SENAI CETIQT

SENAI
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
PELO FUTURO DO TRABALHO

ISSN 2179-1619

REDIGE

Revista de Design, Inovação e Gestão Estratégica

Mai./Jun./Jul./Ago.

V. 11, nº. 12, 2024



Avaliação da Qualidade da Linha de Costura

Análise comparativa das características da linha de costura com relação ao impacto na produtividade das máquinas de costura de efeito matelassê

TINGIMENTO: Estudo da redução no tempo de repouso do tingimento por impregnação

A ASCENÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO: Implicações e desafios éticos

SUMÁRIO



03 ***Avaliação da qualidade da linha de costura fornecida para a indústria de tecido cama, mesa e banho do vale do itajaí***



37 ***Estudo da redução no tempo de repouso do tingimento por impregnação***



69 ***A ascensão da inteligência artificial na educação: implicações e desafios éticos***

Avaliação da qualidade da linha de costura fornecida para a indústria de tecido cama, mesa e banho do vale do itajaí



AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA LINHA DE COSTURA FORNECIDA PARA A INDÚSTRIA DE TECIDO CAMA, MESA E BANHO DO VALE DO ITAJAÍ

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF THE SEWING YARN SUPPLIED TO THE BED, TABLE AND BATH FABRIC INDUSTRY IN THE ITAJAÍ VALLEY

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

Daiana Priscila Santana Ruas Bernardo
Curso Técnico Têxtil EAD, SENAI SC. daiana_ruass@hotmail.com

Jeferson Augusto Maus Santos
Curso Técnico Têxtil EAD, SENAI SC. jeferson.maus1986@gmail.com

Jenifer Larsen
Curso Técnico Têxtil EAD, SENAI SC. larsenjenifer740@gmail.com

Marlete Lutzow de Lima
Curso Técnico Têxtil EAD, SENAI SC. marlete.liitzow@gmail.com

---

RESUMO

Este projeto foi montado baseado em uma empresa do vale do Itajaí, a mesma tem uma produção de cama, mesa, banho e decoração. O trabalho começa mostrando as etapas dos processos produtivos têxteis divididos em: fiação, tecelagem, beneficiamento, confecção e expedição. A qualidade tem uma grande influência na confecção das peças, por esse motivo o tempo que levam para consertar as peças com defeitos interfere muito no tempo produtivo. O projeto terá como norteador a análise das causas de retrabalho das peças confeccionadas com o fio 24 tex na produção de costura, uma vez que características inerentes a linha de costura como: emendas, pilling e pontos grossos são parâmetros que influenciam diretamente na questão do trabalho em máquina de costura na formação do matelassê. Em sequência, relata a aplicações dessas técnicas na empresa estudada, detalhando os passos seguidos, resultados e conclusões obtidas.

Palavras-chave: processo têxtil; ruptura de fio; controle de qualidade

ABSTRACT

This project was created based on a company in the Itajaí valley, which produces items for beds, tables, baths and decorations. The work begins by showing the stages of the textile production processes divided into spinning, weaving, processing, manufacturing and shipping. The project will be guided by the analysis of the causes of reworking of pieces made with 24-tex thread in sewing production, since characteristics inherent to the thread such as: splices, pilling and thick stitches are parameters that directly influence the issue of machine work of sewing in the formation of matelassé. It then reports on the applications of these techniques in the company studied, detailing the steps followed, results and conclusions obtained.

Keywords: textile process. yarn breakage. sewing yarn quality. textile quality control.

Data de Submissão: 23/08/2024
Data de Aprovação: 23/09/2024

1 INTRODUÇÃO

Diante da realidade em que se apresenta o mercado atual, onde a competividade empresarial é cada vez mais forte, as organizações precisam buscar alternativas para se manterem competitivas. A empresa têxtil fabricante de itens de cama, mesa e banho do vale do Itajaí busca novas formas de permanecer no mercado desenvolvendo novos produtos, procurando atender seus clientes de forma mais ágil.

A qualidade tem uma grande influência na confecção das peças e, por este motivo, o tempo que levam para consertar as peças com defeitos interfere muito no período produtivo. Tal situação pode ser atenuada com matéria prima (tecidos), processos (máquinas e pessoas) e insumos (todos os materiais utilizados no processo que são incorporados ao tecido) em conformidade com a ficha técnica do produto que se necessita fabricar.

Tendo essa explanação como base, o presente projeto terá como norteador a análise das causas que originam o retrabalho das peças confeccionadas com linhas de costura de dois fornecedores ao longo do processo de produção, uma vez que características inerentes ao fio, como emendas, pilling e pontos grossos, são

parâmetros que influenciam diretamente na questão do retrabalho em máquina de costura na formação do Matelassê.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar a análise comparativa das características da linha de costura com relação ao impacto na produtividade das máquinas de costura de efeito matelassê.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar levantamento bibliográfico sobre o tema;
- Descrever o processo e pesquisar sobre os ensaios têxteis;
- Analisar em laboratório a qualidade da linha de costura;
- Relatar e analisar os dados obtidos para elaborar o trabalho de conclusão curso;

2.3 HIPÓTESE

Avaliar se as características físicas da linha de costura utilizada no processo de confecção do matelassê (costura colcha), é o principal causador da redução da produtividade no setor de confecção devido ao aumento dos índices de ruptura de linha.

3 REVISÃO DA LITERATURA

O processo produtivo têxtil pode ser dividido em 5 etapas: fiação (fio), malharia (tecido circular), tecelagem (tecido plano), beneficiamento (acabamento) e confecção. O processo de fiação começa com a matéria-prima (fibras sintéticas, artificiais e natural) onde passa pela sala de abertura, cardas, passadores, penteadeira, maçaroqueira, filatórios, retorcedeiras e conicaleiras. O produto final da fiação é fio cru, enrolado em cone.

O processo de tecelagem consiste no entrelaçamento de fios colocados em sentidos diferentes, na longitudinal (urdume) ou na transversal (trama), tendo como produto final de uma tecelagem é tecido plano cru. A tecelagem é caracterizada através do cruzamento de dois sistemas de fios paralelos, sendo o primeiro, constituído por filamentos que entram no tear (já paralelizado) denominados de fios urdume. Os fios de urdume irão sair do rolo e passarão pela agulha dos quadros dos liços. Nos fios simples, eles são intercalados entre os quadros de liços. O abaixar e o levantar alternado dos quadros de liços fazem com que se abra entre duas camadas dos fios, um espaço chamado de “cala”, que é onde será inserido o fio da trama através de uma lançadeira. Logo após a passagem do fio na trama, o pente se deslocará fortemente para a direita, batendo os fios para que eles possam se aproximar do fio anterior. Esse processo se repetirá podendo a chegar a 10 batidas por segundos, produzindo o tecido.

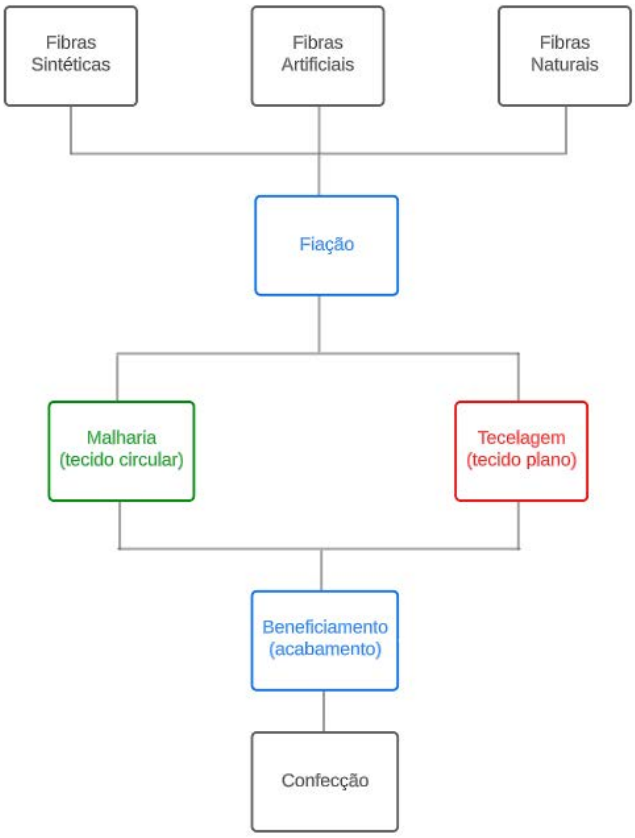
No processo da malharia por trama, os fios vão para os teares de agulhas (circulares ou retilíneos), até formar o tecido de malha crua. Esse processo obtém um tecido através de fios que se formam, denominando-os “laçadas de fio” para, em seguida, serem entrelaçados com outra configuração semelhante, abertas ou fechadas, em duas direções: horizontal ou vertical. A malharia por trama é obtida a partir de um único fio que, ao utilizar a agulha, forma uma carreira de sucessivas laçadas que irão se entrelaçar com as laçadas da carreira seguinte.

O beneficiamento visa, de forma geral, melhorar as características físico-químicas do substrato e se caracteriza por ser o processo pelo qual a substância passa após a tecelagem para melhorar o aspecto visual. Exemplos: fibras, fios, filamentos, tecidos de cala, tecido de malha, não tecidos e confeccionados. É o processo pelo qual o substrato passa após a tecelagem para melhorar o aspecto visual. O produto final pode ter cor, estampas ou efeitos específicos como toque, brilho, impermeabilidade, resistência à chama etc. O beneficiamento é responsável pela preparação do substrato para posterior fornecimento de coloração e para o acabamento. O processo

de beneficiamento e acabamento de tecido e malhas envolve várias etapas de produção que são chamadas de fases.

Depois de passar por todos os processos, o tecido acabado segue para o setor de confecção onde consiste na produção, desenvolvimento e finalização do produto desejado. A figura a seguir mostra como cada processo se apresenta no fluxo, onde pode ser visto que dependendo do tecido a ser produzido, pode haver uma mudança do processo. Há empresas que possuem algumas dessas etapas e outras que possuem todas. A estas últimas damos o nome de empresas verticalizadas, por terem todas as etapas de produção do material têxtil até a confecção. A figura a seguir mostra o fluxo do processo têxtil de uma empresa verticalizada.

Figura 1 - Processo Produtivo Têxtil.



Fonte: Autores do projeto (2023)

3.1 FIBRAS TÊXTEIS

Fibras têxteis é a unidade da matéria, caracterizada por sua flexibilidade, suavidade, elasticidade, resistência, tenacidade, finura e elevada proporção entre o comprimento e finura, cujas propriedades as tornam capazes de serem transformadas em fio. A fibra têxtil é classificada a partir de fibras naturais, de origem vegetal, animal ou mineral, assim como toda matéria artificial ou sintética, que por sua alta relação entre seu comprimento e seu diâmetro, e ainda, por suas características gerais, está apta às aplicações têxteis (CONMETRO, 2008).

As fibras têxteis podem ser divididas inicialmente em dois grupos, denominados fibras naturais e fibras manufaturadas. As fibras naturais são divididas pela sua origem: vegetal, animal ou mineral (FIEMG; FEAM, [2014]), e o algodão, a seda, a lã e o linho, são exemplos. Enquanto as fibras manufaturadas podem ser subdivididas em artificiais, que são polímeros obtidos a partir de transformações da celulose, como o acetato e o raiom; e as sintéticas, que são derivadas de subprodutos do petróleo, como o náilon, a poliamida e o poliéster (Kon; Coan, 2005).

Com a chegada das fibras têxteis à empresa, sob a forma de fardos, estes são descarregados em local apropriado (livres da ação do sol e da chuva) onde são retiradas amostras para análises que farão a classificação das fibras (Pereira, [2009?]), para que, em seguida, sejam separadas, misturadas e enviadas para a fiação. De acordo com o Universal Standards for American Cotton (GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, [2009]) a classificação é determinada a partir de três fatores principais: a cor (desenvolvida de acordo com o tipo de solo), a pureza (que indica o conteúdo de folhas ou resíduos no algodão) e o comprimento da fibra (definido como o comprimento médio da metade mais longa da fibra). A mistura das fibras deve ser uniforme e não deve apresentar variações significativas entre os fardos, porque isso pode impactar na resistência. regularidade do fio e na sua coloração, essas características são de extrema importância para as próximas etapas do processo.

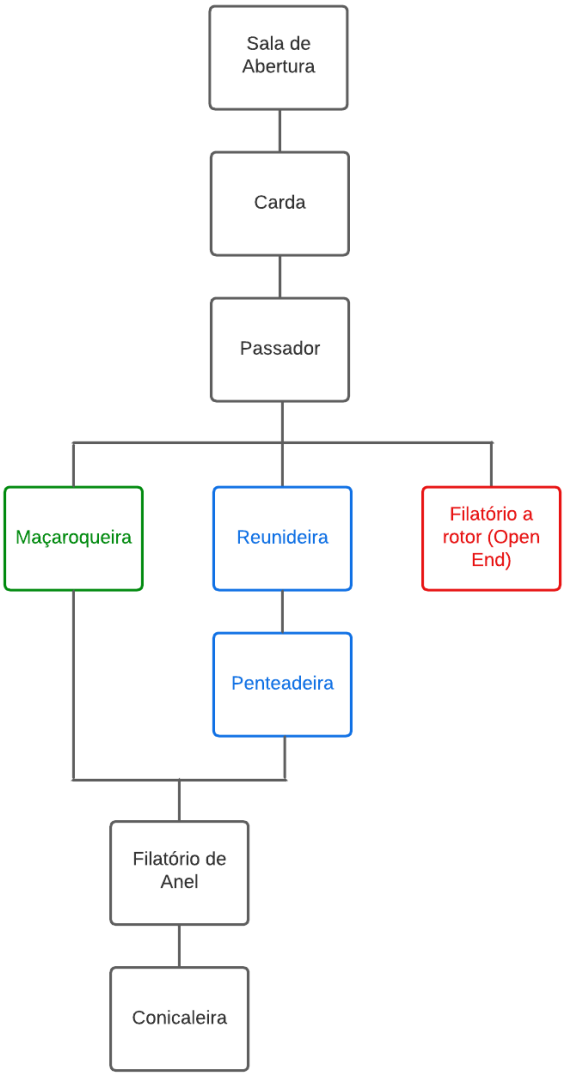
As indústrias de fiações são especializadas na fabricação de fios penteados e cardados, parafinados ou não, singelos e retorcidos, fios mistos e algodão/poliéster. É na fiação que se iniciam os processos que consistem na formação do fio, onde são englobadas as operações por meio das quais as fibras são abertas, limpas e orientadas em uma mesma direção, paralelizadas e torcidas de modo a se prenderem umas às outras por atrito. Entre estas operações temos: abertura e separação das fibras, limpeza, paralelização parcial e limpeza, limpeza e paralelização final, regularização, afinamento, torção e embalagem. (Horrocks; Anand, 2000); (BTTG, 1999).

3.2 O PROCESSO DE FIAÇÃO

O processo de fiação pode ser descrito como a etapa de obtenção do fio a partir das fibras têxteis utilizadas como matéria-prima. Em geral, o fio pode ser definido como um agrupamento de fibras lineares ou filamentos, que formam uma linha contínua com características têxteis (FIEMG; FEAM, [2014]). Compreende diversas operações por meio das quais as fibras são abertas, limpas e orientadas em uma mesma direção, paralelizadas e torcidas de modo a se prenderem umas às outras por atrito (Pereira, 2009).

Existem 3 tipos de fios confeccionados em diferentes filatórios, são eles: Penteado, Cardado e Open End. (Horrocks e Anand, 2000); conforme mostra a figura 2 a seguir.

Figura 2 - Fluxograma do Processo da Fiação.



Fonte: Autores do projeto (2023)

O processo de preparação inicia-se no depósito de fibras, onde os fardos de algodão estocados são levados à sala de abertura – após prévio estudo do tipo de mistura a ser realizado –, abertos nos módulos e submetidos à remoção das impurezas, como cascas, galhos, folhas e areia. Os resíduos provenientes da plantação, cascas e folhas de algodão também são removidos e é produzida uma manta de fibras a ser enviada

para a máquina carda de forma contínua, onde há a paralelização das fibras com a obtenção de um véu que, na saída da máquina, transforma-se em uma fita. Para se obter uma maior homogeneidade e uniformidade dos fios fabricados, é feita uma mistura de fibras de diferentes fardos. (Horrocks; Anand, 2000).

Segue-se então para os passadores em que várias mechas (das cardas) passam por um sistema de junção, com posterior estiramento, para obtenção de mechas com melhor uniformidade (COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE, 2001). Nessa etapa ocorre a mistura de diversas fitas de carda – de 4 a 16 fitas de carda que podem ser colocadas na entrada de um único passador – com o objetivo de paralelizar as fibras através da estiragem a fim de gerar uma fita de passador uniforme. (Horrocks; Anand, 2000). À medida que se tem o aumento do número de passagens, com a entrada de passadores de 2ª e até 3ª passagem, a homogeneidade a fita aumenta, bem como a mistura da matéria prima, o que é refletido no material ao final do processo de fiação com um fio mais regular.

Por fim, a fita do passador vai para a maçaroqueira, onde serão confeccionados os pavios. Esses materiais são fios de grande dimensão com cerca de 3 a 5 mm de espessura. A transformação das fitas em pavios se dá por estiramento e torção em um processo totalmente mecânico. A fita de maçaroqueira confeccionada vai então para os filatórios, onde irá produzir os diferentes tipos de fio que, por fim, serão retorcidos para que ganhem melhor qualidade e resistência.

A linha de costura é feita pelos fios que vem da fiação. Assim, pode ser feita por um fio singelo, por fios retorcidos de fibras cortadas ou filamentos, com mais torções/cm, com fibras naturais ou sintéticas. Assim, uma das suas características é ter a resistência maior que os fios, em função da sua aplicação na confecção, por isso pode ter peculiaridades diferentes em relação a torção, número de cabos/fios e composição. Contudo, por ser feito pela fiação, possui os mesmos métodos de padronização e manufatura de um fio.

3.3 TITULAÇÃO DO FIO

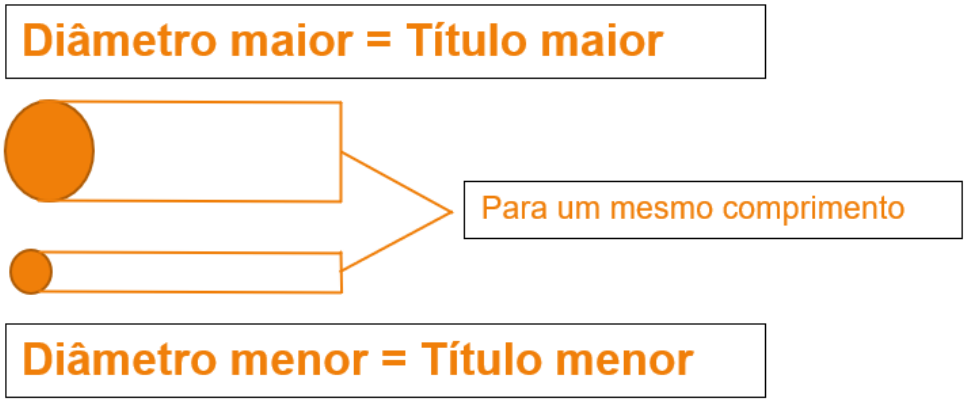
Chamamos de fio, um conjunto de fibras entrelaçadas que compõem um cilindro de diâmetro irregulares no comprimento do filamento. Essa irregularidade não é possível ser medida a olho nu.

Havendo a necessidade de classificar os fios, foi criado uma forma de identificar os parâmetros (titulação) de fios na fiação. No título de produtos têxteis, o fio expressa a "grossura" média de um filamento, fazendo uma correlação entre peso e comprimento dos materiais têxteis. Esta classificação se estende aos demais produtos de fiação, como manta, mecha, pavio, cabos, cordas, fibras e filamentos. A titulação está dividida em dois grandes grupos, cada um deles partindo de princípios diferentes:

3.3.1 Titulação direta

A titulação direta é caracterizada pelo comprimento constante e pelo peso variável. O título é dado por uma certa quantidade de massa para um determinado comprimento de fio. Quanto maior a espessura, maior o número. Nessa titulação o fio é diretamente proporcional ao diâmetro.

Figura 3 - Designação da titulação direta.



Fonte: Autores do projeto (2023)

Dentro deste grupo há o sistema de medição Tex (múltiplos e submúltiplos). O título Tex de um fio é igual à massa em gramas de 1.000 metros de filamento ou de qualquer outro material têxtil. É a representação recomendada pelo Sistema Internacional de Unidades (SI), já que o comprimento é a medida de 1.000 metros de material. Desta forma, o material que apresentar massa de 24.000 metros de grama em tal comprimento, terá como título 24 Tex e assim sucessivamente. É usado também para fibras sintéticas e filamentos.

Exemplo: 24.000g/1.000m = 24 Tex

Figura 4 - Cálculo do sistema de titulação direta.

Para obter o título	Para obter o peso	Para obter o comprimento
$T = \frac{K \times P}{C}$	$P = \frac{K \times P}{K}$	$C = \frac{K \times P}{T}$

Essas fórmulas derivam da fórmula matemática básica: **K x P = C x T**

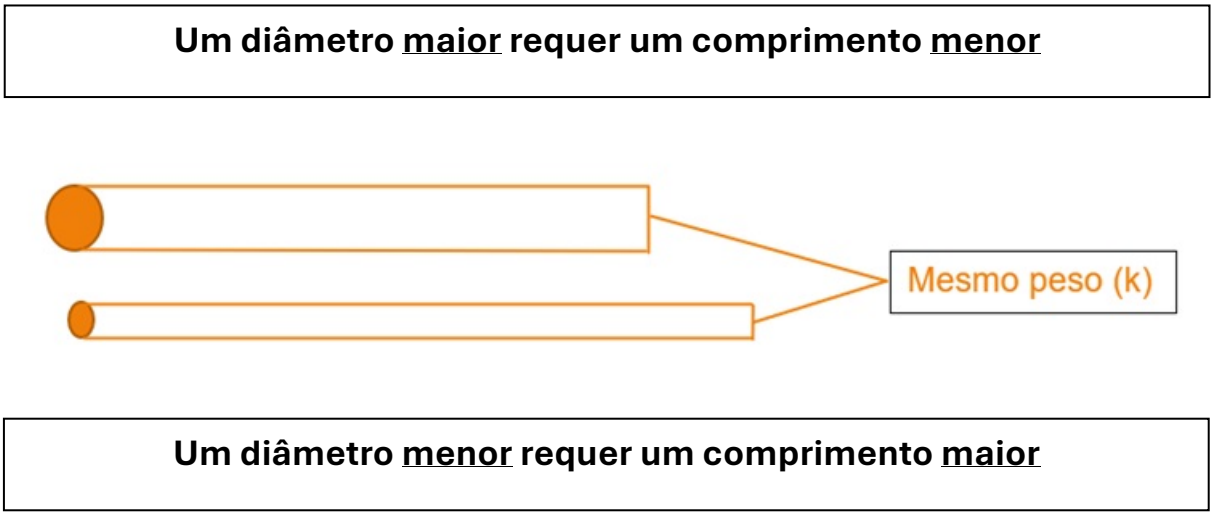
Fonte: Autores do projeto (2023)

3.3.2 Titulação indireta

É caracterizado pela massa constante e o comprimento variável. O título é dado pela quantidade de determinados comprimentos de fio necessários para ser obtido a uma determinada massa, quanto menor a espessura; maior o número. Nessa titulação é inversamente proporcional ao diâmetro. É o mais apropriado na titulação de fios de algodão.

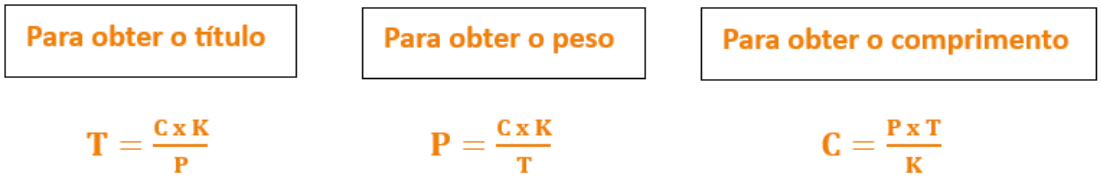
Os sistemas indiretos de titulação tomam como base a massa fixa e o comprimento variável, ao contrário do que acontece com os sistemas diretos de titulação onde a base é comprimento fixo e massa variável. Neste caso, o título do fio é indiretamente proporcional à sua “espessura”. As figuras 5 e 6 a seguir mostram as características sobre o processo de titulação indireta.

Figura 5 - Designação da titulação indireta.



Fonte: Autores do projeto (2023)

Figura 6 - Cálculo do sistema indireta.



Essas fórmulas derivam da fórmula geral: **C x K = P x T**

Fonte: Autores do projeto (2023)

3.4 CONTROLE DA QUALIDADE

O termo qualidade possui características que implicam dificuldades na definição plena da palavra. Por ser de domínio comum, cada qual, em alguma circunstância na sua vida, já avaliou a qualidade de acordo com seu conceito e sua percepção a respeito de um produto ou serviço. Segundo Juran (1904, p.04).

No contexdo INMETRO a qualidade: compreende o grau de atendimento (ou conformidade) de um produto, processo, serviço, ou ainda, um profissional de requisitos mínimos estabelecidos em normas ou regulamentos técnicos, com o menor custo possível para a sociedade.

A falta de qualidade gera prejuízo, pois quando um produto apresenta defeitos, a empresa gasta novamente para corrigir tais problemas e o custo de produção de uma peça defeituosa pode até dobrar (Neto; Campos, 2004).

A qualidade é uma abordagem administrativa que tem como um de seus objetivos propiciar o desenvolvimento organizacional por intermédio da melhoria contínua dos processos produtivos. Entre as variáveis analisadas podemos destacar: os processos produtivos, o trabalho realizado, os clientes, os procedimentos e as técnicas, o controle e o produto final (Neto; Campos, 2004).

Fundamental para a obtenção dessas vantagens competitivas é a melhoria dos processos produtivos (Juran, 1993) . Processos com qualidade de conformação insatisfatória não conseguem ser competitivos em custo, no mínimo em decorrência dos altos índices de refugo e retrabalho; não conseguem ser competitivos em prazos de entrega, já que o volume de produção aceitável será imprevisível; e finalmente não conseguem também ser competitivos em atributos, já que muito provavelmente a perda de qualidade de produtos (aceitos) resultantes de processos com características de conformação insatisfatórias, será maior em função da dispersão excessiva dos resultados (Taguchi, 1990).

No século XIX, os esforços para eliminar as variações inerentes ao processo eram, muitas vezes, bem-sucedidos devido à simplicidade de seus produtos manufaturados. Atualmente, com a maior complexidade dos sistemas de fabricação e montagem, grande atenção é despendida no controle da variação das características do produto em torno do valor nominal (Provost; Norman, 1990).

O Controle Estatístico de Processo (CEP) é um método quantitativo utilizado para controlar as variabilidades do processo e, através do uso dos gráficos de controle, monitora as características dos produtos com relação aos limites de especificação. Em outras palavras, o CEP é o uso de ferramentas da qualidade para avaliar e medir constantemente o processo. Se o processo apresentar uma situação significativa de descontrole estatístico, devem ser tomada ações corretivas para manter a estabilidade do processo.

3.4.1 Ensaios têxteis

Segundo o SENAI (2018) “Os ensaios têxteis possuem o objetivo de controlar a qualidade dos processos de matérias primas, insumos (produtos intermediários) e produtos (fios, linhas, tecidos e não tecidos), seguindo normas técnicas e de procedimentos”. Os ensaios têxteis são práticas dotadas de um elevado grau de importância para a melhoria da qualidade na indústria têxtil, sendo aplicados não somente em teste de análises, mas também possibilitam a base de pesquisas para o

desenvolvimento de novos produtos e serviços, além de fundamentação dos processos produtivos.

Os ensaios têxteis são embasados em normas técnicas que definem padrões de características físicas, químicas, ambientais e metodológicas para a execução de testes. As normas técnicas são vistas como um documento aprovado por órgãos reconhecidos, como o INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) que define métodos, regras e parâmetros para a realização de atividades e dos resultados gerados, com o intuído de se obter um grau ótimo da qualidade em variados contextos de aplicação, servindo de padrão para o uso comum e repetitivo. Ou seja, pode-se dizer que no contexto dos ensaios têxteis, as normas técnicas possuem o objetivo de descrever detalhadamente os procedimentos que serão necessários para a execução de determinado teste, isto inclui máquinas, equipamentos e materiais apropriados para a realização.

Segundo o SENAI (2018), “Ao avaliar as amostras, espera-se gerar informações representativas da produção ou do lote”. A análise destas informações pode gerar resultados para serem comparados com os padrões de qualidade desejados, permitindo identificar possíveis falhas na produção e, se necessárias, ações corretivas e representativas, gerando dados e informações para serem utilizados no planejamento estratégico da empresa.

3.4.2 Ensaio de titulação

As linhas e fios são caracterizados pelo título, que indica a relação entre o peso e o comprimento do fio, sendo um parâmetro fixo e variável. Como dito anteriormente nos dois tipos de titulagem (o sistema indireto, onde o peso é fixo e o comprimento é variável; e o sistema direto, onde o comprimento é fixo e o peso é variável), o fio mostra a sua grossura.

Segundo o SENAI (2018), o teste de título do fio visa verificar a distribuição de massa de fibras ao longo de um determinado comprimento através de uma parametrização

numérica. Podemos calcular o título através da relação da distribuição de massa fibra e o seu comprimento linear, e normalmente é calculado em Tex ou Ne (Número Inglês).

Para a verificação do título do fio, podemos utilizar a norma ABNT NBR 13214 Materiais têxteis: “determinação dos títulos de fios”, que recomenda aspa ou madeira com perímetro de 1 metro, contendo dispositivos para controle de tensão de enrolamento, seleção do número de voltas e movimento de vaivém do guia fio. E a balança deve ter resolução igual a 1/1000 da massa a ser medida — para mais detalhes consultar as normas técnicas mencionadas. A balança é utilizada para fazer o cálculo do título do material têxtil como fitas, pavio e fio. A aspa é utilizada para enrolar meadas com o comprimento e voltas pré-determinadas no ensaio do título do fio.

3.4.3 Ensaio de resistência

Segundo o SENAI (2018), no processo têxtil, os fios são tracionados em diversas etapas, desde a construção deles, a sua transformação em tecido, o beneficiamento até as indústrias de vestuários. Assim, para atender a demanda de seus clientes, o fio deve estar preparado para não ser rompido e resistir a força aplicada.

Sabe-se que o aumento de rupturas nos fios impacta diretamente na qualidade, nos custos de produção e nos índices de fabricação de todo o processo têxtil. Além disso, um fio com muita ruptura pode ser identificado pelo número de emendas feito ao longo dos processos, afetando também o visual do tecido beneficiado. Para melhorar a resistência do fio, pode-se trabalhar em cima de alguns fatores relacionados as fibras que compõe o fio, por exemplo, fibras longas colaboram para que o fio tenha mais resistência; as fibras finas dão o poder maior de resistência, pois aumentam o número de fibras na seção transversal do fio e, consequentemente a coesão entre as fibras, a regularidade do fio, ou seja, a uniformidade da distribuição da massa de fibras no fio, pois os pontos muitos finos ou muitos grossos causam pontos fracos no fio, permitindo a sua ruptura.

A distribuição do comprimento das fibras também deve ser uniforme, pois, a produção composta por uma massa de fibras com uma alta variação de comprimento de fibras produzirá fios com baixa resistência; e a presença de fibras curtas deixara o fio mais frágil e exigirá um maior número de torção para fiar, consequentemente produzindo fios mais duros e inflexíveis. O teste de resistência dos fios pode ser feito através de um fio ou em meadas de fios, por meio de aparelhos como os dinamômetros que quantificam a resistência dos fios. Atualmente pode-se encontrar aparelhos automatizados e informatizados para este fim, contribuindo para agilizar a entrega dos resultados e o aumentando do poder de confiabilidade nos dados gerados.

3.4.4 Ensaio de aspecto visual

Para identificar o aspecto visual, é utilizado o maquinário seriplano que consiste em um instrumento para posicionar fios lado a lado e permitir seu exame e comparação visual. As placas do seriplano permitem a observação do grau de pliosidade de fios e quantidades de neps, regularidade, pontos finos e grossos, apresentando defeitos no fio e efeito moiré (que são desenhos de ondas que se formam na placa). O seriplano é bastante útil para comparar os ajustes de purga independente das leituras de regularidade de massa.

3.5 MATELASSÊ

Matelassê é uma palavra de origem Francesa, que significa acolchoado. E em nosso estudo representa um artigo têxtil utilizado para a linha de cama e decorações. Este artigo é feito utilizando-se dois tecidos planos, com enchimentos entre eles. E para unir os dois tecidos é aplicada uma costura com uma máquina de bordar multiagulhas podendo causar um efeito visual na superfície do tecido plano formando diferentes desenhos, além de ficar acolchoado. O substrato têxtil acolchoado é um tipo de material utilizado para revestir e proteger superfícies, como móveis, colchões e estofados. seu acabamento é feito através de pesponto que unem dois tecidos sobreposto com uma fibra , finalizando sua costura em diferentes formatos de desenhos, resultando em uma colcha (acolchoado).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente projeto é visto como um estudo experimental, seguindo um planejamento. As etapas de pesquisa iniciam pela formulação exata do problema e das hipóteses, que delimitam as variáveis precisas e controladas que atuam no fenômeno estudado (Triviños, 1987).

Para Gil (2007), a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.

Já segundo Fonseca (2002, p. 38) mostra uma nova perspectiva sobre a pesquisa experimental:

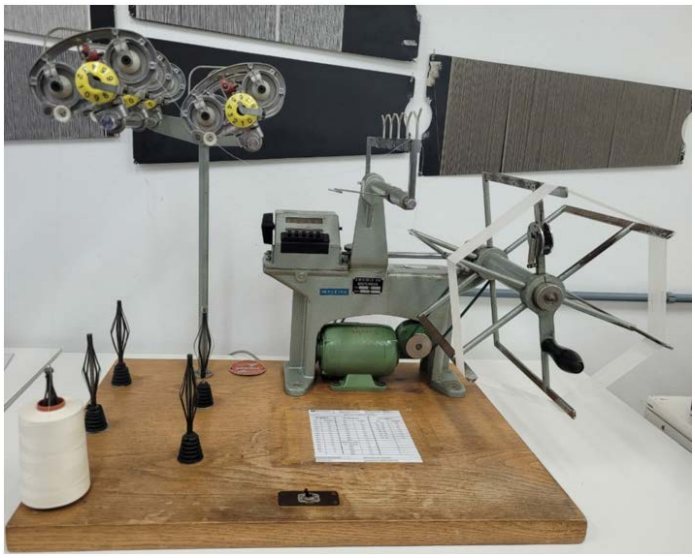
> A pesquisa experimental seleciona grupos de assuntos coincidentes, submete-os a tratamentos diferentes, verificando as variáveis estranhas e checando se as diferenças observadas nas respostas são estatisticamente significantes. [...] Os efeitos observados são relacionados com as variações nos estímulos, pois o propósito da pesquisa experimental é apreender as relações de causa e efeito ao eliminar explicações conflitantes das descobertas realizadas. (Fonseca, 2002)

Serão analisados fios de dois fornecedores diferentes, designados como F1 – Fornecedor 1 e F2 – Fornecedor 2, nos testes de:

- Titulação (meadeira)

Aspa ou meadeira, e balança de precisão são equipamentos para realizar teste de aferição de título do fio fiado ou texturizado, é dado através de um número no qual é determinado peso e comprimento. Para isso é utilizada a norma ABNT NBR 13214 materiais têxteis. As figuras a seguir mostram o equipamento meadeira em processo de obtenção de amostras e a balança utilizada para o projeto.

Figura 7 - Meadeira em processo de obtenção das amostras.



Fonte: Autores do projeto (2023)

Figura 8 - Balança de precisão.



Fonte: Autores do projeto (2023)

- Resistência (dinamômetro)

Dinamômetro é um equipamento utilizado para medir a resistência do fio, conforme especificação do processo e medir a capacidade de resistência ao alongamento. Ambos os parâmetros são analisados mensurando desde a tração, até a ruptura do fio. A figura a seguir mostra o esquema de um dinamômetro.

Figura 9 - Dinamômetro Uster® Tensorapid 3.



Fonte: Autores do projeto (2023)

- Aspecto visual (Seriplano)

Seriplano é o equipamento utilizado para análise visual da regularidade do fio. Esse método consiste em uma placa plana (de cor negra ou branca) que enrola o fio lado a lado permitindo a visualização dos pontos grossos e finos, quando há a presença deles na amostra. Para realizar os testes, consultar a norma técnica ASTM D2255. A imagem a seguir mostra o equipamento.

Figura 10 - Seriplano em processo de obtenção de amostra.



Fonte: Autores do projeto (2023)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados os dois tipos de linhas de costura mais utilizadas no processo (figura 11). Os ensaios feitos nos fios de poliéster dos fabricantes foram em sequência, obedecendo os mesmos parâmetros para todos. Já nos ensaios realizados no dinamômetro, foram coletadas 10 amostras de cada fornecedor para análises individuais, tendo em vista que esse equipamento registra um valor médio de ruptura, força aplicada, alongamento, tenacidade e força de comprimento. Esses resultados estão conforme a tabela 1 a seguir, nela também estão registrados a média de titulação de ambos os fornecedores.

Figura 11 - Fios analisados nos testes.



Fonte: Autores do projeto (2023)

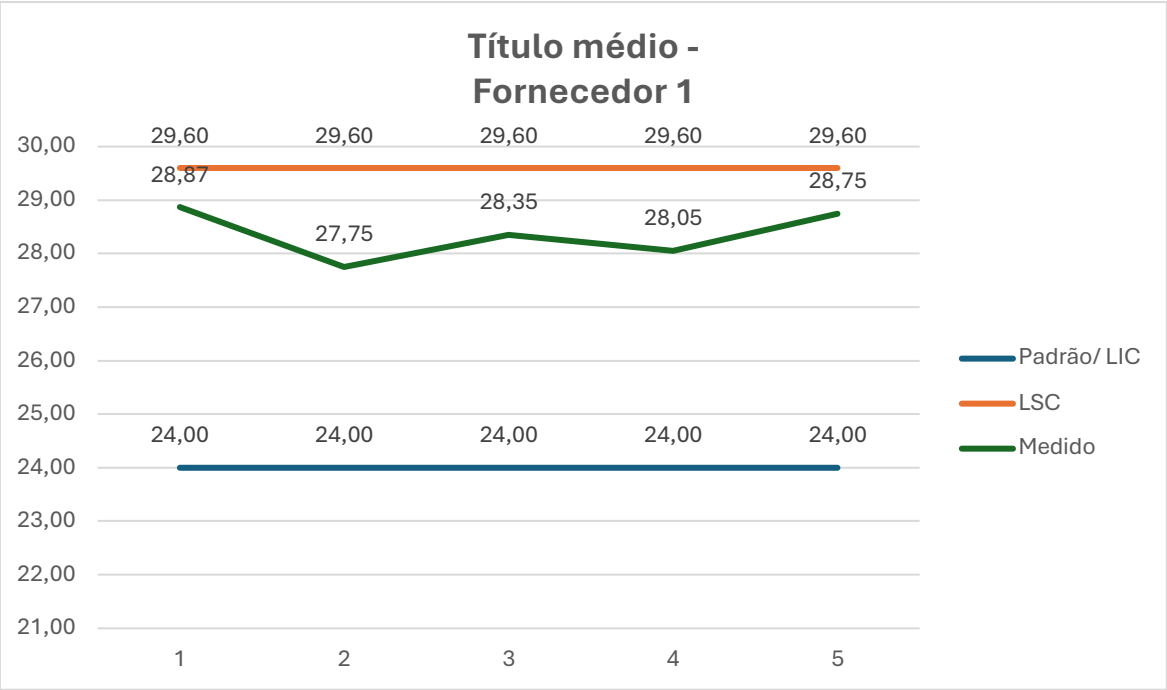
Tabela 1 - Comparativo de parâmetro da qualidade do fio entre fornecedores.

FORNECEDOR	Índice aceitável ≥	F1	Índice aceitável ≥	F2
TITULO DO FIO (NOMINAL)	**Empresa**	**24 TEX**	**Empresa**	**26 TEX**
TITULO DO FIO (REAL)	24,00 - 29,20	28,35	26,00 - 29,60	28,32
TEMPO DE RUPTURA	-	1,29	-	1,24
FORÇA APLICADA	-	13,28	-	13,07
ALONGAMENTO	≥ 16,17	21,48	≥ 19	20,59
RESISTÊNCIA	≥ 50	55,32	≥ 50	50,26
FORÇA POR COMPRIMENTO	-	62,32	-	55,27
COMPOSIÇÃO	100% Poliéster	100% Poliéster	100% Poliéster	100% Poliéster

Fonte: Autores do projeto (2023)

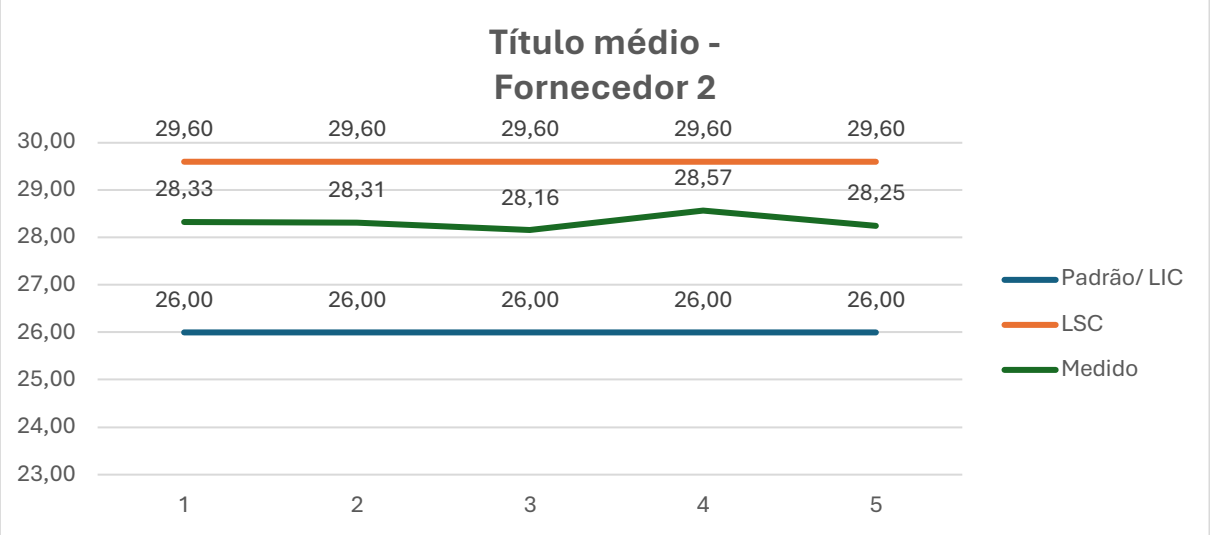
De acordo com os dados apresentados acima, nota-se uma diferença muita pequena entre os resultados obtidos no equipamento de medição de resistência do fio. Com relação a titulação, cada fornecedor apresenta um valor nominal, sendo aplicado a variação aceitável pela empresa de até 29,6 tex, representando um percentual de variação para o F1 de 18,00% e para o F2 de 13,00% a mais da titulação real do fornecedor. Nas imagens apresentadas a seguir é visto a relação entre o valor da titulação nominal passada pelo fornecedor e o valor real da titulação do fio, calculado em laboratório.

Gráfico 1 - Titulação real x titulação nominal do fornecedor 1.



Fonte: Autores do projeto (2023)

Gráfico 2 - Titulação real x titulação nominal do fornecedor 2.



Fonte: Autores do projeto (2023)

Além dos resultados dos ensaios mostrados acima, serão visualizados também os dados de produção de tecido no processo de confecção, sendo realizada a

comparação entre os dois fornecedores em ambas as máquinas. Os resultados das análises realizadas acima serão confrontados com os dados de produtividade da máquina de costura de matelassê para cada tipo de fornecedor de forma a procurar uma possível relação entre as características do material e a produtividade.

5.1 TESTE VISUAL NO SERIPLANO

O seriplano é um instrumento utilizado para posicionar fios lado a lado de modo a permitir a visualização do seu aspecto e sua comparação visual. O fio é colocado no equipamento onde é enrolado sobre a placa para poder visualizar a aparência do fio a fim se identificar irregularidades visíveis ao olho humano, tal como pilosidade e neps.

Com o teste visual conseguimos observar o grau de pilosidade do fio, a quantidade de neps (visual), as características dos problemas no fio e o efeito moiré, que ocorre quando um defeito se repete e pode ser observado pelos desenhos de ondas que se formam na placa. Cada pessoa possui uma percepção diferenciada, a visualização torna uma análise subjetiva de observador para observador e varia conforme a posição, contraste do fundo, intensidade, tipo de luz e outros fatores.

Figura 12 - Teste visual do fornecedor 1.



Fonte: Autores do projeto (2023)

É possível observar que o fornecedor 1 apresenta pilosidade não uniforme.

Figura 13 - Teste visual do fornecedor 2.



Fonte: Autores do projeto (2023)

É possível observar que o fornecedor 2 apresenta pilosidade mais uniforme (homogênea).

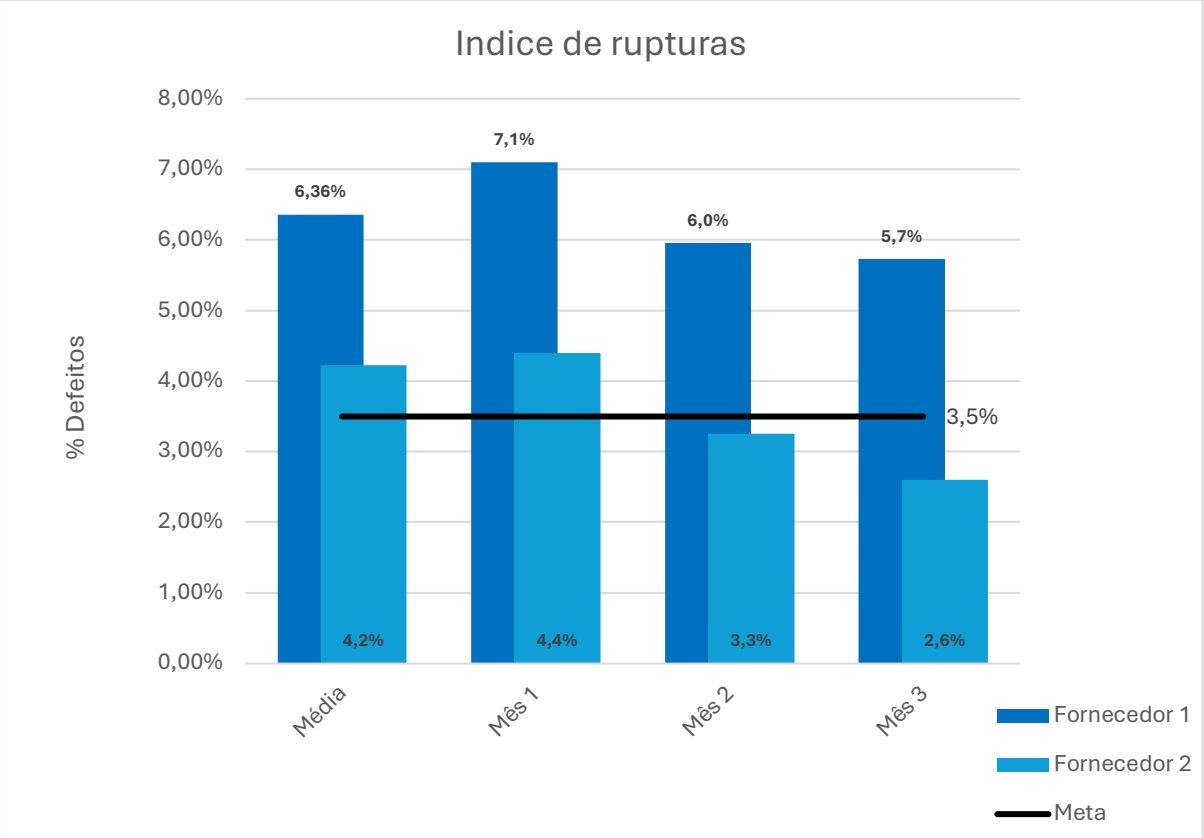
No laboratório, o controle de qualidade é de suma importância para detectar qualquer desvio negativo, e com isso informar a unidade defeituosa. Os desvios negativos são características muito importantes que afetam a capacidade do fio e a aparência do produto final, pois os defeitos são os fatores responsáveis pela produtividade e a maior quebra no processo.

A norma ABNT – NBR13378:2006 define os termos empregados na denominação de alguns defeitos que podem aparecer em fios durante o processo da fiação. São eles: Neps, que são pequenos pontos de comprimento curto no fio e o acúmulo de fibras semelhantes a nozinhos que não foram estirados durante o processo de fiação; Fio irregular, que é a irregularidade no diâmetro do fio para maior, caracterizando o aspecto físico; Fio fino, que é a irregularidade do fio para menor que normalmente é

utilizado, caracterizando a alteração do aspecto físico; Fio grosso, que é a irregularidade no diâmetro do fio para maior que normalmente é utilizado, caracterizando o aspecto físico e título errado; Moiré de fiação, que é o defeito provocado pela variação periódica do diâmetro do fio, formando desenhos irregulares no tecido ou uma espécie de ondas no sentido de trama e de urdume.

Foi acompanhando, em produção, o índice de rupturas de fio dos dois fornecedores, durante um período de 3 meses. A seguir, o gráfico 3 mostra a média entre eles, deixando claro que esse índice é quando o operador consegue identificar a ruptura de linha, demais defeitos como ponto frouxo e falhas de ponto nem sempre são identificados.

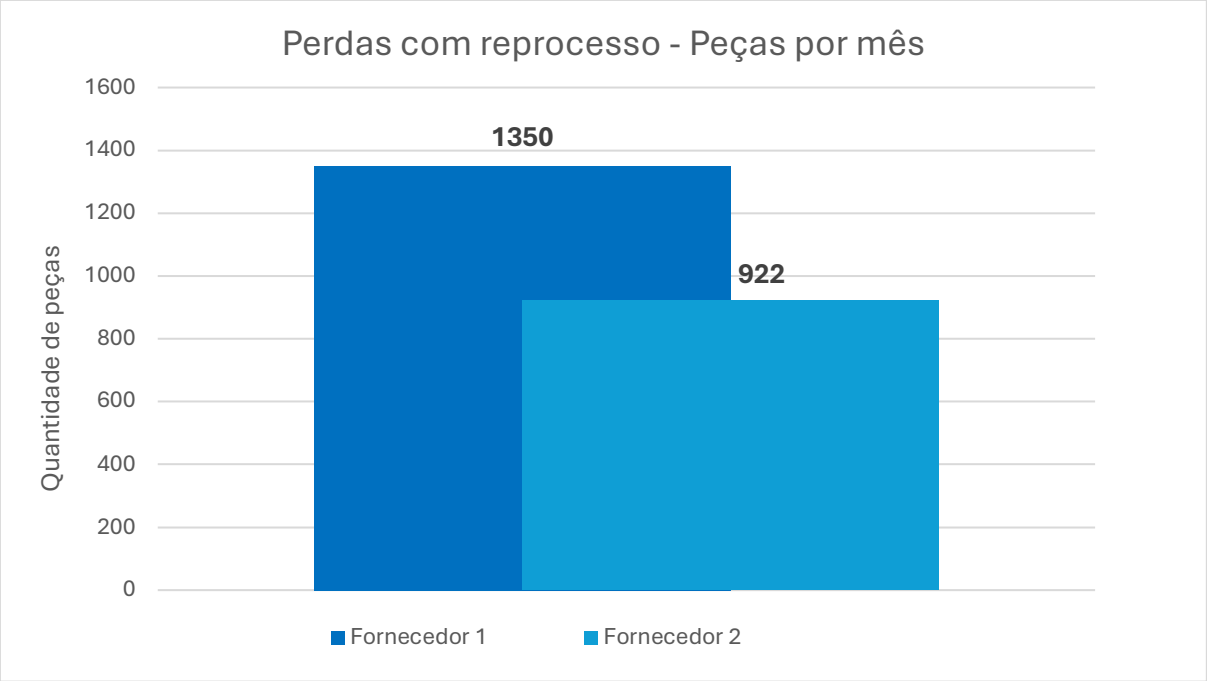
Gráfico 3 - Índice de ruptura na máquina de matelassê.



Fonte: Autores do projeto (2023)

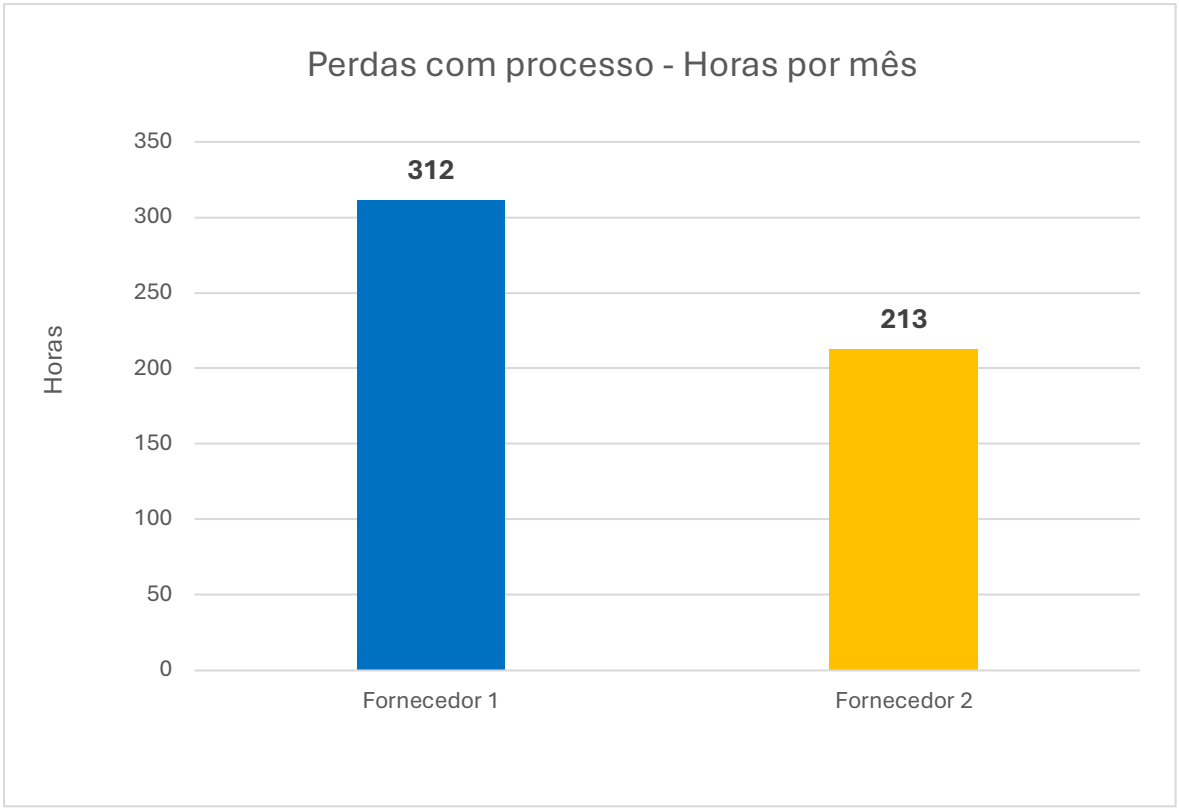
Com o índice de rupturas muito alto, foi feito um levantamento de uma produção mensal para mostrar a perda de reprocesso com o F1 x F2 e os impactos que cada um representa para a empresa com um volume de 14.500 peças por mês. Com isso foi feito um acompanhamento do tempo médio que leva para fazer o reprocesso causado na produção do produto com os fios utilizados dos dois fornecedores. No gráfico 4 vemos as perdas de reprocesso, e no gráfico 5 o tempo que leva para abrir e refazer a costura.

Gráfico 4 - Perdas com reprocesso.



Fonte: Autores do projeto (2023)

Gráfico 5 - Perdas com reprocesso.



Fonte: Autores do projeto (2023)

A linha de costura é um dos elementos mais importantes necessários para produzir uma costura resistente e durável. Linhas de alta resistência resultam em redução do número de quebras e, portanto, menor tempo de retrabalho na costura.

Para efetuar a costura durante os ensaios de costurabilidade, foi utilizada máquina multiagulha de costura matelassê.

Figura 14 - Máquina de multiagulhas.



Fonte: Autores do projeto (2023)

6 CONCLUSÃO

Este trabalho realizou uma análise comparativa da qualidade do fio fornecido para a indústria de tecido de cama, mesa, banho e decoração. Também teve como proposito analisar a resistência, alongamento à ruptura nas linhas de costura de diferentes fornecedores e o impacto que é causado na produção de costura matelassê.

As linhas passam rapidamente pela máquina, sendo que a sua estrutura e composição fibrosa são fatores que podem influenciar na resistência, afetando a qualidade da costura. Se faz importante acrescentar que as linhas fornecidas pelos fornecedores têm composição fibrosa diferentes, apresentando valores de resistência e estruturas

na formação. Dessa forma, os resultados obtidos no processo de costura, apresentam um desvio de resistência, caraterizada pela perda de tenacidade.

Após a finalização de todos os ensaios e análises dos resultados, é possível chegar à conclusão de que os dois fornecedores possuem não conformidade que impactam na eficiência e qualidade da costura em função da variação do título do fio, da resistência e do teste visual. Mas com os dados de comparação entre os dois fornecedores, o F2 mostra melhores resultados.

Podemos identificar pontos no processo que apresentam falhas na costura e ruptura de fio, onde a quantidade de retrabalho na operação poderia reduzir se o índice aceitável da empresa compradora fosse próximo a titulação nominal. As falhas e variações na qualidade da costura podem ser causadas pelas linhas, lembrando que podem existir outros fatores que influenciam na qualidade do processo, como a manutenção da máquina, a qualidade da agulha, ampliação dos conhecimentos do operador, entre outros. O processo de costura é crítico na determinação da produtividade e da qualidade da peça acabada.

Portanto, para obter um produto de maior qualidade, realizamos o teste em laboratório para aferir a propriedade do fio e no seriplano conseguimos visualizar o seu aspecto e sua comparação visual, nesse teste conseguimos observar o grau de pilosidade do fio, a quantidade de neps e as características dos defeitos no fio. Constatando-se que os resultados evidentes neste projeto demostram a necessidade de estudos constantes no processo produtivo, devido aos resultados dentro do conjunto de ensaios realizados.

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **D2255/D2255M**:09(2020)e1. Standard Test Method for Grading Spun Yarns for Appearance. West Conshohocken, PA, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-13214**: Materiais têxteis: Determinação do título de fios: Método de ensaio. São Paulo, 1994.

_____. **NBR-13378**: Tecidos planos: Defeitos: Terminologia. São Paulo, 1994.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE. **Roteiro Complementar de Licenciamento e Fiscalização para Tipologia Têxtil**. Recife: CPRH/GTZ, 2001. 125 p.

CONMETRO. **Regulamento Técnico Mercosul Sobre Etiquetagem de Produtos Têxteis**: Resolução Conmetro/MDIC no 02, de 06 de maio de 2008. Disponível em: https://sogi8.sogi.com.br/Manager/texto/arquivo/exibir/arquivo?eyJ0eXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9AFFIjAvMjEyOTEvU0dfUmVxdWlzaXRvX0xlZ2FsX1RleHRvLzAvMC9BTkVYTy5wZGYvMC8wIgAFF5HnoVBs1EId3muKuRRbLWZisOxQbbeczVXH7rII5kgM. Acesso em: 24 jun. 2023.

ENSAIOS TÊXTEIS: Volume 7. Rio de Janeiro: SENAI CETIQT, 2020/2021.

FIEMG; FEAM. Guia Técnico Ambiental da Indústria Têxtil. Minas Gerais: [*S.n.*], [2014].

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da Pesquisa Científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HORROCKS, A. R. **Handbook of Technical Textiles**. Wood Head Publishing, 2000.

JURAN, J.M. **Juran na liderança pela qualidade**: um guia para executivos 2.ed. São Paulo, Pioneira, 1993.

KON, A.; COAN, D. C. **Transformações da Indústria Têxtil Brasileira: a Transição para a Modernização**. **Revista de Economia Mckenzie**, São Paulo, ano 3, n. 3, p. 4, 2005. Disponível em: https://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/rem/article/view/774. Acesso em: 24 jun. 2023.

PEREIRA, G. S. **Introdução à Tecnologia Têxtil**. Araranguá: [*S.n.*], [2009].

PROVOST, L. P.; NORMAN, C. L. **Variation through the ages**. Quality Progress, v. 23, n. 12, p. 39-44, 1990.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. Departamento Nacional (Brasília) (org.). **Ensaios Têxteis**. Brasília: Senai DN, 2018. 92 p.

SHIGUNOV NETO, A.; CAMPOS, L. M. F. **Manual de gestão da qualidade aplicado aos cursos de graduação**. Rio de Janeiro, Fundo de Cultura, 2004.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a Pesquisa Qualitativa em Educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

Currículo Resumido do(s) Autor(es)

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

Especialista em educação profissional e tecnológica pelo SENAI CETIQT (2016), Especialista em Gestão pela Fundação Getúlio Vargas (2014), Engenheiro Industrial Têxtil pelo SENAI CETIQT (2003). Atua na educação profissional e tecnológica desde 2007 nos cursos técnicos e de qualificação da área têxtil, confecção e moda na modalidade presencial e a distância. Responsável técnico e pedagógico do curso técnico têxtil. E-mail: mbanja@cetiqt.senai.br. Lattes: http://lattes.cnpq.br/4544075505149452.

Daiana Priscila Santana Ruas Bernardo

Curso Técnico Têxtil EAD, SENAI SC. daiana_ruass@hotmail.com

Jeferson Augusto Maus Santos

Curso Técnico Têxtil EAD, SENAI SC. jeferson.maus1986@gmail.com

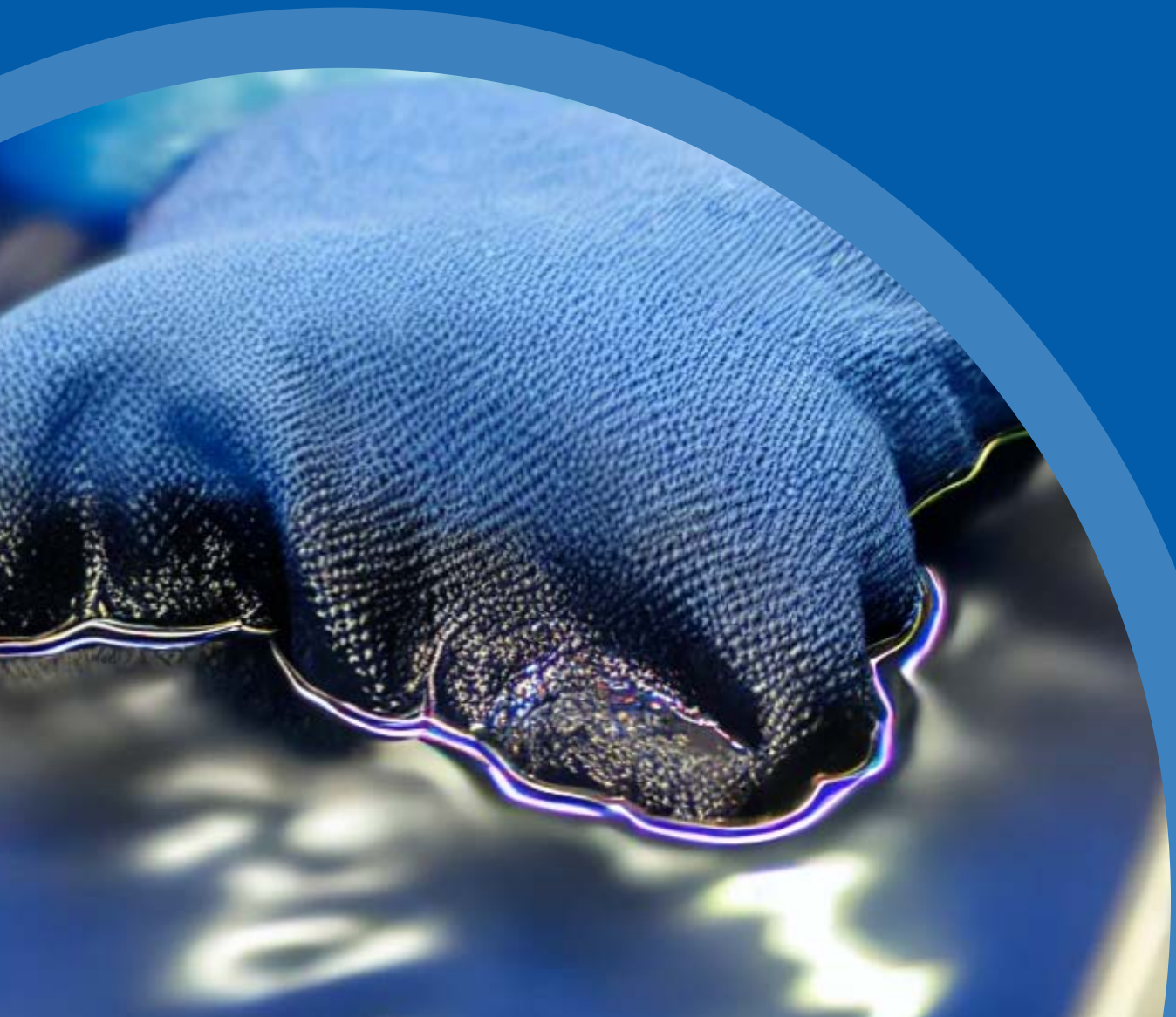
Jenifer Larsen

Curso Técnico Têxtil EAD, SENAI SC. larsenjenifer740@gmail.com

Marlete Lutzow de Lima

Curso Técnico Têxtil EAD, SENAI SC. marlete.liitzow@gmail.com

Estudo da redução no tempo de repouso do tingimento por impregnação



ESTUDO DA REDUÇÃO NO TEMPO DE REPOUSO DO TINGIMENTO POR IMPREGNAÇÃO

STUDY OF THE REDUCTION IN THE RESTING TIME OF IMPREGNATION DYEING

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

Bruna Auras
Curso Técnico Têxtil EAD, SENAI SC. bruna.auras@gmail.com

Eduardo Hostin
Curso Técnico Têxtil EAD, SENAI SC. eduardo.hostinn@gmail.com

Savio Souza Gomes
Curso Técnico Têxtil EAD, SENAI SC. saviosgomes95@gmail.com

RESUMO

O tingimento de tecidos via pad-batch por impregnação requer um tempo de repouso que pode ser variado para a classe de corante reativo utilizado. A realidade atual da empresa situada na região do Vale do Itajaí é um intervalo de repouso, independentemente da cor e classe de corante utilizado, de 24 horas, porém, diante deste cenário, o intuito desse projeto é reduzir este tempo pela metade. Portanto, obtiveram-se amostras que foram submetidas a um processo de tingimento em laboratório com cores variadas pertencentes à cartela da empresa, bem como com as diferenças de tempo de repouso mostradas e, posteriormente, lavadas e neutralizadas para a realização da análise comparativa em laboratório. O intuito foi avaliar se a redução de tempo era possível, desta forma, sendo viável acelerar o período de atravessamento dos produtos da linha dentro da fábrica. Nos tingimentos em que a concentração de corante era de até 10 g/L, os resultados foram satisfatórios, tendo as cores com concentração acima dessa medida, uma resposta aquém da expectativa. Tais apurações mostraram que quanto maior a concentração de corante, menor fidelidade de cor comparada com o padrão encontrado na relação aos dois tempos de repouso. O projeto mostrou que a redução do repouso é possível, desde que sejam realizados ajustes nas receitas de tingimento.

Palavras-chave: pad-batch; repouso; corante reativo; colorimetria.

ABSTRACT

Dyeing fabrics via pad-batch by impregnation requires a resting time that can vary depending on the class of reactive dye used. The current reality of the company located in the Vale do Itajaí region is a rest interval, regardless of the color and class of dye used, of 24 hours, however, given this scenario, the aim of this project is to reduce this time by half. Therefore, samples were obtained that were subjected to a dyeing process in the laboratory with different cores belonging to the company's card, as well as with the differences in protection time shown and, subsequently, washed and neutralized to carry out the comparative analysis in the laboratory. The objective was to evaluate whether time reduction was possible, thus making it viable to speed up the period of passage of line products within the factory. In dyeing's where the dye concentration was up to 10 g/L, the results were overwhelming, with the cores with a concentration above this measure, a response below expectations. Such investigations showed that the higher the dye concentration, the lower color fidelity compared to the pattern found in relation to the two reservation times. The project showed that reducing rest is possible, if settings are made in the dyeing recipes.

Keywords: pad-batch; rest; reactive dye; colorimetry.

Data de Submissão: 23/08/2024
Data de Aprovação: 23/09/2024

7 INTRODUÇÃO

Tendo em vista a importância e colocação da indústria têxtil no cenário nacional e, sendo a mesma, uma manufatura de transformação, procura-se muito pela melhoria dos processos, principalmente dentro do beneficiamento, setor que é responsável por agregar valor aos produtos comercializados.

Dentre as possibilidades, uma das maiores versatilidades em termos de beneficiamento, está no tingimento dos substratos, onde é possível obter uma gama infinita de cores dos tecidos, incluindo aqueles do fluxo felpudo, através da combinação dos corantes com processos variados.

Quando se trata de tingimento em larga escala, utilizando fibras naturais, é comum aplicar a combinação do processo de pad-batch com corantes reativos, e assim, respeitando o tempo de repouso – fundamental para esse processo –, é possível obter

resultados com qualidade e reprodutibilidade, mantendo um nível significativo de controle sobre o processo.

No contexto do fluxo felpudo, em que se deseja obter um tecido com uma textura macia e peluda, o processo de tingimento semi-contínuo desempenha um papel crucial. Ele permite a aplicação uniforme de cor ao longo das fibras do tecido, preservando sua suavidade e sensação agradável ao toque.

Avaliando o contexto em que a nossa empresa se encontra, onde é perceptível o aumento do tingimento por esse processo, esse trabalho visa otimizar o tempo de repouso do tingimento, reduzindo de 24 horas para 12 horas, contribuindo com ganho de produtividade, mantendo os critérios de qualidade estabelecidos.

7.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a redução do tempo de repouso do processo de tingimento por impregnação no comportamento da produtividade do processo de beneficiamento.

7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

I) Realizar levantamento bibliográfico sobre os principais conceitos do tema em estudo;

II) Realizar os ensaios de repouso em laboratório;

III) Comparar com as amostras padrão para validar o tempo de processo.

7.3 HIPÓTESE

A redução do tempo de repouso do tingimento por impregnação semicontínua, aumentará a capacidade de produção devido a diminuição do período de atravessamento, reduzindo o prazo de entrega ao cliente.

8 REVISÃO DA LITERATURA

8.1 CADEIA TÊXTIL

Estudos recentes indicam que a indústria têxtil brasileira ocupa o 5º lugar no mundo e, segundo a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT), o Brasil é o 2º maior país empregador na indústria de transformação (Cavalcanti; Santos, 2022).

A indústria têxtil é considerada uma indústria de transformação e por isso é responsável pela alteração de fibras naturais, sintéticas e artificiais, em fios que, posteriormente, são tecidos em inúmeros artefatos, atendendo o segmento de cama, mesa, banho, vestuário, entre outros.

Dentro da Cadeia Têxtil encontra-se também o setor de beneficiamento, que é responsável por agregar valor aos artigos criados em tecelagem e malharia, seja através de tingimento, técnicas de estamparia ou aplicação de diferentes acabamentos, de acordo com as inovações propostas e o portfólio de cada empresa.

8.2 BENEFICIAMENTO

O beneficiamento tem por objetivo principal transformar produtos da cadeia têxtil, agregando características e enobrecendo aos produtos, atendendo a exigência dos consumidores e seus revendedores.

O beneficiamento de tecidos felpudos no processo têxtil envolve várias etapas para transformar fibras em tecidos macios e felpudos. Primeiro, as fibras são cardadas para serem alinhadas e criarem uma estrutura mais uniforme. Em seguida, ocorre a formação do felpo, onde as fibras são levantadas e cortadas, resultando na característica felpuda do tecido. Em seguida, se iniciam os processos de tingimento, acabamento e secagem para conferir cores e texturas desejadas ao tecido felpudo. É importante garantir qualidade e suavidade no produto final, sendo a manutenção adequada, essencial para preservar a maciez e o aspecto felpudo ao longo do tempo.

A primeira etapa do processo, ou seja, o beneficiamento primário, consiste em preparar as fibras para os processos seguintes, removendo impurezas dos substratos. Tais processos de preparação podem ser de natureza química (alvejamento, purga, caustificação, mercerização, desengomagem oxidativa), física (navalhagem, chamuscagem) ou bioquímica (desengomagem enzimática) e são empregados de acordo com as características dos produtos finais desejados (SENAI, 2016).

No beneficiamento secundário encontram-se os processos de estamparia e tingimento. Quando falamos em estamparia, afirmamos que através desse processo podemos proporcionar coberturas sobre bases de tecidos que nos trazem efeitos e estampas eficazes em enriquecerem os produtos. Estes efeitos são aplicados de forma manual ou automatizada através de pequenas estamparias ou grandes indústrias, atendendo as demandas de estampas e customizações dos clientes. O tingimento, processo bastante antigo, consiste na coloração do substrato com os corantes específicos para cada tipo de fibra e é realizado através de diferentes métodos de deposição e fixação das tonalidades (processos descontínuos - esgotamento; processos contínuos - impregnação e processos semi-contínuos) (Salem, 2010).

A etapa de beneficiamento terciário consiste na aplicação de diferentes acabamentos, conferindo aos artigos têxteis diversas tecnologias e características de acordo com a necessidade do cliente.

Considerando o objetivo desse projeto que é otimizar o processo de tingimento por impregnação, a seguir será explanado sobre a técnica de tingimento, os diferentes tipos de corantes e os métodos de coloração.

8.2.1 Beneficiamento Secundário - Tingimento

Tingir um substrato têxtil consiste em conferir cor aos tecidos a partir da interação das fibras, sejam elas naturais, artificiais ou sintéticas, com as classes de corantes correspondentes (Tabela 1) (SENAI, 2016). Para que um tingimento aconteça é

necessário respeitar três etapas cruciais: a montagem do corante, onde ele pode ser dissolvido ou disperso no banho de tingimento, garantido que esteja bem distribuído na água; a fixação do corante na fibra e a remoção do corante hidrolisado.

Para que o processo de tingimento realmente ocorra é imprescindível a escolha do corante correto e, para isso, é necessário saber qual classe desse produto é mais adequada para a composição do substrato têxtil, de forma que ele (corante) possa difundir melhor para o interior da fibra e o material apresentar ótima solidez dessa cor a determinadas situações. A figura a seguir mostra as principais classes de corantes utilizadas na indústria e qual fibra têxtil é mais adequada.

Tabela 1 - Classe de corantes x adequação às fibras.

FIBRA	ÁCIDO	CATIÔNICO	DISPERSO	REATIVO	À CUBA	AZÓICO
ALGODÃO				X	X	X
VISCOSE				X	X	X
SEDA	X			X	X	X
LÃ	X	X				
POLIÉSTER			X			
POLIAMIDA	X		X			
ACRÍLICO	X	X				

Fonte: Adaptado de: Beneficiamento Têxtil, SENAI CETIQT, (2016).

Considerando que os substratos escolhidos para o desenvolvimento deste projeto são compostos principalmente por fibras de algodão e viscose, o corante utilizado é o reativo.

Os corantes reativos, utilizados no tingimento de fibras naturais, interagem com os substratos através de ligações covalentes e apresenta como característica uma alta solubilidade em água e alta solidez quando comparado a outras classes de corantes (Guaratini e Zanoni, 1999), (Demarchi; Santana, 2022).

Essa classe de corante pode ser aplicada por esgotamento e no processo semi-contínuo (foulardagem, repouso e posterior lavagem e neutralização), a depender da característica do substrato utilizado. São moléculas compostas por um agrupamento cromóforo (azo, nitro ou antraquinona), ou seja, responsável pela cor característica; por um grupo que confere características de solubilidade (sulfônico); e um coletivo reativo, geralmente sendo o radical hidroxila (-OH·), que são os conjuntos reativos que interagem com a fibra celulósica (Ferreira, 2019).

Tais características, principalmente a reatividade, permitem que essa classe de corante seja utilizada em temperaturas que variam de 30ºC a 60ºC e quando aliados aos químicos auxiliares adequados, garantem ótimos resultados de tingimento e por isso, podem ser utilizados também em processos semi-contínuos.

8.2.2 Métodos de Tingimento – Processo Semi-Contínuo

O processo descontínuo, também conhecido por processo de esgotamento, consiste no tingimento em batelada. Todas as etapas acontecem em uma única máquina e em uma sequência de processos, partindo da desaglomeração do corante no banho de tingimento que, em seguida, é absorvido pelo substrato têxtil e finalizado com a etapa de fixação do corante na fibra.

Já o processo contínuo, consiste na movimentação do tecido por um banho, contendo corante e álcali de corante, seguindo para um conjunto de cilindros que espreme mecanicamente o tecido e, logo após, a etapa de fixação acontece por vaporização ou repouso prolongado, e um dos principais pontos a serem controlados nessa fase é o tempo de descanso (Marinho, 2019).

8.2.2.1 O tempo de repouso em processos semi-contínuos

No processo de tingimento deve-se considerar três etapas fundamentais a serem levadas em consideração: montagem, fixação e tratamento final. Considerando o processo semi-contínuo, a fixação pode se dar de diferentes modos: ar quente, vapor,

banho novo e repouso a quente ou frio. Para esse projeto, considera-se a etapa de fixação por repouso a frio.

De acordo com o catálogo de corantes disponibilizado pelo atual fornecedor, é possível perceber que há uma grande influência da linha de corantes empregada nesse processo de tingimento para a garantia da reprodutibilidade das cores. No entanto, mais do que a classe de corante empregada, “deve-se avaliar o tempo de repouso sempre pelo corante cuja montagem pode ser considerada a mais crítica e lenta do processo”. (Dystar, 2023)

Para a definição da tricromia adequada e tempo de repouso específico, sempre se sugere a utilização de um equipamento espectrofotométrico, que mede a absorção de cada um dos corantes da tricromia simultaneamente, através do comprimento de onda de cada um deles. Para que a tricromia esteja adequada, é necessário que a absorbância apresentada pelo equipamento (de cada um dos corantes) esteja muito semelhante. E, no caso de processos semi-contínuos a frio (como o tingimento em pad-batch), o tempo de fixação do corante, cuja montagem se mostre mais lenta, é o limitante para o tempo de repouso atingir a cor adequada.

8.3 COLORIMETRIA

Mesmo nos povos mais antigos, as cores sempre tiveram muita importância e, com o aumento da globalização, ganharam ainda mais destaque com a inclusão das mulheres na sociedade que passaram a participar do mercado de trabalho e ganhar espaço com suas ideias. Com a necessidade do desenvolvimento de novas cores para que o mercado têxtil evoluísse de maneira significativa, houve a evolução da indústria de corantes têxteis e a ascensão dos sintéticos (Demarchi; Santana, 2022).

Os conceitos de colorimetria permeiam diversas áreas do conhecimento, desde o entendimento sobre os objetos observados, até as características dos iluminantes e percepção dos fenômenos de luz pelo olho humano (Salem, 2010).

Quando se fala de iluminantes, é possível adotar três padrões: a luz D-65 que simula a luz normal do dia; a Luz A que é a lâmpada incandescente; e a Luz TL 84, que é a luz fluorescente padrão (Salem, 2010). Unindo a fonte iluminante com o objeto observado (para esse caso, o substrato têxtil beneficiado) e o observador (olho humano ou espectrofotômetro), é possível medir alguns padrões em relação às cores, como, por exemplo, intensidade, cromaticidade e tonalidade, que são resumidos em um sistema de coordenadas, chamado “espaço de cor”.

O espaço de cor é um método matemático definido para expressar a cor de objetos com determinadas notações específicas. A Comissão Internacional de Iluminação (Commission Internationale de l’Eclairage) é considerada como autoridade na ciência de luz e tonalidade e definiu três espaços de cor: CIE XYZ, CIEL*C*h e CIE L*a*b (Chakraborty, 2010) (Vik, 2017). O espaço CIE XYZ (valores tristímulos) forma a base do espaço CIE, e é fundamentado em componentes teóricos da visão considerando os receptores primários de cor vermelho, verde e azul (RGB). Esse espaço de cor auxilia na definição de uma cor, mas a interpretação dos resultados não é uma tarefa fácil (Sousa, 2016) (Chakraborty, 2010) (Vik, 2017).

Outro espaço de cor bastante conhecido é o espaço CIE L*a*b, onde “L” representa a claridade (branco ou preto), o “a” representa o eixo vermelho/verde e o “b” o eixo amarelo/azul e tem como objetivo reduzir os desvios de cor, incluindo nesse sistema, as distâncias do diagrama de cromaticidade, auxiliando as correções necessárias para que as reproduções de cor sejam similares aos padrões adotados.

Os resultados obtidos através de um espectrofotômetro são interpretados a partir dos valores de ΔL, que significa a diferença entre claro e escuro (sendo valores positivos classificados como mais claros e valores negativos classificados como mais escuros), Já o Δa, significa a diferença entre o verde e o vermelho (valores positivos mais próximos ao vermelho e valores negativos mais próximos ao verde), enquanto o Δb representa a diferença entre o amarelo e o azul (valores positivos mais próximo ao amarelo e valores negativos mais próximo azul). E, por último, o ΔE que representa a

diferença total da cor e para garantir que as amostras sejam aceitáveis, essa desvio deve ser ≤ 0,5 (SENAI, 2016) (Salem, 2010) (Chakraborty, 2010) (Vik, 2017).

Além desses dois espaços há também o CIE L*C*h, método que se caracteriza pela aproximação da percepção da cor feita pelo olho humano. Esse espaço utiliza o mesmo diagrama que CIE L*a*b, porém adota o sistema de coordenadas cilíndricas ao invés de coordenadas retangulares. Nessa notação, o "L" representa luminosidade, "C" representa saturação de "h" representa o ângulo de tonalidade. Na leitura de um objeto através do espectrofotômetro serão obtidos resultados de ΔL indicando a diferença de luminosidade (valores positivos para cores mais claras e valores negativos para cores mais escuras); ΔC indica diferença de cromaticidade (valores positivos para cores mais saturadas e valores negativos para cores menos saturadas) e ΔH a diferença de tonalidade (Lopes, 2009) (Chakraborty, 2010) (Vik, 2017). É com base nesse sistema que é realizada, quando necessário, a separação de lotes de processo de tingimento por nuances por meio da caixa 555, pelo fato de não se conseguir a reprodutibilidade do processo de tingimento.

Tendo como base essas informações, é possível realizar a leitura das amostras tanto a olho humano, respeitando os padrões da cabine de observação (com uma das luzes padrões, citadas acima, revestimento da cabine em cinza e angulação de 45º favorecendo a incidência do iluminante e reflexão na angulação padrão), quanto utilizando o espectrofotômetro.

9 MATERIAIS E MÉTODOS

Tendo como base os objetivos desse projeto, entende-se que para o desenvolvimento metodológico deve-se aplicar uma pesquisa de caráter experimental. Essa modalidade consiste em elencar um objeto de estudo, avaliar as variáveis e escolher as que apresentam influência significativa, determinar a forma de controle e observar o que a alteração dessas variáveis produzem no objeto estudado (Gil, 2002), (Gerhardt; Silveira, 2009).

Assim, neste projeto temos como objeto de estudo o tingimento a frio pelo método de tingimento semi-contínuo pad-batch, elencando como principal variável o tempo de repouso a frio. Abaixo, detalha-se a metodologia aplicada.

Primeiramente, observou-se a programação de tingimento em produção e fez-se a escolha das cores a serem analisadas de acordo com a classe e a concentração de corante empregada na receita de tingimento. Para manter a padronização e confiabilidade dos testes, as amostras foram recolhidas de lotes de produção, respeitando os padrões contidos em ficha técnica (pick-up de 90% e proporção entre álcali e corante de 1:4), em toalhas felpudas, de gramatura variando entre 300 e 350 g/m2, sendo as amostras de 30x30 cm, que foram cortadas ao meio e cada uma delas foi enrolada em um plástico (cada dobra de tecido tendo uma camada de plástico para que não haja contato de felpa com felpa). As amostras foram lacradas e deixadas em repouso pelos tempos pré-estabelecidos de 12h e 24h. Após passado esses tempos, as amostras foram enxaguadas em água corrente, neutralizadas e submetidas à fervura por 10 minutos. Em seguida, foram centrifugadas e enviadas para a secadora.

As cores escolhidas com as determinadas concentrações e classes de corante são descritas abaixo:

- Amarelo:

Amarelo T1 (0,26 g/L)

Azul T1 (0,0003 g/L)

- Bege:

Amarelo T1 (0,36 g/L)

Vermelho T1 (0,088 g/L)

Azul T1 (0,13 g/L)

- Azul Escuro:

Amarelo Intenso S1 (0,917 g/L)

Vermelho Brilhante S1 (3,37 g/L)

Marinho S1 (15,04 g/L)

- Cinza Escuro:

Amarelo T1 (13,2 g/L)

Vermelho T1 (4,68 g/L)

Azul T1 (13,00 g/L)

- Rosa

Amarelo T1 (0,009 g/L)

Vermelho T1 (0,32 g/L)

Azul T1 (0,0044 g/L)

- Azul Claro:

Vermelho Brilhante S1 (0,0077 g/L)

Azul S1 (0,288 g/L)

- Verde

Azul T1 (0,5 g/L)

Azul S1 (3,24 g/L)

Amarelo Brilhante S1 (14,8 g/L)

Todos os tingimentos utilizam os mesmos produtos químicos auxiliares, na mesma concentração e são listados abaixo:

- Umectante (3,0 g/L);

- Sequestrante (0,5 g/L);

- Ureia Técnica (20 g/L);

- Antiespumante (0,15 g/L);

- Silicato de Sódio Neutro (60,0 g/L);

- Soda Cáustica 50%.

Obs.: A quantidade de soda cáustica a ser utilizada no processo de tingimento respeitou os valores determinados pelo fornecedor de corantes, que diz:

- Se a soma de corantes for menor ou igual a 10 g/L, utilizar 6 mL/L de Soda Cáustica;

- Se a soma de corantes for menor ou igual a 20 g/L, utilizar 7 mL/L de Soda Cáustica;

- Se a soma de corantes for menor ou igual a 30 g/L, utilizar 8 mL/L de Soda Cáustica;

- Se a soma de corantes for menor ou igual a 50 g/L, utilizar 10 mL/L de Soda Cáustica;

- Se a soma de corantes for menor ou igual a 70 g/L, utilizar 11 mL/L de Soda Cáustica.

Após apurados os resultados, cada cor foi comparada com a amostra na tonalidade padrão através da análise visual em cabine de luz, utilizando como iluminante a lâmpada D-65 (que simula a luz natural), e análise através do espectrofotômetro (Datacolor, modelo 500).

10 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa seção serão demonstrados os resultados obtidos com os testes de redução de tempo para as cores selecionadas e listadas na seção anterior. Além das fotos revelando a comparação visual, serão apresentadas as leituras da amostra padrão e das amostras teste no espectrofotômetro, onde é realizada a análise comparativa.

10.1 AMARELO

Analisando a Figura 1 é possível considerar que, na inspeção visual da amostra deixada em repouso por 12 horas, a cor obtida se aproxima da tonalidade padrão, podendo assumir que o lote seria aprovado de acordo com os critérios de qualidade.

Figura 1 - Análise visual comparativa entre o padrão de cor (amostra a esquerda) com as amostras teste de repouso de 12 h (amostra superior direita) e amostra teste de repouso de 24 h (amostra inferior direita) para a cor amarela.



Fonte: Os Autores

Ao observar a Tabela 2, com os dados obtidos através da leitura das amostras pelo espectrofotômetro, se faz necessário um ajuste na receita, tendo desvios maiores de Δb na amostra em estudo (12 horas de repouso), sugerindo aumento na concentração dos corantes amarelo e azul, que compõem a receita padrão.

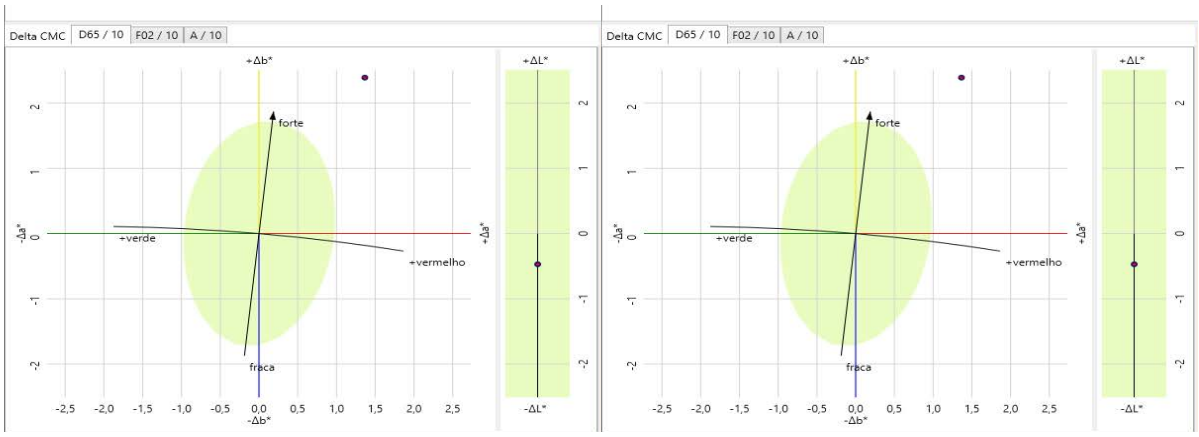
Tabela 2 - Dados referentes às medidas realizadas no espectrofotômetro para a cor amarela.

Amostra	L	a	b	C	H	
Padrão	90,15	2,22	22,12	22,23	84,26	
Amostra	ΔL	Δa	Δb	ΔC	ΔH	ΔE
Amarelo - 12h	-0,46	1,37	2,40	2,55	-1,06	2,80
Amarelo - 24 h	-0,25	1,55	2,22	2,40	-1,25	2,72

Fonte: Os Autores

Ainda utilizando os valores da tabela, pode-se comparar os valores de ΔE na figura 2, que apresentam resultados muito acima dos valores costumeiramente aplicados (~0,8). Percebe-se também maior intensidade para a amostra deixada em repouso por 12h (ΔE=2,80) quando comparada à de 24 horas (ΔE = 2,72), podendo-se inferir que possivelmente houve maior concentração de corante hidrolisado no período maior de repouso e que, quando lavado, resultou em queda de intensidade da cor.

Figura 2 - Gráfico CIELAB das amostras com repouso de 12 h (esquerda) e 24 h (direita) para a cor amarela.



Fonte: Os Autores

10.2 BEGE

Ao olhar para a Figura 3 a seguir, pode-se observar que tanto a amostra deixada em repouso por 12 horas, quanto a deixada em repouso por 24 horas, diferem na tonalidade da amostra padrão. Ainda assim, comparando apenas as amostras em estudo, percebe-se uma similaridade em tonalidade e intensidade, portanto, sugerindo que tal desvio pode ser atribuído ao fato de que a amostra padrão se trata de uma peça de toalha retirada ao final do processo de acabamento em produção, diferente das amostras deixadas em repouso por 12 e 24 horas, respectivamente.

Figura 3 - Análise visual comparativa entre o padrão de cor (amostra a esquerda) com as amostras teste de repouso de 12 h (amostra superior direita) e amostra teste de repouso de 24 h (amostra inferior direita) para a cor bege.



Fonte: Os Autores

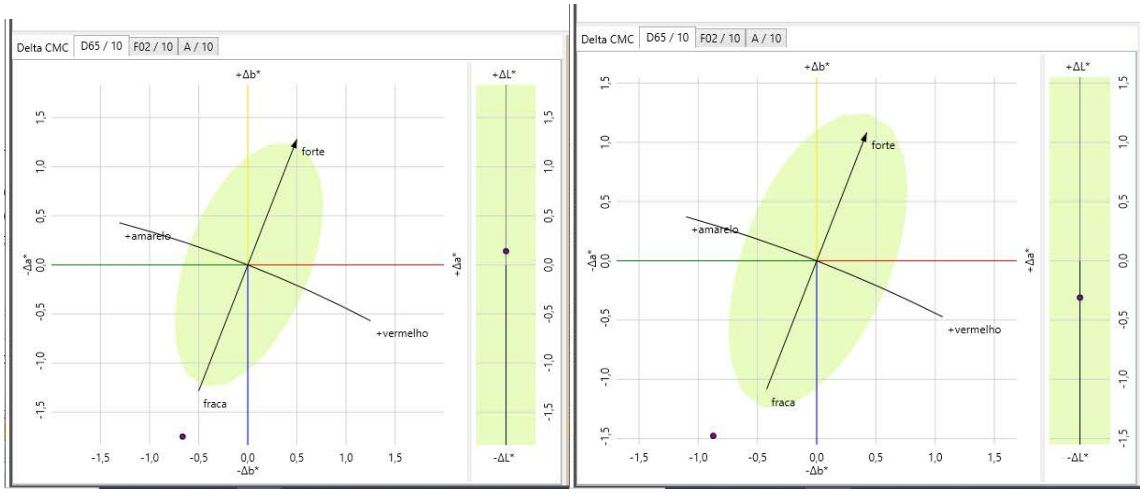
Analisando a tabela 3 e a figura 4, também se percebe a necessidade de um ajuste de receita, pelos maiores desvios encontrados em termos de Δb, com valores negativos, sugerindo um incremento nos corantes vermelho e azul.

Tabela 3 - Dados referentes às medidas realizadas no espectrofotômetro para a cor bege.

Amostra	L	a	b	C	H	
Padrão	76,01	4,53	11,62	12,48	68,69	
Amostra	ΔL	Δa	Δb	ΔC	ΔH	ΔE
Bege - 12h	0,14	-0,66	-1,75	-1,87	-0,02	1,87
Bege - 24 h	-0,32	-0,87	-1,47	-1,68	0,30	1,74

Fonte: Autores

Figura 4 - Gráfico CIELAB das amostras com repouso de 12 h (esquerda) e 24 h (direita) para a cor bege.

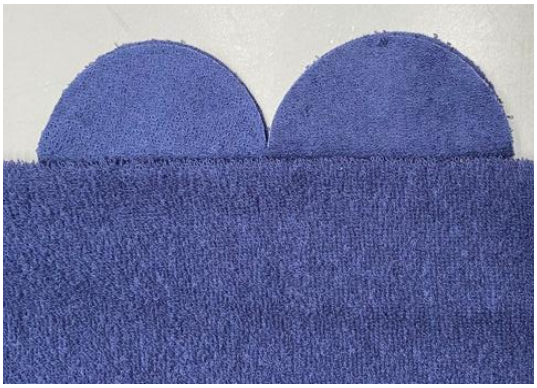


Fonte: Autores

10.3 AZUL ESCURO

Diferente das amostras analisadas anteriormente, para a cor Azul Escuro foi percebida a maior variação visual quando comparado a amostra padrão, analisando a Figura 5.

Figura 5 - Análise visual comparativa entre o padrão de cor (amostra a esquerda) com as amostras teste de repouso de 12 h (amostra superior direita) e amostra teste de repouso de 24 h (amostra inferior direita) para a cor azul escuro.



Fonte: Os Autores

Ao verificar a tabela 4 a seguir, mesmo apresentando valores de ΔE mais similares entre as amostras com 12 horas e 24 horas de repouso (1,75 e 1,73, respectivamente), ainda são resultados muito maiores do que o utilizado costumeiramente (~0,8). Tal performance pode ser explicada tanto pela concentração de corantes empregadas ser maior do que as amostras anteriores, como pela classe de corante empregada na receita (Corante do tipo S1), diferente das amostras analisadas até então (Corantes do tipo T1).

De acordo com o catálogo do fornecedor de corantes, “tal linha não apresenta recomendação de uso para esse processo de tingimento” (DYSTAR, 2023). De tal forma, ainda se entende que essas similaridades entre as amostras utilizadas nesse estudo atenderiam a uma redução do tempo de repouso, desde que realizados os ajustes de receita necessários.

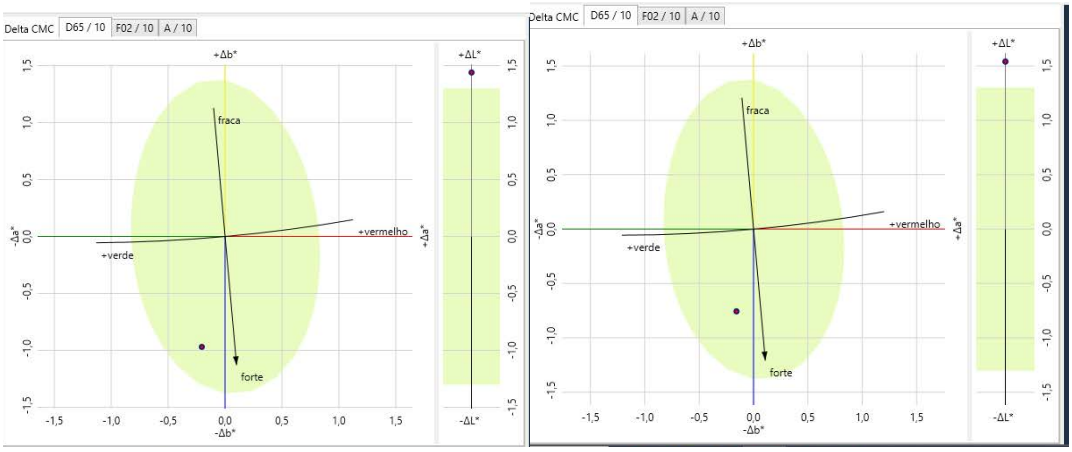
Tabela 4 - Dados referentes às medidas realizadas no espectrofotômetro para a cor azul escuro.

Amostra	L	a	b	C	H	
Padrão	22,05	1,24	-13,82	13,88	275,12	
Amostra	ΔL	Δa	Δb	ΔC	ΔH	ΔE
Azul Escuro - 12h	1,44	-0,20	-0,97	0,95	-0,28	1,75
Azul Escuro - 24 h	1,54	-0,16	-0,76	0,74	-0,22	1,73

Fonte: Autores

Ambas as amostras, (12 h de repouso e 24 h de repouso), apresentaram resultado semelhante em relação ao padrão, conforme mostrado na figura 6, estando dentro do limite de aceitação da cor, porém com característica mais azulada que o padrão.

Figura 6 - Gráfico CIELAB das amostras com repouso de 12 h (esquerda) e 24 h (direita) para a cor azul escuro.

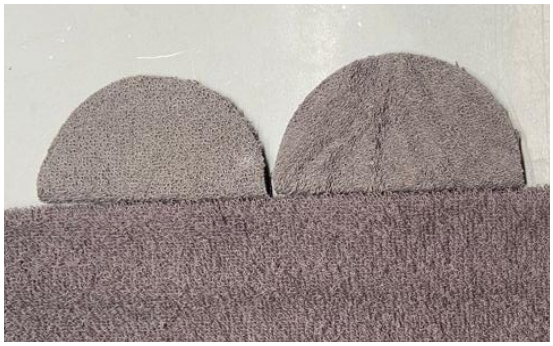


Fonte: Os Autores

10.4 CINZA ESCURO

Assim como observado para a cor anterior (azul escuro), na cor cinza escuro é possível observar maior variação de intensidade de tonalidade entre as amostras em estudo com a padrão, como exemplifica a figura 7.

Figura 7 - Análise visual comparativa entre o padrão de cor (amostra a esquerda) com as amostras teste de repouso de 12 h (amostra superior direita) e amostra teste de repouso de 24 h (amostra inferior direita) para a cor cinza escuro.



Fonte: Os Autores

Comparando os valores da Tabela 5, entre a amostra deixada em repouso por 24 horas e a amostra de 24 horas de repouso, nota-se uma variação pequena de Δa e

Δb, sugerindo que não houve variação no tempo de absorção de cada um dos corantes, sendo a maior discrepância visualizada no valor de ΔE, justificando a variação na intensidade das amostras comparadas ao padrão.

Tal variação pode ser inferida pela diferença de processo entre a amostra padrão – retirada de uma peça de toalha com lavação e acabamento aplicado em produção –, enquanto as amostras em estudo passaram por lavação em laboratório, que não apresenta ação mecânica, nem aplicação de amaciante e temperatura, como realizado em produção, fator que também pode interferir na tonalidade.

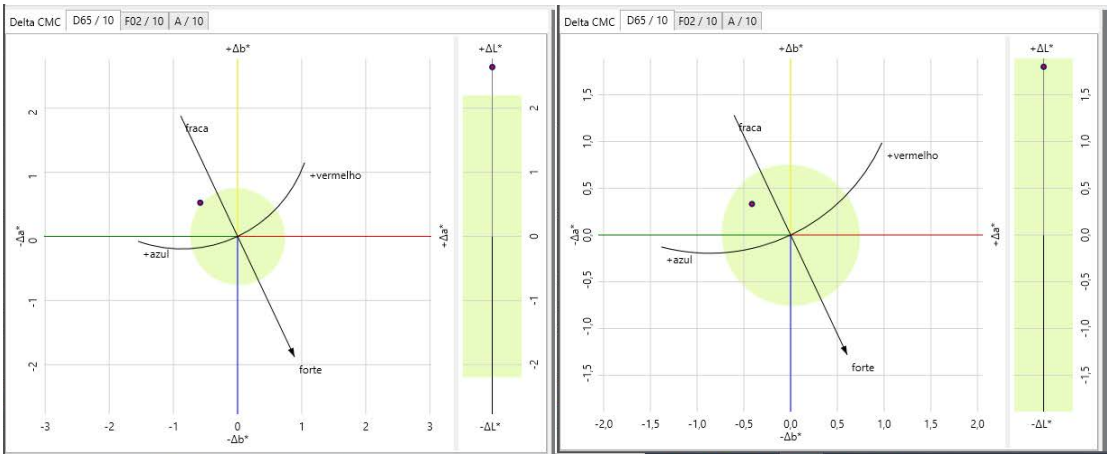
Tabela 5 - Dados referentes às medidas realizadas no espectrofotômetro para a cor cinza escuro.

Amostra	L	a	b	C	H	
Padrão	27,73	1,60	1,28	2,05	38,77	
Amostra	ΔL	Δa	Δb	ΔC	ΔH	ΔE
Cinza Escuro - 12h	3,39	-1,12	0,51	-0,19	1,22	3,60
Cinza Escuro - 24 h	1,38	-1,17	0,60	-0,12	1,31	1,91

Fonte: Autores

A figura 8 a seguir mostra a similaridade da leitura realizada pelo espectrofotômetro nas amostras com tempo de repouso diferentes, sugerindo uma boa aproximação em relação ao padrão.

Figura 8 - Gráfico CIELAB das amostras com repouso de 12 h (esquerda) e 24 h (direita) para a cor cinza escuro.



Fonte: Os Autores

10.5 ROSA

Conforme observado na Figura 9, os resultados visuais obtidos para as amostras da cor Rosa mostraram-se bastante satisfatórios quando comparados a amostra padrão, inferindo que não houve influência significativa no tempo de repouso.

Figura 9 - Análise visual comparativa entre o padrão de cor (amostra a esquerda) com as amostras teste de repouso de 12 h (amostra superior direita) e amostra teste de repouso de 24 h (amostra inferior direita) para a cor rosa.



Fonte: Os Autores

O resultado visto não apresenta o mesmo entendimento quando analisado pelo equipamento do laboratório, de forma que os dados na Tabela 6 a seguir indicam que os valores mensurados não estão dentro dos padrões esperados.

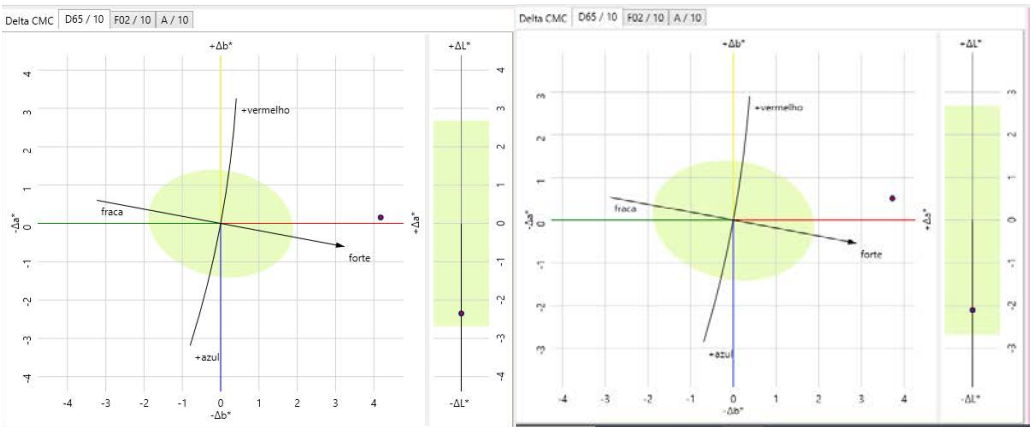
Tabela 6 - Dados referentes às medidas realizadas no espectrofotômetro para a cor rosa.

Amostra	L	a	b	C	H	
Padrão	77,41	26,63	-4,97	27,09	349,42	
Amostra	ΔL	Δa	Δb	ΔC	ΔH	ΔE
Rosa - 12h	-2,35	4,18	0,15	4,09	0,86	4,79
Rosa - 24 h	-2,11	3,73	0,51	3,60	1,12	4,32

Fonte: Autores

Ao analisar a figura 10 a seguir, nota-se que as cores se encontram distantes da área de aprovação, não havendo a possibilidade agrupamento em uma nuance da cor. Portanto, com base na análise da figura a seguir, seria necessário um ajuste de receita.

Figura 10 - Gráfico CIELAB das amostras com repouso de 12 h (esquerda) e 24 h (direita) para a cor rosa.



Fonte: Os Autores

10.6 AZUL CLARO

Para a cor azul claro, observando a figura 11, pode-se perceber certo desvio das amostras em estudo (em ambos os tempos de repouso) com relação a amostra padrão.

Figura 11 - Análise visual comparativa entre o padrão de cor (amostra a esquerda) com as amostras teste de repouso de 12 h (amostra superior direita) e amostra teste de repouso de 24 h (amostra inferior direita) para a cor azul claro.



Fonte: Os Autores

Os dados obtidos com a leitura do espectrofotômetro, e mostrados na tabela 7, comprovam que na amostra de 12 horas de repouso há valores mais negativos de Δb, corroborando com a análise visual de desvio para o azul, o que pode ser explicado pela maior facilidade de difusão desse corante, em específico para o interior da fibra.

Tabela 7 - Dados referentes às medidas realizadas no espectrofotômetro para a cor azul claro.

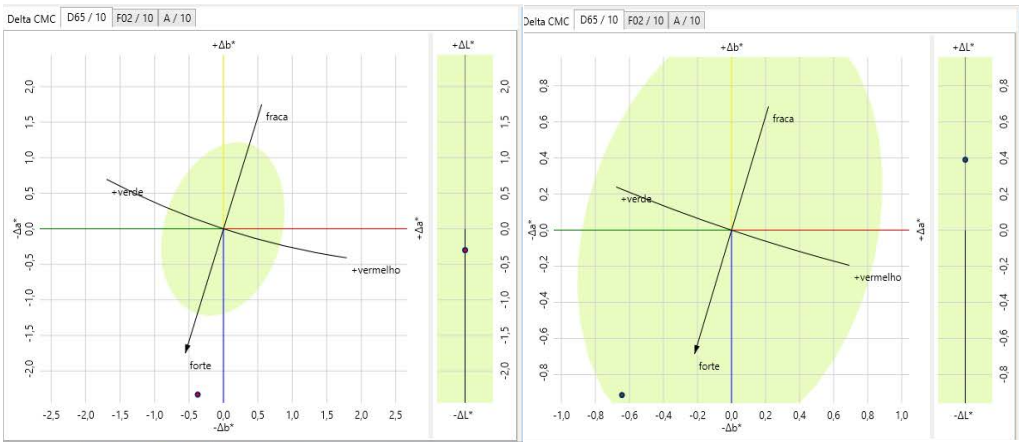
Amostra	L	a	B	C	H	
Padrão	80.90	-3,36	-10,60	11,12	252,42	
Amostra	ΔL	Δa	Δb	ΔC	ΔH	ΔE
Azul Claro - 12h	-0,29	-0,37	-2,33	234	0,32	2,38
Azul Claro - 24 h	0,40	-0,64	-0,91	1,07	-0,32	1,18

Fonte: Autores

Os valores encontrados na leitura do espectrofotômetro e apresentados na figura 12 a seguir ilustram que a amostra com 12 horas de repouso, pelo fato de estar muito mais azulada que o padrão, seria reprovada sendo necessário um ajuste da receita, enquanto a amostra com 24 horas de repouso já teria condições de estar inserida em um grupo de nuance mais afastado do padrão.

Quando se trata da amostra de 24 horas, percebe-se maior similaridade com a amostra padrão e, quando analisado o valor de ΔE, que passa de 2,38 para 1,18, pode-se sugerir que a montagem do corante vermelho é determinante para atingir a tonalidade desejada.

Figura 12 - Gráfico CIELAB das amostras com repouso de 12 h (esquerda) e 24 h (direita) para a cor azul claro.



Fonte: Autores

10.7 VERDE

Dentre as amostras estudadas, a maior variação percebida foi na cor Verde, conforme visualizada na figura 13 e confirmada pela leitura do espectrofotômetro, com os valores listados na tabela 8. Nota-se que para a amostra deixada em repouso por 12 horas, há ausência da tonalidade amarelada característica da cor em estudo, que passa a existir com o seguimento do repouso e lavação em 24 horas.

Figura 13 - Análise visual comparativa entre o padrão de cor (amostra a esquerda) com as amostras teste de repouso de 12 h (amostra superior direita) e amostra teste de repouso de 24 h (amostra inferior direita) para a cor verde.



Fonte: Os Autores

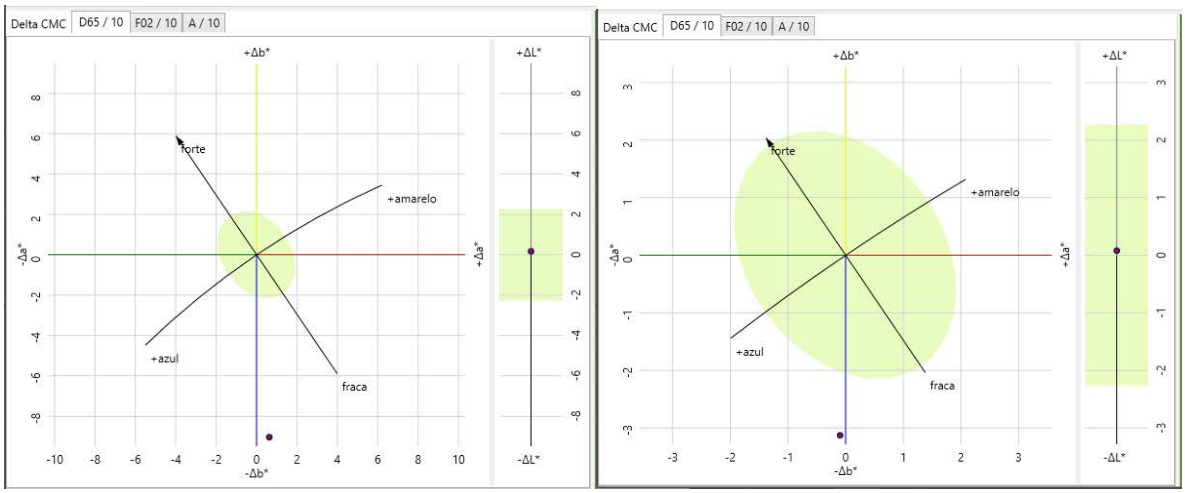
Tabela 8 - Dados referentes às medidas realizadas no espectrofotômetro para a cor verde.

Amostra	L	A	b	C	H	
Padrão	54,17	-22,83	33,70	40,70	124,12	
Amostra	ΔL	Δa	Δb	ΔC	ΔH	ΔE
Azul Claro - 12h	0,17	0,63	-9,04	-7,53	5,05	9,07
Azul Claro - 24 h	0,08	-0,10	-3,13	-2,49	1,90	3,13

Fonte: Autores

Os resultados encontrados nas imagens anteriores são comprovados na leitura do gráfico CIELab mostrado na figura a seguir, onde se vê uma grande diferença em relação ao padrão.

Figura 14 - Gráfico CIELAB das amostras com repouso de 12 h (esquerda) e 24 h (direita) para a cor verde.



Fonte: Autores

Tal fato pode ser atribuído à construção da tricromia que mistura corantes da linha T1 com a linha S1 que, como visto anteriormente, não é recomendado pelo fornecedor para a aplicação nesse processo de tingimento.

Vale ressaltar que mesmo com o resultado obtido, e visando a redução do tempo de repouso, pode-se buscar uma alternativa alterando os corantes presentes na receita padrão.

11 CONCLUSÃO

Diante do estudo apresentado acima, fica a percepção de que as amostras responderam de forma positiva aos testes que foram submetidas, porém com algumas ressalvas consideráveis, levando em conta que após as amostras prontas e submetidas a leitura no espectrofotômetro, tivemos considerações importantes.

As amostras que repousaram por apenas 12 horas e que tinham uma concentração de até 10 g/L, responderam de forma satisfatória quando comparada às amostras que repousaram por 24 horas, sem uma diferença notória na inspeção visual, por exemplo. Apenas foi visto um pequeno desvio quando colocado em comparação no espectrofotômetro.

Já as amostras que possuíam uma concentração maior que 10 g/L, trouxeram um elevado desvio quando a comparação visual e que foi corroborada após leitura no espectrofotômetro, mostrando que quanto maior a concentração de corante, maior o desvio de cor.

Outro ponto observado é que pela utilização de corante da mesma classe, porém de linhas diferentes, algumas cores não conseguiram chegar em uma comparação boa com o padrão em ambos os tempos de repouso, mostrando a importância de se trabalhar com corantes que pertençam à mesma linha para obter uma ótima curva de montagem para todos os corantes que fazem parte da tricomia.

Sendo assim, conclui-se que é possível reduzir o tempo de repouso, porém há a necessidade de estudos futuros voltados para o ajuste de receita, visando atender com a precisão de cor necessária. Esse trabalho pode ser realizado de duas formas, a saber:

- Utilizando os corantes atuais, mesmo que de linhas diferentes;
- Utilizando todos os corantes na receita que sejam da mesma linha.

Dessa forma é possível compreender o processo de montagem do corante na fibra, a técnica de tingimento em si, as variáveis do método em questão e, por fim, a viabilidade da possível redução de tempo de repouso quanto ao ajuste de receita, tornando, assim, o aumento de capacidade produtiva viável em relação ao custo dos ajustes de receita.

12 REFERÊNCIAS

CAVALCANTI, A. M.; SANTOS, G. F. A indústria têxtil no Brasil: uma análise da importância da competitividade frente ao contexto mundial. **Exacta**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 706-726, 30 jun. 2022. University Nove de Julho. Disponível em: http://dx.doi.org/10.5585/exactaep.2021.17784. Acesso em: 15 ago. 2024.

CHAKRABORTY, J. N. **Fundamentals and practices in colouration of textiles**. New Delhi: Textile Education, 2010. 433 p.

DEMARCHI, A. C.; SANTANA, B. Processo de tingimento de material têxtil. **Revista Científica de Ciências Aplicadas da FAIP**, v. 9, n. 16, 2022.

DYSTAR. **Catálogo de corantes e processos de tingimento têxteis**. 2023

FERREIRA, I. L. S. **Tingimento de tecido de algodão com corantes reativos utilizando água do mar**. 2019. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Têxtil) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2002.

GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B. Corantes têxteis. **Química Nova**, v. 23, n. 1, p. 71-78, 1999.

LOPES, L. C. **Controle metrológico da cor aplicado à estamparia digital de materiais têxteis**. 2009. 142 f. Dissertação (Mestrado em Metrologia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

MARINHO, S. E. **Tingimento**: um processo que agrega valor estético à matéria-prima têxtil. 2019. 55 f. Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2019.

REMAZOL SAM: dystar.com, 2023. Disponível em: https://www.dystar.com/products/dyes/remazol-sam/. Acesso em: 15 ago. 2024.

SALEM, V. **Tingimento têxtil: fibras, conceitos e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. Departamento Nacional. Beneficiamento volume 1. Brasília: SENAI/DN, 2016.

SOUSA, M. J. G. Estudo da reprodutibilidade laboratorial no processo de tingimento têxtil. 2016. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade do Porto, Porto, 2016.

VIK, M. **Colorimetry in textile industry**. Liberec: Vúts, 2017. 198 p.

Currículo Resumido do(s) Autor(es)

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

Especialista em educação profissional e tecnológica pelo SENAI CETIQT (2016), Especialista em Gestão pela Fundação Getúlio Vargas (2014), Engenheiro Industrial Têxtil pelo SENAI CETIQT (2003). Atua na educação profissional e tecnológica desde 2007 nos cursos técnicos e de qualificação da área têxtil, confecção e moda na modalidade presencial e a distância. Responsável técnico e pedagógico do curso técnico têxtil. E-mail: mbanja@cetiqt.senai.br. Lattes: http://lattes.cnpq.br/4544075505149452.

Bruna Auras

Curso Técnico Têxtil EAD, SENAI SC. bruna.auras@gmail.com

Eduardo Hostin

Curso Técnico Têxtil EAD, SENAI SC. eduardo.hostinn@gmail.com

Savio Souza Gomes

Curso Técnico Têxtil EAD, SENAI SC. saviosgomes95@gmail.com

Ascensão da inteligência artificial na educação: implicações e desafios éticos



A ASCENSÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO: IMPLICAÇÕES E DESAFIOS ÉTICOS

THE RISE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION: IMPLICATIONS AND ETHICAL CHALLENGES

André Luiz Carneiro Simões
Professor Universitário, Gerência de Educação SENAI CETIQT

Adriana Maria Cláudio
Design Instrucional, PUC-SP. Adrian Maria Cláudio MEI

Paulo Ricardo da Silva Pereira
Professor de Design Instrucional. Instituto de Desenvolvimento em Educação Digital LTDA

RESUMO

Neste estudo é apresentado a crescente influência da inteligência artificial (IA) no contexto educacional, especialmente após a pandemia da COVID-19, que acelerou a adoção de tecnologias baseadas em IA. Este estudo apresenta como objetivo principal ter uma maior compreensão das aplicações da IA na educação, tendo como foco as aplicações da IA em atividades automatizadas e personalizadas como sistemas de tutoria inteligente e ferramentas de avaliação adaptativa, além de identificar os principais benefícios e desafios éticos associados a utilização dessas tecnologias. Para alcançar esse objetivo, foi realizada uma revisão sistemática da literatura, utilizando critérios de inclusão e exclusão para selecionar estudos relevantes. A coleta de dados envolveu a busca em bases como *Scopus, Web of Science e Google Scholar*, utilizando termos relacionados à IA na educação. A análise dos dados foi conduzida em três etapas: triagem inicial, leitura completa e codificação, seguida pela síntese temática dos resultados. As conclusões do estudo destacam que a IA pode oferecer benefícios significativos, como a personalização da aprendizagem e a automação de tarefas, mas também apresenta alguns desafios éticos, incluindo a privacidade dos dados dos alunos e o potencial de viés nos algoritmos. Com isso podemos entender que existe uma necessidade de uma análise cuidadosa e da elaboração de políticas educacionais que possam promover a equidade e a inclusão, garantindo que os benefícios da IA sejam maximizados enquanto os riscos são mitigados.

Palavras-chave: inteligência artificial; educação; personalização da aprendizagem; desafios éticos.

ABSTRACT

This study presents the growing influence of artificial intelligence (AI) in the educational context, especially after the COVID-19 pandemic, which accelerated the adoption of AI-based technologies. This study's main objective is to have a greater understanding of the applications of AI in education, with the main focus being the applications of AI in automated and personalized activities such as intelligent tutoring systems and adaptive assessment tools, in addition to identifying the main benefits and ethical challenges associated with the use of these technologies. To achieve this objective, a systematic literature review was carried out, using inclusion and exclusion criteria to select relevant studies. Data collection involved searching databases such as Scopus, Web of Science and Google Scholar, using terms related to AI in education. Data analysis was conducted in three stages: initial screening, complete reading and coding, followed by the thematic synthesis of results. The study's findings highlight that AI can offer significant benefits, such as personalizing learning and automating tasks, but it also presents some ethical challenges, including the privacy of student data and the potential for bias in algorithms. From this we can understand that there is a need for careful analysis and development of educational policies that can promote equity and inclusion, ensuring that the benefits of AI are maximized while the risks are mitigated.

Keywords: artificial intelligence; education; personalization of learning; ethical challenges.

Data de Submissão: 30/08/2024
Data de Aprovação: 20/09/2024

13 INTRODUÇÃO

A inteligência artificial (IA), essencial apenas na ficção científica, na vanguarda ela se tornou uma “corrida do ouro” e consequentemente vem ganhando de forma exponencial e, por sua vez, molda cada vez mais o nosso cotidiano. Na educação, sua influência é especialmente marcante, transformando a maneira como ensinamos e aprendemos. A pandemia da COVID-19 acelerou essa transformação, inicialmente por meio da grande transformação digital e que em seguida foi impulsionada pela adoção de soluções tecnológicas baseadas em IA para garantir a continuidade do aprendizado (Santos, *et al.*, 2022) (Barbosa, 2023).

A IA, em sua essência, dota as máquinas da capacidade de simular processos cognitivos humanos, como aprender, raciocinar e resolver problemas. No contexto

educacional, tecnologias como o aprendizado de máquina, que permite que computadores aprendam com dados sem programação explícita, e o processamento de linguagem natural, que possibilita a interação entre humanos e máquinas por meio desta linguagem estão revolucionando as práticas pedagógicas.

Um dos principais benefícios da IA na educação é a personalização do aprendizado. Sendo possível analisar grandes volumes de dados sobre o desempenho e as preferências de cada aluno, a IA pode criar planos de estudo personalizados, adaptando todo conteúdo e até mesmo o estilo e ritmo de aprendizagem às necessidades individuais de grupamento de alunos ou mesmo de uma instituição inteira, a depender da capacidade de processamento. Isso traz um panorama bem interessante pois permite que os alunos avancem em seu próprio ritmo, aprofundando os temas aos quais possuem maior aderência, ou mesmo que sejam mais interessantes e com resultados conseguem receber apoio adicional nas áreas em que enfrentam dificuldades.

Além da personalização, a IA também pode ampliar o acesso à educação de qualidade. Ferramentas de tradução automática e reconhecimento de voz, por exemplo, permitem que alunos com diferentes habilidades e necessidades linguísticas tenham acesso a materiais educacionais em seu próprio idioma. A IA também pode ser utilizada para criar conteúdos educacionais mais acessíveis, como vídeos com legendas e descrições audiovisuais, o que já é feito em plataformas de vídeo online, porém, com o advento da IA isso se tornou cada vez mais rápido, eficiente e com uma margem de sucesso elevada (Akasheh, *et al.*., 2024).

No entanto, a integração da IA na educação não está isenta de desafios. Um dos principais riscos é o viés algorítmico, que pode perpetuar desigualdades e discriminação. Além dos dados, ainda temos as pessoas que alimentam os bancos de dados, que também podem e vão influenciar a escolha destes dados. Isso pode levar a recomendações de conteúdo e avaliações injustas para determinados grupos de alunos.

Outro desafio importante é a privacidade dos dados. A coleta e o uso de dados dos estudantes para fins de personalização da aprendizagem exigem cuidados especiais para garantir a proteção de sua privacidade. É de suma importância que as instituições educacionais adotem medidas de segurança robustas e transparentes para que possam garantir que os dados dos alunos sejam utilizados de forma ética e responsável, tendo ainda as observações e obrigações como pano de fundo a Lei Geral de Proteção de Dados.

A crescente importância da IA na educação exige uma análise minuciosa e até mesmo cuidadosa de seus diversos impactos. Compreender como utilizar essas ferramentas de forma ética é o passo principal para garantir que os benefícios dessa tecnologia, como a personalização do aprendizado, o acesso à educação de qualidade e a automação de tarefas repetitivas, sejam aproveitados de forma plena e com isso alcançar uma eficiência nos processos de forma a maximizá-los. Ao mesmo tempo, é importante ter um olhar sobre os riscos e com isso tentar mitigá-los ou mesmo, se possível, extingui-los. Como por exemplo a desigualdade digital, o viés algorítmico e a dependência excessiva da tecnologia. Uma análise e uma utilização bem equilibradas permitirão que a IA se torne uma ferramenta robusta para transformar a educação, sem que possa comprometer a qualidade do ensino e o bem-estar dos estudantes.

O objetivo deste estudo é explorar as aplicações da inteligência artificial na educação, dando ênfase em sistemas de tutoria inteligente e ferramentas de avaliação adaptativa. Por meio de uma revisão sistemática da literatura, aplicando um modelo com auxílio de IA generativa, foi procurado identificar os principais benefícios e desafios éticos com uso dessas tecnologias, visando fornecer subsídios para a elaboração de políticas educacionais que promovam a equidade e a inclusão.

14 REVISÃO DA LITERATURA

A literatura sobre a ascensão da inteligência artificial (IA) na educação revela uma transformação significativa nas metodologias de ensino e na gestão administrativa das instituições educacionais. Diversos estudos abordam os benefícios e desafios associados à integração da IA no ambiente educacional, fornecendo uma base de insumos para a compreensão do impacto dessa tecnologia emergente. Dentre os assuntos mais condizentes com essas vertentes podemos citar a personalização da aprendizagem; eficiência administrativa; apoio à tomada de decisões; desafios e considerações éticas e por fim, novas pesquisas e inovações. Essas vertentes foram selecionadas como o ponto de partida para a avaliação do uso da tecnologia de IA do ponto de vista educacional.

14.1 A PERSONALIZAÇÃO DA APRENDIZAGEM

A inteligência artificial (IA) permite a personalização da aprendizagem, adaptando-se às necessidades individuais dos alunos. Por meio da aplicação de ferramentas de tutoria inteligente e do uso de plataformas de aprendizagem adaptativa são capazes de analisar os dados de desempenho dos alunos e oferecer *feedback* em tempo real, desta forma, promovendo uma experiência de aprendizagem mais eficiente e personalizada. É possível encontrar alguns estudos que mostram que a IA pode ajudar os alunos a alcançarem resultados de aprendizagem melhores ao proporcionar um ensino mais direcionado e ajustado às suas necessidades específicas.

Li, Meng & Wang em 2021, apontaram que a inovação da aprendizagem personalizada através da IA utiliza várias técnicas, incluindo análise de dados, análise de redes, análise de emoções e sistemas de tutoria inteligente personalizados para cada aluno. Tecnologias como realidade virtual, realidade aumentada e realidade híbrida são aplicadas para criar ambientes de aprendizagem *online* personalizados, promovendo uma mudança em direção a abordagens de ensino, ou mesmo das tão conhecidas metodologias ativas que são centradas no aluno (Filatro, 2004).

A IA também pode apoiar a aprendizagem personalizada em contextos bem específicos, como a aprendizagem de línguas. Por exemplo, Zhu (2019) discute como a IA pode fornecer recursos personalizados baseados na análise de *big data*, melhorando a experiência de estudo e o progresso dos alunos em disciplinas como inglês, além de aprimorar a habilidade de cognição linguística através de avaliação diagnóstica e *feedback*.

Chaplot, Rhim & Kim (2016) apontam em seus estudos uma nova arquitetura de sistema de aprendizagem adaptativa que se apropriam de redes neurais artificiais para criar um modelo de aprendiz, fornecendo instruções personalizadas com base nos níveis de habilidade dos estudantes, mostrando que sistemas de aprendizagem adaptativa que são baseados em redes neurais artificiais podem ser uma aplicação bem promissora da IA.

Uma outra abordagem interessante é que a IA também pode melhorar a avaliação de cursos universitários e os resultados de aprendizagem personalizados. Por meio de algoritmos de aprendizado de máquina, onde a IA pode ser utilizada para avaliação destes cursos, fazendo recomendações personalizadas e gerando uma análise de dados dos alunos, tendo como resultado uma experiência educacional mais positiva e com resultados excelentes quando adaptada às necessidades individuais (Ma, 2023).

Mais um exemplo interessante é o design de sistemas de aprendizagem personalizados baseados em agentes inteligentes, eles atuam incorporando árvores de decisão e correspondência da lógica *Fuzzy*, o qual permite interações personalizadas entre humanos e computadores no contexto do *e-learning*. Este método pode ajustar o conteúdo educacional para que possa atender melhor às preferências e necessidades individuais dos alunos (Li & Li, 2009).

Berniukevicius & Kurilovas, (2017) também fizeram uma avaliação do uso das Redes Neurais artificiais para analisar as atividades dos alunos durante as interações de aprendizagem, ajustando os estilos e cenários de aprendizagem com base nas informações coletadas. De acordo com os autores isso permite uma personalização

contínua e adaptativa do processo educacional, com isso foi possível garantir que cada aluno recebesse a ajuda especializada para seu desenvolvimento.

Embora a IA ofereça enormes benefícios para a personalização da aprendizagem, há grandes desafios a serem enfrentados, como por exemplo, onde Mishra (2023) destaca que, enquanto a IA pode melhorar a aprendizagem personalizada, também pode apresentar barreiras quanto a sua implementação prática, ética e técnica. No entanto, as oportunidades de transformar a educação por meio desta tecnologia são bem promissoras.

14.2 EFICIÊNCIA ADMINISTRATIVA

A aplicação da IA na administração educacional tem demonstrado melhorias significativas em termos de eficiência e gestão. Tarefas que demandam muito tempo e esforço tais como avaliação de provas, gestão de dados dos alunos e outros processos administrativos são possíveis de serem automatizadas, permitindo que os professores dediquem mais tempo ao ensino e ao desenvolvimento curricular. Ulaşan (2023) destaca em seus estudos que a utilização da IA nas instituições educacionais resulta em uma gestão mais otimizada e ágil. Além disso, a implementação de IA em instituições de ensino superior tem mostrado que essas tecnologias podem otimizar processos administrativos e melhorar a qualidade do ensino (Medvedev *et al.*., 2022).

A tecnologia de IA pode trazer mudanças e melhorias significativas para a educação, no que tange as instituições de ensino, especialmente em termos de individualização e flexibilidade dos processos de ensino, promovendo eficiência administrativa em ambientes educacionais. Tong, Zheng e Wan (2019) discutem como a IA pode melhorar os métodos educacionais ao proporcionar uma maior personalização do ensino e ao facilitar a gestão eficiente de tarefas administrativas.

Importante entender que a integração da IA na gestão educacional pode aumentar a eficiência e promover abordagens inovadoras, no entanto, é necessário lidar com desafios relacionados à privacidade, segurança e ética. Luo (2019) sugere que a IA

pode oferecer *insights* baseados em dados que auxiliam na tomada de decisões administrativas, tornando os processos mais eficientes e fundamentados em evidências.

A utilização da IA na educação serve para otimizar o desenvolvimento educacional através da integração de tecnologias chave e meios inteligentes, fomentando a sinergia entre tecnologias emergentes e o setor educacional. Liang (2020) argumenta que essa integração pode promover uma evolução significativa nos métodos de ensino e nas práticas administrativas, tornando-as mais eficientes e adaptáveis às novas demandas educacionais.

Qin e Wang (2022) discutem os benefícios, desafios e soluções da aplicação da IA na educação, destacando como ela pode melhorar a eficiência administrativa através da análise de dados e da automação de processos.

É nítido que a IA no ensino superior é vista como uma ferramenta essencial para auxiliar nas atividades e se torna também valiosa ao aprimorar diversas operações administrativas dentro do contexto acadêmico, ajudando na organização do processo educacional e na comunicação. Amirov e Bilalova (2020) afirmam que a IA pode melhorar a eficiência administrativa sem competir ou mesmo onerar o tempo de dedicação de todo corpo docente nas tarefas administrativas, parte também no ensino e na avaliação da aprendizagem dos alunos.

A aplicação de IA em ambientes educacionais também pode melhorar a qualidade do ensino. Jia, Kumar e Parthasarathy (2021) mostram que a IA pode aumentar a precisão e a interação entre alunos e professores, podem resultar em uma abordagem mais integrada e eficiente para o ensino e aprendizagem sendo observado por um ambiente de aprendizagem muito mais colaborativo entre os seus atores.

14.3 APOIO À TOMADA DE DECISÕES

Outro ponto de atenção é que no contexto educacional, a IA pode ter um papel fundamental pode auxiliar os administradores de instituições educacionais em tomada de decisões mais eficientes, fornecendo *insights* orientados por dados. Ao analisar grandes volumes de dados educacionais, a IA pode ajudar as instituições a identificarem diversos pontos estratégicos, como melhoria no currículo e implementar intervenções específicas e necessárias para apoiar alunos em dificuldades ou mesmo em risco. Esse apoio baseado em dados é muito importante no que tange no desenvolvimento de estratégias educacionais que possam ser inclusivas em todos os aspectos. Zhou e Lawless (2020) destacam que sistemas de tutoria assistidos por IA funcionam 24 horas por dia, ajudando alunos em diferentes contextos educacionais, desde o ensino básico até o ensino superior. A capacidade da IA de fornecer *feedback* em tempo real e *insights* baseados em dados possibilita que os coordenadores e demais agentes educacionais tomem decisões mais informadas e bem mais condizentes e que possam tomar ações de forma muito mais rápidas quando suportadas em dados.

Avaliando a utilização de sistemas de apoio à decisão baseados em IA pode ser observado que é possível gerar eficiência, precisão, ciência e coordenação aos processos decisórios educacionais. Zheng *et al.*. (2021) discutem a aplicação da IA na construção de disciplinas, destacando como a tecnologia pode melhorar a aplicabilidade das decisões educacionais ao analisar e interpretar grandes conjuntos de dados. Aliado a isso também podemos ter como funcionalidade que a IA seja aplicada para fornecer orientação personalizada, suporte e *feedback* aos alunos, além de auxiliar professores e a equipe educacional por trás de toda política na tomada de decisões. Bakti *et al.*. (2023) ressaltam que a IA pode melhorar ainda mais o processo de aprendizagem ao fornecer *feedback* individualizado baseado em princípios cognitivos, ajudando a prever o desempenho dos alunos e ajustar os métodos de ensino conforme necessário.

Mais uma vez é importante observar que, apesar dos tantos benefícios, a integração da IA na tomada de decisões educacionais apresenta desafios que precisam ser abordados para garantir seu pleno potencial. Harry (2023) discute que questões como privacidade, falta de confiança e possíveis vieses precisam ser resolvidas para que a IA possa ser completamente aproveitada no ambiente educacional.

Como exemplos práticos da utilização de IA em ambientes educacionais incluem o uso de *chatbots* e agentes inteligentes em programas de saúde e educação, que proporcionam suporte contínuo aos usuários e melhoram a interação entre alunos e professores. Shankar (2022) destaca a aplicação de tutores inteligentes e agentes ativos que podem oferecer assistência educacional personalizada em tempo real, demonstrando a capacidade e o grande potencial da IA em apoiar as tomadas de decisões dentro das instituições educacionais.

14.4 DESAFIOS E CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Apesar dos benefícios significativos, a integração da IA na educação apresenta vários desafios éticos, morais e, atualmente um dos maiores, a privacidade dos dados. A coleta e o uso de dados dos alunos levantam preocupações sobre segurança e privacidade, e é crucial garantir que essas tecnologias sejam implementadas de maneira ética. Além disso, é necessário abordar o potencial viés algorítmico que pode perpetuar preconceitos existentes no sistema educacional.

Akgun e Greenhow (2021) destacam a necessidade de abordar esses desafios éticos no contexto educacional, especialmente em ambientes educacionais de crianças e adolescentes, onde a proteção dos dados dos alunos é particularmente sensível. Estudos indicam que uma falha na proteção dos dados dos alunos pode resultar em consequências graves, como a divulgação de privacidade e o uso indevido de informações pessoais.

No contexto brasileiro, a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) (Lei n.º 13.709/2018) estabelece diretrizes rigorosas sobre a coleta, armazenamento e uso de dados

pessoais. A LGPD visa garantir que as informações dos alunos sejam protegidas com respeito à privacidade e segurança, impondo responsabilidades às instituições educacionais que utilizam IA. A conformidade com a LGPD é essencial para garantir que a implementação da IA na educação no Brasil seja realizada de maneira ética e segura, protegendo os direitos dos alunos.

Outro desafio significativo é a visão algorítmica, onde os sistemas de IA podem perpetuar ou até amplificar preconceitos existentes. Levin *et al.*. (2022) afirmam que é fundamental criar um ambiente ético que impeça o desenvolvimento de sistemas de IA que exibam comportamentos discriminatórios. Isso inclui a implementação de práticas de design ético e inovação responsável para mitigar esses riscos. No contexto da LGPD, é necessário garantir que os algoritmos sejam auditáveis e transparentes, para que possíveis erros, interpretações e visões do tipo discriminatória, em qualquer nível que seja, possam ser identificadas e corrigidas.

A adoção da IA na educação também levanta questões sobre a autonomia do estudante. Nguyen *et al.*. (2022) exploram os desafios éticos relacionados à autonomia dos alunos e ao uso de dados pessoais, enfatizando a importância de manter um equilíbrio entre a personalização da aprendizagem e o respeito à autonomia pelos alunos. A IA deve ser inovadora de maneira que ela possa capacitar os alunos, promovendo sua capacidade de tomar decisões informadas sobre seu próprio processo de aprendizagem, em conformidade com os princípios da LGPD que garantem o direito de acesso e controle sobre os seus dados pessoais.

Para mitigar esses desafios, é essencial integrar a educação ética em IA nos currículos educacionais. Motta, Silva & Siqueira-Batista (2020) destacam a importância de educar tanto professores quanto alunos sobre os princípios éticos da IA prevenindo o desenvolvimento de sistemas enviesados e promovendo uma utilização responsável da tecnologia. A LGPD também enfatiza a necessidade de conscientização e formação sobre privacidade e proteção de dados, o que é essencial para uma implementação da ética da IA na educação com sucesso.

Xiaoling (2021) e Coeckelbergh (2019) discutem a necessidade de estabelecer normas éticas e melhorar as leis e regulamentações para supervisão legal no campo da IA. Sugerem também que mover os princípios éticos para medidas concretas pode ser desafiador, mas é essencial para implementar a ética. A integração de tecnologia e humanização pode aumentar a consciência moral e ética em projetos de pesquisa e desenvolvimento, estabelecendo normas éticas robustas para a IA.

Por fim, a LGPD impõe deveres e condutas que podem ser utilizadas como base para desenvolver diretrizes específicas para a implementação da IA na educação, garantindo que todas as práticas estejam em total conformidade com seu arcabouço servindo como um guia para desenvolver práticas de IA que respeitem a privacidade, promovam a transparência e assegurem a responsabilidade, garantindo que a tecnologia beneficie todos os alunos de maneira justa e equitativa.

14.5 CORRELACIONANDO A IA NA EDUCAÇÃO COM TEÓRICOS BRASILEIROS

A integração da inteligência artificial (IA) na educação pode ser analisada à luz das teorias educacionais propostas por renomados autores brasileiros, como Paulo Freire e Leonardo Boff. Paulo Freire, em sua obra "Pedagogia do Oprimido," enfatiza a importância de um ensino dialógico e crítico, onde os alunos são vistos como co-criadores de conhecimento, e não apenas receptores passivos, sendo a atual referência de uma educação bancária. A IA pode facilitar essa visão ao promover a personalização da aprendizagem, permitindo que cada aluno explore seu próprio ritmo e interesses. No entanto, de acordo com os pensamentos de Freire há um risco de a tecnologia ser usada de forma opressora, perpetuando desigualdades e tratando alunos como meros dados a serem processados. Desta forma é importante que a implementação da IA na educação seja guiada por princípios éticos que garantam a equidade e a inclusão, alinhando-se com os valores freirianos de libertação e conscientização crítica.

Por sua vez, pensando em Leonardo Boff, com sua perspectiva teológica e ecológica, nos traz à tona também a importância da ética e ainda sobre o cuidado e da

interdependência nas relações humanas, conceitos que podem ser aplicados na implementação da IA na educação. Boff defende uma educação que valorize o cuidado e a responsabilidade para com o outro e com o meio ambiente. A IA, se utilizada de maneira responsável, pode promover uma educação mais inclusiva e sustentável, permitindo que recursos educacionais sejam distribuídos de maneira mais equitativa e eficiente. No entanto, pensando na mesma filosofia de Boff, também é importante ter atenção aos riscos de uma tecnologia que não respeite esses valores, podendo resultar em uma educação desumanizada e tecnicista. Portanto, a integração da IA na educação deve sempre considerar a promoção do cuidado e da ética, assegurando que a tecnologia sirva ao desenvolvimento humano integral e não de uma determinada parte da população.

Além disso, ainda podemos fazer uma correlação com a perspectiva de Anísio Teixeira, um dos grandes defensores da educação pública e democrática no Brasil, que pode ser relevante na discussão sobre a IA na educação. Teixeira defendia uma educação que fosse acessível a todos, visando a formação integral do ser humano e a promoção da justiça social. A IA tem um grande e exponencial potencial de ampliar o acesso à educação de qualidade, oferecendo recursos personalizados e acessíveis a um maior número de alunos. Contudo, há novamente a necessidade ter um olhar sobre a importância de garantir que essas tecnologias sejam usadas para promover a equidade, evitando a criação de novas formas de exclusão, não apenas social, mas também digital. A IA deve ser implementada de maneira a fortalecer a educação pública e democrática, em consonância com os princípios de justiça e igualdade defendidos por Teixeira.

15 METODOLOGIA

Este estudo realizou uma revisão sistemática da literatura existente sobre o uso da inteligência artificial (IA) na educação. A revisão incluiu artigos revisados por pares publicados entre 2019 e 2023, acessados através de bases de dados acadêmicas como Scopus, Web of Science e Google Scholar. A escolha desse período temporal

foi motivada pelo rápido avanço das tecnologias de IA e sua crescente aplicação no campo educacional nos últimos anos. Conforme pode ser observado na Tabela 1 que fornece uma visão geral dos principais estudos e autores que exploram a aplicação da IA na educação neste espaço temporal, destacando suas contribuições para o campo educacional. É importante observar que os tópicos abrangem desde a personalização da aprendizagem e automação de tarefas até os desafios éticos, como privacidade de dados, viés algorítmico e a necessidade de regulamentação apropriada. Esses estudos foram selecionados a partir de bases de dados acadêmicas reconhecidas e revisados por pares, refletindo as tendências mais recentes no uso da IA no contexto educacional.

Tabela 1: Autores que abordam IA na educação no período de 2019 e 2023

Autor(es)	Ano	Base de Dados	Principais Detalhes
Akgun, S.; Greenhow, C.	2021	Scopus	Discussão sobre os desafios éticos da IA no ambiente K-12, com foco em privacidade e segurança dos alunos.
Azevedo, A.; Azevedo, P.	2020	Google Scholar	Análise do impacto da IA na educação digital, trabalho e saúde, com ênfase em aspectos legais e éticos.
Chembe, C.; Nasilele, B.; Msendo, R.	2023	Web of Science	Análise dos benefícios e riscos do uso de IA na educação, com foco em segurança de dados e viés algorítmico.
Chen, Y. *et al.*.	2022	Scopus	Exploração de chatbots como assistentes virtuais para suporte acadêmico, destacando melhorias na eficiência.
Coeckelbergh, M.	2019	Scopus	Aborda questões éticas da IA em educação, enfatizando a atribuição de responsabilidade e transparência.
Estrellado, C. J.; Miranda, J. C.	2023	Google Scholar	Discussão sobre o uso da IA nas Filipinas e suas implicações para o sistema educacional local.
Levin, A. *et al.*.	2022	Web of Science	Comparação das políticas globais de ética para IA no ensino superior, com foco em regulamentação e implementação ética.
Motta, L. M. S.; Silva, D. L. S.; Siqueira-Batista, R.	2020	Google Scholar	Análise dos desafios éticos da IA no campo da saúde e educação pública, com recomendações sobre ética em IA.
Nguyen, K. *et al.*.	2022	Scopus	Explora como a IA pode influenciar a autonomia dos alunos e os desafios éticos associados ao uso de dados.
Qin, B.; Wang, L.	2022	Web of Science	Discussão sobre as aplicações práticas da IA na educação e os desafios enfrentados por educadores.
Ratican, J.; Hutson, J.	2023	Google Scholar	Exploração das transformações na aprendizagem por meio da IA, com foco na personalização e otimização da educação.
Slimi, Z.; Carballido, B.	2023	Web of Science	Análise dos desafios éticos da IA no ensino superior, destacando transparência e equidade.

Stošić, L.; Janković, A.	2023	Scopus	Examina o equilíbrio entre avanços tecnológicos em IA e considerações éticas no sistema educacional.
Widayanti, R.; Mariyanti, T.	2023	Scopus	Discussão sobre o uso da IA no ensino e os desafios éticos emergentes, especialmente quanto ao viés algorítmico.
Xiaoling, L.	2021	Scopus	Defende a criação de diretrizes éticas robustas para IA e melhorias nas regulamentações para supervisão legal.

Fonte: Os Autores

15.1 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Para garantir a relevância e a qualidade das fontes selecionadas, foram estabelecidos critérios específicos de inclusão e exclusão, conforme observado na Tabela 2.

Tabela 2 – Descrição dos Critérios de inclusão e exclusão

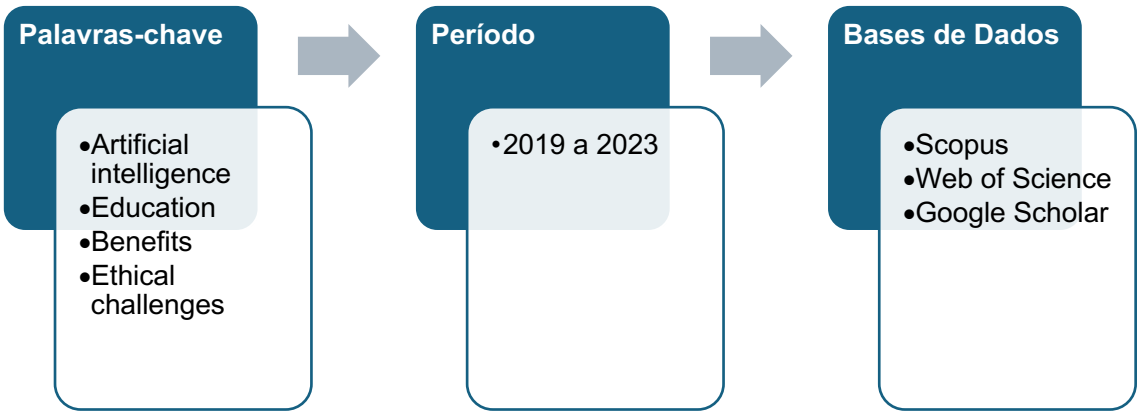
Critério	Descrição
Inclusão	Estudos empíricos e teóricos que exploram o uso de inteligência artificial (IA) em contextos educacionais. Artigos que discutem os benefícios, desafios e implicações éticas da implementação da IA na educação. Publicações em inglês ou português.
Exclusão	Estudos que não foram revisados por pares. Artigos que não abordam diretamente a aplicação da IA na educação. Publicações anteriores a 2019.

Fonte: Os Autores

15.2 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados seguiu uma abordagem estruturada. Inicialmente, foram utilizados termos de busca como "inteligência artificial na educação", "IA e aprendizagem", "benefícios da IA na educação", "desafios éticos da IA" e "personalização da aprendizagem com IA". Esses termos foram aplicados nas bases de dados *Scopus, Web of Science e Google Scholar*, conforme pode ser visto no fluxograma para melhor exemplificar. Cada busca foi refinada por filtros que garantiram a relevância e a contemporaneidade dos artigos.

Figura 1 – Processo de busca de dados



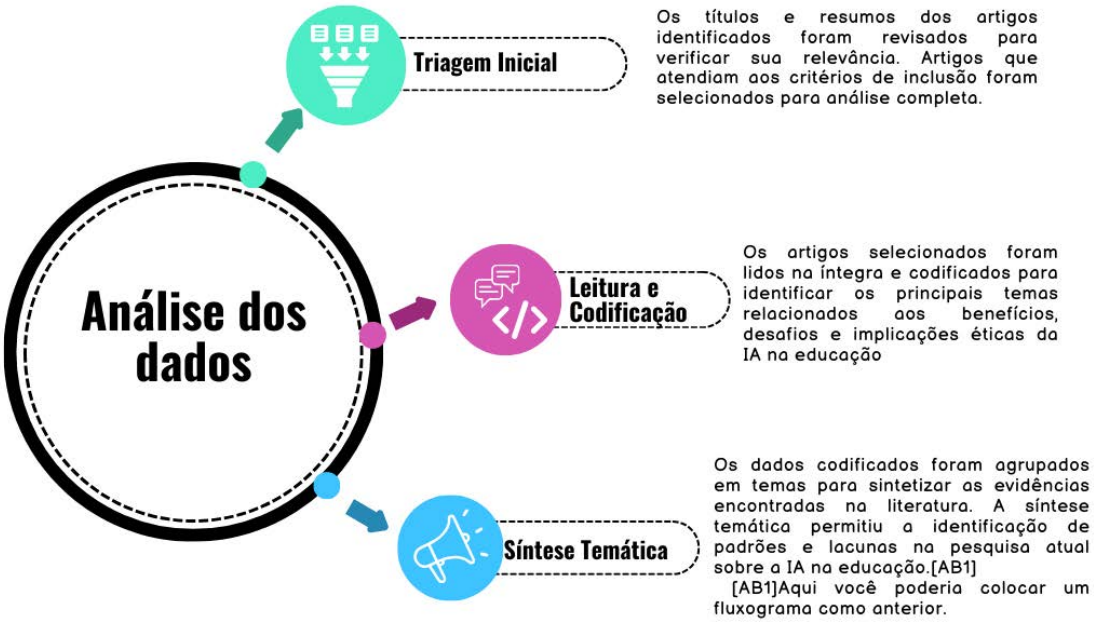
Fonte: Os Autores

15.3 ANÁLISE DE DADOS

Para compreender melhor o potencial da inteligência artificial (IA) na educação, a revisão sistemática da literatura foi conduzida uma busca abrangente em diversas bases de dados acadêmicas, identificando muitos estudos relacionados ao tema, sendo coletados 25 artigos. Em seguida, uma análise cuidadosa dos títulos e resumos foi realizada, então foi selecionado os artigos que apresentavam maior relevância para uma análise mais aprofundada. Após, foi feita uma leitura detalhada de cada artigo selecionado, codificando as informações para identificar os principais benefícios, desafios e questões éticas associados à aplicação da IA na educação. Por fim, organizou-se os dados codificados em categorias temáticas, permitindo uma síntese das principais descobertas da pesquisa e a identificação de padrões, tendências e lacunas na literatura existente. Desta forma a análise dos dados foi conduzida em três etapas principais, sendo elas: Triagem Inicial; Leitura Completa e Codificação e Síntese Temática conforme pode ser observado na Figura 2.

Esta análise foi realizada por meio dos títulos e resumos dos artigos identificados e consequentemente foram revisados para verificar sua relevância. Os Artigos que atendiam aos critérios de inclusão foram selecionados para uma análise completa.

Figura 2 – Processo da Análise dos Dados



Fonte: Os Autores

15.4 CONFIABILIDADE E VALIDADE

Para assegurar a confiabilidade e a validade da revisão, foi adotada uma abordagem colaborativa. Dois revisores independentes conduziram a triagem e a codificação dos artigos, discutindo discrepâncias até alcançar um consenso. Além disso, a triangulação de dados de diferentes bases de dados e a revisão por pares dos procedimentos metodológicos contribuíram para a qualidade dos resultados.

Para assegurar a confiabilidade e a validade da revisão, foi adotada uma abordagem colaborativa. Dois revisores independentes conduziram a triagem e a codificação dos artigos, discutindo discrepâncias até alcançar um consenso entre avaliadores. Esse consenso foi estabelecido com base em critérios predefinidos e em uma leitura aprofundada sobre os artigos em questão. Os critérios como a relevância dos artigos para a questão de pesquisa, a qualidade metodológica dos estudos e a clareza dos resultados foram utilizados como baliza para a tomada de decisão. Além disso, a

triangulação de dados de diferentes bases de dados e a revisão por pares dos procedimentos metodológicos contribuíram para a qualidade dos resultados.

15.5 COLETA DE DADOS SOBRE IA NA EDUCAÇÃO

Aqui estão os resultados da revisão sistemática da literatura sobre o uso da IA na educação, focando nos benefícios, desafios e implicações éticas:

Tabela 3 – Benefícios e desafios da IA

	Aplicação	Autores
Benefícios da IA na Educação	**Personalização da Aprendizagem**	Akgun & Greenhow, (2021); Ratican & Hutson, (2023); Li, Meng & Wang, (2021); Berniukevicius & Kurilovas, (2017); Zhu, (2019). Chaplot, Rhim & Kim, (2016).
	Automação de Tarefas	Chembe, Nasilele & Msendo, (2023); Chen *et al.*. (2022); Ma, (2023); Li & Li, (2009).
	Apoio à Decisão	Estrellado & Miranda, (2023). Zhou e Lawless (2020) Zheng *et al.*., (2021). Bakti *et al.*., (2023).
Desafios e Implicações Éticas	**Privacidade e Segurança dos Dados**	Akgun & Greenhow, (2021); Widayanti & Mariyanti, (2023) Levin *et al.*., (2022).
	Viés Algorítmico	Slimi & Carballido, (2023); Nguyen *et al.*., (2022).
	Deslocamento de Educadores	Azevedo & Azevedo, (2020) (Motta, Silva & Siqueira-Batista, 2020).
	Transparência e Responsabilidade	Stošić & Janković, (2023) (Xiaoling, 2021)

A coleta de dados cobre aspectos importantes que foram discutidos na revisão da literatura sobre a integração, implementação e a aplicação propriamente dita da IA na educação, destacando vários benefícios, desafios e considerações éticas.

Os principais resultados deste estudo foram agrupados em quatro categorias principais: personalização da aprendizagem, eficiência administrativa, apoio à tomada de decisões e desafios éticos.

16 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A inteligência artificial (IA) tem revolucionado diversos setores, como a saúde, o comércio e a indústria, e a educação não é exceção. Sua aplicação nesse campo tem demonstrado resultados promissores, especialmente na personalização da aprendizagem. Por meio de ferramentas como tutores inteligentes e plataformas adaptativas, a IA tem gerado a possibilidade de permitir que cada aluno tenha uma experiência de ensino personalizada, adaptando-se ao seu ritmo e estilo de aprendizado (Akgun & Greenhow, 2021; Ratican & Hutson, 2023). Essa abordagem individualizada promove um maior engajamento dos alunos e, consequentemente, melhores resultados.

Além da personalização, a IA também possibilita a otimização da gestão escolar. Tarefas administrativas antes realizadas manualmente, como a correção de provas e a geração de relatórios, agora podem ser automatizadas, liberando os professores para se dedicarem a atividades mais estratégicas, como o desenvolvimento de projetos e o acompanhamento individual dos alunos (Chembe, Nasilele & Msendo, 2023; Chen *et al.*., 2022). Essa aplicabilidade agrega em muito ao serviço de administração acadêmico, permitindo uma melhor organização dos processos e um ambiente de aprendizagem mais estruturado.

Outra grande vantagem da IA é sua capacidade de analisar grandes volumes de dados educacionais, fornecendo *insights* valiosos para a tomada de decisões. Ao identificar padrões e tendências no desempenho dos alunos, as instituições de ensino podem implementar estratégias de maior relevância para atender às necessidades específicas de cada estudante. A enorme capacidade da IA de analisar dados em tempo real e na resposta mais rápida e com maior confiabilidade dos dados, pode fornecer recomendações personalizadas e com isso possibilita revolucionar a maneira

de como as decisões educacionais são tomadas, tornando-as mais precisas e consequentemente com uma qualidade maior (Estrellado & Miranda, 2023).

Como já fora abordado algumas vezes, mesmo com tantos benefícios, a implementação da IA na educação também apresenta desafios, principalmente quanto a questões relacionadas à privacidade dos dados dos alunos, viés algorítmico e a necessidade de transparência na tomada de decisões, cujo pontos são de extrema importância e exigem uma atenção especial. É fundamental garantir que a IA seja utilizada de forma ética e responsável, evitando a perpetuação de desigualdades e discriminação (Akgun & Greenhow, 2021; Widayanti & Mariyanti, 2023; Slimi & Carballido, 2023; Azevedo & Azevedo, 2020).

Qin & Wang (2022), já destacaram a importância da IA na personalização do ensino e no apoio à tomada de decisões. Este estudo corrobora essas descobertas, ao mesmo tempo que amplia a discussão sobre os desafios éticos envolvidos. A pesquisa de Stošić & Janković (2023) também aborda a necessidade de equilíbrio entre os avanços tecnológicos e as considerações éticas, o que é consistente com os resultados da discussão deste estudo.

Os resultados destacam como a utilização de forma correta dos parâmetros já levantados nas discussões sobre IA, ou seja, no que concerne na personalização da aprendizagem e na automação de tarefas administrativas, proporcionando assim benefícios tanto para os alunos, quanto para os professores. A capacidade da IA de fornecer estes *insights* baseados em dados também se mostrou crítica para melhorar a tomada de decisões educacionais. Esses estudos reforçam a visão de que a IA pode transformar uma educação de maneira profunda, promovendo uma aprendizagem mais personalizada, equânime e eficiente.

17 CONCLUSÃO

A ascensão da inteligência artificial na educação oferece um potencial transformador sem precedentes, permitindo a personalização da aprendizagem e a automação de

processos administrativos. No entanto, essa revolução tecnológica não vem sem desafios significativos que precisam ser abordados com bastante seriedade. A implementação da IA deve ser acompanhada de uma reflexão crítica sobre suas implicações éticas, especialmente no que diz respeito à privacidade dos dados dos alunos e à possibilidade de viés algorítmico.

É imperativo que as instituições educacionais adotem uma abordagem proativa em relação à proteção de dados, conforme estabelecido pela Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) no Brasil. Isso não apenas assegura a conformidade legal, mas também reforça a confiança dos alunos e suas famílias nas tecnologias educacionais. Além disso, a transparência nos algoritmos utilizados é essencial para evitar a perpetuação de preconceitos e discriminações que podem surgir de dados tendenciosos.

A autonomia dos alunos também deve ser uma prioridade. A IA deve ser utilizada para empoderar os estudantes, permitindo que eles tomem decisões informadas sobre seu próprio aprendizado, em vez de se tornarem dependentes de sistemas automatizados. A personalização da aprendizagem deve ser equilibrada com o respeito à individualidade e à capacidade crítica dos alunos, promovendo um ambiente educacional que valorize a diversidade e a inclusão.

Por fim, a integração da inteligência artificial na educação deve ser vista como um meio para um fim maior: a promoção de uma educação equitativa e de qualidade para todos. Isso requer um compromisso contínuo com a ética, a responsabilidade e a inovação responsável. Ao abordar esses desafios de forma robusta e colaborativa, podemos garantir que a IA não apenas transforme a educação, mas o faça de maneira que beneficie todos os alunos, preparando-os para um futuro em que a tecnologia e a humanidade coexistam de forma harmoniosa.

18 REFERÊNCIAS

AKASHEH, W. M.; HAIDER, A. S.; AL-SAIDEEN, B.; SAHARI, Y. Artificial Intelligence-Generated Arabic Subtitles: Insights from Veed.io's Automatic Speech Recognition System of Jordanian Arabic. **Revista Texto Livre**, UFMG, 2024. DOI: 10.1590/1983-3652.2024.46952.

AKGUN, S.; GREENHOW, C. Artificial Intelligence in Education: Addressing Ethical Challenges in K-12 Settings. **AI and Ethics**, v. 2, n. 1, p. 53-61, 2021. DOI: 10.1007/s43681-021-00096-7.

AZEVEDO, A.; AZEVEDO, P. Digital Education, Work and Artificial Intelligence: Health and Law. **Proceedings of the European Distance and E-Learning Network Conference**, p. 26-35, 2020. DOI: 10.38069/EDENCONF-2020-AC0026.

BARBOSA, C. R. de. Transformações no Ensino-Aprendizagem com o Uso da Inteligência Artificial: Revisão Sistemática da Literatura. **RECIMA21**: Revista Científica Multidisciplinar, v. 4, n. 5, e453103, 2023. DOI: 10.47820/recima21.v4i5.3103.

BOFF, L. (Org.). **A Teologia da Libertação**: Balanços e Perspectivas. São Paulo: Ática, 1996.

CHEMBE, C.; NASILELE, N. B.; MSENDO, R. The Fuss about Artificial Intelligence in the Education Sector: Should We Worry? **Zambia ICT Journal**, v. 7, n. 2, p. 45-53, 2023. DOI: 10.33260/zictjournal.v7i2.269.

CHEN, Y. et al. Artificial Intelligence (AI) Student Assistants in the Classroom: Designing Chatbots to Support Student Success. **Journal of Educational Technology & Society**, v. 25, n. 1, p. 105-115, 2022. DOI: 10.1007/s10796-022-10291-4.

COECKELBERGH, M. Artificial Intelligence, Responsibility Attribution, and a Relational Justification of Explainability. **Science and Engineering Ethics**, v. 26, n. 4, p. 2051-2068, 2019. DOI: 10.26116/TECHREG.2019.003.

ESTRELLADO, C. J.; MIRANDA, J. C. Artificial Intelligence in the Philippine Educational Context: Circumspection and Future Inquiries. **International Journal of Scientific and Research Publications**, v. 13, n. 5, p. 105-113, 2023. DOI: 10.29322/ijsrp.13.05.2023.p13704.

FIGUEIREDO, L. de O.; ZEM LOPES, A. M.; VALIDORIO, V. C.; MUSSIO, S. C. Desafios e Impactos do Uso da Inteligência Artificial na Educação. **Educação Online**, v. 18, n. 44, e18234408, 2023.

FILATRO, A. **Design Instrucional Contextualizado**: Educação e Tecnologia. São Paulo: Editora SENAC, 2004.

FREIRE, P. **Educação Como Prática Da Liberdade**. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1986.

LEVIN, A. et al. Navigating the Ethical Challenges of Artificial Intelligence in Higher Education: An Analysis of Seven Global AI Ethics Policies. **International Journal of Ethics Education**, v. 5, n. 2, p. 143-157, 2023. DOI: 10.31992/0869-3617-2022-31-7-79-95.

MOTTA, L. M. S.; SILVA, D. L. S.; SIQUEIRA-BATISTA, R. Ethical Issues and Artificial Intelligence: A Challenge for Public Health. **Journal of Human Growth and Development**, v. 30, n. 1, p. 121-126, 2020. DOI: 10.37118/ijdr.20604.12.2020.

Currículo Resumido do(s) Autor(es)

André Luiz Carneiro Simões

Professor Universitário, Gerência de Educação SENAI CETIQT

Adriana Maria Cláudio

Design Instrucional, PUC-SP. Adrian Maria Cláudio MEI

Paulo Ricardo da Silva Pereira

Professor de Design Instrucional. Instituto de Desenvolvimento em Educação Digital LTDA

SENAI - CENTRO DE TECNOLOGIA DA INDUSTRIA QUIMICA 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 Correa
Designer Instrucional

Jessie Santos
Revisão Ortográfica e Gramatical

Patrícia Macêdo
Projeto gráfico

Patrícia Macêdo
Lorena Santos
Capa e Diagramação

SENAI CETIQT

SENAI

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

PELO FUTURO DO TRABALHO