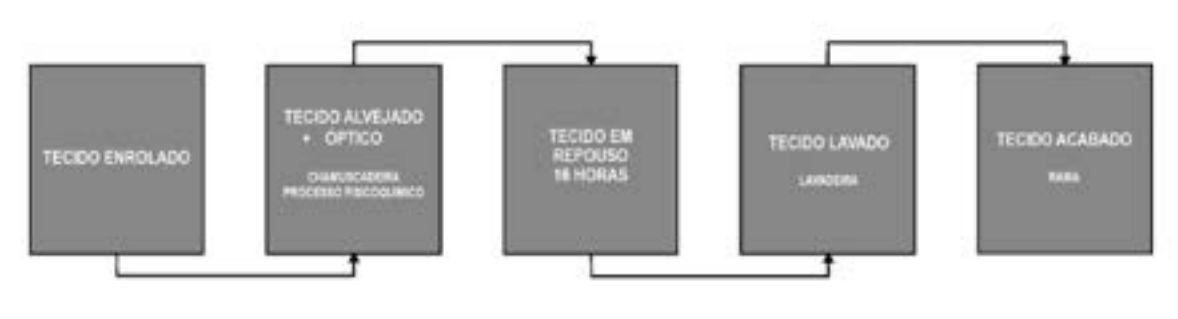
TABELA 2 - RECEITA DE APLICAÇÃO DO ÓPTICO 2° PASSAGEM

RECEITA DE APLICAÇÃO DO BRANCO ÓPTICO (2" Passagem)
Peróxido de hidrogênio (H2O2)
Hidróxido de sódio (NaOH)
Detergente/dispersante (Compound)
Sequestrante
Branqueador óptico
Estabilizador de pH (Silicato de sódio)

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

b) Obtenção de amostra produzida de acordo com o processo atual, conforme mostrado na figura 6 utilizando as receitas mostrada na tabela 3.

FIGURA 6 – FLUXO DE PROCESSO ATUAL DE APLICAÇÃO DO BRANQUEADOR ÓPTICO



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

TABELA 3 – RECEITA DE APLICAÇÃO DE BRANQUEADOR ÓPTICO (PROCESSO ATUAL)

Receita de artigo composição 100% CO Branqueamento oxidativo ATUAL
Peróxido de hidrogênio (H2O2)
Hidróxido de sódio (NaOH)
Detergente/dispersante (Compound)
Sequestrante
Branqueador óptico
Silicato de sódio (Estabilizador de Peróxido)

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Neste trabalho, em todos os testes utilizou-se tecidos 100% algodão. Todos esses tecidos foram branqueados quimicamente na seção de preparação da empresa

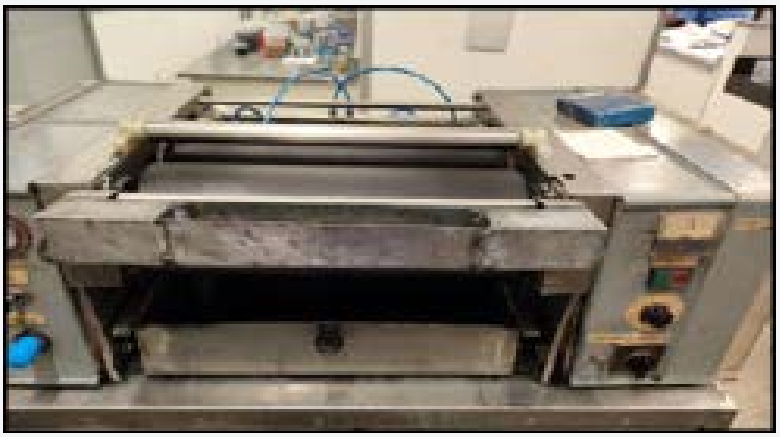
4.1 Equipamentos utilizados para obtenção das amostras.

4.1.1 PAD BATCH

O processo de Pad batch consiste em fazer o tecido passar por dois cilindros (Foulard), logo após a passagem desse tecido por uma caixa de banho que contém uma solução química, que pode ser uma receita de beneficiamento primário (alvejamento), ou de beneficiamento secundário (tingimento). Nesse processo, o banho que segue com o tecido, após a sua passagem pela

caixa de banho, é pressionado para dentro do material têxtil pelo conjunto de cilindros, as quais são dispostas horizontalmente. Na Figura 7 está ilustrado o pad batch utilizado no laboratório, utilizado para impregnar o banho de alvejamento e branqueamento óptico em todas as amostras deste trabalho.

FIGURA 7 – PAD BATCH USADO PARA DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Importante salientar que esse processo (pad-batch) permite definir algumas características, tais como (SENAI, 2016):

- O processo ser semicontínuo: pelo fato de haver o processo por impregnação, para depois haver o momento de repouso do material e, após respeitado o tempo, o material seguir para outro maquinário para realizar o processo de lavagem e neutralização;
- A temperatura de processo, tanto para o alvejamento quanto para o tingimento, acontecer à frio (temperatura ambiente), sendo o momento de repouso a etapa crucial para a penetração dos produtos químicos auxiliares na fibra para haver o clareamento (alvejamento), ou o tingimento

4.1.2 FERRO DE SECAGEM

Após a lavagem das amostras de tecido é necessário secar o material, para essa finalidade usamos ferro de passar conforme demonstrado na figura 8.

FIGURA 8 – FERRO DE PASSAR



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

4.1.3 ESPECTROFOTÔMETRO E CABINE DE LUZ

Após a obtenção das amostras, elas foram submetidas à leitura do grau de branco por meio do aparelho espectrofotômetro da fabricante Datacolor, modelo Spectro 700, mostrado na figura 9.

FIGURA 9 – ESPECTROFOTÔMETRO



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

Também foi realizada a análise visual das amostras na cabine de luz do fabricante Plenicolor, mostrado na figura 10. A análise foi executada com a colocação das amostras na região de leitura da cabine e, logo em seguida, selecionada a luz D65, que se assemelha à luz do dia.

FIGURA 10 – CABINE DE LUZ



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

4.2 Processos de branqueamento óptico

Os processos de aplicação do branqueador óptico variaram conforme cada etapa, no caso do presente projeto trata-se de diferentes métodos de aplicação, influenciando o circuito produtivo.

4.2.1 PROCESSO ANTIGO E ATUAL PARA APLICAÇÃO DE BRANQUEADOR ÓPTICO

No laboratório, o primeiro passo consiste na preparação do banho de alvejamento, conforme as formulações especificadas na Tabela 01. A amostra do tecido foi então submetida ao processo de foulardagem, operando sob uma pick-up de 80% uma velocidade de 1,5 m/s, replicando as condições operacionais vigentes na empresa. Após a aplicação do banho, a amostra de tecido é deixada em repouso por 16 horas para permitir a adequada interação dos produtos químicos com o substrato têxtil. Decorrido o período de repouso, o tecido foi lavado e, em seguida, seco utilizando um ferro de passar. Após a secagem, a amostra foi submetida ao mesmo fluxo de processos para a segunda receita onde receberá o branqueador ótico, conforme a receita da Tabela 02. A figura 11 demonstra o fluxo produtivo para obtenção de amostra do processo antigo.

FIGURA 11 – PROCESSO PARA OBTENÇÃO DA AMOSTRA MÉTODO ANTIGO



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

No fluxo atual, o tecido de algodão foi branqueado em um único fluxo, seguindo as formulações especificadas na Tabela 03. O fluxo é representado pela figura 12.

FIGURA 12 – PROCESSO PARA OBTENÇÃO DA AMOSTRA MÉTODO ATUAL



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

O grau de brancura foi medido utilizando um espectrofotômetro, e a amostra é analisada visualmente na cabine de luz, utilizando da luz que representa a luz do dia (D65), conforme ilustrado na Figura 13.

FIGURA 13 – ANÁLISE DO GRAU DE BRANCURA



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

Os cálculos de tempo e custo levaram em consideração uma produção de 3.000 metros de tecido para a obtenção dos resultados. Especificamente para os cálculos de custo, os dados de processo e de produto são hipotéticos para que houvesse uma compreensão mais analítica sobre esse quesito. Isto se dá pelo fato de a empresa em que foi realizado o estudo entender que os dados que envolvem a receita – os parâmetros de processo e a quantidade de cada produto – em cada etapa do fluxo novo, trata-se de um ativo valioso da empresa e, por esse motivo, não serem fornecidas. Por isso, com o intuito de trazer um entendimento monetário dessa modificação, algumas informações, sobre produtos e processos, serão estipuladas e/ou obtidas de informações de sites específicos na internet. A Tabela 4 traz os parâmetros de processo hipotéticos, buscando estar o mais próximo possível da realidade fabril.

TABELA 4 – INFORMAÇÕES DE PARÂMETROS DE PROCESSO E VALORES DE PRODUTOS

Parâmetro	Valor
Gramatura do tecido	200 g/m²
Largura do tecido	2,30 m
Pick-up Foulard Alvejamento	60%
Lastro da caixa de banho Alv.	60 L
Pick-up Foulard Lavagem	60%
Lastro da caixa de banho Lav.	100 L
Pick-up Foulard Rama	75%
Lastro da caixa de banho Rama	60 L

Fonte: Autores (2025).

Para os cálculos de volume de banho a ser utilizado em cada processo para atender o beneficiamento de 3.000 metros de tecido, tendo como base os dados hipotéticos apresentados na Tabela 4, uma sequência de outros cálculos são necessários para se chegar no resultado pretendido. A primeira etapa é a obtenção do valor de gramatura linear, que é representada pela equação 1.

$$\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{m}^2} \times \mathrm{Largura}(\mathrm{m}) = \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{m}} \qquad (1)$$

De posse desse resultado, o próximo passo é a obtenção do valor corrigido da gramatura linear com a incidência do Pick-up da máquina a ser calculada, que é visto na equação 2.

$$\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{m}} \times \text{Pick-up} = \mathrm{x}\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{m}} \qquad (2)$$

A equação 3 mostra a regra de três realizada para se obter o valor do volume de banho necessário para atender o processo de beneficiamento para a metragem de tecido demandada, em que o valor, em mililitros, de banho de impregnação é, na verdade, o valor da gramatura corrigida obtida na resolução da equação 2.

$$\frac{1\ \text{m de tecido}}{\text{Metragem a ser impregnada}} = \frac{\text{Valor, em ml, de banho de impregnação}}{x} \quad (3)$$

Onde:
X = Novo volume de banho

Com essa informação, basta somar o valor do novo volume de banho encontrado para a metragem a ser processada com o lastro da caixa de banho – volume de líquido presente na caixa de banho que não entra em contato com o tecido durante o processo –, a qual é mostrada na equação 4.

$$\text{Volume total de banho} = \text{Novo volume} + \text{Lastro da caixa de banho} \quad (4)$$

Para os dados de receita, bem como o preço por quilo (kg) dos produtos, também serão utilizados valores hipotéticos. Todos esses valores serão mostrados na Tabela 5 juntamente com os fluxos antigo e novo, já com a inserção das etapas e as suas respectivas receitas.

TABELA 5 – CÁLCULO DA QUANTIDADE DE SOLUÇÃO NECESSÁRIA PARA ATENDIMENTO DA PRODUÇÃO

Etapas	Produtos	Fluxo Antigo		Fluxo Novo	
		Quantidade (g/L)	Preço/Kg	Quantidade (g/L)	Preço/Kg
1ª Passagem (Alvejamento)	Peróxido de Hidrogênio	10	R$ 50,00	-	-
	Hidróxido de Sódio	4	R$ 4,88	-	-
	Detergente Dispersante	2	R$ 14,86	-	-
Lavagem	Neutralizante	2	R$ 40,00	-	-
2ª Passagem (Alvejamento + Óptico)	Peróxido de Hidrogênio	6	R$ 50,00	10	R$ 50,00
	Hidróxido de Sódio	2	R$ 4,88	4	R$ 4,88
	Detergente Dispersante	1	R$ 14,86	2	R$ 14,86
	Sequestrante	1	R$ 9,75	2	R$ 9,75
	Branqueador Óptico	2	R$ 75,00	2	R$ 75,00
	Estabilizador de pH	3	R$ 11,50	3	R$ 11,50
Lavagem	Neutralizante	2	R$ 40,00	2	R$ 40,00
Acabamento	Amaciante	3	R$ 3,90	2	R$ 3,90

Fonte: Autores (2025).

Importante salientar que para a análise de custo não será levado em consideração o consumo de água, de luz e de vapor para os processos citados, por entender que os mesmos terão um impacto automático com a redução de etapas de processo.

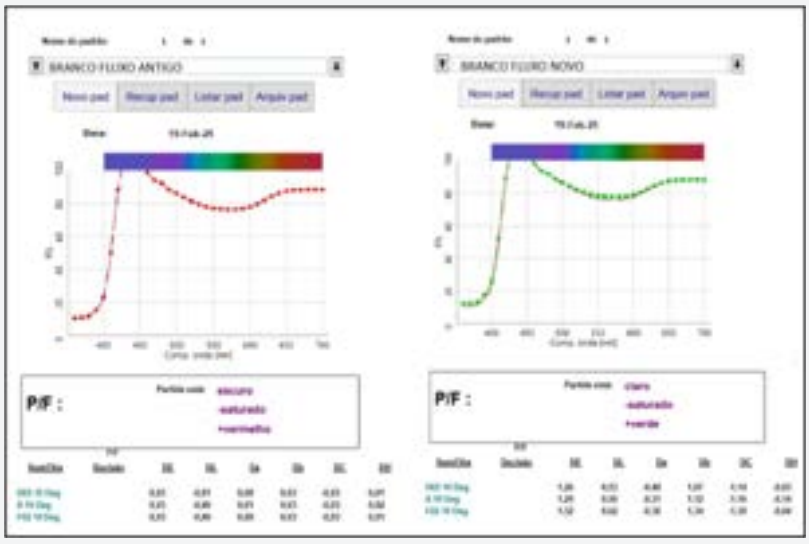
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico, serão apresentados os resultados mais importantes da pesquisa, que buscam ressaltar os objetivos do estudo. Os resultados e análises foram sistematizados a partir das informações obtidas por meio de pesquisas e experimentos sobre a ação do branqueador óptico no processo de alvejamento a frio, realizados através de análises detalhadas no laboratório químico. Esses dados foram integrados aos achados obtidos no setor de beneficiamento para uma avaliação abrangente.

A Figura 14, mostra a comparação do grau de brancura nos fluxos antigos e atuais realizados no espectrofotômetro, sob iluminação padrão D65 (luz do dia – 6500 K), pode-se verificar que não houve diferença significante entre as amostras branqueadas. Ambas as amostras demonstram um pico na leitura do espectro da luz na faixa entre o violeta e azul (400 – 480 nm), evidenciando a presença do branqueador óptico, conferindo ao tecido uma aparência de “branco mais branco”. (Konica Minolta, 2025).

Os resultados dessa etapa inicial são apresentados a seguir:

FIGURA 14 – PROCESSO ANTIGO E ATUAL



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

A leitura da amostra fabricada no fluxo antigo não apresentou uma mudança aparente na intensidade (claro/escuro), com o valor de DL em -0,01, sem nenhum desvio no eixo “a”, que represen-

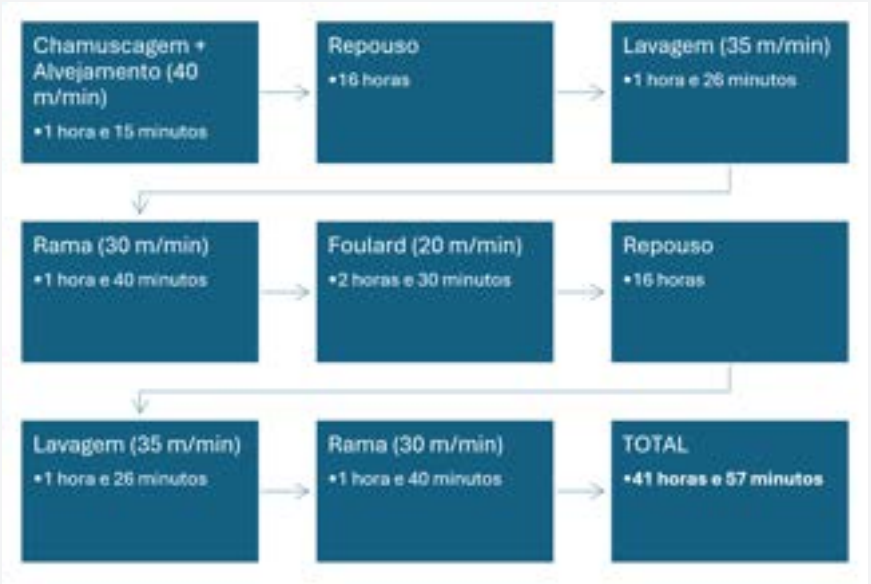
ta a variação para as cores verde-vermelho (Da = 0,00), assim como no eixo “b”, que representa a variação para as cores amarelo-azul (Db = 0,03). O valor de DC (-0,03) sugere uma leve redução do croma, estando a cor ligeiramente com menos saturação e a DH (0,01) denota uma variação de tonalidade desprezível.

Já a leitura da amostra beneficiada com o fluxo novo apresenta estar ligeiramente mais clara (DL = 0,53), mais esverdeada (Da = -0,40) e mais amarelada (Db = 1,07) que o padrão, enquanto os valores de DC e DH sugerem uma cor com aspecto mais “lavado”, com menos saturação em relação ao padrão (DC = -1,14), porém sem uma variação perceptível clara de sua tonalidade no geral (DH = -0,03).

Com relação ao índice DE (ΔE) a amostra do fluxo antigo apresentou uma diferença de cor praticamente imperceptível com o padrão (DE = 0,03), enquanto a amostra do fluxo novo revela uma diferença de cor perceptível (DE = 1,26). Juntamente com os demais valores apresentados, a diferença do DE da amostra do fluxo novo pode estar possivelmente associada à maior intensidade de fluorescência provocada pelo branqueador óptico nesse novo fluxo de processo. (González; Téllez; Arias, 2019).

Com a significativa diferença da quantidade de etapas um outro fator importante que se teve variação foi o tempo de processo. Levando em consideração, para ambos os processos, uma quantidade de 3.000 metros de tecido a ser beneficiado foi estimado o tempo de permanência em cada processo, conforme mostram as Figuras 15 e 16. Para fins de se obter uma análise sem muitos interferentes, foi considerado nulo o tempo de mudança entre máquinas e uma velocidade média de cada processo.

FIGURA 15 – TEMPO TOTAL DE PROCESSO DO FLUXO ANTIGO.



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

FIGURA 16 – TEMPO TOTAL DE PROCESSO DO FLUXO ANTIGO.



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

Ao realizar a avaliação dos tempos totais dos processos, nota-se que o fluxo novo chega a ser 51,49% mais rápido, totalizando uma redução de mais de 21 horas do tempo total do processo de beneficiamento, conforme mostra a Tabela 6 a seguir.

TABELA 6 – CÁLCULOS DE TEMPO DE PROCESSO – FLUXO ANTIGO X FLUXO NOVO

	Tempo Total	Antigo - Novo	Antigo - Novo (%)
Fluxo Antigo	41:57:00	21:36:00	51,49%
Fluxo Novo	20:21:00		

Fonte: Autores (2025).

Ao expandir a análise para o custo, o processo em seu fluxo novo apresenta uma influência, também, da redução de etapas do processo. Com relação ao custo de processo, o levantamento realizado, com base nos dados mostrados nas Tabelas 4 e 5, apresentadas no capítulo anterior, foram obtidos dados de custo dos fluxos antigo e novo, que serão apresentados, respectivamente, nas Tabelas 7 e 8 a seguir.

TABELA 7 – CÁLCULO DE CUSTO DE PROCESSO DO FLUXO ANTIGO

Etapas	Produtos	Fluxo Antigo			
		Quantidade (g/L)	Quantidade na receita (Kg)	Preço/Kg	Custo
1ª Passagem (Alvejamento)	Peróxido de Hidrogênio	10	8,88	R$ 50,00	R$ 444,00
	Hidróxido de Sódio	4	3,55	R$ 4,88	R$ 17,33
	Detergente Dispersante	2	1,78	R$ 14,86	R$ 26,39
Lavagem	Neutralizante	2	1,86	R$ 40,00	R$ 74,24
2ª Passagem (Alvejamento + Óptico)	Peróxido de Hidrogênio	6	5,33	R$ 50,00	R$ 266,40
	Hidróxido de Sódio	2	1,78	R$ 4,88	R$ 8,67
	Detergente Dispersante	1	0,89	R$ 14,86	R$ 13,20
	Sequestrante	1	0,89	R$ 9,75	R$ 8,66
	Branqueador Óptico	2	1,78	R$ 75,00	R$ 133,20
	Estabilizador de pH	3	2,66	R$ 11,50	R$ 30,64
Lavagem	Neutralizante	2	1,86	R$ 40,00	R$ 74,24
Acabamento	Amaciante	3	3,29	R$ 3,90	R$ 12,81
	CUSTO DA RECEITA				R$ 1.109,77

Fonte: Autores (2025).

TABELA 8 – CÁLCULO DE CUSTO DE PROCESSO DO FLUXO ANTIGO

Etapas	Produtos	Fluxo Antigo			
		Quantidade (g/L)	Quantidade na receita (Kg)	Preço/Kg	Custo
1ª Passagem (Alvejamento)	Peróxido de Hidrogênio	-	-	-	-
	Hidróxido de Sódio	-	-	-	-
	Detergente Dispersante	-	-	-	-
Lavagem	Neutralizante	-	-	-	-
2ª Passagem (Alvejamento + Óptico)	Peróxido de Hidrogênio	10	8,88	R$ 50,00	R$ 444,00
	Hidróxido de Sódio	4	3,55	R$ 4,88	R$ 17,33
	Detergente Dispersante	2	1,78	R$ 14,86	R$ 26,39
	Sequestrante	2	1,78	R$ 9,75	R$ 17,32
	Branqueador Óptico	2	1,78	R$ 75,00	R$ 133,20
	Estabilizador de pH	3	2,66	R$ 11,50	R$ 30,64
Lavagem	Neutralizante	2	1,86	R$ 40,00	R$ 74,24
Acabamento	Amaciante	3	3,29	R$ 3,90	R$ 12,81
	CUSTO DA RECEITA				R$ 755,93

Fonte: Autores (2025).

Ao visualizar os dados obtidos com os valores hipotéticos de receita e de valores, foi calculado o quanto se obteve de diferença entre os fluxos. Com isso, também, foi possível encontrar o valor percentual de economia entre eles. A Tabela 9 mostra os referidos valores.

TABELA 9 – DIFERENÇA FINANCEIRA ENTRE FLUXOS E ECONOMIA

	Fluxo antigo	Fluxo novo	Diferença (Antigo x Novo)	Economia (%)
Custo de receita	R$ 1.109,77	R$ 755,93	R$ 353,84	31,88%

Fonte: Autores (2025).

Nota-se que, com a redução das etapas de impregnação inicial – sem branqueador óptico – e de lavagem, foi possível obter uma economia de mais de 31% nos custos de receita. Importante salientar que outras fontes de consumo do processo, como água, vapor e energia elétrica, também haverá economia, uma vez que determinados maquinários não terão repetição de utilização. Por se tratar de dados hipotéticos, alguns parâmetros de processo e valores de produtos químicos

podem ter valores diferentes do que realmente é utilizado no processo, podendo contribuir mais a favor da economia do processo.

Outro setor em que se nota uma melhoria é na etapa de tratamento de efluentes, uma vez que não há o processo de impregnação e lavagem da primeira etapa, havendo somente o processo da segunda etapa com a colocação do branqueador óptico. Porém não foram obtidos dados de diferença de vazão de tratamento e de valores dos produtos auxiliares utilizados nessa etapa, ficando somente como um resultado especulativo, mas com grande chance de tender ao que está sendo sugerido nesse projeto.

6 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo compreender a influência do uso dos branqueadores ópticos no processo de alvejamento a frio das fibras têxteis. Foram efetuadas análises detalhadas no laboratório químico e no setor de beneficiamento que possibilitaram uma avaliação mais detalhada sobre os impactos do uso desses compostos químicos.

Análises comparativas revelaram que não houve diferença significativa no grau de brancura entre os processos antigo e atual, destacando a consistência dos branqueadores ópticos utilizados. No entanto, um ponto negativo identificado no processo atual foi a presença de resíduos de amido, que resultou em um tecido com toque mais áspero.

Com base nos resultados apresentados, é evidente que a otimização dos processos implementados teve um impacto significativo na redução dos custos operacionais e no tempo de execução das atividades. A análise comparativa entre os fluxos antigos e atuais demonstrou que as melhorias introduzidas não apenas resultaram em maior eficiência, mas também contribuíram para a diminuição dos impactos ambientais causados pelos efluentes.

Esses resultados corroboraram a eficácia das estratégias adotadas para o aperfeiçoamento do processo de alvejamento a frio, utilizando o branqueador óptico. Além disso, a análise detalhada dos índices de otimização revelou que a diminuição desses valores está diretamente associada à redução dos custos e do tempo de processamento, conforme ilustrado pelos gráficos apresentados.

Portanto, pode-se concluir que a modificação do fluxo de processos trouxe importante economia para o processo de beneficiamento de tecidos brancos com branqueador óptico em sua receita, destacando-se como uma abordagem eficiente e sustentável para o setor de beneficiamento. As informações obtidas fornecem uma base sólida para futuras investigações e aprimoramentos contínuos nas práticas operacionais, tais como o entendimento do impacto dessa economia no tratamento de efluentes da empresa, visando sempre a maximização dos benefícios econômicos e a preservação ambiental.

REFERÊNCIAS

ACADEMIA LAB. **Branqueador óptico.** Enciclopédia. Revisado em 18 de novembro de 2024. Disponível em: <https://academia-lab.com/enciclop%C3%A9dia/branqueador-optico>. Acesso em: 15 dez. 2024

ASSOCIAÇÃO CULTURAL DAS AREIAS. **Breve classificação das fibras têxteis e suas propriedades.** Disponível em: <https://assculturaldasareias.org>. Acesso em: 30 dez. 2024

BAXTER, M. **Product design: a practical guide to systematic methods of new product development**. London: Chapman & Hall, 1996.

CHARLES BIRAL. **Blog sobre têxteis e química**. Disponível em: <https://charlesbiral.blogspot.com/>. Acesso em: 10 jan. 2025

DATACOLOR. **O que é o CIELAB?** Disponível em: <https://www.datacolor.com/pt-br/business-solutions/blog/o-que-e-o-cielab/>. Acesso em: 11 dez. 2024.

DIGITPLACE. 5 **Common Types of Fabrics According to Weave.** Disponível em: <https://digitplaceblog.blogspot.com/2011/12/5-common-types-of-fabrics-according-to.html>. Acesso em: 11 fev. 2025.

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30., 2010, São Carlos. Anais [...]. São Carlos: ABEPRO, 2010. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_sto_122_790_15342.pdf. Acesso em: 13 dez. 2024.

ESCOLA SENAI "Francisco Matarazzo". **Manual Técnico Têxtil e Vestuário – Nº 01 – Fibras Têxteis.** Disponível em: https://issuu.com/senai. Acesso em: 11 fev. 2025.

FARIAS, V. C. **Uso da imagem digital para análises químicas.** 2023. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química Industrial) – Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara, 2023.

FREMPLAST. **Beneficiamento de tecidos.** Fremplast, 2025. Disponível em: https://fremplast.com.br/new-site/beneficiamento-de-tecidos/?utm_source=. Acesso em: 24 fev. 2025.

GALLETI NARIMATSU, B. M.; DO BEM, N. A.; WACHHOLZ, L. A.; LINKE, P. P.; PEREZ LIZAMA, M. de los A.; SOTO HEREK REZENDE, L. C. **Corantes naturais como alternativa sustentável na indústria têxtil.** Revista Valore, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.22408/reva502020507e-5030>. Acesso em: 13 dez. 2024.

GONZÁLEZ, M. M.; TÉLLEZ, L.; ARIAS, J. **Colorimetry and optical brighteners in textile bleaching processes.** Journal of Textile Science & Engineering, v. 9, n. 4, p. 1–8, 2019.

HARTLEY, J. F. Case studies in organizational research. In: CASSELL, Catherine; SYMON, Gillian (ed.). **Qualitative methods in organizational research: a practical guide**. London: Sage, 1994. p. 208-229.

KÖHLER SCHULTE, N.; LOPES, L.; ALESSIO, M. A.; FREITAS, B. **A moda no contexto da sustentabilidade**. Modapalavra e-periódico, Florianópolis, 2013. Disponível em: <https://revistas.udesc.br/index.php/modapalavra/article/view/3485>. Acesso em: 26 nov. 2024.

KONICA MINOLTA SENSING. **Entendendo o Espaço de Cor Lab*.** Disponível em: <https://sensing.konicaminolta.us/br/blog/entendendo-o-espaco-de-cor-lab/>. Acesso em: 11 fev. 2025.

KONICA MINOLTA. **Graus de Branco e Padrões UV.** Disponível em: https://sensing.konicaminolta.us/wp-content/uploads/Whiteness-2.pdf. Acesso em: 20 mar. 2025.

LEITE, R. P. **A química das fibras têxteis.** Textile Industry, 18 nov. 2014. Disponível em: <https://textileindustry.ning.com/forum/topics/a-qu-mica-das-fibras-t-xteis?commentId=2370240%3AComment%3A606361>. Acesso em: 20 nov. 2024.

MARIANO, M. **Têxtil: Opções mais sustentáveis para alvejamento.** Química.com.br, 2025. Disponível em: https://www.quimica.com.br/textil-opcoes-mais-sustentaveis-para-alvejamento/. Acesso em: 15 fev. 2025.

MARTINS, G. A. **Estudo de caso: uma reflexão sobre a aplicabilidade em pesquisas no Brasil.** Revista de Contabilidade e Organizações, v. 2, n. 2, p. 9-18, jan./abr. 2008.

MASTERBATCH MANUFACTURER. **Fornecimento de agente aditivo de plástico abrilhantador óptico Masterbatch**. Masterbatch Manufacturer, 2025. Disponível em: <https://masterbatchmanufacturer.com/pt/fornecimento-plastico-agente-aditivo-otico-clarificante-masterbatch/>. Acesso em: 24 fev. 2025.

MOURA, R. A. de; MARCONDES, T. W. R. N. **Tingimento com corantes naturais da flora brasileira.** Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia de Produção Têxtil) – Faculdade de Tecnologia de Americana, Americana, SP, 2011. Acesso em: 13 jan. 2025.

MOUW, T. **Têxteis e agentes branqueadores ópticos**, 31 maio de 2016. Disponível em: https://www.xrite.com/pt-pt/blog/cpg-textiles-optical-brightening-agents. Acesso em: 02 fev. 2025.

PANASUK, M. E. P. **Desenvolvimento de metodologias sustentáveis de tingimentos de tecidos visando o controle e futura avaliação econômica para ascensão do empreendedorismo verde.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso – Fundação Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre. Disponível em: <https://repositorio.ufcspa.edu.br>. Acesso em: 11 dez. 2024

ROBOT EKSTRA BLADET. **As ondas eletromagnéticas como a luz visível**. Disponível em: <https://robot.ekstrabladet.dk/smr/as-ondas-eletromagneticas-como-a-luz-visivel.html>. Acesso em: 19 dez. 2024.

SILVA NETO, D. et al. **Uso da colorimetria e espectrofotometria em análises químicas.** Repositório da Universidade Federal do Amazonas, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufam.edu.br>. Acesso em: 10 dez. 2024.

SQ QUÍMICA. **Para que servem os branqueadores ópticos?** SQ Química, 14 jun. 2022. Disponível em: <https://sqquimica.com/para-que-servem-branqueadores-opticos/>. Acesso em: 10 dez. 2024.

TWARDOKUS, A. **Pré-alvejamento: Processos têxteis: Revisão bibliográfica**. 1Library.org. Disponível em: https://1library.org/article/pr%C3%A9-alvejamento-processos-t%C3%AAxteis-revis%C3%A3o-bibliogr%C3%A1fica.ynxp301q. Acesso em: 15 fev. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO (UNIVASF). **Impactos ambientais das fibras têxteis e alternativas.** Disponível em: https://portais.univasf.edu.br/sustentabilidade/noticias-sustentaveis/impactos-ambientais-das-fibras-texteis-e-alternativas. Acesso em: 18 dez. 2024.

VESTIBULANDO WEB. **Percepção da cor.** Disponível em: <https://www.vestibulandoweb.com.br/fisica/percepcao-da-cor/#google_vignette>. Acesso em: 12 fev. 2025.

WORLD ECONOMIC FORUM. **How can we make textile and garment production sustainable?** 2020. Disponível em: https://weforum.org. Acesso em: 10 dez. 2024.

X-RITE. **Têxteis e agentes branqueadores ópticos.** X-Rite Blog, 31 maio 2016. Disponível em: <https://www.xrite.com/pt-pt/blog/cpg-textiles-optical-brightening-agents>. Acesso em: 10 dez. 2024.

02

Estudo sobre a importância da catalogação de defeitos de tecidos planos e fios produzidos na indústria de cama, mesa e banho

ESTUDO SOBRE A IMPORTÂNCIA DA CATALOGAÇÃO DE DEFEITOS DE TECIDOS PLANOS E FIOS PRODUZIDOS NA INDÚSTRIA DE CAMA, MESA E BANHO

CATALOGING OF DEFECTS IN FABRICS AND YARNS PRODUCED IN THE BED, TABLE AND BATH INDUSTRY

Augusto Ferreira de Almeia Júnior
Engenheiro Industrial Têxtil, Instrutor do Curso Técnico Têxtil EAD, Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil, SENAI/RJ/CETIQT.
afalmeida@cetiqt.senai.br

Marcelo Eiti Banja
Engenheiro Têxtil e Industrial, Instrutor do Curso Técnico Têxtil EAD, Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil, SENAI/RJ/CETIQT.
mbanja@cetiqt.senai.br

Matheus Henrique Vasconcelos Rodrigues
Curso Técnico Têxtil EAD, SENAI SC. baviera_001@hotmail.com

Patrick Lucio Julio Arndt
Curso Técnico Têxtil EAD, SENAI SC. patrick_arndt@hotmail.com

Resumo

Este trabalho aborda a importância dos estudos de defeitos em tecidos planos e fios produzidos na indústria têxtil, com foco em cama, mesa e banho, em Joinville. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de reunir 3 tipos comuns de falhas, desvios e defeitos observados nos processos de tecelagem e beneficiamento, além de 2 desvios e defeitos em fios. Organizado de forma clara e acessível, o material busca oferecer um recurso prático para profissionais da área, apoiando a identificação de problemas e a tomada de decisão. O trabalho foi produzido com base em tecidos planos lisos (sem felpa) que tivessem imagens dos desvios encontrados durante o processo de revisão. Em posse das imagens, a segunda etapa consistiu no levantamento das informações pertinentes ao desvio como sinônimos, procedência do defeito, com o intuito de entender se determinada falha pode ocorrer em setores diferentes ou não, e as possíveis soluções a serem direcionadas.

Palavras-chave: defeitos; qualidade; têxtil; padronização.

Abstract

This work addresses the cataloging of deviations in woven fabrics and yarns produced by the textile industry, with a focus on bed, bath, and table products in Joinville. It highlights the importance of quality management in the textile sector. The study aims to create a defect catalog, identifying causes, consequences, and solutions for issues such as stained fabrics, skewed wefts, and creases. The research emphasizes the need for standardization and training to enhance production quality and efficiency, proposing the integration of emerging technologies for automated inspection. The document also discusses textile processes, from the Industrial Revolution to modern finishing and weaving techniques, highlighting ABNT standards to ensure fabric quality.

Keywords: *optical brightener; fabrics; textile fibers*.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história, diferentes civilizações desenvolveram métodos para garantir a qualidade dos produtos manufaturados. Na Idade Média, os sistemas de guildas estabeleciam padrões de qualidade para diferentes ofícios, assegurando requisitos técnicos e estéticos. Esse modelo influenciou os primeiros sistemas de gestão da qualidade ao estabelecer práticas de inspeção rigorosas e certificação de produtos. Com a Revolução Industrial, a necessidade de padronização impulsionou métodos mais sistemáticos de controle, tornando indispensável a adoção de técnicas para reduzir falhas na produção (Ballestero-Alvares; Carpinetti, 2023).

Nem sempre a qualidade, entendida como a padronização e a adequação de produtos às expectativas dos consumidores, foi um fator essencial na produção de bens e serviços. Durante séculos, muitas sociedades priorizavam apenas a quantidade e a velocidade na fabricação de produtos, sem um controle rigoroso sobre sua padronização. Com o avanço das revoluções industriais e novas técnicas de gestão, como a linha de montagem de Ford e o Controle Estatístico de Processos (CEP), a busca pela melhoria contínua tornou-se um pilar fundamental. No setor têxtil, essas inovações possibilitaram a padronização dos tecidos, a redução de desperdícios e a melhoria na eficiência da produção, atendendo a um mercado mais exigente.

Atualmente, a gestão da qualidade continua sendo essencial para diversos setores industriais, incluindo o têxtil. A concorrência global e a crescente exigência dos consumidores demandam estratégias eficazes, como certificações ISO 9001 e Oeko-Tex. Empresas do setor têxtil vêm investindo em melhorias contínuas, como a automatização de processos, e metodologias, como a Lean Manufacturing e Seis Sigma, para aumentar a eficiência (Kuniyoshi, 2006).

Essas ferramentas, uma vez implementadas, objetivam a redução da geração de tecidos de baixa qualidade. Porém, esses desvios, por mais que ainda aconteçam nos processos de fabricação têxtil, são avaliados de acordo com uma determinada condição para garantir a conformidade com os requisitos de atendimentos dos clientes dos mais variados nichos. Dessa forma, a catalogação dos defeitos se torna uma ferramenta importantíssima para o controle da qualidade do processo têxtil, porque permite a classificação dos tecidos produzidos de acordo com sua qualidade apresentada na etapa de revisão.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente artigo pretende gerar um relatório contendo os principais defeitos encontrados em tecidos planos produzidos em uma empresa têxtil fabricante de tecidos da linha cama, mesa e banho, situada na cidade de Joinville (SC).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar o levantamento bibliográfico sobre o tema;
- Obter fotos de defeitos variados apresentados em tecidos planos acabados;
- Levantar as possíveis causas e soluções para os defeitos encontrados.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E SUAS TRANSFORMAÇÕES

A Revolução Industrial, que teve início na segunda metade do século XVIII, representou um marco decisivo na história econômica e social. A transição de uma sociedade agrária e artesanal para uma sociedade industrial e mecanizada transformou profundamente os processos produtivos, o mercado de trabalho e a vida cotidiana. A invenção de máquinas como a máquina a vapor de James Watt (1776) e a tecelagem mecanizada de Richard Arkwright (1769) possibilitaram a produção em massa e a eficiência, reduzindo os custos e acelerando o ritmo de produção. Esse processo começou na Inglaterra e se espalhou para outros países da Europa e Estados Unidos, estabelecendo as bases da sociedade industrial moderna (Hobsbawm, 2002).

No setor têxtil, a automação e a introdução de máquinas de costura e tecelagem permitiram um aumento considerável na produção, além de uma significativa queda nos custos de fabricação. A mecanização da indústria têxtil, que começou com a invenção de máquinas como a fiadeira e o tear mecânico, representou um avanço tecnológico que impactou diretamente o modo de vida das pessoas, possibilitando a democratização de produtos antes inacessíveis. A competitividade global começou a se estabelecer com as melhorias no transporte e a expansão de mercados (Grandin, 2006).

3.2 FIBRA DE ALGODÃO: INFLUÊNCIA DO PLANTIO NAS PROPRIEDADES E MÉTODO DE CLASSIFICAÇÃO

Compreender a morfologia da fibra de algodão é fundamental para garantir a qualidade do fio na produção têxtil. O algodão é uma fibra natural, composta principalmente por celulose, e suas características podem ser impactadas por diversos fatores durante o seu cultivo. A Figura 1 mostra o formato do algodão que é colhido.

FIGURA 1 – A FLOR DE ALGODÃO



Fonte: Sou de algodão (2022).

O ciclo de crescimento do algodão após o plantio é de, aproximadamente, 140 dias, sendo influenciado por variáveis como o tipo de solo, a disponibilidade de água e os cuidados no manejo do cultivo. Essas condições podem afetar diretamente a maturação da fibra, sua composição e resistência, fatores que são determinantes para a qualidade dos produtos têxteis finais (Silva *et al.*, 2020).

A qualidade do algodão está intimamente relacionada ao manejo adequado durante o seu cultivo. Fatores como o controle da umidade, a prevenção de pragas e as variações climáticas podem comprometer a estrutura da fibra, tornando-a menos resistente e uniforme (Costa; Almeida, 2019). Além disso, práticas inadequadas de colheita, como a recolhida precoce ou o armazenamento incorreto, podem resultar em fibras mais curtas e fracas, o que prejudica a eficiência das etapas posteriores de fiação e beneficiamento. O impacto das características da fibra de algodão na qualidade dos fios e tecidos têxteis é significativo. Fibras mais longas e finas contribuem para fios mais resistentes e com menos irregularidades durante o processo de tecelagem.

A classificação da fibra de algodão é um processo crucial para garantir a qualidade do fio produzido na indústria têxtil. Isso ocorre porque a fibra de algodão apresenta variações tanto in-

trínsecas quanto extrínsecas, que podem influenciar diretamente no desempenho do produto. Essas variações, que incluem diferenças nas características das fibras dentro de um mesmo fardo ou entre fardos diferentes, podem afetar a resistência, a maciez e a durabilidade dos fios. Para minimizar essas diferenças, é essencial realizar um estudo detalhado das fibras antes da fiação, visando misturar lotes que possuam características físicas semelhantes.

Esse planejamento adequado evita danos à fibra durante o processamento, garantindo um produto com as qualidades esperadas pelo mercado. Nesse contexto, os padrões estabelecidos pelo USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos) são amplamente utilizados para a classificação das fibras de algodão. O departamento americano define critérios rigorosos relacionados à espessura, comprimento e maturação das fibras, servindo como referência para a indústria têxtil global (Silva *et al.*, 2019).

O uso de tecnologias avançadas, como o HVI (High Volume Instrument), permite uma análise precisa das fibras, ajudando a classificar o algodão de acordo com seus parâmetros físicos. A análise do HVI, conforme mostrado na Figura 2, fornece informações sobre características importantes como a finura, comprimento e resistência das fibras, e essas informações são fundamentais para o processo de mistura

FIGURA 2 – ANÁLISE DE COMPRIMENTO DE FIBRA REALIZADO NO EQUIPAMENTO HVI



Fonte: Cotimes (2025).

O responsável pelo processo deve analisar o relatório gerado pelo equipamento e determinar a melhor classificação para cada amostra de algodão, garantindo que o material utilizado na fiação seja o mais adequado possível. Esse cuidado é essencial tanto para a produção de fios uniformes e de alta qualidade quanto para a redução de desperdícios, contribuindo para uma produção mais eficiente e com menor custo (Costa & Almeida, 2020).

3.3 OS PROCESSOS DE PREPARAÇÃO DA FIAÇÃO

A partir da análise dos dados dos fardos de algodão, esses são estrategicamente alocados a fim de garantir que a mistura das fibras seja a mais homogênea possível. Este planejamento cuidadoso reduz a variabilidade e contribui para a produção de fios com características consistentes, otimizando o desempenho da fábrica (Pereira & Silva, 2019).

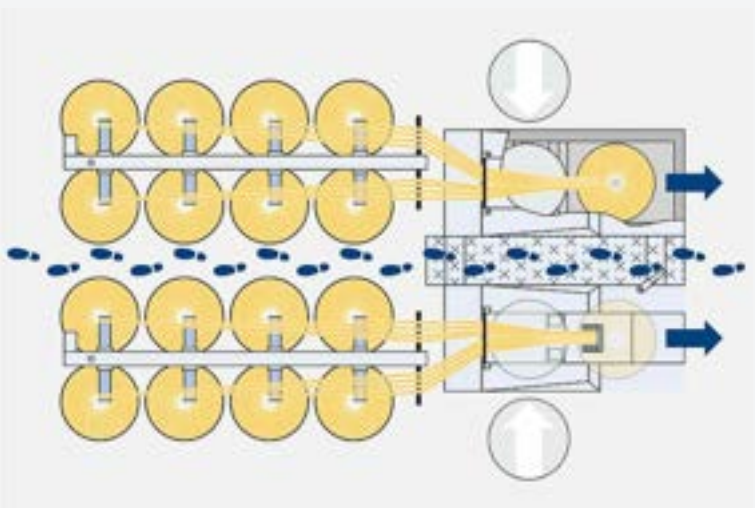
No processo de fiação, a etapa de limpeza das fibras, realizada na sala de abertura, consiste na utilização de equipamentos dispostos em uma sequência específica com a função de eliminar neps (aglomerados de fibras), caule, caroços e outras impurezas presentes nos fardos de algodão. Esse processo de limpeza é crucial, pois as impurezas podem prejudicar a qualidade final do fio. O objetivo dessa etapa é melhorar as características das fibras para que elas possam ser alimentadas adequadamente nos processos seguintes, garantindo uma produção eficiente e de alta qualidade. O uso de tubulações para conduzir as fibras através das máquinas ajuda a otimizar o processo, permitindo um fluxo contínuo e preciso (Oliveira & Souza, 2018).

O processo de cardagem, ao separar as fibras e iniciar a paralelização por meio da estiragem, desempenha um papel crucial na fiação convencional. Neste estágio, as fibras, em flocos ou mantas, ao passarem pelos equipamentos adequados, são limpas das impurezas remanescentes, reduzindo a presença de fibras curtas e neps. Desse modo, a eficiência nesse processo é fundamental para otimizar a produtividade e garantir a conformidade do produto com as especificações técnicas requeridas (Oliveira *et al*., 2021; Costa *et al*., 2020).

No passador, a etapa de uniformização e estiragem desempenha um papel fundamental na qualidade do produto. Após passarem pelos estágios iniciais de limpeza e separação, as fibras precisam ser organizadas de maneira eficiente para garantir uma melhor regularidade na produção. Nessa fase, equipamentos específicos são empregados para misturar fibras de diferentes naturezas, reduzir variações no diâmetro da fita e promover uma distribuição homogênea. A disposição dos materiais a entrarem no processo de passador está demonstrada na Figura 3.

O processo de estiragem, realizado por conjuntos de cilindros de aço e borracha, assegura que as fibras sejam alongadas sem comprometer sua integridade estrutural. Seu alinhamento adequado melhora a resistência e a qualidade do material, facilitando o processamento das próximas etapas (Oliveira & Souza, 2018).

FIGURA 3 – LAYOUT DA DISPOSIÇÃO DAS LATAS DE FITA NA ENTRADA DO PASSADOR



Fonte: Trützschler (2015).

Além do controle da estiragem, a modernização dos equipamentos tem permitido a introdução de mecanismos de autorregulagem, que ajustam automaticamente a tensão e o alinhamento das fibras, reduzindo falhas no material processado. A utilização desses sistemas inteligentes minimiza defeitos conhecidos como “falhas de estiragem”, que podem ocorrer quando há sobreposição inadequada das fibras, comprometendo a uniformidade do fio final. Com a otimização desse processo, os desperdícios são reduzidos e a eficiência produtiva aumenta, garantindo um produto com melhores características mecânicas e estéticas. Dessa forma, a automação e o aperfeiçoamento das técnicas de processamento das fibras são fundamentais para a competitividade da indústria têxtil moderna (Costa & Lima, 2020).

Para se chegar ao filatório de anéis, é necessário realizar um processo adicional de alongamento e torção das fibras provenientes do passador. Esse processo é feito pela maçaroqueira, que tem como objetivo reduzir o volume do material, facilitando a alimentação do filatório de anéis. Embora não contribua diretamente para a qualidade do produto, a maçaroqueira é uma etapa essencial do processo, muitas vezes considerada um “mal necessário” (Silva; Pereira, 2004).

As latas contendo as fitas de passador são colocadas atrás da maçaroqueira, onde as fitas ficam suspensas em gaiolas, permitindo que cheguem de forma aérea ao trem de estiragem. O funcionamento desse trem é semelhante ao observado no passador, porém, na maçaroqueira, existe um sistema adicional chamado conjunto de manchão, responsável pelo controle das fibras curtas durante a estiragem (Souza; Pereira, 2017).

Após a estiragem, as fibras são direcionadas ao voador, onde recebem uma torção suave. O voador é responsável por aplicar a torção e o enrolamento do pavio na canela. Cada volta do voador insere uma torção no pavio e enrola uma espiral na canela, sendo que a torção inicial

ocorre entre o primeiro cilindro do trem de estiragem e o voador. A rotação da canela, essencial para o enrolamento do pavio, é acionada pelo fuso. A canela, um componente de plástico, tem a função de enrolar o pavio de forma eficiente para o filatório de anéis (Santana *et al*., 1999). Vale ressaltar que o voador possui movimento giratório apenas durante a operação da maçaroqueira.

Após esta etapa, o material obtido é denominado maçaroca ou canela de maçaroqueira, e o pavio enrolado é transportado de maneira aérea ou manual. Nos sistemas mais modernos, alguns maquinários possuem integração direta entre a maçaroqueira e o filatório de anéis, permitindo uma alimentação mais eficiente e rápida para o próximo estágio da fiação. Essa integração otimiza o uso de recursos e melhora a produtividade, contribuindo para a eficiência e a qualidade do processo de fiação (Souza; Pereira, 2017).

3.4 O FILATÓRIO OPEN END

As fitas vindas do passador são direcionadas para filatórios a rotor, conhecidos como Open End. Esse método elimina etapas presentes no sistema convencional, como a maçaroqueira e a conicaleira, o que aumenta a produtividade, mas resulta em fios mais grossos e com menor resistência (Silva; Pereira, 2004).

O rotor, componente central desse sistema, gira a altas velocidades, distribuindo as fibras em seu sulco e aplicando a torção necessária ao fio. A velocidade de rotação do rotor influencia diretamente a qualidade do fio produzido. O estudo realizado por Santana *et al*. (1999) indica que variações na velocidade de rotação, como 90.000 rpm, 93.000 rpm, 96.000 rpm, entre outras, afetam as propriedades do fio final.

A utilização do passador no processo Open End é um fator que influencia a qualidade do fio. A pesquisa realizada por Souza, Pereira e Almeida (2017) comparou a produção de fios com e sem o uso do passador, analisando parâmetros como massa, pilosidade, resistência, alongamento, torção e coeficiente de atrito. Os resultados dessa pesquisa ajudam a compreender como a presença ou ausência do passador afeta as características do fio produzido.

A escolha do bocal no sistema Open End desempenha um papel crucial na definição das propriedades finais do fio. Existem diferentes tipos de bocais, e cada um tem características que afetam diretamente a pilosidade, a torção e a uniformidade do fio produzido. Por exemplo, os bocais lisos são projetados para produzir fios com baixa pilosidade, aplicando uma torção elevada no fio devido à falsa torção que é imposta pelo próprio bocal (Silva; Pereira, 2004). Essa característica é especialmente importante para fios que exigem alta resistência e durabilidade.

Por outro lado, os bocais espirais são mais indicados para a produção de fios de algodão, sendo capazes de produzir fios mais compactos e finos. Esses fios têm baixa pilosidade e apresentam maior uniformidade, uma característica fundamental para a indústria têxtil, na qual fios de qualidade superior são exigidos para diversos tipos de tecidos (Souza; Pereira, 2017).

Além disso, os bocais com 3, 4 e 8 entalhes são recomendados para a produção de fios mistos, como algodão com fibras artificiais. O entalhe no bocal proporciona maior estabilidade no fio, aumentando a falsa torção e, consequentemente, a pilosidade. Esse tipo de bocal é utilizado para fios mais volumosos, mas que ainda requerem uma certa regularidade no seu diâmetro (Santana *et al*., 1999). Já os bocais serrilhados com entalhes externos são ideais para a produção de fios extremamente peludos, macios e volumosos.

A formação da embalagem no filatório por rotor, diferentemente do sistema tradicional por anel, é menos complexa. O fio, após ser formado e torcido no rotor, é puxado para fora da caixa de fiação pelos cilindros de saída, passando por um bocal e, posteriormente, por um tubo de saída. Após este processo, o fio é controlado por tensão e enrolado pelo cilindro bobinador. As bobinas formadas podem atingir até 6 kg e 350 mm de diâmetro, com velocidades de produção de até 300 m/min (Souza; Pereira, 2017).

3.5 O FILATÓRIO DE ANEL

Após as etapas anteriores do processo de fiação, o material está pronto para ser transformado em fio. O filatório de anéis recebe o pavio proveniente da maçaroqueira, que, após processamento, se converte em um fio singelo, enrolado na espula. A formação do fio envolve três etapas principais: estiragem, para reduzir a massa das fibras até o título desejado; torção, para conferir resistência ao fio; e, finalmente, o enrolamento do material (Santos, 2010).

O mecanismo de produção no filatório de anéis consiste em uma unidade de estiragem, seguido por sistemas de torção e enrolamento. O objetivo é produzir um fio com a melhor distribuição possível de suas características, como a uniformidade de massa. Para compreender o funcionamento do filatório de anéis, é essencial conhecer seus componentes principais. O pavio, originário da canela de maçaroqueira, é guiado de forma aérea ao trem de estiragem. Esse sistema permite ajustar a finura do fio, com estiragens variando de 8 a 80 vezes e títulos que podem variar de 3,6 tex (160 ne) a 147,5 tex (4 ne) (Souza, 2012).

Após as fibras serem estiradas e torcidas no trem de estiragem do filatório de anéis, é necessário realizar o enrolamento das fibras na espula. Para que isso ocorra de maneira eficiente, são necessários seis componentes principais: fuso, viajante, rabo-de-porco, quebra-balão, anel e mesa de anéis (Associação Brasileira De Normas Técnicas, 2018).

O fuso é o principal responsável pela torção, sendo acionado por motores conectados por correias. O filatório de anéis pode possuir entre 144 a 1.680 fusos, atingindo até 25.000 rotações por minuto. A torção aplicada varia de 100 a 3.500 torções por metro. O rabo-de-porco (ou guia-fio) tem a função de guiar o fio durante o enrolamento, evitando a formação de balões na saída do trem de estiragem, o que contribui para uma melhor uniformidade da torção. O quebra-balão reduz o tamanho do balão, garantindo que o fio não sofra tensões excessivas.

O anel e o viajante são elementos essenciais para o enrolamento do fio na espula, que está encaixada no fuso. O viajante é uma peça metálica ou plástica, com diversos formatos, que gira livremente ao redor do anel. O fio passa entre o anel e o viajante, sendo depois enrolado na espula (Santos, 2025). O movimento de rotação do fuso puxa o fio e, consequentemente, movimenta o viajante em torno do diâmetro do anel. Pode-se afirmar que o anel serve de pista para o viajante. O atrito entre o anel e o viajante viabiliza o enrolamento devido à diminuição da velocidade do viajante em relação à do fuso (Souza, 2025).

Após todo o processo de fiação do pavio no filatório de anéis, a espula contendo o fio titulado e pronto é transportada para a conicaleira, onde a espula é encaixada de forma que o fio possa ser transferido para uma bobina, colocando maior quantidade de material em uma única embalagem. A junção dos fios é feita por emendas realizadas por ar comprimido, criando pequenos pontos de união entre a primeira espula e a segunda, e assim sucessivamente (Santos, 2025).

FIGURA 4 – GAIOLA DE URDIDEIRA EM FORMATO DE "U"



Fonte: usedtextilemachines (2025).

3.6 O PROCESSO DE TECELAGEM

Após os fios prontos, inicia-se o processo de preparação para a formação do tecido plano. Para isso, é necessário o uso de um tear plano, mas antes os fios precisam ser organizados. Essa arrumação é feita por meio da urdideira, que pode ser do tipo seccional ou contínua. Ambas têm a função de unir os fios de forma adequada para a próxima etapa. Esse preparo é essencial para alimentar a engomadeira e, em seguida, possibilitar o processo de tecelagem. A seguir, veremos as características de cada tipo de urdideira.

3.6.1 URDIDEIRAS

A urdideira é um equipamento fundamental na importância para a produção de tecidos planos, sendo responsável pela união, paralelização e organização dos fios de urdume (SENAI CETIQT, 2016, p. 172). A urdideira em sua grande maioria é composta por uma gaiola, geralmente em formato de "U", projetada para acomodar as bobinas — podendo alcançar até 900 posições. Os fios utilizados são conduzidos individualmente a partir das bobinas por meio de um sistema de guia-fio, que direciona cada filamento a um sensor eletrônico responsável por monitorar e controlar a tensão exercida durante o processo (SENAI CETIQT, 2016, p. 173).

A gaiola é equipada com sensores ópticos posicionados após os tensionadores, cuja função é detectar eventuais rupturas nos fios, emitindo sinais visuais que facilitam a rápida intervenção do operador após essa etapa. Os fios são conduzidos ao primeiro pente, um dispositivo formado por hastes metálicas que garantem a separação e paralelização uniforme dos filamentos, prevenindo cruzamentos ou emaranhamentos (SENAI CETIQT, 2016, p. 174). A Figura 4 mostra o formato de uma gaiola de urdideira.

Os fios paralelizados são, então, enrolados sucessivamente no tambor da urdideira seccional. O tambor possui orifícios cilíndricos que auxiliam na fixação dos fios, permitindo sua rotação — geralmente a 640 rpm — para o enrolamento das fitas de urdume. A quantidade de fios, bem como a largura da fita e a velocidade de operação, é ajustada conforme as especificações do artigo têxtil a ser produzido (SENAI CETIQT, 2016, p. 174).

O processo é acompanhado continuamente para assegurar que os fios não se cruzem ou enrolem entre si. Ao atingir a metragem definida, o sistema da urdideira emite um sinal indicando o final do enrolamento no tambor. Em seguida, realiza-se a passagem dos fios para o carretel, consolidando a transição de fios individuais para fitas organizadas de urdume preparadas para a próxima etapa: a engomagem ou diretamente a tecelagem, conforme a natureza do tecido a ser produzido (SENAI CETIQT, 2016, p. 175).

3.6.2 ENGOMAGEM

A engomadeira é o equipamento responsável pela aplicação de goma nos fios de urdume, sendo considerada uma etapa indispensável no preparo dos fios para a tecelagem plana. Através desse processo, busca-se melhorar as características físicas dos fios, como a resistência à tração, a suavidade do contato com os elementos do tear e a diminuição de sua pelagem e fricção. Essas melhorias são fundamentais para garantir um desempenho eficiente durante a inserção e batida dos fios de trama, além de minimizar a ocorrência de quebras e falhas no tecido final (SENAI CETIQT, 2016, p. 204–221).

A engomagem é um processo em que se aplica, de forma contínua e consistente, uma solução de goma, preparada previamente com matérias-primas naturais ou sintéticas, como amido de milho, derivados de celulose, alginatos, ceras, agentes lubrificantes e polímeros acrílicos. Essa formulação é adaptada de acordo com a natureza do fio (algodão, poliéster, viscose etc.) e com

os requisitos do artigo a ser produzido. A escolha adequada da receita de engomagem influencia diretamente a qualidade do tecido e o rendimento da produção no tear (SENAI CETIQT, 2016, p. 204–221).

Os fios de urdume, previamente organizados em carretéis ou rolos, são conduzidos por sistemas de alimentação e guiamento até a primeira etapa do equipamento: a caixa de goma. Nesse compartimento, os fios são imersos em uma solução de goma aquecida, normalmente entre 90 °C e 100 °C. Após a impregnação, os fios passam por um conjunto de cilindros aquecidos, responsáveis pela secagem da goma aplicada. Esses cilindros operam com temperaturas que podem atingir até 135 °C, removendo a umidade residual e fixando a goma sobre a superfície dos fios (SENAI CETIQT, 2016, p. 204–221). Durante essa fase, é importante controlar não apenas a temperatura, mas também a velocidade de avanço dos fios, para evitar endurecimento excessivo ou deformações estruturais.

Na sequência, os fios são direcionados por sistemas de hastes separadoras e paralelizadores, que evitam o entrelaçamento ou o emaranhamento entre eles. Esses dispositivos mecânicos asseguram que os fios permaneçam devidamente alinhados, paralelos e tensionados ao longo de todo o percurso. Esse controle é essencial, pois a má distribuição dos fios pode gerar problemas graves na etapa seguinte de tecelagem, como defeitos visuais, listras ou rompimentos frequentes.

Por fim, os fios passam pelo pente, onde ocorre a ordenação final antes de serem enrolados em novos carretéis ou rolos, agora sob a classificação de fios engomados (SENAI CETIQT, 2016, p. 204–221). Esses carretéis serão posteriormente inseridos nos teares, dando continuidade ao processo produtivo têxtil. A correta execução da engomagem contribui significativamente para o aumento da produtividade dos teares, a redução de paradas por quebra de fio e a qualidade do tecido acabado.

3.6.3 TEARES

A atividade de tecer remonta à antiguidade, sendo considerada uma das mais antigas formas de produção têxtil da humanidade. Evidências históricas sugerem que o tear foi concebido antes de 6.000 a.C., quando o ser humano passou a empregar fibras naturais como algodão, linho e lã na confecção de vestuário com o propósito de adaptação climática, seja para proteção contra o frio ou o calor. Durante longos períodos, o processo de tecelagem baseava-se exclusivamente na força física humana, tanto para a produção de tecidos planos quanto para estruturas malhadas, até que avanços tecnológicos fossem gradualmente incorporados.

Com o progresso das inovações na indústria têxtil, tornou-se viável desenvolver tecidos com propriedades cada vez mais específicas, voltadas às exigências do mercado consumidor. A aplicação de fios de menor título, por exemplo, possibilitou a obtenção de tecidos com melhor maleabilidade, suavidade ao toque e maior qualidade estética. Além disso, a combinação de fios de diferentes espessuras permitiu a construção de tecidos com maior densidade e complexidade estrutural.

Os aprimoramentos técnicos também contribuíram significativamente para o desempenho operacional dos teares, viabilizando o aumento da velocidade de produção, bem como o controle preciso da qualidade do tecido final. Entre os recursos incorporados aos equipamentos modernos, destacam-se os sistemas automáticos de detecção de ruptura de fios, mecanismos otimizados de alimentação e inserção da trama, controle eletrônico dos processos de enrolamento e desenrolamento, além da regulação da batida do pente. Tais inovações ampliaram as possibilidades de criação de padrões têxteis variados — como tecidos listrados ou xadrezes (SENAI CETIQT, 2016, p. 237).

Para compreender adequadamente a formação do tecido plano, é fundamental iniciar o estudo pelos principais mecanismos que compõem o tear, responsáveis por coordenar o processo de tecimento de forma sincronizada e eficiente. Esse processo envolve etapas sucessivas: o desenrolamento do urdume, a formação da cala, a inserção da trama, a batida do pente e o enrolamento do tecido final. Cada um desses mecanismos possui uma função específica e interdependente na construção da estrutura têxtil.

É importante destacar que existe uma diversidade de tipos de teares industriais, cada qual adequado a uma finalidade e produto têxtil específico. Entre eles, destacam-se os teares a jato de ar, de pinça, a projétil e os teares Jacquard, os quais permitem a produção de tecidos altamente elaborados, com diferentes níveis de complexidade técnica e estética (SENAI CETIQT, 2016, p. 240–253).

3.7 OS PROCESSOS DE BENEFICIAMENTO

O beneficiamento têxtil é uma etapa fundamental na cadeia de produção dos materiais têxteis, responsável por conferir ao substrato cru as características finais desejadas, como cor, toque, brilho, resistência e estabilidade dimensional. Trata-se de um conjunto de processos físicos e químicos aplicados com o objetivo de tornar o artigo adequado ao uso e mais atrativo ao consumidor. Esses procedimentos podem ser realizados em diferentes fases da produção, atuando diretamente sobre fibras, fios, tecidos ou peças confeccionadas, conforme as exigências do produto.

Apesar das técnicas empregadas no beneficiamento permanecerem relativamente estáveis ao longo do tempo, os equipamentos utilizados passaram por avanços significativos. Esses aperfeiçoamentos visam aumentar a eficiência dos processos e reduzir os impactos ambientais, alinhando a produção têxtil às exigências de sustentabilidade. O fluxo produtivo adotado em cada caso é determinado de acordo com a aplicação final do produto e as especificações do cliente, garantindo que as características obtidas atendam plenamente às suas necessidades.

3.7.1 BENEFICIAMENTO PRIMÁRIO

A escovagem é um processo utilizado para a remoção de fibras curtas, soltas e impurezas que permanecem na superfície do substrato têxtil. Este tratamento é particularmente importante

na preparação de tecidos de lã e materiais compostos por fibras curtas, já que fios de fibras longas ou filamentos sintéticos geralmente não apresentam essas fibras soltas. Durante a escovagem, cilindros rotativos com escovas agem sobre o tecido, removendo as fibras indesejadas. Para otimizar o processo, utiliza-se ar comprimido para auxiliar na retirada das fibras e bombas a vácuo para garantir a remoção total das fibras soltas após a operação. Esse processo melhora a aparência e a suavidade do tecido, tornando-o mais adequado para etapas subsequentes, como tingimento e acabamento (SENAI CETIQT, 2016, p. 49).

A chamuscagem é um processo opcional utilizado para eliminar as pontas de fibras soltas e aquelas não fixadas corretamente ao fio por meio de queima controlada. Seu objetivo principal é deixar o material mais uniforme, liso e limpo. Além disso, ela é essencial quando se busca melhorar o brilho do tecido ou aumentar a definição de desenhos estampados. A chamuscagem também se torna particularmente importante em artigos que misturam fibras sintéticas, ajudando a reduzir a formação de pilling, ou seja, a formação de bolinhas indesejadas na superfície do tecido. Embora seja uma etapa opcional, ela agrega valor ao produto, proporcionando maior qualidade estética e resistência ao desgaste (SENAI CETIQT, 2016, p. 51).

A navalhagem é um processo que visa regular a altura das fibras levantadas durante a escovagem, sendo realizada logo após essa etapa. Neste processo, o tecido, com as fibras já levantadas, é direcionado a um sistema de corte composto por uma faca fixa e um cilindro giratório com facas, realizando um corte paralelo nas fibras. Para facilitar a remoção das fibras cortadas, um sistema de sucção é utilizado, evitando que elas se acumulem na superfície do tecido. A navalhagem contribui para um aprimoramento mais preciso e uniforme do substrato têxtil, sendo especialmente importante quando se deseja um acabamento mais liso e estético (SENAI CETIQT, 2016, p. 50).

A remoção de óleos, ceras, impurezas e pigmentação natural das fibras é realizada com os processos de beneficiamento primário químicos. Para alcançar a resistência, realiza-se a preparação dos fios de urdume por meio da engomagem, processo já explicado anteriormente, em que uma camada de goma é aplicada aos fios, formando uma proteção que mantém as fibras unidas enquanto as prepara para o processo de tecelagem.

No entanto, uma vez que a tecelagem é concluída, essa camada de goma já não é mais necessária. Para a remoção da goma, é necessário que o técnico têxtil compreenda o tipo de fibra e goma utilizados, a fim de otimizar os processos de desengomagem. Na indústria, a falta de comunicação eficiente entre os setores de tecelagem e beneficiamento pode levar a mudanças nos lotes de goma sem que o último seja informado, dificultando a adequação das receitas. Além disso, quando tecidos de outras indústrias ou importados são adquiridos, uma análise prévia do tipo de goma é essencial para definir a receita de desengomagem adequada.

Para eliminar essas impurezas, utiliza-se o processo de purga, o qual apresenta três métodos: extração (dissolução das impurezas em solventes orgânicos), emulsão (suspensão das impurezas em água) e saponificação (conversão das impurezas em componentes solúveis em água). Ceras e parafinas, devido ao seu ponto de fusão mais elevado, não são saponificáveis, sendo removidas somente por extração com solventes, emulsionadas por reações de saponificação

ou pelo uso de detergentes. Um detergente eficiente possui ação sinérgica, ajudando a extrair e emulsionar ceras e parafinas, além de auxiliar o álcali na penetração nas fibras.

Para garantir a eficácia da purga, é necessário realizar testes laboratoriais prévios, ajustando a receita de purga para remover apenas as impurezas que prejudicam o tingimento ou a estampa, sem comprometer a qualidade da fibra (SENAI CETIQT, 2016, p. 64). Após o processo de purga, algumas impurezas naturais e pigmentadas permanecem nas fibras naturais, podendo alterar a tonalidade durante os processos de tingimento ou estamparia. Para eliminar essas impurezas e melhorar a uniformidade do tecido, o alvejamento é necessário. Esse processo destrói as impurezas coloridas, geralmente amareladas, e remove resíduos de tratamentos anteriores, garantindo um acabamento mais branco e uniforme. Os principais objetivos do alvejamento são (SENAI CETIQT, 2016, p. 83):

- Remoção completa de resíduos não fibrosos;
- Eliminação de impurezas coloridas;
- Hidrólise, oxidação e remoção de resíduos de gomas;
- Elevação do grau de brancura.
- Aumento da hidrofilidade da fibra.

A mercerização, descoberta por John Mercer em 1850, é um processo que confere ao algodão um brilho similar ao da seda. Ao tratar as fibras de algodão com soda cáustica concentrada, o algodão tende a inchar e encolher. Quando submetido à tensão, esse tratamento melhora significativamente o brilho das fibras.

3.7.2 BENEFICIAMENTO SECUNDÁRIO

O tingimento é um processo físico-químico que confere cor aos materiais têxteis por meio do uso de compostos orgânicos e inorgânicos. Esses compostos têm a capacidade de absorver a luz em determinados comprimentos de onda dentro da faixa visível do espectro eletromagnético e, assim, refletir a cor percebida. Para a realização do tingimento, são empregados diferentes tipos de materiais, como corantes e pigmentos. Veremos a diferença entre os dois mais para frente.

O processo de tingimento pode ser classificado de diferentes formas, dependendo de como o corante é aplicado e fixado no substrato têxtil. Os processos podem ser classificados em descontínuos, contínuos e semicontínuos.

Nos processos descontínuos, conhecidos também como de esgotamento, o tratamento dos materiais têxteis é realizado em bateladas, ou seja, em lotes. O corante entra em contato com o substrato e é conduzido para o interior das fibras devido à afinidade entre o corante e a fibra. Esse processo envolve várias etapas: a desagregação dos aglomerados de corantes no banho, a difusão do corante no banho de tingimento, a adsorção superficial do corante na fibra, a difusão do corante no interior da fibra e, por fim, a fixação do corante na fibra.

Já nos processos contínuos, utilizados em grandes quantidades de tecidos, a primeira fase ocorre com a impregnação do tecido no banho por meio de um equipamento chamado foulard, que garante a distribuição uniforme do banho sobre a superfície do tecido. Depois, o corante se difunde e se fixa na fibra através de processos de termofixação ou vaporização. Nesse processo, o tecido passa por cilindros espremedores para a remoção do excesso de banho, seguido de etapas para a difusão do corante no interior da fibra e sua fixação.

Por fim, os processos semicontínuos combinam as etapas de impregnação com o desenvolvimento de processos descontínuos ou de impregnação com repouso, adaptando-se a diferentes necessidades produtivas (SENAI CETIQT, 2016, p. 129-130).

Corantes e pigmentos são substâncias amplamente utilizadas no tingimento têxtil, mas possuem características distintas, o que impacta diretamente no processo de aplicação. A principal diferença entre esses dois materiais reside na solubilidade e na forma como se fixam às fibras têxteis. Corantes são compostos solúveis, geralmente em água, e se ligam à fibra por processos físicos e químicos, envolvendo interações como adsorção e difusão. Esses corantes podem ser aplicados de diferentes maneiras, dependendo da sua afinidade com a fibra e das condições de processo, como temperatura e pH do banho.

Por outro lado, os pigmentos são substâncias insolúveis em água, que precisam ser dispersados em um meio específico para a sua aplicação. Daí a sua principal aplicação ser o processo de estamparia. Por isso, a escolha entre corantes e pigmentos no processo de beneficiamento secundário está diretamente atrelado ao tipo de material a ser beneficiado. Enquanto os corantes podem proporcionar cor com maior nível de solidez, por estarem ligados à fibra, os pigmentos podem gerar a coloração necessária em peças prontas para o motivo desejado, sem haver grandes custos para executar tal ação. A compreensão dessas diferenças e a escolha adequada entre esses dois tipos de matérias corantes são essenciais para otimizar os resultados no beneficiamento têxtil, garantindo a qualidade e a durabilidade do produto final (SENAI CETIQT, 2016).

3.7.3 BENEFICIAMENTO TERCIÁRIO

A etapa de acabamento representa a fase em que o substrato têxtil é submetido a intervenções que visam conferir ou potencializar propriedades funcionais e sensoriais, elevando seu desempenho às expectativas do consumidor. Por meio de processos físicos e/ou tratamentos químicos, o material pode apresentar melhorias em atributos já existentes ou incorporar novas funcionalidades específicas.

A modificação das propriedades do artigo têxtil dependerá de sua aplicação final. Por exemplo, artigos como toalhas de banho exigem incremento na hidrofilidade e suavidade ao toque, o que pode ser obtido mediante tratamentos químicos adequados. Da mesma forma, propriedades como resistência à chama ou ao amarrotamento podem ser induzidas por meio da aplicação de agentes específicos, especialmente em fibras celulósicas como o algodão, que naturalmente apresentam baixa resistência térmica e alta propensão à formação de rugas.

Ainda que existam tratamentos com durabilidade limitada, a expectativa do mercado é que as propriedades aplicadas permaneçam eficazes ao longo da vida útil do produto. Isso significa que o desempenho funcional do artigo – como a estabilidade dimensional após lavagens, a persistência do toque macio ou a eficiência antimicrobiana – deve ser mantido mesmo após repetidos ciclos de uso e higienização.

3.8 A REVISÃO DE TECIDOS E OS DEFEITOS NOS TECIDOS PLANOS

Após a transformação dos fios em tecido, um controle adicional é realizado na linha de produção: a revisão do tecido (plano, malha e não tecido). Esse processo de avaliação é conduzido em uma revisadeira, máquina projetada para permitir a inspeção visual dos defeitos físicos que podem surgir durante a produção, como falhas na tecelagem, variações de cor ou alterações na textura do material. A revisão abrange a aferição do comprimento e largura do tecido, elementos cruciais para garantir a conformidade com as especificações exigidas.

Os defeitos em tecidos planos podem surgir em diferentes etapas da produção, desde a fiação, o urdimento e a tecelagem até os processos de tingimento e acabamento. Esses defeitos comprometem não apenas a estética do material, mas também sua funcionalidade, podendo acarretar retrabalho, aumento no índice de refugos, atrasos na produção e impactos econômicos significativos para a empresa. Além disso, o fornecimento de tecidos com falhas pode resultar em insatisfação do cliente e prejuízos à imagem do fabricante, especialmente em mercados que exigem alto nível de conformidade técnica.

A garantia da qualidade dos tecidos depende de um controle rigoroso ao longo de toda a cadeia produtiva, com destaque para a inspeção visual realizada no setor de controle de qualidade. No entanto, é comum que profissionais responsáveis por essa atividade não recebam capacitação técnica adequada para identificar e classificar os diferentes tipos de defeitos que podem surgir no tecido. Essa carência de treinamento dificulta a padronização de critérios e pode levar a julgamentos subjetivos e inconsistentes.

A correta identificação e classificação desses defeitos são essenciais para manter a uniformização da produção e garantir que apenas tecidos em conformidade com os padrões de qualidade cheguem aos clientes. A aplicação sistemática de critérios técnicos, aliados ao treinamento constante da equipe, permite não apenas maior controle sobre a produção, mas também fortalece a credibilidade da empresa no mercado.

No que tange ao controle da qualidade têxtil, a normalização brasileira é estabelecida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que oferece diretrizes para a classificação e avaliação dos tecidos planos. A qualidade dos tecidos é fator determinante de competitividade para as empresas do setor, sendo exigida tanto nos mercados nacionais quanto nos internacionais. Ela envolve não apenas a ausência de defeitos visíveis, mas também a conformidade com especificações técnicas rigorosas que assegurem o desempenho do tecido ao longo de sua vida útil.

Duas normas se destacam neste contexto (ABNT, 1995; ABNT, 2017):

a) ABNT NBR 13378:2017 — Tecidos planos – Defeitos – Terminologia, que define os termos empregados na denominação dos defeitos dos tecidos planos, abrangendo falhas originadas nas fibras, nos fios, no tecimento ou nos processos de beneficiamento;

b) ABNT NBR 13484:1995 — Tecidos planos – Método de classificação baseado em inspeção por pontuação de defeitos, que propõe um sistema de pontuação, no qual tecidos com até 35 pontos a cada 100 m² podem ser considerados de primeira qualidade. Esse critério pode ser ajustado conforme acordos específicos entre as partes.

Essas normas promovem a rastreabilidade da qualidade, permitindo a padronização e a transparência nos processos de inspeção, essenciais para garantir a confiabilidade do produto. Os defeitos identificados são pontuados com base em sua severidade, variando entre 1 e 4 pontos, e são registrados em fichas técnicas específicas.

3.9 CATÁLOGO DE DEFEITOS E DESVIOS DE QUALIDADE

A produção têxtil, especialmente de tecidos planos, é um processo que exige precisão, controle rigoroso e atenção em cada etapa. Nesse cenário, a identificação e a classificação de não conformidades são fundamentais para garantir os padrões de qualidade esperados. Uma das ferramentas mais eficazes para esse controle é o catálogo de defeitos e desvios, que contribui diretamente para a detecção, análise e prevenção de imperfeições que podem surgir ao longo da fabricação.

3.9.1 DEFINIÇÃO DE UM CATÁLOGO DE DEFEITOS E DESVIOS

Trata-se de um documento técnico que reúne, de maneira organizada, os principais defeitos, falhas e anomalias que podem ocorrer nos processos de fiação, tecelagem e acabamento têxtil. Ele apresenta descrições detalhadas das irregularidades mais frequentes, suas características visuais, causas prováveis e os impactos que podem comprometer a qualidade do produto.

Normalmente, o material é estruturado por categorias, como desvios de tecelagem, falhas no fio e imperfeições no acabamento. Cada ocorrência é descrita com clareza e objetividade, sendo muitas vezes acompanhada de imagens ilustrativas que facilitam a identificação visual. Exemplos práticos também podem ser incluídos, enriquecendo o conteúdo com situações reais e promovendo o uso efetivo da ferramenta na rotina industrial.

3.9.2 OBJETIVOS DO CATÁLOGO

O principal objetivo de um catálogo de defeitos e desvios é padronizar a identificação e o registro de defeitos e falhas nos tecidos e fios, oferecendo suporte técnico aos profissionais envolvidos na produção. Com essa ferramenta, é possível reconhecer rapidamente não conformidades, documentá-las corretamente e adotar medidas corretivas de forma ágil.

Além disso, estabelece uma linguagem comum entre os diferentes setores (fiação, tecelagem, acabamento e controle de qualidade), promovendo alinhamento e melhorando a comunicação entre as equipes. Isso reduz retrabalhos e assegura que todos sigam os mesmos critérios ao avaliar desvios de qualidade.

Outro ponto de destaque é o apoio no diagnóstico das causas das falhas. Com descrições precisas e classificações claras, o catálogo permite uma análise mais eficaz dos processos, auxiliando na definição de ações corretivas e preventivas. Também possibilita o registro histórico das anomalias identificadas, contribuindo para a rastreabilidade e para o monitoramento de tendências ao longo do tempo.

A aplicação prática do catálogo resulta em maior eficiência operacional. A identificação precoce de defeitos evita que problemas avancem para etapas seguintes ou cheguem ao cliente final. Essa agilidade reduz perdas e desperdícios, contribuindo diretamente para a redução de custos. O uso cotidiano da ferramenta também favorece a melhoria contínua dos processos produtivos. Ao acompanhar padrões recorrentes de falhas, a empresa pode realizar ajustes técnicos, capacitar melhor sua equipe e até investir em novas tecnologias com base em dados reais.

Em mercados que exigem alto grau de conformidade técnica, especialmente no setor internacional, a adoção de um catálogo de defeitos e desvios bem estruturados torna-se um diferencial estratégico. A padronização dos produtos, a consistência na qualidade e a redução de imperfeições reforçam a credibilidade da marca e aumentam sua competitividade.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A abordagem metodológica deste estudo é experimental, focada na observação direta e no registro sistemático de defeitos têxteis em ambientes de produção. O objetivo é classificar e documentar esses defeitos em um catálogo físico e digital, facilitando a identificação de padrões de não conformidade. Esse processo possibilita a melhoria da rastreabilidade e revisão dos processos produtivos.

Para embasar a criação de um catálogo físico e digital de defeitos em tecidos, é fundamental entender o conceito de estudo experimental. Segundo Ferreira (2013), a pesquisa experimental se caracteriza pela manipulação controlada de variáveis, o que permite a análise das causas e efeitos de diferentes fatores sobre a qualidade do produto. Esse tipo de estudo é essencial para obter resultados objetivos e replicáveis, como é o caso das investigações sobre defeitos visuais em tecidos. Além disso, Lakatos e Marconi (2017) reforçam que os estudos experimentais são baseados na observação das respostas de sistemas sob condições controladas. Isso possibilita a identificação de padrões de falhas, o que é crucial para a melhoria da eficiência da produção, permitindo um rastreamento mais preciso dos desvios de qualidade.

Este catálogo foi desenvolvido com o objetivo de reunir 3 tipos comuns de falhas, desvios e defeitos observados nos processos de tecelagem e beneficiamento, além de 2 desvios e defeitos em fios. Organizado de forma clara e acessível, o material busca oferecer um recurso prático

para profissionais da área, apoiando a identificação de problemas e a tomada de decisão para garantir a excelência da produção têxtil.

Para a criação do catálogo, foram escolhidos tecidos planos sem felpa para melhor entendimento e que fossem obtidas as imagens dos desvios encontrados durante o processo de revisão. Os tecidos analisados são da linha de decoração da empresa, e as estruturas e composições são variadas. Em posse das imagens, a segunda etapa consistiu no levantamento das informações pertinentes ao desvio como sinônimos, procedência do defeito, com o intuito de entender se determinado defeito pode ocorrer em setores diferentes ou não, e as possíveis soluções a serem direcionadas. Para a criação do catálogo, o material utilizado de guia foi o livro Defeitos Em Tecidos Planos, do SENAI, cuja capa do livro é vista na figura 5.

FIGURA 5 – CAPA DOS LIVROS 1 E 2 DE DEFEITOS EM TECIDOS PLANOS



Fonte: Márcio Pinho (2020).

Como o material utilizado como guia é dividido em dois volumes, os quais devem ser lidos em conjunto, o projeto realizado nesse estudo fará uma adaptação, colocando todas as informações pertinentes ao defeito abordado na sequência, sem a necessidade de se criar um volume de material para especificar determinadas informações.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo pode ser amplamente aplicado a diversos artigos da fábrica, como tecidos de felpa, malhas e fios fiados. O objetivo foi catalogar os problemas para auxiliar os colaboradores na identificação e resolução de questões nos processos anteriores à produção do tecido, com foco na melhoria contínua. Este catálogo ainda não segue uma padronização específica, como fiação, urdição ou engomagem.

A seguir estão listados os desvios, causas, consequências e soluções das amostras analisadas:

1) SUJEIRA

- **Descrição:** Este defeito é caracterizado pela presença de manchas no tecido, geralmente causadas por óleo, graxa ou outros contaminantes. Essas manchas podem ser visíveis em pontos específicos do tecido, comprometendo sua aparência.

FIGURA 6 – TECIDO SUJO



Fonte: Autoria própria (2025).

- **Severidade:** Tolerável, mas grave se causar danos irreparáveis durante beneficiamento e acabamento.
- **Causas prováveis:** Falhas do mecânico, lubrificador ou tecelão, transporte descuidado, limpeza inadequada, lubrificação excessiva, goteiras de óleo no tear e rolos sujos de óleo ou graxa.
- **Consequências:** As manchas no tecido comprometem a qualidade estética e podem resultar em rejeição durante o controle de qualidade, além de afetar o desempenho do material em processos como tingimento ou acabamento.
- **Ação corretiva:** Treine os operadores para fazer manutenção e manuseio adequados. Verifique a causa da goteira e corrija falhas na lubrificação ou mecanismo. Garanta transporte e limpeza cuidadosos do tecido para evitar contaminação por óleo ou graxa.

b) TRAMA TORTA

- **Descrição:** Este defeito é caracterizado quando os fios de trama estão inclinados em relação aos fios de urdume, formando um alinhamento diagonal. Este desvio afeta a estética e a funcionalidade do tecido, provocando torções no tecido, onde a trama pode se deslocar após a lavagem.

FIGURA 7 – TECIDO SUJO



Fonte: Autoria própria (2025).

- **Severidade:** Moderada a crítica, variando conforme a extensão do desvio e o impacto na peça final.
- **Causas Prováveis:** Esse defeito pode ser causado por tensão desigual nos fios de urdume durante a tecelagem, desalinhamento ou instalação incorreta dos rolos de guiamento, pressão inadequada nas extremidades dos cilindros de transporte ou, muito provavelmente, após o processo de lavagem do tecido, antes de ser secado em rama.
- **Consequências:** O desvio de trama torta compromete a qualidade estética do tecido, o que afeta diretamente o caimento, a simetria e a durabilidade do tecido, além de dificultar processos subsequentes como estamparia, corte e tingimento, aumentando o desperdício de material e os custos de produção.
- **Ação corretiva:** Verifique e ajuste a tensão dos fios de urdume. Inspecione o alinhamento e pressão dos rolos para uniformidade. Ajuste o comprimento dos clipes em ambos os lados da máquina. Assegure o correto corte e costura das cabeças do tecido. O operador deve ajustar a largura do tecido segundo as configurações da rama.

c) VINCO

- **Descrição:** O vinco é caracterizado pela formação de marcas ou dobras permanentes no tecido, resultantes de compressões ou dobras durante o processo produtivo. Essas marcas podem comprometer a uniformidade e a estética do tecido, sendo especialmente problemáticas em tecidos lisos ou de cores claras, nos quais são mais visíveis.

FIGURA 8 – VINCOS/DOBRAS NO TECIDO



Fonte: Autoria própria (2025).

- **Severidade:** Moderada a crítica, dependendo da extensão e localização do vinco no tecido.
- **Causas prováveis:** Podem ser causados por armazenamento inadequado, pressão excessiva durante o empacotamento, falhas no acabamento, como temperatura inadequada ou pressão desigual nas calandras. Manuseio incorreto durante transporte ou estocagem também pode contribuir para vincos permanentes.
- **Consequências:** A presença de vincos no tecido pode comprometer sua apresentação final, resultando em rejeições durante o controle de qualidade. Em processos subsequentes, como tingimento ou estamparia, os vincos podem provocar variações de cor ou falhas na aplicação das estampas, afetando a uniformidade do tecido. Além disso, a remoção dos vincos pode exigir retrabalho, aumentando os custos de produção e os prazos de entrega.
- **Ação corretiva:** Para prevenir vincos, armazene os tecidos corretamente, evitando dobras e compressões prolongadas. Durante o acabamento, a temperatura e pressão das calandras devem ser ajustadas. Manuseie o tecido com cuidado no transporte e estocagem. Para eliminar vincos presentes, devem-se aplicar técnicas de reumidificação e repasse, avaliando sua eficácia e impacto no tecido.

d) FIO ESTICADO

- **Descrição:** Este defeito é caracterizado pela presença de um ou mais fios de urdume tecidos sob tensão excessiva, resultando em marcas visíveis, sulcos ou faixas ao longo do tecido. Essa condição afeta a uniformidade do entrelaçamento e pode comprometer tanto a estética quanto o desempenho mecânico do produto.

FIGURA 9 – FIO ESTICADO EM TECIDO PLANO



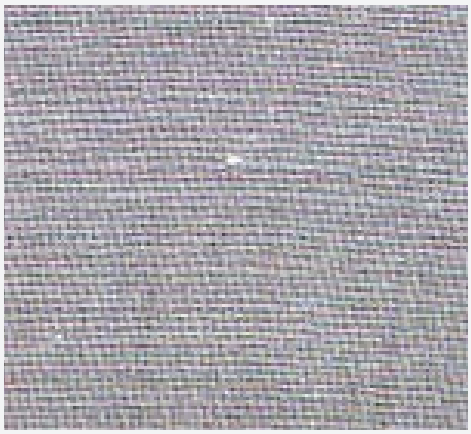
Fonte: Luna; Brauns (1984).

- **Severidade:** Tolerável.
- **Causas possíveis:** O problema pode ter origem na substituição inadequada de fios faltantes, especialmente quando são utilizados fios com título diferente. Também está relacionado a falhas no processo de urdimento, como o mal encostamento das camadas na urdideira seccional, excesso de emendas no rolo de urdume, presença de pelúcia (aglomerado de fibras), o que dificulta a livre passagem do fio pelas puas do pente, ou fios presos na parte traseira do rolo. A falta de treinamento adequado dos operadores, desgaste no mecanismo de movimentação do pente e falhas no processo de engomagem também são causas potenciais.
- **Consequências:** Pode resultar em perda de padronização visual do tecido, prejudicando a aceitação no controle de qualidade. Em casos mais severos, interfere no rendimento do tecido em etapas subsequentes, como acabamento e costura, devido à instabilidade dimensional localizada.
- **Ações corretivas:** Verificar detalhadamente o processo de urdimento, com atenção especial ao número de emendas e à correta sobreposição das camadas no rolo. Avaliar o desempenho da engomagem e inspecionar o mecanismo de movimentação do pente, corrigindo desgastes. Manter a região das lamelas e puas limpa, eliminando formações da pelúcia. Implementar treinamentos regulares para urdidores e tecelões, garantindo o domínio das boas práticas operacionais. Estabelecer inspeções de rotina para identificar variações de tensão ainda na preparação da urdição.

e) NEPS

- **Descrição:** Este defeito é caracterizado por uma aparência irregular no tecido, causada pela presença de neps, que são pequenos aglomerados de fibras nos fios de urdume e/ou trama. Esses pontos se destacam visualmente, resultando em superfícies com aspereza e perda de uniformidade, comprometendo a qualidade estética do produto.

FIGURA 10 – NEPS



Fonte: Luna; Brauns (1984).

- **Severidade:** Grave.
- **Causas possíveis:** A principal causa é um defeito no processo de fiação, no qual não ocorre a remoção eficaz dos neps formados durante a preparação da fibra, seja por má regulagem de máquinas (os flats da máquina de carda devem estar com a manutenção em dia), ou má qualidade da matéria-prima ou desgaste de componentes.
- **Consequências:** A presença de neps interfere negativamente na aparência do tecido, podendo gerar rejeição no controle de qualidade. Também compromete o toque e o desempenho do material em processos posteriores, como tingimento e acabamento, resultando em absorção desigual de cor.
- **Ações corretivas:** É necessário revisar todo o processo de fiação, com foco na eliminação eficiente de impurezas e neps, principalmente no processo de cardagem. Isso envolve ajustar os parâmetros das máquinas, manter os cilindros e filtros limpos, controlar as condições ambientais (como umidade e temperatura) e garantir o uso de fibras de boa qualidade. A manutenção preventiva e o treinamento de operadores também são essenciais para assegurar a estabilidade do processo.

O Quadro 1 apresenta, de forma resumida, as principais informações de cada defeito levantado.

QUADRO 1 – OS DEFEITOS E AS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

Defeito	Severidade	Causas	Ações
Sujeira	Tolerável a grave	Lubrificação excessiva dos equipamentos; transporte descuidado	Treinamento dos operadores e mecânicos
Trama torta	Moderada a crítica	Pressão inadequada dos cilindros de transporte; acomodação dos fios de trama após beneficiamento	Ajuste da pressão dos carros de transporte; acerto da trama na rama
Vinco	Moderada a crítica	Armazenamento inadequado; falhas no acabamento	Armazenar corretamente, ajustar pressão e temperatura da calandra
Fio esticado	Tolerável	Excesso de emendas no rolo de urdume; substituição inadequada de fios rompidos	Verificar detalhadamente o processo de preparação à tecelagem
Neps	Grave	Fio irregular proveniente da fiação	Avaliar as máquinas que realizam limpeza do material

Fonte: Autoria Própria (2025).

6 CONCLUSÃO

O presente estudo abordou a criação de um catálogo de desvios em tecidos planos e fios, evidenciando como a organização e o direcionamento adequado das informações podem ser determinantes para uma resposta rápida e eficaz diante de problemas que surgem no processo produtivo. Ao estruturar os dados de forma padrão com descrição técnica, causas, consequências, ações corretivas e classificação de severidade, foi possível gerar um material de apoio com alto potencial de aplicação nos setores de produção.

Os processos têxteis foram descritos de forma sucinta com o objetivo de contextualizar o surgimento de falhas e defeitos, já que o setor de revisão de tecidos frequentemente identifica desvios provenientes de diversas etapas de produção, desde a entrada da matéria-prima até o acabamento. Por esse motivo, compreender minimamente o fluxo de fabricação têxtil é essencial para identificar e corrigir os problemas com maior precisão.

Dentre os defeitos levantados, destacaram-se ocorrências como trama torta, tecido sujo e vinco, além de defeitos provenientes da fiação que impactam tanto a qualidade estética quanto a funcionalidade do artigo. A abordagem desses defeitos mostrou-se positiva, pois permitiu a análise integrada das possíveis causas e das medidas corretivas, o que contribui para a padronização de inspeções e para a melhoria contínua dos processos. Além disso, o conteúdo desenvolvido tem aplicabilidade prática imediata,

podendo ser utilizado como ferramenta de apoio em treinamentos, auditorias internas e em rotinas de controle de qualidade, auxiliando na redução de retrabalho, perdas e custos operacionais.

Com os resultados obtidos, abre-se a possibilidade de expandir a aplicação do catálogo para outros tipos de tecidos e setores da indústria têxtil, consolidando-se como uma ferramenta estratégica para o monitoramento e controle da qualidade. Nesse contexto, a integração desse conhecimento com tecnologias emergentes, como as revisadeiras automatizadas por inteligência artificial, representa um avanço significativo. A implementação desses sistemas permite a identificação automática de defeitos em tempo real, com alta precisão e consistência, contribuindo para a digitalização dos processos de inspeção, redução de erros humanos e aumento da produtividade na indústria têxtil.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10320**: 2013: Têxteis: Determinação da alteração dimensional em tecidos planos e malhas por lavagem doméstica. Rio de Janeiro, 2013a.

_____. **NBR 11912**: 2013: Têxteis: Determinação da resistência à tração de tecidos planos. Rio de Janeiro, 2013b.

_____. **NBR 13378**: 2017: Tecidos planos: Defeitos: Terminologia. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR 13484**:1995: Tecidos planos: Método de classificação baseado em inspeção por pontuação de defeitos. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2025. Disponível em: https://www.abnt.org.br. Acesso em: 20 mar. 2025.

_____. **NBR 9925**:2015: Têxteis: Determinação da resistência ao esgarçamento de tecidos planos. Rio de Janeiro, 2015.

BALLESTERO-ALVARES, L.; CARPINETTI, L. C. R. **Evolução da Qualidade e os principais autores clássicos da qualidade**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://arquivos.ufrrj.br/arquivos/2023005016e8cb375872761325730cb62/Resumo_Evoluo_da_Qualidade_-_Prof_MLM.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2024.

COSTA, M. *et al*. **Tecnologias Avançadas na Classificação do Algodão e o Uso do HVI para Garantir a Qualidade**. 1. ed. Engenharia Textiles, 2020.

COSTA, M.; ALMEIDA, J. **Práticas Sustentáveis no Cultivo de Algodão**. Estudos Agrícolas, 2019.

FERREIRA, R. N. R. **Avaliação da qualidade em tecidos planos de algodão com base na análise de defeitos visuais**. 2013. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

GRANDIN, J. **A Revolução Industrial e a Indústria Têxtil**. São Paulo: Editora XYZ, 2006.

HOBSBAWM, Eric J. **A Era das Revoluções**: 1789-1848. 2. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 3801**:1977: Textiles: Woven fabrics: Determination of mass per unit length and mass per unit area. Geneva, 1977.

KUNIYOSHI, Douglas Shigueo. **Implementação da Metodologia Lean Seis Sigma em uma empresa do setor têxtil**. 2006. Trabalho de Formatura (Engenharia de Produção) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/5fbc5455-9d04-41db-81d2-0c868e79f270/DouglasShigueoKuniyoshi%20T...>. Acesso em: 13 nov. 2024.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico**: pesquisa bibliográfica, experimental e de campo. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LUNA, L. C.; BRAUNS, L. G. **Defeitos em tecidos planos**. Rio de Janeiro: CETIQT, 1984. 2 v.

OLIVEIRA, C. *et al*. **Impacto das Características da Fibra de Algodão na Qualidade Têxtil**. 1. ed. Revista de Ciência das Fibras, 2021.

OLIVEIRA, C.; SOUZA, F. **A Importância da Limpeza de Fibras na Produção Têxtil**. 1. ed. São Paulo: Editora ABC, 2018.

PEREIRA, R.; COSTA, M. **O Impacto da Mistura de Fibras na Qualidade do Algodão na Indústria Têxtil**. São Paulo: Editora Têxtil, 2018.

PEREIRA, R.; SILVA, J. **O Processo de Limpeza e Abertura de Fibras no Beneficiamento Têxtil**. Rio de Janeiro: Editora Têxtil, 2019.

SANTANA, M. A.; SILVA, J. A.; ALMEIDA, M. R. **Desempenho industrial da fibra do algodão BRS 200 Marrom**. Circular Técnica, Brasília, DF, 1999. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/273895/1/CIRTEC62.pdf. Acesso em: 20 mar. 2025.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL (SENAI). **Beneficiamento**: volume 1. Brasília: SENAI/DN, 2016. v. 1. il. (Série Têxtil).

_____. **Beneficiamento**: volume 2. Brasília: SENAI/DN, 2016. v. 2. il. (Série Têxtil).

_____. **Beneficiamento**: volume 3. Brasília: SENAI/DN, 2016. v. 3. il. (Série Têxtil).

_____. **Fiação**: volume 1. Brasília: SENAI/DN, 2016. v. 1. il. (Série Têxtil).

_____. **Fiação**: volume 2. Brasília: SENAI/DN, 2016. v. 2. il. (Série Têxtil).

_____. **Fiação**: volume 3. Brasília: SENAI/DN, 2016. v. 3. il. (Série Têxtil).

SILVA, J. P.; PEREIRA, M. R. Qualidade do fio Open-End obtido com matérias-primas produzidas por variedades paulistas de algodoeiro e suas misturas com poliéster. **Bragantia**, v. 63, n. 2, p. 267-274, 2004. Disponível em: https://www.scielo.br/j/brag/a/Hgzwt3YMxz7vJstrhxg5PFF/. Acesso em: 20 mar. 2025.

SILVA, P. *et al*. Morfologia da Fibra de Algodão e Controle de Qualidade. **Revista de Produção Têxtil**, 2020.

SILVA, P.; OLIVEIRA, C. **Tecnologias de Limpeza de Fibras de Algodão no Processo Têxtil**. São Paulo: Editora Têxtil, 2019.

SINGER, A. **A Revolução Industrial e suas Implicações Sociais**. São Paulo: Companhia das Letras, 1999.

SOUZA, G. de. **Tecnologia de fiação**: filatório de anéis. Fortaleza: Secretaria da Educação do Ceará, 2025. Disponível em: https://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2012/06/textil_tecnologia_da_fiacao.pdf. Acesso em: 20 mar. 2025.

SOUZA, L. F.; PEREIRA, R. A. A influência da utilização do passador na qualidade do fio, do processo de fiação no sistema Open End. **Revista de Engenharia e Arquitetura Integrada**, v. 6, n. 1, p. 45-52, 2017. Disponível em: https://periodicos.unifebe.edu.br/index.php/reai/article/download/644/439. Acesso em: 20 mar. 2025.

TRÜTZSCHLER. **Maquinário de Abertura de Fibras Naturais e Seu Impacto na Qualidade da Fiação**. 1. ed. Trützschler, 2020.

03

Influência da utilização da carda com módulo de passador integrado na qualidade dos fios 8/1, 16/1 e 20/1 NE:

uma análise comparativa

INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DA CARDA COM MÓDULO DE PASSADOR INTEGRADO NA QUALIDADE DOS FIOS 8/1, 16/1 E 20/1 NE: UMA ANÁLISE COMPARATIVA.

INFLUENCE OF USING A CARDER WITH AN INTEGRATED DRAW FRAME MODULE ON THE QUALITY OF 8/1, 16/1 AND 20/1 NE YARNS: A COMPARATIVE ANALYSIS.

Augusto Ferreira de Almeia Júnior
Engenheiro Industrial Têxtil, Instrutor do Curso Técnico Têxtil EAD, Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil, SENAI/RJ/CETIQT.
afalmeida@cetiqt.senai.br

Marcelo Eiti Banja
Engenheiro Têxtil e Industrial, Instrutor do Curso Técnico Têxtil EAD, Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil, SENAI/RJ/CETIQT.
mbanja@cetiqt.senai.br

Antônio Carlos Santos Lima
Curso Técnico Têxtil EAD, SENAI SE. junior.santos109@gmail.com

José Hailton dos Santos Júnior
Curso Técnico Têxtil EAD, SENAI SE. junior.santos109@gmail.com

Romário Mota Silva
Curso Técnico Têxtil EAD, SENAI SE. marinho.ms25@gmail.com

William dos Santos Lima
Curso Técnico Têxtil EAD, SENAI SE. WII_2012@hotmail.com

Resumo

O objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade dos fios NE 8/1, 16/1 e 20/1 produzidos em três processos diferentes: fita vinda da carda sem o passador integrado e uma passagem no passador, fita vinda de carda com passador integrado e fita vinda da carda com passador integrado, com uma passagem no passador. Foi realizado os testes com o propósito de identificar o processo mais vantajoso em relação a resistência, alongamento e regularidade, A fim de adotar um processo que melhore a produção têxtil. A metodologia utilizada foi a de produzir os fios com velocidade proporcional entre as máquinas (cardas e passador) e depois fazer testes laboratoriais para RKM (resistência) à Ruptura, alongamento, coeficiente de variação de massa CVM, pilosidade e defeitos, pontos finos, pontos grandes e neps.

Palavras-chave: Passador Integrado, Resistência; Alongamento; Regularidade.

Abstract

The objective of this study is to evaluate the quality of NE 8/1, 16/1, and 20/1 yarns produced using three different processes: carded sliver without sistema de passador integrado and passed through the drawing frame, carded sliver with sistema de passador integrado, and carded sliver with sistema de passador integrado passed through the drawing frame once. The purpose of the test was to identify the most advantageous process in terms of resistance, elongation, and regularity, aiming to

adopt the method that would enhance textile production. The methodology involved producing the yarns with proportional speed between the machines (carding and drawing frame) and conducting laboratory tests to assess RKM (breaking resistance), elongation, mass variation coefficient (CVM), hairiness, and defects such as thin places, thick places, and neps. The results showed that using carded sliver with sistema de passador integrado was the most suitable operational process, as it achieved high-quality yarn production with a lower incidence of defects. Furthermore, this method eliminated the need for drawing frames, leading to cost reduction, improved production flow, and increased process efficiency.

Keywords: Resistance; Stretching; Regularity.

1 INTRODUÇÃO

Sendo considerado um dos segmentos mais complexos da indústria, o setor têxtil possui uma gama variada de parâmetros que devem estar em conformidade com as necessidades de processo para resultar em um produto com a qualidade desejada pelo cliente. A complexidade para atender esta qualidade se dá principalmente, por conta das características intrínsecas das fibras, que são os parâmetros base, para obter a melhor mistura possível na fabricação dos fios.

Conforme destacado por Baccin et al. (2020), "A indústria têxtil é caracterizada por uma série de variáveis e desafios específicos, em que o controle rigoroso dos parâmetros das fibras é essencial para garantir a conformidade com as exigências de qualidade demandadas pelo mercado" (p. 47).

Após a fabricação dos fios, são realizados testes para avaliação da qualidade que atestam se os parâmetros estabelecidos pelos clientes foram alcançados. Segundo Moura (2018), "A realização de testes de qualidade após a fabricação dos fios é crucial para garantir que os parâmetros estabelecidos pelos clientes sejam atendidos, assegurando a conformidade do produto final" (p. 75).

No presente trabalho serão investigadas as características de cada fio obtido em três processos de preparação à fiação diferentes, são eles:

- Carda convencional e uma passagem de passador;
- Carda com sistema de módulo de passador integrado, sem passador;
- Carda com sistema de módulo de passador integrado, associado a uma passagem de passador.

Serão realizados testes de resistência, alongamento e regularidade, com diferentes processos produtivos para analisar qual deles apresenta a melhor qualidade nos fios produzidos. O objetivo é encontrar as diferenças de qualidade entre os fios produzidos pelos três processos diferentes e sugerir à empresa o melhor modelo de produção que gera uma qualidade superior, elevando o

padrão de seu portfólio e como consequência a competitividade da empresa perante o mercado. Os trabalhos foram realizados em uma fiação de algodão localizada no interior do estado de Sergipe, na cidade de Ribeirópolis.

1.1 Objetivos

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a qualidade dos fios Ne 8/1, 16/1 e 20/1, comparando resistência, alongamento e regularidade entre diferentes processos produtivos para identificar o que confere maior qualidade.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantamento bibliográfico sobre o tema;
- Comparar a resistência, alongamento e regularidade dos fios Ne 8/1, 16/1 e 20/1, produzidos por três diferentes processos: material de carda com sentinela e uma passagem de passador, material da carda com sistema de módulo de passador integrado, sem passador, e material da carda com sistema módulo de passador integrado e uma passagem de passador;
- Identificar qual método de produção proporciona maior resistência, alongamento e regularidade entre os fios analisados;
- Propor melhoria no processo produtivo com base nos resultados obtidos, buscando otimizar a qualidade dos fios.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A HISTÓRIA DA INDÚSTRIA TÊXTIL

A indústria têxtil desempenha um papel essencial na evolução econômica e social, impactando de maneira significativa a industrialização em diferentes localidades ao redor do planeta. A história desse setor revela mudanças marcantes nas esferas tecnológicas, culturais e econômicas ao longo dos anos. Compreender as raízes e o progresso do têxtil é vital para analisar a conexão entre inovações tecnológicas, diretrizes econômicas e práticas sustentáveis que influenciaram não apenas a produção, mas também as interações sociais e o consumo na sociedade atual (Costa; Berman; Habib, 2000).

As primeiras formas de produção têxtil remontam aos tempos antigos, com civilizações observando por exemplo o Egito e a China como líderes em fibras naturais como linho e seda. Os tecidos produzidos eram únicos e não somente para vestimentas, mas para coberturas, casacos, tendas etc. Por estudos mais recentes, essas civilizações tornaram-se um meio crítico para a disseminação de técnicas de tecelagens e mercado globalizado vários milênios atrás (Williamson, 2011).

Na idade média na Europa, a manufatura têxtil se consolidou por meio da criação das guildas (associações de artesãos e comerciantes que surgiram na Europa medieval, principalmente entre os séculos XII e XV) que regulavam não só a qualidade como também o comércio de tecidos, da mesma forma que Stein de 1979; acredita que com a lã como fibra predominante e seda um material de luxo. A rota comercial que conseguiu fazer isso, foi a "Rota da Seda" que serviu para espalhar as técnicas e os materiais visando reforçar as relações culturais entre países e regiões.

No Brasil, a partir de que a industrialização do setor têxtil se iniciou no século XIX com a abertura das primeiras fábricas de tecidos movidas através de energia hidráulica em meados de 1840. No entanto, foi a partir da década de 1930, com a criação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico - BNDE e políticas industriais, que o setor se motivou (Durand, 1981). A modernização foi ainda mais acentuada nas décadas de 1950 e 1960 quando novas tecnologias, tecidos sintéticos e máquinas automáticas passaram a ser introduzidos no campo. Nesse ambiente o setor tornou-se um dos principais motores da economia brasileira gerando empregos e formando a base da economia de muitas cidades e estados da federação (Teixeira, 2007).

No entanto, nas últimas décadas, a indústria têxtil brasileira sofreu com a concorrência dos produtos importados e as oscilações cambiais. Ainda assim tem mostrado resiliência e capacidade de adaptar-se, investindo em tecnologias renováveis e sustentáveis (Zanoti, 2024; Amorim, 2011). O setor têxtil em Sergipe possui origens históricas entrelaçadas com o cultivo de algodão e tecelagens manuais. Durante a maior parte do século XX, a economia do estado foi mantida com empresas pequenas e tecelagens que trabalhavam tanto para o mercado interno quanto para outros estados do país. Andrade (2018) afirma que o estado de Sergipe teve um crescimento no setor ainda mais no período de expansão industrial no Nordeste, que foi sustentado pelos incentivos fiscais promovidos pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE).

Nos últimos anos, Sergipe tem procurado se tornar um player no mercado têxtil nacional por meio de adesão de práticas sustentáveis e modernização de suas indústrias. Além disso, feiras de negócios e parcerias com universidades da região incentivaram a inovação ao mesmo tempo em que proporcionam qualificação técnica para os trabalhadores do setor. Apesar da concorrência externa, desafio por insumos provenientes de outras regiões e dificuldades de mercado no que se refere à dependência rigorosamente sustentável no setor têxtil, o estado se mantém em pé, adotando as condições existentes e exigidas no setor por responsabilidade econômica.

A Revolução Industrial promoveu uma série de inovações tecnológicas na produção têxtil que revolucionou a produção têxtil. O tear mecânico e a fiação hidráulica tornaram a produção em massa de tecidos viável, sendo essa a condição para a industrialização do setor. Com a melhoria fiscal, políticas aduaneiras e substituição das importações, o Brasil também recebeu um empurrão na formação dessas primeiras indústrias, como a Tarifa Alves Branco de 1844, que incentivaram a formação das primeiras indústrias (Durand, 1981; Teixeira, 2007).

Nos últimos anos, o setor têxtil vem incorporando uma série de tecnologias digitais, incluindo tecidos inteligentes e a criação de fibras recicladas. Este caminho para práticas mais sustentáveis foi mais fácil, em parte, pela preocupação e a necessidade de produzir por processos produtivos

mais limpos e eficientes. Fujita e Jorente (2015) observam que a implementação de tecnologias verdes, por exemplo, a determinação da reciclagem do material e, em geral, a redução do consumo de água, tornou-se uma exigência para as empresas no setor.

2.2 O PROCESSO DE FIAÇÃO

O processo de fiação se inicia na escolha do seu portfólio, nesse processo alguns fatores precisam ser entendidos, como tipos de fibras que serão utilizados, características de fio que podem variar de fios mais grossos onde algumas características da matéria prima não precisam ser tão rigorosas ou, fios mais finos, em que se tem uma maior exigência quanto a características da matéria prima, já que, o fio fino é um fio mais sensível a variações.

A produção de fios é composta por etapas como classificação das fibras, abertura, cardagem, passadores e filatório open end. A qualidade do fio é avaliada por parâmetros como uniformidade, pontos finos e grossos, resistência à tração, alongamento, pilosidade entre outros, conforme o fluxograma do processo Figura 1.

FIGURA 1 - FLUXOGRAMA DE PROCESSO



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

2.2.1 CLASSIFICAÇÃO DAS FIBRAS

A fibra de algodão é classificada como fibra natural, que são aquelas extraídas diretamente da natureza sem manipulação, e fibras não naturais, aquelas que são submetidas a algum processo de manipulação. As fibras não naturais incluem as fibras artificiais e as fibras sintéticas.

O processo de fiação tem início com a classificação das fibras de algodão, que é realizada ao analisar sua qualidade assim que são recebidas. Nessa etapa, são avaliadas as características

intrínsecas das fibras por meio de análises no HVI (Instrumento de Avaliação de Fibras de Algodão) ou por inspeção manual visual. Com base nesses resultados, realiza-se a mistura das fibras de forma a alcançar a máxima qualidade e homogeneidade possível, a fim de evitar a ocorrência de defeitos, como o barramento na luz negra ou visual.

Estas fibras, tanto os naturais como os não naturais diferem-se de inúmeras maneiras. Cada qual possui características e propriedades diferentes, sejam as dimensões de suas cadeias moleculares, cristalinidade, as cores, massa específica, elasticidade, hidrofilidade e muitas outras que irão conferir ao tecido aplicações diversas. Daí a grande importância de se conhecer de forma profunda as fibras têxteis e seus aspectos técnicos antes de desenvolver determinado tecido, ou seja, tudo na cadeia têxtil passa primeiramente pela escolha correta da fibra têxtil. (Sousa Pereira, 2009. P. 7).

2.2.2 ABERTURA

A sua finalidade é transformar o fardo em flocos, realizando a limpeza e abertura do material, removendo as impurezas da fibra e preservando sua qualidade. O algodão chega à linha de produção em forma de fardos compactos, contendo resíduos de seu processo de beneficiamento, como cascas, pedras, restos de folhas e partes de sementes. Esses materiais, que são contaminações próprias do cultivo e no processamento do algodão, precisam ser removidos antes do início da produção dos fios. Por outro lado, as fibras sintéticas e artificiais não requerem esse tipo de limpeza, pois são produtos artificiais manipulados de forma controlada, não sendo extraídos diretamente da natureza. Assim, essas fibras podem seguir diretamente para a linha de produção, sem a necessidade de tratamento adicional.

O algodão ao adentrar na linha de abertura é feito as devidas limpezas e eliminação das impurezas, passando por cada processo de abertura que abre as fibras e fazem as devidas limpezas. Portanto é passado por esses processos para a retirada dessas sujeiras para manter o padrão de qualidade dos fios, conforme ilustra a Figura 2.

“É a operação mediante a qual as fibras naturais de origem vegetal, animal, mineral ou química, são submetidas, por meio de máquinas, a uma quantidade máxima possível de separação, objetivando facilitar os processos subsequentes” (Sousa Pereira, 2009. p. 1

FIGURA 1 - BLENDOMAT



Fonte: Trützschler (2024).

2.2.3 CARDA

A principal finalidade do processo de cardagem é abrir, limpar e misturar as fibras, separando-as individualmente e alinhando-as paralelamente, ao mesmo tempo em que minimiza a presença de fibras curtas e neps. Esse processo também afina e estira a matéria-prima, transformando-a em fitas cardadas. Durante a cardagem, o grande cilindro retira as fibras do taker-in, ocorre uma segunda cardagem entre o cilindro e os flats, individualizando e paralisando ainda mais as fibras, como ilustram as Figuras 3, 4 e 5.

"O objetivo das cardas é transformar o algodão que vem em forma de flocos em véu, condensação do material transformando em fita. A carda é a máquina que inicia o processo de paralelização das fibras, promovendo a limpeza mais fina e a orientação preliminar das fibras. Por isso é fundamental que os registros entre órgãos estejam feitos de forma correta" (Henrique De Camargo, 2019. P. 18).

FIGURA 3 - INTERIOR DA CARDA



Fonte: Trützschler (2024).

FIGURA 4 - CARDA COM SENTINELA



Fonte: Trützschler (2024).

FIGURA 5 - CARDA COM PASSADOR INTEGRADO



Fonte: Trützschler (2024).

2.2.4 PASSADOR

O passador recebe as fitas já cardadas das etapas anteriores e desempenha um papel fundamental no processo de qualidade. Sua finalidade principal é reduzir ainda mais as irregularidades, retirando ganchos, neps etc., garantindo que a fita processada saia com maior uniformidade e esteja adequadamente preparada para as operações subsequentes, proporcionando assim um processo mais regular, conforme ilustra a figura 06.

As finalidades do passador incluem:

- Uniformizar o diâmetro da fita por meio de duplicação;
- Misturar as fibras da mesma composição ou de diferentes naturezas, promovendo homogeneidade;
- Paralelizar as fibras, alinhando-as lado a lado de forma ordenada;
- Realizar o estiramento, reduzindo a massa da fita para alcançar a espessura desejada.

O passador, de acordo com Garcia (1997), tem como objetivo uniformizar o peso por unidade de comprimento (a partir de regulagem das velocidades do trem de estiragem), estirar (afinar o produto), paralelizar as fibras, reduzir os ganchos formados na linha de abertura e carda e homogeneizar o material (a partir de dublagem das fitas das cardas). As fibras, agora em forma de fita, passam para a etapa final, o filatório Open End" (Nóbrega Lopo, Augusto Lanzer, 2017. p. 5).

FIGURA 6 - PASSADOR



Fonte: Autoria própria (2025).

2.2.5 A TECNOLOGIA DE MÓDULO DE PASSADOR INTEGRADO

Um dos grandes desafios enfrentados pelas indústrias, em especial no setor têxtil, é encontrar formas de reduzir os custos durante a confecção de seus produtos, sem comprometer a qualidade. Nesse contexto, a fabricante alemã é uma referência no setor por apresentar uma tecnologia intitulada de sistema de passador integrado, que tem como principal objetivo otimizar o processo produtivo e gerar uma economia significativa de custos.

A tecnologia do Passador Integrado se destaca por sua capacidade de reduzir processos e agilizar a produção com sensores de medição e trem de estiragem posicionados de forma estratégica e próximos um do outro, que permite um controle preciso da fita, garantindo a qualidade do produto de forma individual, carda a carda. Este controle de qualidade é assegurado pela proximidade entre os componentes, o que resulta em uma regulagem mais eficiente e uma redução significativa de falhas no processo.

Além disso, a inovação traz uma importante redução de espaço na área de produção. Como a fita já sai do passador integrado pronta para o processo de filatório open end ou para a segunda passagem do passador, a necessidade de um passador de primeira passagem é eliminada. Isso resulta em menos máquinas, menos espaço ocupado e, consequentemente, menores custos com a infraestrutura e a operação. A economia gerada na aquisição e manutenção de máquinas, junto à redução de processos, também diminui o gasto com a mão de obra, permitindo que os recursos sejam mais bem direcionados.

A carda com sistema de passador integrado, oferece uma solução que transforma a produção têxtil. Não apenas pela redução de custos, mas também pela agilidade no processo e pela qualidade do fio produzido. A eliminação de etapas desnecessárias e a simplificação do processo de fiação são diretamente responsáveis pelo aumento da competitividade das empresas no mercado. A carda com o passador integrado possibilita que as empresas entreguem materiais de alta qualidade a preços mais acessíveis, otimizando a produção e aumentando a rentabilidade.

Além das vantagens econômicas, a carda com passador integrado contribui para um aumento significativo na eficiência operacional. Com menos etapas a operação se torna mais ágil, enquanto a qualidade da regulagem e o monitoramento contínuo da fita garantem que o produto atenda aos mais altos padrões. Isso é particularmente importante em uma indústria onde a competitividade e a busca por redução de custos são cruciais para o sucesso, conforme ilustra a figura 07.

FIGURA 7 - SISTEMA DE MÓDULO DE PASSADOR



Fonte: Autoria própria (2025).

2.2.6 OS TIPOS DE FILATÓRIO E OS PROCESSOS DE FIAÇÃO

A fiação é um dos processos mais importantes da indústria têxtil, responsável pela passagem das fibras para os fios usados na produção do tecido propriamente dito. Embora a fiação englobe várias etapas, desde a abertura e limpeza da matéria-prima até a obtenção do fio que será para os tecidos, a abertura no processo inclui todas as operações que ocorrem entre a preparação da matéria-prima e o fio final colhido, como é feito, a limpeza, a cardagem, a estiragem e a torção.

Existem diferentes sistemas de fiação, dos quais mais utilizados são: a fiação a anel, a rotor e o sistema de jato de ar. Cada um desses sistemas possui características distintas, sendo escolhido de acordo com o tipo de fibra e aplicação do fio.

A fiação a anel é uma das mais comuns dentre todas essas formas de fiação, sendo uma das mais antigas e rotineiras. Trata-se de uma excelente opção para a produção de fios de alta resistência e boa regularidade, importante para tecidos exigentes em qualidade e desempenho. Neste sistema, a torção é inserida no fio por meio do anel rotativo, fazendo com que o mecanismo tenha o controle total sobre a estrutura do fio, podendo ajustar a compactação e a uniformidade do material.

A fiação a rotor, por fim, conhecida como open-end, trata-se de uma alternativa mais moderna e capaz de obter uma alta produtividade em suas operações. Neste sistema, as fibras são adicionadas dentro de um rotor em alta rotação sem a necessidade de anel e viajante para a formação do fio, economizando em termos de energia e possibilitando a produção de fios mais grossos e resistentes, porém com o avanço da tecnologia, esse tipo de fiação, é capas de produzir fios com qualidade próxima a fios produzidos por fiação a anel.

Por outro lado, a Fiação a jato de ar produz um produto de baixa pilosidade e com textura diferenciada não motorizada e sistematizado de forma automática. É o melhor método de produção para fios mais suaves e com melhor toque.

Qual seja o sistema de fiação utilizado, a qualidade do fio está diretamente ligada ao tipo de fibra, a regularidade na sua distribuição ao longo do fio e a presença de neps. A melhora no sistema de cardagem e estiragem, são essenciais para produção de fios de qualidade.

2.2.6.1 FIAÇÃO A ROTOR

A fiação a rotor tem por característica altas velocidades e uma larga escalas de produção, sendo reconhecida como a mais indicada para fios mais grossos (titulação entre 4 e 16 Ne). Seu nome está atrelado a sua tecnologia de torção, a rotação do rotor faz com que o fio seja torcido através da força centrífuga.

No mundo da produção têxtil, os fios “open-end”, também conhecidos como fios de rotor, têm conquistado destaque por seu processo de fiação diferenciado:

- Resistência e Durabilidade: Os fios “open-end” podem apresentar menor resistência, no entanto, é possível controlar essa resistência por meio da escolha criteriosa de matérias-primas;
- Suavidade e Conforto: Esses fios podem ter uma textura um pouco mais áspera comparada aos fios de anel. Mas, a suavidade e o conforto dos fios “open-end” têm sido aprimorados;
- Eficiência de Produção: A grande vantagem dos fios “open-end” é sua velocidade de produção, o que aumenta a eficiência na fabricação;
- Uniformidade: O processo de fiação direta em um rotor pode gerar variações na espessura do fio, tornando a uniformidade um desafio em relação aos fios “open-end”;
- Aplicação Final: A qualidade dos fios “open-end” pode ser perfeitamente adequada para roupas casuais e itens de uso diário;
- Sustentabilidade: Os fios “open-end” podem ser considerados mais sustentáveis devido à eficiência de produção, reduzindo o consumo de energia e recursos;

- Inovações: Graças a avanços tecnológicos, a qualidade dos fios “open-end” tem evoluído. Novas técnicas de fiação, materiais e equipamentos têm levado os padrões de qualidade, impulsionando a competição com os fios de anel. Alta produtividade, devido ao funcionamento contínuo e à menor necessidade de etapas intermediárias; Custo mais baixo, por conta da menor quantidade de etapas do processo produtivo;
- Flexibilidade para fibras curtas: A fiação rotor é eficaz na utilização de fibras curtas, aumentando a produtividade com relação à entrega dos fios de titulação mais baixas para os processos subsequentes.

Embora destaque as vantagens, o autor também menciona as limitações da fiação rotor, como a menor uniformidade do fio e o diâmetro mais grosso, o que pode restringir sua aplicação para tecidos finos e de alta qualidade. Ele também aborda a qualidade do fio, que é mais adequada para produtos menos exigentes em termos de suavidade e uniformidade.

2.2.6.2 FIAÇÃO A ANEL

A fiação a anel, tem por característica fios mais nobres, com melhores resistências, fios com superfícies mais lisas, com baixas pilosidades. Possui uma produção normalmente mais baixa que a fiação a rotor. Geralmente utilizado em fios mais finos, a fiação a anel leva esse nome devido sua tecnologia de torção do fio, onde a rotação do anel torce o fio através do atrito mecânico.

A fiação a anel é um dos processos mais tradicionais e amplamente utilizados na indústria têxtil para produzir fios de alta qualidade. Esse método é conhecido por gerar fios finos, fortes e com boa uniformidade, sendo especialmente adequado para tecidos de alta qualidade. Aqui estão algumas das características principais dessa técnica:

- Fios Nobres e de Alta Qualidade: A fiação a anel produz fios com alta resistência, suavidade e durabilidade. Isso se deve à torção contínua e ao processo de alongamento das fibras, o que resulta em um fio mais denso e compacto. Os fios produzidos são mais uniformes e possuem uma superfície lisa, com baixas pilosidades, o que confere um acabamento mais refinado aos tecidos;
- Fios com Baixa Pilosidade: A pilosidade, que são as pequenas fibras soltas que se projetam do fio, é um fator importante para a qualidade do acabamento dos tecidos. No processo de fiação a anel, a torção é controlada, o que reduz a quantidade de pilosidade, proporcionando uma superfície mais lisa e melhor aparência ao tecido final;
- Resistência e Durabilidade: Como os fios são mais bem alinhados e possuem uma torção maior, eles tendem a ter maior resistência à tração e menor desgaste ao longo do tempo. Isso torna o método ideal para tecidos que exigem alta performance, como roupas de cama, vestuário de luxo e tecidos industriais;
- Processo de Produção mais Lento: A fiação a anel, embora produza fios de alta qualidade, é mais lenta em comparação com outros métodos, como a fiação rotor. Isso se deve ao número

maior de etapas no processo, como a cardagem, a preparação das fibras e a fiação, o que resulta em uma produção de menor volume, mas com maior controle sobre a qualidade do fio, segundo o Dr. Senthilkumar (2011).

2.2.6.3 FIAÇÃO (JATO DE AR)

A fiação a jato de ar tem por característica uma produção maior que a produção da fiação a anel só que uma superfície com pouca pilosidade, porém no comparativo de resistência e durabilidade, se torna menos eficiente, sendo assim indicado para produção de fios para estofados, tecidos e não tecidos e roupas desportivas. A fiação a ar leva esse nome devido sua tecnologia de torção, estar diretamente ligada a utilização de ar comprimido que entrelaça as fibras e torce.

O mecanismo de fiação a jato de ar é uma técnica de produção de fios que utiliza ar comprimido para torcer e formar as fibras em um fio contínuo. Esse processo é eficiente, de alta velocidade, e pode ser comparado com outros métodos tradicionais, como a fiação a anel, em termos de simplicidade e rapidez.

São discutidas as variáveis que influenciam a qualidade do fio, como a velocidade do ar, a pressão do ar e as propriedades das fibras alimentadas.

Vantagens da Fiação a Jato de Ar:

- Maior Velocidade de Produção: Uma das principais vantagens desse processo é a alta taxa de produção, permitindo que mais fios sejam produzidos em menos tempo, em comparação com a fiação a anel;
- Menor Custo Operacional: O processo de fiação a jato de ar exige menos energia em comparação com a fiação a anel, o que pode reduzir os custos operacionais;
- Menos Pilosidade: Os fios produzidos por fiação a jato de ar têm uma superfície mais lisa, com menos pelos, o que pode ser desejável para certas aplicações têxteis;

Limitações da Fiação a Jato de Ar:

- Menor resistência e Durabilidade: Os fios produzidos por fiação a jato de ar geralmente têm menor resistência e durabilidade em comparação com os produzidos por fiação a anel. Isso ocorre porque a torção gerada pelo ar comprimido é mais fraca do que a torção mecânica;
- Qualidade Inferior em Alguns Casos: Embora o processo seja rápido, a qualidade do fio, especialmente em termos de uniformidade e resistência, pode ser inferior, o que limita a aplicação da fiação a jato de ar em produtos que exigem alta resistência, como tecidos para roupas duráveis ou industriais.

2.2.6.4 CONTROLE DE QUALIDADE

O controle de qualidade na produção de fios é um processo indispensável para garantir que o produto atenda às especificações exigidas pelos clientes e pelo mercado. Já a tecnologia da utilização da carda com módulo integrado de passador, o controle de qualidade torna-se ainda mais relevante e mais sustentável, pois permite avaliar o impacto dessa tecnologia na uniformidade, resistência, regularidade, alongamento e eficiência dos fios mais grossos.

Entretanto, o controle de qualidade dos passadores engloba outra tecnologia melhor, que permite um ganho na qualidade em todos os aspectos e características dos fios finos.

A qualidade dos fios é um fator determinante para o desempenho subsequente em processos têxteis e para a fabricação de produtos. Entre as principais características que definem a qualidade dos fios, destacam-se:

- Uniformidade;
- Resistência;
- Alongamento.

O uso de ferramentas como o regularímetro e o dinamômetro é fundamental, pois eles medem:

- Coeficiente de Variação (CV%) indica a uniformidade do fio, representando a relação entre o desvio padrão da espessura do fio;
- Pontos finos, falhas no fio caracterizadas por uma redução significativa e momentânea na sua espessura do fio;
- Pontos grossos, falhas no fio caracterizadas por um aumento anormal e momentâneo da espessura;
- Pilosidade, fibras que não estão completamente incorporadas à estrutura do fio e se projetam para fora dele, sendo ocasionadas por fibras curtas;
- Neps, pequenas aglomerações de fibras ou impurezas que criam irregularidades no fio, emaranhamento de fibras;
- Resistência, força necessária para romper o fio, a força necessária que o fio suporta seu próprio peso;
- Alongamento, o aumento no comprimento do fio antes de sua ruptura sob tensão, o quanto o fio estica antes de romper.

A qualidade dos fios produzidos pela fiação é garantida pelos diversos testes realizados que analisam características básicas que afetam o desempenho e a homogeneidade dos produtos têxteis finos. Uma vez que esses são os principais testes realizados.

2.2.6.5 CARACTERÍSTICAS DOS FIOS

A titulação é uma maneira de quantificar a relação entre o diâmetro do fio e o seu peso. Quando a sua composição é 100% de fibras de algodão, o valor encontrado é descrito em NE, número inglês que equivale a quantidade de meadas de 768,1 metros (1 Hank) que são necessárias para chegar ao peso de 454 gramas (1 Libra). O fio é enrolado na máquina aspa ou meadeira até a metragem padrão do fio de acordo com os parâmetros do laboratório. A meada obtida é pesada em uma balança de precisão e o resultado encontrado é utilizado para calcular o valor da titulação, em conjunto com o valor da metragem enrolada para a formação da meada e o valor da constante K, utilizadas na fórmula de titulação do sistema de titulação indireta apresentada a seguir.

$$T = \frac{K \cdot C}{P}$$

Onde:

- K = Constante (para titulação de fios de algodão o valor de K é 0,59);
- C = Comprimento, em metros, enrolados para a formação da meada;
- P = Peso, em gramas, obtidos com a leitura realizada na balança de precisão.

A precisão na determinação do título é essencial para a manutenção da consistência do fio, além de compatibilidade com os demais processos subsequentes na cadeia têxtil.

A regularidade refere-se à uniformidade da massa de um fio ao longo do seu comprimento. O regularímetro é o instrumento usado em análise desse fio – ele dá resposta aos dados:

- Coeficiente de Variação da Massa, C.V.m – variação percentual de massa no fio em relação ao cumprimento e é um parâmetro essencial para avaliação da uniformidade. C.V.m elevados frequentemente estão associados a tecidos com aparências não uniformes;
- Pontos finos e grossos: Defeitos encontrados pelo regularímetro. Pontos grossos são seções do fio com massa muito maior que a média, enquanto pontos finos têm massa abaixo da média. Essas falhas provocam defeitos de aparência nos tecidos;
- Pilosidade – quantidade de fibras que se destaca para fora do fio. Alta pilosidade pode prejudicar a aparência do tecido e a diminuição da resistência ao pilling.

Esses parâmetros podem possibilitar o rastreamento e a correção dos pontos falhos de fiação, tornando possível a obtenção de fios de alta qualidade.

Dados de resistência e alongamento da fibra são determinados por meio do equipamento dinamômetro. O dispositivo aplica uma força crescente no fio até rompê-lo, para saber:

- Resistência à Tração, é a força máxima que o fio suporta antes de se partir, apresenta-se em centi-newtons (cN);
- Alongamento: percentual do fio estendido no momento da ruptura que indica a deformabilidade do fio sob tensão;

Os parâmetros acima são cruciais para determinar o comportamento do fio na máquina de tecer e no uso final para assegurar que atenda aos requisitos do desempenho requisitados.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo acima foi realizado utilizando-se investigação experimental, juntamente com pesquisa em bibliografia e estudo de caso. Com relação à pesquisa experimental, segundo Gil (2019) a pesquisa experimental deve manipular variáveis para verificar os efeitos associados a uma determinada condição, utilizada em pesquisas que pretendem construir a relação causal.

A pesquisa bibliográfica, conforme Marconi e Lakatos (2017) serve para esclarecer teoricamente, o que constitui fonte de referência para conhecer o estado do tema visto, inclusive, que Yin (2015) complementa: mediante isso, pesquisa de estudo de caso “é um tipo de metodologia usada para investigar cuidadosamente um evento específico num contexto dos fatos para um depoimento”.

Portanto, ao mencionar tal tarefa, a pesquisa foi realizada utilizando a pesquisa bibliográfica fundamentada teoricamente e uma abordagem prática, explorando um estudo no caso real de uma empresa têxtil, para analisar detalhadamente condições de produção e a qualidade do fio produzido, levando em consideração que a abordagem teórica e práticas foram harmonizadas.

Primeiramente a pesquisa teve início com o estudo de uma situação real observada na empresa, associada à produção de fita por três processos diferentes utilizadas para produzir os fios NE 8/1, 16/1 e 20/1 e posteriormente analisar a qualidade desses fios. Os três processos foram:

1. Fita produzida na carda sem o uso do sistema de passador integrado (modelo TC03), passando posteriormente no passador (modelo TD 03);
2. Fita produzida na carda com o sistema de módulo de passador integrado;
3. Fita produzida na carda com módulo de passador integrado e posteriormente passada no passador.

Na etapa de cardagem, as fibras são organizadas e paralelizadas para uma melhor distribuição e alinhamento. Sendo assim, trata-se de um processo sensorial inicial que está intrinsecamente ligado à qualidade dos fios produzidos (CHEN et al., 2019). Logo após a cardagem, o sistema de carda com módulo de passador integrado, ou o passador, homogeneíza as fibras de forma que melhoram a consistência e uniformidade do material. De acordo com Silva e Pereira (2021) a aplicação do sistema de módulo de

passador integrado ou do passador em questão, pode apresentar maior diferença no resultado qualitativo entre os fios, de forma a influenciar na resistência comparativa entre o material, a uniformidade e as propriedades mecânicas.

Depois desta definição, passou-se para a fase prática. Inicialmente as fitas foram coletadas das cardas a uma velocidade padrão de 200m/min e ajustado o passador para 500 m/min. A uniformidade entre as fitas de título NE 0,100 foi para a fita da carda e passador garantida por meio de titulação para prosseguir com a produção, e, por fim, os fios foram produzidos através dos três processos descritos acima, sendo configurada as características em máquina Open-End para cada título NE 8/1, NE 16/1 e NE 20/1. Para cada título, foram adotadas condições nas máquinas Open-End únicas, entre elas o mesmo título das fitas, a velocidade do rotor e a torção.

Inicialmente foram escolhidos 5 fusos em um filatório “Open End” (modelo FIADEIRA) esses fusos foram utilizados nos testes relacionados aos 3 processos citados acima. No início de cada teste, a fita relacionada era inserida no fuso, o rotor limpo e a bobina iniciavam sua produção, com o teste sendo concluído após atingir 3000 metros de comprimento do fio, as bobinas concluídas eram enumeradas de acordo com o número do fuso que a produziu, após esse processo, as fitas eram trocadas e o procedimento era repetido até os demais processos serem concluídos.

Finalmente, os fios foram enviados para o laboratório de análise de qualidade. O estudo respeitou rigorosos procedimentos padronizados e controlados durante todo o desenvolvimento para proporcionar resultados seguros e confiáveis para comparação entre os processos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos mostram que os três tipos de fios, indicados e avaliados, a escolha de produção utilizando a fita vinda da carda com módulo de passador integrado apresenta os melhores resultados em relação a regularidade e controle de defeitos. Foi observado que a resistência à ruptura dos fios NE 8/1, 16/1, e 20/1 foi levemente superior aos outros processos de produção. Isso indica um melhor controle em irregularidade e estrutura do fio.

Quanto ao alongamento, os resultados continuam parecidos entre as diferenças dos processos de produção, sem grandes variações. No entanto, o coeficiente de variabilidade da massa (CVm) é menos distorcido na utilização da fita de carda com módulo de passador integrado, indicando uma maior homogeneidade das fibras ao longo de todo fio.

A pilosidade também é perceptível em resultados diferentes: a pilosidade foi menor nos fios fabricados com a fita de carda com sistema módulo de passador integrado favorecendo a qualidade e o acabamento do produto.

De acordo com as reduções na configuração em que a fita de cardas com sistema de módulo de passador integrado foi utilizada para pontos finos, pontos grossos e neps nos defeitos, pode-se concluir que a regularidade do fio melhora, ou seja, posteriormente será produzida uma malha de melhor qualidade ou tecido com melhor tecelagem.

Sendo assim, de acordo com os resultados acima, sugere-se o uso da fita de carda com sistema de módulo integrado como referência de produção, pois a abordagem foi capaz de reduzir de forma significativa a quantidade de defeitos e proporcionar uma maior estabilidade nas características do fio. Sobre a otimização da qualidade do fio poderá trazer maior eficiência nos demais processos da cadeia têxtil posterior e valor agregado ao produto.

Abaixo encontram-se os gráficos com os resultados obtidos para cada dos tipos de fios considerados.

FIGURA 8 – GRÁFICO DOS RESULTADOS DE QUALIDADE NE 20/1



Fonte: Autoria própria (2025).

Os resultados obtidos das três amostras de fita para teste do fio Ne 20/1, o gráfico na cor azul é derivado do material da carda sem o sistema de módulo de passador integrado com uma passada no passador. Gráfico laranja material da carda com sistema de módulo de passador integrado. Gráfico cinza material de carda com sistema de módulo de passador integrado com uma passada no passador.

Os parâmetros analisados foram título do fio, resistência à ruptura (RKM), alongamento, coeficiente de variação de massa CVM, pilosidade, pontos finos PF, pontos grossos P.G e neps. Quanto a isso, os resultados para cada critério geral são:

- Título do Fio

Conforme mostrado, os três processos apresentaram valores muito próximos – entre 20,20, 20,30 e 20,19; portanto, a espessura média do fio foi mantida dentro do padrão esperado. A variação foi mínima, o que mostra que a produção é estável independente do processo utilizado.

- Resistência à Ruptura (RKM)

O melhor resultado foi obtido da fita de carda com sistema de passador integrado e depois passada no passador coluna cinza, o valor obtido foi 13,25. Isso significa que esse processo gerou fios com excelente resistência mecânica, o que é importante pois evita desgastes durante a manipulação têxtil e aumenta a durabilidade do produto.

- Alongamento

O maior alongamento foi atingido sobre o fio produzido com fita de carda com sistema de passador integrado e depois passada no passador coluna cinza obtendo 6,02 o que diz que esse método contribuiu na elasticidade do fio, é importante especialmente para determinado produto têxtil que o usam.

- Coeficiente de variação da Massa CVM

O menor CVM foi encontrado no fio produzido com fita de carda com sistema de passador integrado, coluna laranja, em que se observou um valor de 12,94. Esse valor significa que o fio tem melhor distribuição de massa, o que indica uma menor variação e melhor performance na tecelagem.

- Pilosidade

O menor índice de pilosidade foi encontrado no fio produzido com fita de carda sem sistema de passador integrado e posteriormente passado no passador (coluna azul), encontrando um valor de 2,64. Isso indica que o fio tem menos fibras na superfície do fio, diminuindo a quantidade de fibras soltas que comprometem o acabamento dos tecidos.

- Pontos Finos (P.F.)

O menor índice de pontos finos foi encontrado no fio produzido com fita de carda com sistema de passador integrado (coluna laranja), que alcançou um valor de 8,00. Demonstrando uma melhor regularidade do fio, evitando rupturas indesejadas.

- Pontos Grossos (P.G.)

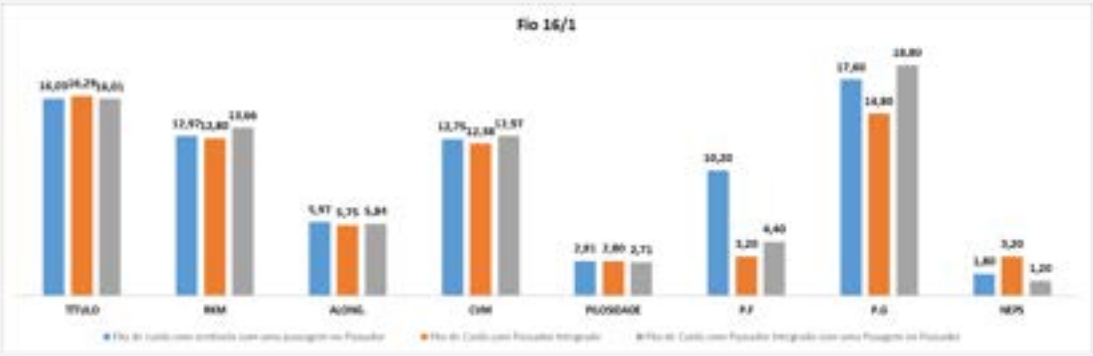
Os melhores resultados foram encontrados nos fios produzidos com fita de carda com sistema de passador integrado (coluna laranja) e fita de carda com sistema de passador integrado, posteriormente passada no passador (coluna cinza), os dois testes obtiveram um valor de 27,80, representando menor presença de engrossamentos indesejados que podem comprometer a qualidade final do tecido.

- Neps

A menor incidência de neps foi alcançada no fio produzido com fita de carda com sistema de passador integrado e posteriormente passada no passador (coluna cinza), registrando um valor de 1,60. Esse resultado mostra uma significativa redução nas imperfeições do fio, o que melhora a aparência e a qualidade final do tecido.

Os resultados indicam que a fita de carda com sistema de passador integrado, quando submetida posteriormente ao passador, obteve o melhor desempenho geral, destacando-se pela maior resistência à ruptura, melhor alongamento e menor quantidade de neps. Entretanto, a fita de carda apenas com sistema de passador integrado também apresentou benefícios, especialmente em termos de regularidade (CVM) e menor ocorrência de pontos finos e grossos. Assim, a definição do processo mais adequado dependerá dos objetivos da produção, considerando a necessidade de resistência, uniformidade e minimização de defeitos.

FIGURA 9 - GRÁFICO DOS RESULTADOS DE QUALIDADE NE 16/1



Fonte: Autoria própria (2025).

Os resultados obtidos das três amostras de fita para teste do fio Ne 16/1, as colunas na cor azul, representa o fio produzido com material da carda sem o sistema de módulo de passador integrado com uma passada no passador. Coluna na cor laranja, material da carda com sistema de módulo de passador integrado. Coluna na cor cinza, material de carda com sistema de módulo de passador integrado com uma passada no passador.

Os parâmetros analisados foram título do fio, resistência à ruptura (RKM), alongamento, coeficiente de variação da massa (CVM), pilosidade, defeitos (pontos finos - P.F., pontos grossos - P.G.) e neps. Abaixo, evidenciam-se os melhores desempenhos obtidos em cada critério:

- Título do Fio

O título do fio obteve resultados dentro do esperado para os três processos, variando entre 16,01 e 16,29. A fita de carda com sistema de passador integrado (coluna laranja) teve o título mais próximo do nominal (16,29), indicativo de que o controle da espessura do fio foi adequado.

- Resistência à Ruptura (RKM)

O melhor resultado obtido foi em função do fio produzido com fita de carda com sistema de passador integrado, e posteriormente passada no passador (coluna cinza), com um valor de 13,66. Esse resultado indica que este processo levou à produção de um fio mais resistente à tração, podendo ser desejável em aplicações que exigem maior durabilidade.

- Alongamento

O maior alongamento foi verificado no fio produzido com fita de carda sem sistema de passador integrado e, posteriormente, passada no passador (coluna azul), tendo obtido um valor de 5,97. Este resultado significa que este processo produziu um fio com maior elasticidade, característica desejável para determinados usos na indústria têxtil.

- Coeficiente de Variação da Massa (CVM)

O menor coeficiente de variação da massa foi registrado no fio produzido com fita de carda com sistema de passador integrado (coluna laranja), evidenciado pelo valor de 12,38. Este resultado indica que houve maior regularidade na espessura do fio, levando a uma redução em variações indesejadas conducentes a um melhor desempenho em seu processamento têxtil.

- Pilosidade

A menor taxa de pilosidade foi observada no fio produzido com fita de carda contendo sistema de passador integrado, que foi posteriormente processado pelo passador (coluna cinza), apresentando um valor de 2,71. Este resultado indica que o procedimento utilizado levou à produção de fios com um número reduzido de fibras soltas, contribuindo para a melhoria da qualidade final do tecido.

- Pontos Finos (P.F.)

O fio confeccionado com fita de carda com sistema de passador integrado (coluna laranja) demonstrou a menor ocorrência de pontos finos, com um valor registrado de 3,20. Essa constatação reflete um controle aprimorado sobre a homogeneidade do fio, resultando em uma diminuição das fraquezas estruturais.

- Pontos Grossos (P.G.)

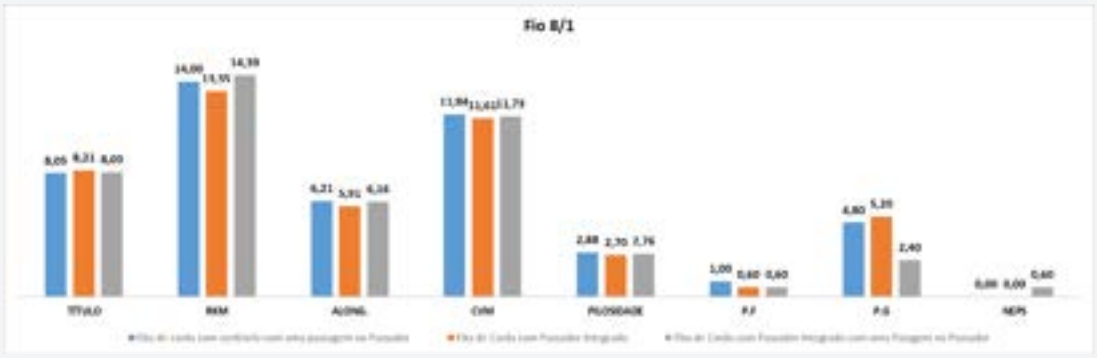
O menor índice de pontos grossos foi identificado no fio gerado com fita de carda que possuía sistema de passador integrado (coluna laranja), com um valor de 14,80. Esse dado evidencia que o processo empregado proporcionou um fio mais uniforme, reduzindo a ocorrência de espessamentos indesejados.

- Neps

O índice mais baixo de neps foi encontrado no fio produzido com fita de carda com sistema de passador integrado, que passou também pelo passador (coluna cinza), apresentando um valor de 1,20. Essa redução significativa de pequenas imperfeições atesta uma considerável melhoria na aparência e na qualidade final do fio.

Os resultados analisados revelam que o fio produzido com fita de carda com sistema de passador integrado e que passou pelo passador se destacou em desempenho geral, apresentando resistência à ruptura, baixa pilosidade e uma incidência reduzida de neps. Por sua vez, a fita de carda com sistema de passador integrado demonstrou benefícios em termos de regularidade da massa (CVM) e na redução de pontos finos e grossos. A fita de carda sem sistema de passador integrado e processada pelo passador obteve o melhor desempenho em termos de alongamento. Assim, a seleção do processo mais adequado deverá considerar os requisitos específicos das aplicações industriais, levando em conta aspectos como resistência, regularidade e minimização de defeitos.

FIGURA 9 – GRÁFICO DOS RESULTADOS DE QUALIDADE NE 8/1



Fonte: Autoria própria (2025).

Os resultados obtidos das três amostras de fita para teste do fio Ne 8/1, a coluna da cor azul representa o fio produzido com material da carda sem o sistema de módulo de passador integrado com uma passada no passador. Coluna na laranja, material da carda com sistema de módulo de passador integrado. Gráfico cinza material de carda com sistema de módulo de passador integrado com uma passada no passador.

Os parâmetros que foram considerados na análise foram o título do fio, a resistência à ruptura (RKM), o alongamento, o coeficiente de variação da massa (CVM), a pilosidade, os defeitos (pontos finos - P.F., pontos grossos - P.G.) e as neps. A seguir, são apresentados os melhores desempenhos para cada critério:

- Título do Fio

Os três processos obtiveram valores extremamente próximos ao nominal, variando entre 8,05 e 8,21. O melhor resultado foi obtido pelo fio produzido com fita de carda com sistema de passador integrado (coluna laranja), obtendo 8,21, demonstrando um melhor controle na regularidade do título do fio.

- Resistência à Ruptura (RKM)

O melhor desempenho em resistência foi o do fio produzido com fita de carda com sistema de passador integrado e, posteriormente, passada no passador (coluna cinza), que obteve o valor de 14,39. Esse resultado demonstra um fio mais resistente à tração, fator essencial para as aplicações que exigem maior durabilidade.

- Alongamento

O maior alongamento foi aquele registrado no fio produzido com fita de carda sem sistema de passador integrado e, posteriormente, passada no passador (a coluna azul), com um valor de 6,21. Esse resultado ocorre em um fio com maior elasticidade, característica desejável para determinados tipos de tecido.

- Coeficiente de Variação da Massa (CVM)

O menor Coeficiente de Variação da Massa foi aquele do fio produzido com fita de carda com sistema de passador integrado (coluna laranja), que obteve o valor de 11,61, demonstrando maior regularidade na espessura do fio, reduzindo variações indesejadas, contribuindo para um melhor desempenho no processamento têxtil.

- Pilosidade

O menor nível de pilosidade foi verificado no fio gerado com fita de carda com sistema de passador integrado (coluna laranja), com valor de 2,70. Isto sugere que esse procedimento resultou em fio com menor quantidade de fibras soltas, diminuindo prováveis problemas no processo de tecelagem e melhorando a aparência do produto.

- Pontos finos (P.F.)

Os melhores desempenhos foram obtidos pelos fios produzidos com fita de carda com sistema de passador integrado e fita de carda com sistema de passador integrado, posteriormente passada no passador (colunas laranja e cinza), ambos com valor de 0,60. Este valor indica menor quantidade de falhas estruturais no fio.

- Pontos grossos (P.G.)

O menor valor de quantidade de pontos grossos foi verificado no fio gerado com fita de carda com sistema de passador integrado e posteriormente passada no passador (coluna cinza), com valor 2,40. Este resultado indica que o fio possui menor quantidade de espessamentos irregulares, favorecendo sua utilização em processos industriais mais exigentes.

- Neps

Os melhores resultados foram obtidos pelos fios gerados com fita de carda sem sistema de passador integrado e posteriormente passada no passador e fita de carda com sistema de passador integrado (colunas azuis e laranjas), ambas com valor de 0,00, indicando que o fio não possui neps. Isso melhora a qualidade estética e a processabilidade do fio.

A análise dos resultados convergiu que o fio gerado com fita de carda com sistema de passador integrado e posteriormente passada no passador foi a que apresentou o melhor desempenho global, com destaque para resistência à ruptura, menor quantidade de pontos grossos e melhor controle do título. Entretanto, a fita de carda com sistema de passador integrado também obteve bons resultados, apresentando menor coeficiente de variação da massa (CVM), menor pilosidade e menor quantidade de pontos finos. A fita de carda sem sistema de passador integrado e passada no passador teve o melhor desempenho em alongamento e ausência de neps.

5 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade dos fios NE 8/1, 16/1 e 20/1 produzidos em três processos diferentes: fita vinda da carda sem o passador integrado e uma passagem no passador (conforme apresentado nas figuras 4 e 6), fita vinda de carda com passador integrado (conforme apresentado nas figuras 5) e fita vinda da carda com passador integrado, com uma passagem no passador (conforme apresentado nas figuras 5 e 6).

Os testes laboratoriais foram realizados em relação à qualidade dos fios NE 8/1, 16/1 e 20/1 e avaliados com base nos resultados de RKM (resistência), alongamento, coeficiente de variação da massa, pilosidade, pontos finos "P.F.", pontos grossos "P.G" e neps. Dessa forma, o intuito ao analisar-se os resultados foi identificar qual configuração do processo teve o maior desempenho e maior viabilidade para a empresa.

Os resultados obtidos destacam que para os três tipos de fios analisados, a produção utilizando a fita de carda com sistema de módulo integrado atua de forma mais regular controlando deficiências em termos de regularidade e defeitos.

A resistência à ruptura (RKM) nos fios NE 8/1, 16/1, 20/1 com os processos de fita de carda com sistema de módulo de passador integrado foram praticamente iguais aos demais processos, por isso ocorreu um melhor controle sobre a estrutura e uniformidade do fio dando uma melhor integridade, indicativas de um fio mais resistente, que é essencial para os processos sucessivos como tecelagem ou malharia.

Na análise de alongamento os resultados não evoluíram muito, sendo semelhantes entre os tipos de processos e pouco variáveis. Porém o coeficiente de variação de massa (CVM) foi mais estável utilizando a fita de carda com sistema de módulo de passador integrado, o que garante que as fibras sejam mais bem distribuídas ao longo da fita e gerem melhor qualidade para os processos subsequentes.

A pilosidade reduziu também nos fios produzidos com a fita de carda utilizando o sistema de módulo de passador integrado, o que impacta positivamente na qualidade fabricada, ou seja, fio mais limpo e adequado para os processos que exigem alto nível de regularidade superficial, como: tingimento, acabamento, dentre outros.

Os defeitos relacionados a pontos finos, pontos grossos e neps, apresentaram, também, redução significativa na configuração que utilizou a fita de carda com sistema módulo de passador integrado. Os valores dos neps, no fio NE 8/1 foi o menor, nos demais fios foi um pouco superior aos outros processos, mas nada alarmante, garantindo a eficiência do processo. Isso indica fios mais regulares, ou seja, menos desperdícios na produção final.

Com base nos resultados encontrados, é recomendado a utilização da fita de carda com sistema de módulo de passador integrado, como padrão de produção, sendo que os testes mostraram:

- Redução significativa de defeitos (pontos finos, grossos), gerando fios de melhor qualidade;
- Mais estabilidade dos parâmetros do fio, o que garante maior regularidade para o processo seguinte;

- Aumento de resistência e integridade no fio, otimizando a utilização da indústria têxtil;
- Não utilização de passadores, reduzindo o investimento em equipamentos, facilitando o fluxo de materiais e tornando o processo mais eficiente.

Os resultados da análise podem ser confirmados, pois a utilização da fita com sistema de módulo de passador integrado, proporciona uma melhora considerável em relação à qualidade do fio produzido. Fios de maior regularidade, menor incidência de defeitos e mais estabilidade estrutural foram os frutos da utilização desse processo; adicionalmente, a eliminação de necessidade de passadores envolve a redução de custos operacionais, libertando subsídios para maquinário e modulando o fluxo de produção.

Os pontos finos e grossos menores demonstram que a aplicação da fita de carda com sistema de módulo de passador integrado, garante um maior controle da qualidade do processamento, tornando o processo muito mais fácil e eficiente. Por esse motivo, acredita-se ser aplicável nesta área de produção têxtil, além de proporcionar uma concorrência mais forte e qualidade do produto acabado.

Esta pesquisa abre uma série de caminhos para trabalhos futuros, permitindo que pesquisadores mais detalhados analisem os efeitos da redução de passadores nesta indústria têxtil e em quais medidas foram avaliadas benefício e custo para redução desta operação. Dadas as descobertas, o uso da fita de carda com sistema de módulo de passador integrado, é uma solução promissora para o setor têxtil.

REFERÊNCIAS

A INDÚSTRIA TÊXTIL NO BRASIL: UMA PERSPECTIVA HISTÓRICA E CULTURAL. Florianópolis: **Modapalavra E-Periódico**, v. 8, n. 15, 2015. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/5140/514051496008.pdf. Acesso em: 25 out. 2024.

AFTAB, R. A. K.; ALIM, M. A. A. **Air-jet spinning**: Mechanisms and applications. Textile Research Journal, v. 85, n. 7, p. 705-717, 2015.

Aftab, R. A. K., & Alim, M. A. A. (2015). Air-jet spinning: Mechanisms and applications. **Textile Research Journal**, 85(7), 705-717. Disponível em: https://doi.org/10.1177/0040517515579451. Acesso em: 15 out/.2024.

ALMEIDA, F.L. Sustentabilidade e inovação na indústria têxtil de Sergipe. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional Sustentável**, v. 12, n. 3, 2020.

AMORIM, A. H. Competitividade internacional do complexo têxtil brasileiro no período 1998 a 2006. **REDIGE**, v. 2, n. 1, 2011.

ANDRADE, C. S. Desenvolvimento econômico e industrial em Sergipe: Uma análise do setor têxtil no século XX. **Revista Economia do Nordeste**, v. 49, n. 2, 2018.

BACCIN, C.; GOMES, F.; SILVA, T. Variabilidade das fibras e controle de qualidade na indústria têxtil. **Revista Brasileira de Engenharia Têxtil**, v. 43, n. 2, p. 45-52, 2020.

CAMARGO, L. H. **Processos de Beneficiamento e Fiação do Algodão**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil. Faculdade de Tecnologia de Americana, Americana, 2019.

CHEN, J.; LI, Q.; WANG, H. The Role of Fiber Orientation in Yarn Quality: A Case Study in Carding Processes. **Journal of Textile Science**, v. 35, n. 4, p. 123-130, 2019.

DURAND, J. C. G. Resenha: Origens e evolução da indústria têxtil no Brasil, 1850-1950. **Revista de Administração de Empresas**, v. 21, n. 2, jun. 1981.

FUJITA, R. M. L.; JORENTE, M. J. V. A indústria têxtil no Brasil: uma perspectiva histórica e cultural. **Modapalavra E-Periódico**, v. 8, n. 15, p. 153-174, 2015.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GORINI, A. P. F. **Panorama do setor têxtil no Brasil e no mundo**: reestruturação e perspectivas. 2000. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/3226. Acesso em: 25 out. 2024.

INCOFIOS. Processo Rigoroso de Qualidade Garante a Qualidade do Produto Incofios. Disponível em: https://www.google.com/url?q=https://www.incofios.com.br/processo-rigoroso-de-qualidade-garante-a-qualidade-do-produto-incofios/?utm_source%3Dchatgpt.com&sa=D&sourc e=-docs&ust=1737569601254194&usg=AOvVaw1UGgghEX3AUDmrktY03AbI. Acesso em: 22 jan. 2025.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MOURA, L. F. **Controle de qualidade na indústria têxtil**: teoria e prática. São Paulo: Blucher, 2018.

SILVA, E. M. SISTEMA DE ESTIRAGEM COM CARDA sistema de passador integrado. 2024. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Produção Têxtil, Faculdade de Tecnologia de Americana "Ministro Ralph Biasi", Americana, 2024. Disponível em: https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/21783. Acesso em: 25 out. 2024.

SILVA, R. A.; PEREIRA, L. F. Avaliação dos Efeitos do Sistema de passador integrado na Produção de Fios: Perspectivas Industriais. **Revista Brasileira de Engenharia Têxtil**, v. 10, n. 2, p. 45-60, 2021.

SOUZA, F. A. **Concepção de um Fio com Baixa Massa Linear Utilizando o Algodão Brasileiro**. 2018. Disponível em: https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/56656/1/Tese%20de%20Doutoramento_Flavio%20Avanci%20de%20Souza_2018.pdf?utm_source=.com Acesso em: 22 jan. 2025.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR). A Influência da Qualidade de Fios 100% Algodão na Produção Têxtil. 2018. Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5691/1/AP_COENT_2018_1_07.pdf?utm_sourc e=.com. Acesso em: 22 jan. 2025.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: PLANEJAMENTO E MÉTODOS. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZANOTI, P. H. **Os desafios e as inovações na indústria têxtil brasileira**. São Paulo: Editora Conteúdo, 2024. Tecnologia sistema de passador integrado: Disponível em: https://www.truetzschler.com/fileadmin/mydocs/temp/myDocs-c-pt-243209205191.pdf https://www.instagram.com/textilnovabr/p/Cxak117Lp_D/

CENTRO DE TECNOLOGIA DA INDÚSTRIA QUÍMICA E TÊXTIL DO SENAI – SENAI CETIQT

Sérgio Luiz Souza Motta
Diretoria Executiva

Fernando Rotta Rodrigues
Diretoria de Administração e Finanças

Leandro Neves
Gerência de Educação

Ana Claudia Lopes
Coordenação de Graduação e Ensino Técnico

Renata Rottweiler
Coordenação Educação a Distância e Desenvolvimento de Produtos

Ana Claudia Lopes
Editora-Gerente

André Simões
Robson Cruz
Editor-Chefe

Eric Viana
Design Educacional

Ana Julia Silva
Livia Duarte
Revisão Ortográfica e Gramatical

Amanda Pedrosa da Silva
Projeto gráfico

Amanda Pedrosa da Silva
Gabriel Benedito da Silva
Diagramação e Capa

SENAI CETIQT

SENAI Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial