
Faculdade de Tecnologia de Americana – Ministro Ralph Biasi

Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil

LUCAS VACCARI

DESPERDÍCIO DE MATÉRIA PRIMA:

Método PDCA em uma empresa do estado de SP

AMERICANA, SP

2019

Faculdade de Tecnologia de Americana – Ministro Ralph Biasi

Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil

LUCAS VACCARI

DESPERDÍCIO DE MATÉRIA PRIMA:

Método PDCA em uma empresa do estado de SP

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil,
como exigência para obtenção do título de
Tecnólogo em Produção Têxtil pelo
CEETEPS/Faculdade de Tecnologia – FATEC/
Americana sob a orientação do Prof. Ms. Edison
Valentim Monteiro

Área de concentração: Tingimento Índigo

AMERICANA, S. P.

2019

V172d VACCARI, Lucas

Desperdício de matéria prima: método PDCA em uma empresa do Estado de SP. / Lucas Vaccari. – Americana, 2019.

47f.

Monografia (Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil) - - Faculdade de Tecnologia de Americana – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

Orientador: Prof. Ms. Edison Valentim Monteiro

1 Tingimento 2. Tecnologia têxtil – controle de qualidade I. MONTEIRO, Edison Valentim II. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de Americana

CDU: 677.027.4

Faculdade de Tecnologia de Americana

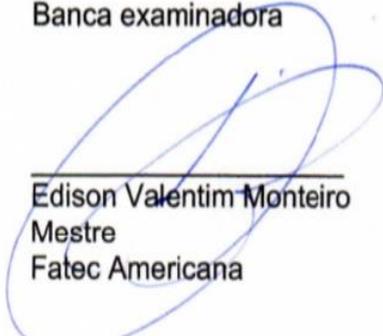
LUCAS VACCARI

**DESPERDÍCIO DE MATÉRIA PRIMA: METODO DE PDCA EM UMA
EMPRESA DO ESTADO DE SP**

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

Americana, 10 de dezembro de 2019.

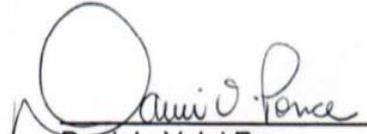
Banca examinadora



Edison Valentim Monteiro
Mestre
Fatec Americana



José Fornazier G. Sampaio
Mestre
Fatec Americana



Daniela Volpi Ponce
Graduada

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Edson Valentim Monteiro, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas correções e incentivos, e homenageando-o agradeço aos demais membros do corpo docente do curso.

A minha querida esposa Lízani pelo apoio incondicional, compreensão e principalmente pelas horas roubadas.

Aos meus filhos, Johnny e Lorena, razão da minha vida e motivo para prosseguir nos estudos.

Aos meus amigos de curso que estiveram comigo nessa longa jornada, pelas horas de convívio e que ficarão marcados na minha vida para sempre.

Aos meus parceiros de trabalho que me ajudaram a me desenvolver profissionalmente e pessoalmente, contribuindo diretamente na minha formação.

A todos que diretamente ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

O tingimento índigo tem sido ao longo dos anos um dos mais utilizados do mundo, dentre os vários métodos, o mais utilizado atualmente é processo de tingimento via multi-caixas, o principal defeito deste procedimento é a perda de matéria prima, sempre que se inicia ou termina um lote. Essa pesquisa abordou o funcionamento completo desta técnica de tingimento, tal como seu eminente defeito. Também se apresentou o método de PDCA de melhorias como alternativa para soluções de problema, este método é considerado uma ferramenta da gestão de qualidade e tem como objetivo promover a melhoria contínua do processo produtivo. Verificou-se a implementação da ferramenta na etapa de tingimento índigo da empresa estudada, dado o problema, suas causas foram reveladas dentro do giro de PDCA, foram avaliadas possíveis alternativas para a diminuição da matéria prima perdida. Após a aplicação do método no problema e a possível solução escolhida pela empresa estudada verificou-se quais os ganhos com a melhoria apresentada. Houve-se uma diminuição de aproximadamente quinze por cento da matéria prima perdida, o que em um ano de atividade da empresa representa pouco mais de quarenta mil metros, que, iriam ser desperdiçados e com uma simples mudança se transformarão em tecido acabado. Além do objetivo de diminuir o desperdício alcançado outras melhorias surgiram com apenas o fato do problema principal ter sido resolvido.

Palavras-chave: PDCA; tingimento índigo; multi-caixas

ABSTRACT

Indigo dyeing has been one of the most used in the world over the years, among the various methods, the most used today is slasher dyeing process, the main defect of this procedure is the loss of raw material whenever it starts or finish a lot. This research addressed the complete operation of this dyeing technique, as well as its imminent defect. The PDCA method of improvements was also presented as an alternative to problem solving, this method is considered a quality management tool and aims to promote continuous improvement of the production process. It was verified the implementation of the tool in the indigo dyeing stage of the studied company, given the problem, its causes were revealed within the PDCA turn, possible alternatives were evaluated for the reduction of the lost raw material. After applying the method to the problem and the possible solution chosen by the company studied, it was verified what the gains with the improvement presented. There was a reduction of approximately fifteen percent of the lost raw material, which in a year of business of the company represents just over forty thousand meters, which would be wasted and with a simple change will become finished fabric. In addition to the goal of reducing waste achieved other improvements have arisen with just the fact that the main problem has been resolved.

Keywords: PDCA; indigo dyeing; slasher dyeing

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição do índigo ao redor do mundo.....	13
Tabela 2 - Produção / perda de 2018	36
Tabela 3 - Perda de matéria prima em cada componente da máquina	37
Tabela 4 - Resultado do teste de remoção do passamento nos cilindros	41
Tabela 5 - Economia em metros.....	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 01- Tinturaria de índigo, início de século XX	12
Figura 02 - Síntese do índigo	14
Figura 03 - Ciclo do tingimento denim	15
Figura 04 - Intensidade de cor a cada ciclo de tingimento	15
Figura 05 - Máquina de tingimento tipo multi-caixas	17
Figura 06 - Gaiola de rolos primários de urdume.....	18
Figura 07 - Sistema de frenagem por célula de carga.....	19
Figura 08 - Caixa de tingimento	21
Figura 09 - Acumulador de fios de urdume.....	22
Figura 10 - Fluxo do fio na caixa de goma	23
Figura 11 - Ciclo de PDCA de melhorias	28
Figura 12 - Fluxograma tingimento multi-caixas	33
Figura 13 - Fluxograma multi-caixas	34
Figura 14 - Diagrama de Pareto.....	38
Figura 15 - Zona oxidativa, multi-caixas	39
Figura 16 - Novo passamento da zona oxidativa.....	40
Figura 17 - 5w2h	41
Figura 18 - Resultados do novo passamento da zona oxidativa	43
Figura 19 - Perda anual de materia prima por troca de partidas.....	44

SUMÁRIO

1	INTRODUCAO	9
1.1	Apresentação do tema e do problema.....	9
1.2	Justificativa da pesquisa	10
1.3	Objetivos da pesquisa.....	10
1.3.1	Objetivos específicos.....	10
1.4	Metodologia	11
2	PERDA DE PRODUTIVIDADE NO TINGIMENTO INDIGO.	12
2.1	O corante índigo	12
2.2	Tingimento índigo.....	14
2.3	Tecnologias de tingimento de índigo	16
2.4	Slasher dye (Multi-caixas).....	16
2.4.1	Gaiola de rolos urdidos.....	17
2.4.2	Caixa de umectação	19
2.4.3	Caixa de lavagem.....	20
2.4.4	Caixa de tingimento.....	20
2.4.5	Zona de Oxidação.....	21
2.4.6	Acumulador.....	21
2.4.7	Caixa de goma	22
2.4.8	Secadeira da engomadeira	23
2.4.9	Campo seco	23
2.4.10	Cabeceira da engomadeira	24
2.5	Perda de matéria prima	24
3	MASP	26
3.1	PDCA	26
3.1.1	Utilização do PDCA de melhorias	27
3.1.2	Etapa (P) do PDCA de melhorias.....	28
3.1.2.1	Fase de identificação do problema	29
3.1.2.2	Fase de análise do fenómeno.....	29
3.1.2.3	Fase de análise do processo	30
3.1.2.4	Fase de estabelecimento do plano de ação	30
3.1.3	Etapa (D) do PDCA de melhorias	31

3.1.4	Etapa (C) do PDCA de melhorias	31
3.1.5	Etapa (A) do PDCA de melhorias	32
4	APLICAÇÃO DE PDCA DE MELHORIAS EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL.....	33
4.1	Identificação do problema	33
4.2	Histórico do problema.....	35
4.3	Observação	37
4.4	Análise.....	38
4.5	Plano de ação	39
4.6	Execução do plano de ação.....	42
4.7	Verificação dos resultados	42
4.7.1	Benefícios secundários	43
4.8	Conclusão do PDCA.....	44
	CONSIDERAÇÃO FINAIS.....	46
	REFERÊNCIAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do tema e do problema

O setor denim é um dos mais diversificados do mundo, ele engloba consumidores de todas as idades, de ambos os sexos, e em todas estações do ano, variando assim apenas com o poder aquisitivo da população.

O tecido denim equivale a metade do custo total de uma peça de jeans, e a sua fabricação ocorre com um elevado padrão de qualidade e menores custos em razão a automação dos processos. O mercado fechado no Brasil foi um dos motivos do atraso em investimentos em modernização à indústria nacional, por um grande movimento de concentração da produção, restando assim poucos fabricantes do tecido, mas com um elevado padrão de qualidade e custos competitivos.

A produção do tecido índigo depende do processo de tingimento dos fios de urdume, uma vez que o índigo não é o corante mais indicado para fibra de algodão seu tingimento necessita de uma repetição do processo de tingimento e oxidação o processo mais utilizado atualmente é o tingimento em aberto, também conhecido como multi-caixas, porém esse tipo de tingimento acaba gerando um grande desperdício de matéria prima devido a longa extensão desse procedimento. Considerando que esse desperdício é um real problema, o método de PDCA de melhorias pode ser utilizado a fim de reduzir a matéria prima perdida durante o processo de tingimento.

O método de PDCA de melhorias tem como objetivo promover melhorias incrementais no processo produtivo aumentando assim a sua eficiência.

Dentre as vantagens de adotar o método de PDCA de melhorias para resolver um problema, é que a empresa segue uma sequência de ações pré-definidas que se executada corretamente, mostram o real problema e como resolvê-lo da melhor forma possível.

1.2 Justificativa da pesquisa

Um dos principais defeitos do tingimento índigo é a perda de produtividade e matéria prima nas trocas de partidas. (FERREIRA e LIMA, 2001, p.28)

Segundo a empresa em estudo em média quatro por cento de toda a matéria prima utilizada no processo de tingimento têxtil acaba sendo desperdiçada, isso em uma produção anual de seis milhões e meio de metros de urdume, equivale a duzentos e sessenta mil metros desperdiçados. Atualmente com a concorrência nacional e principalmente internacional, é necessário que o processo produtivo seja cada vez mais eficiente evitando perdas e posteriormente prejuízos.

1.3 Objetivos da pesquisa

Verificar a implementação da ferramenta de PDCA de melhorias no processo de tingimento índigo e avaliar as possíveis alternativas de melhorias para a diminuição do desperdício de matéria prima em uma indústria têxtil.

1.3.1 Objetivos específicos

- Apresentar detalhadamente o processo de tingimento índigo
- Verificar o principal defeito no processo de tingimento índigo
- Analisar as medidas do método de PDCA de melhorias e as medidas necessárias para reduzir o desperdício de matéria prima.
- Apresentar alternativas de soluções para o desperdício de matéria prima no tingimento índigo
- Apresentar os resultados do método de PDCA de melhorias no processo de tingimento índigo

1.4 Metodologia

A empresa objeto da pesquisa está localizada no Estado de São Paulo, é do segmento têxtil, e produz o denim, utilizado para fabricação do jeans. O nome da empresa foi preservado a fim de resguardar sua identidade.

O sujeito selecionado para pesquisa foi o gestor da qualidade, que realiza a gestão e controle da qualidade da empresa. A coleta de dados foi realizada por meios de dados secundários disponibilizados pela empresa estudada, por e-mail, os dados foram coletados ao longo do ano de 2019.

Também foi verificado quais ações referentes ao PDCA a empresa estaria disposta a praticar, para então aplicar a melhoria que melhor adequasse a situação da empresa.

Os dados coletados foram comparados com manuais técnicos, que possibilitou a análise de dados de forma a verificar se de fato a empresa segue os padrões apresentados pelos manuais, como tempo de oxidação, relação de banho/oxidação, de forma a garantir também o engajamento da diretoria na melhoria do processo produtivo.

2 PERDA DE MATÉRIA PRIMA NO TINGIMENTO INDIGO.

2.1 O corante índigo

O pigmento índigo é um dos mais utilizados no mundo há pelo menos cinco mil anos, a palavra índigo tem origem do grego indikon e do latim indicum, e tem como significado “uma substância da Índia” pois era a região que o pigmento se originava desde a época do império Greco-Romano. Por séculos o índigo foi a base de numerosas tradições têxteis ao longo da África Ocidental, a capacidade de transformar o tecido branco em azul era uma habilidade inacessível e altamente rara, passada pelos tintureiros de geração a geração. A figura 01 demonstra esse processo que durante séculos foi obrigatoriamente manual (FERREIRA e LIMA, 2001 p.9).

Figura 1- Tinturaria de índigo, início de século XX



Fonte: (FERREIRA e LIMA, 2001, p.9)

O índigo natural é extraído de diversas espécies de plantas ao redor do mundo como mostra a Tabela 01, o índigo semeia-se uma vez por ano por motivos

práticos, assim que a planta floresce cortam-se junto a estirpe de 2 a 3 vezes por ano, após a colheita as plantas são desidratadas e submetidas a fermentação úmida através da bactéria *Clostridium isatidis* (FERREIRA e LIMA, 2001 p.13).

Tabela 1 - Distribuição do índigo ao redor do mundo

Nome científico	Região
<i>Índigofera arrecta</i>	África, Índia e Indonésia
<i>Índigofera suffruticosa</i>	América, África e Ásia
<i>Índigofera tinctoria</i>	Ásia e Índia
<i>Isatis tinctoria</i>	Ásia, Cáucaso e Europa

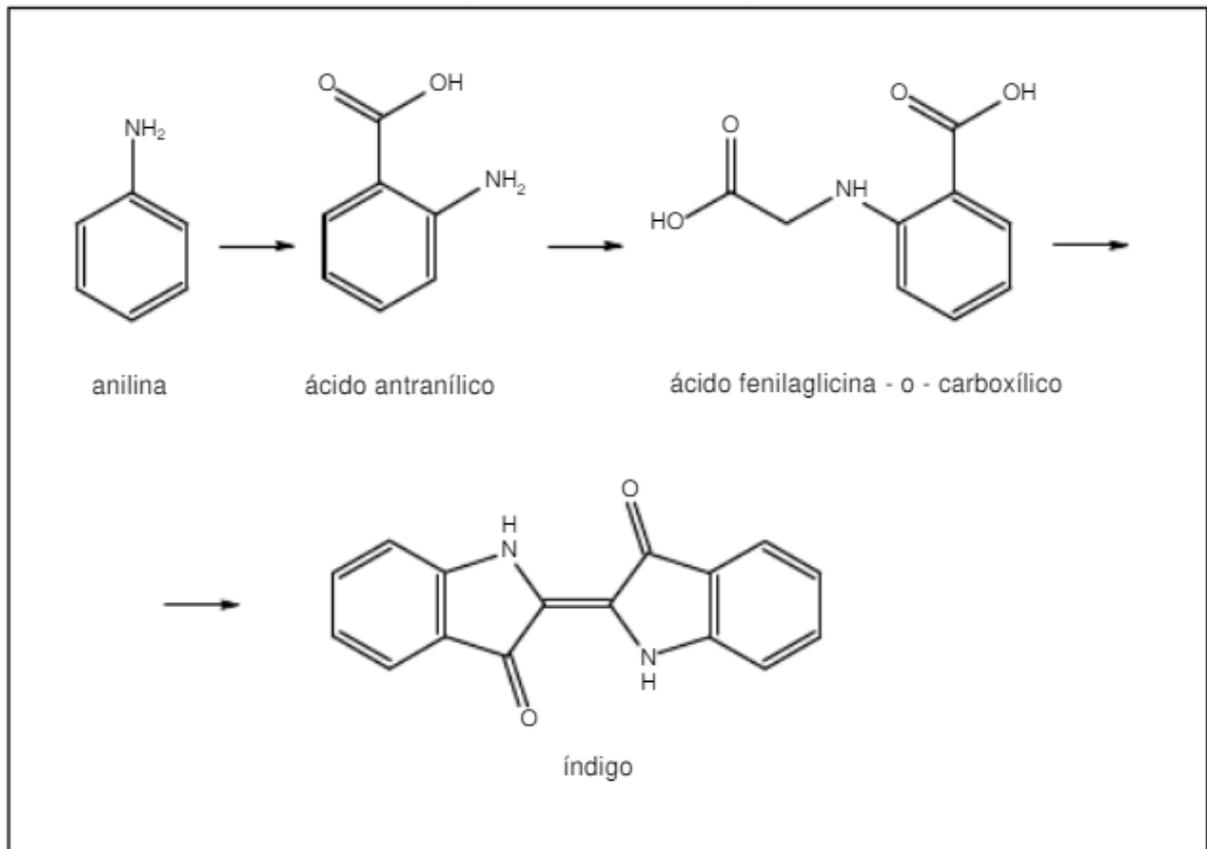
Fonte: (FERREIRA e LIMA, 2001, p. 11)

O indican presente na planta, em forma de glucosídeos se desdobra por meio da fermentação em indoxyl e um tipo de açúcar (indiglucina), reduzindo-se em índigo branco. Com a influência do oxigênio do ar e processos mecânicos reoxida-se o índigo branco e o anil em forma de torrões ou grãos, deposita-se, então separa-se do caldo, escurece-se, lava-se, cozinha-se e por último seca-se. Aproximadamente cem quilos da planta dessecada geram deste modo cerca de dois quilos de índigo.

Na atualidade, mesmo com a dificuldade na obtenção do índigo natural muitas pessoas na Ásia ainda produzem o índigo natural.

Como mostra a Figura 02 o índigo sintético é obtido pela união de duas moléculas de fenilaglicianato de sódio em um composto de hidróxido de sódio e amideto de sódio (FERREIRA e LIMA, 2001 p.9).

Figura 2 - Síntese do índigo

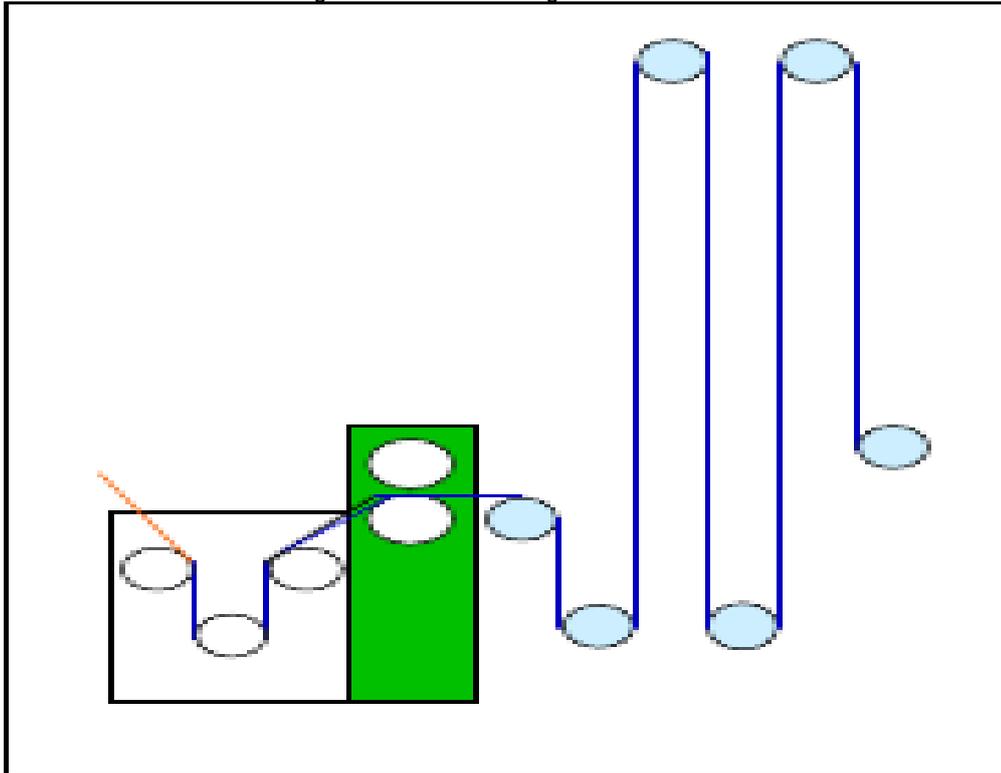


Fonte: (FERREIRA e LIMA, 2001, p.15)

2.2 Tingimento índigo

O método de tingimento índigo mantém-se praticamente inalterável desde sua síntese há mais de cem anos atrás, uma das características desse procedimento que o faz único e particular é que o corante índigo possui uma molécula relativamente pequena e de baixa afinidade com a fibra de algodão, e para sua aplicação deve-se reduzir o corante em uma solução alcalina, também é preciso uma série de impregnações em uma caixa com o corante, acompanhada de foulardagem e oxidação ao ar, para obter-se a cor desejada sobre a fibra, como mostra a Figura 03 (FERREIRA e LIMA, 2001 p.19).

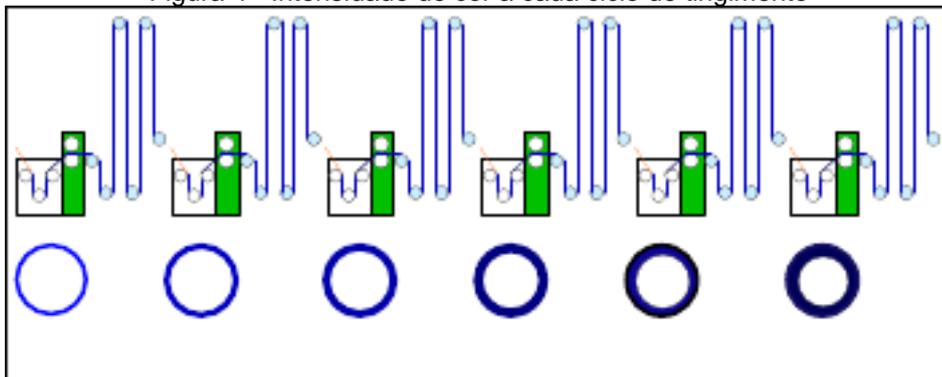
Figura 3 - Ciclo do tingimento denim



Fonte: (FERREIRA e LIMA, 2001 p.19)

Esse ciclo deve-se repetir dependendo da intensidade da cor desejada, geralmente essa sequência se repete de quatro a dez vezes. Como mostra a Figura 04, poucas caixas fornecem uma intensidade de cor baixa, quanto maior o número de caixas maior também será a solidez do tingimento (FERREIRA e LIMA, 2001 p.19).

Figura 4 - Intensidade de cor a cada ciclo de tingimento



Fonte: (FERREIRA e LIMA, 2001 p.20)

Recomenda-se que o corante circule pelo menos três vezes por hora, para que as concentrações de hidrossulfito de sódio e soda cáustica mantenham-se uniforme.

O tempo de imersão varia pelo tipo de máquina usada no processo de tingimento e pela velocidade de produção, em máquinas do tipo multicaixas e loop, o tempo de imersão pode variar de quatro a quinze segundos, já na máquina do tipo corda o tempo de imersão varia de doze a vinte segundos.

Em máquinas de tipo multicaixas e loop a oxidação perfeita está em torno de sessenta segundos, teoricamente a relação entre imersão e oxidação é de 1:6, para cada metro de imersão necessita-se de seis metros de oxidação. De forma geral os metros necessários para oxidação são iguais a velocidade da máquina (FERREIRA e LIMA, 2011 p. 21).

2.3 Tecnologias de tingimento de índigo

Existem três tipos de tecnologias para o tingimento índigo, cada uma com seus prós e contras, e com motivos claros para suas utilizações, são elas: *rope dye* (corda), *slasher dye* (multicaixas) e *loop dye* (loop).

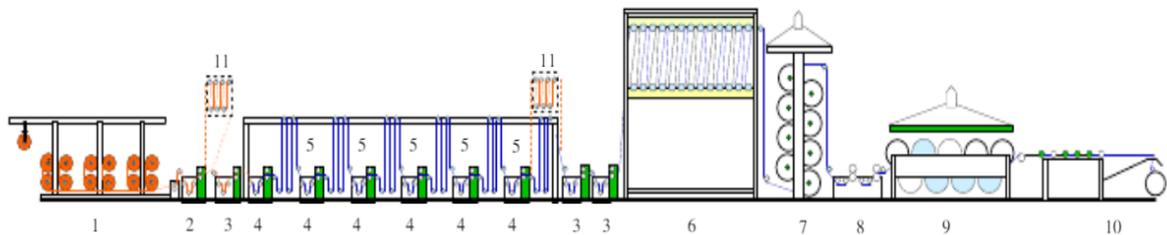
Em 2003 a tecnologia tipo multi-caixas representava quase metade das máquinas utilizadas para o tingimento índigo no Brasil, sendo assim o tingimento mais utilizados comparado aos demais (FERREIRA e LIMA, 2001 p.22).

2.4 *Slasher dye* (Multi-caixas)

Na Europa nos anos 70 deu-se início ao tingimento índigo através do processo de multi-caixas, a simplicidade desse procedimento comparado ao tingimento do tipo corda o tornou muito popular, nesse tipo de tecnologia como mostra a Figura 05, os rolos de urdume são agrupados em uma gaiola semelhante a uma gaiola de engomadeira e então são tingidos através de diversas caixas de

tingimento, em sequência são engomados, tudo de modo contínuo (FERREIRA e LIMA, 2001 p.29).

Figura 5 - Máquina de tingimento tipo multi-caixas



NOMENCLATURA

- 1 - gaiola dos rolos urdidos
- 2 - caixa de umectação
- 3 - caixa de lavagem
- 4 - caixa de tingimento
- 5 - zona de oxidação
- 6 - acumulador
- 7 - secadeira
- 8 - caixa de goma
- 9 - secadeira da engomadeira
- 10 - cabeça da engomadeira
- 11 - vaporizador (opcional)

Fonte: (FERREIRA e LIMA, 2001 p. 30)

As principais vantagens desse processo em comparação aos demais conforme FERREIRA e LIMA (2001) são:

- Instalação compacta
- Possibilidade de tingimentos de fios mais finos
- Produção contínua dos rolos urdidos até os rolos engomados
- Menor volume do banho de tingimento
- Flexibilidade nas trocas de artigos
- Baixo investimento e mão de obra reduzida

2.4.1 Gaiola de rolos urdidos

A seção chamada de gaiola ou desenrolamento, como mostra a Figura 06 é onde são acoplados os rolos primários de urdume, os rolos são presos a gaiola

através de freios, que podem ser individuais ou coletivos e são estes que definem a tensão do desenrolamento. As gaiolas podem ser fixas ou móveis, as móveis trabalham sobre trilhos e possuem duas gaiolas para cada máquina, enquanto uma está em uso no processo produtivo, a outra pode ser carregada com um novo lote que irá ser produzido, gerando um ganho de produtividade (TRALLI, 1998 p. 6).

Figura 6 - Gaiola de rolos primários de urdume



Fonte: (CATÁLOGO JUPITER)

Com a constante busca do aumento da produtividade através do tingimento de urdume, aumentou-se o diâmetro dos rolos e sua tensão então é controlada por células de carga, como mostra a Figura 07, a gaiola possui sistema proporcional de frenagem, com corrente e pastilhas de freio controladas automaticamente pelas células de carga em ambos os lados, o operador então ajusta a tensão desejada para que o desenrolamento de fios de urdume seja o mesmo do começo ao fim (CATÁLOGO JUPITER).

Figura 7 - Sistema de frenagem por célula de carga



Fonte: (CATÁLOGO JUPITER)

2.4.2 Caixa de umectação

Na caixa de umectação é onde ocorre a operação que consiste em impregnar de soda cáustica os fios de algodão para lhes dar uma aparência brilhante, sedosa e aumentar a absorção das cores e resistência.

Com a imersão da fibra celulósica na caixa contendo soda cáustica inicia-se na fibra o inchamento da mesma, alterando sua forma para um formato mais ovalado, com a fibra inchada seguida de tensão a superfície da fibra fica mais lisa, com uma quantidade menor de erupções alterando as circunstâncias de reflexão da luz (ANDRADE, 1999 p.16).

A penetração da soda na fibra celulósica é uma importante condição que irá definir uma boa caustificação, conforme ANDRADE (1999) os principais fatores que influenciam em uma boa caustificação são:

- Concentração do banho
- Viscosidade
- Temperatura
- Tempo de imersão

- Característica do material têxtil
- Tensão aplicada.

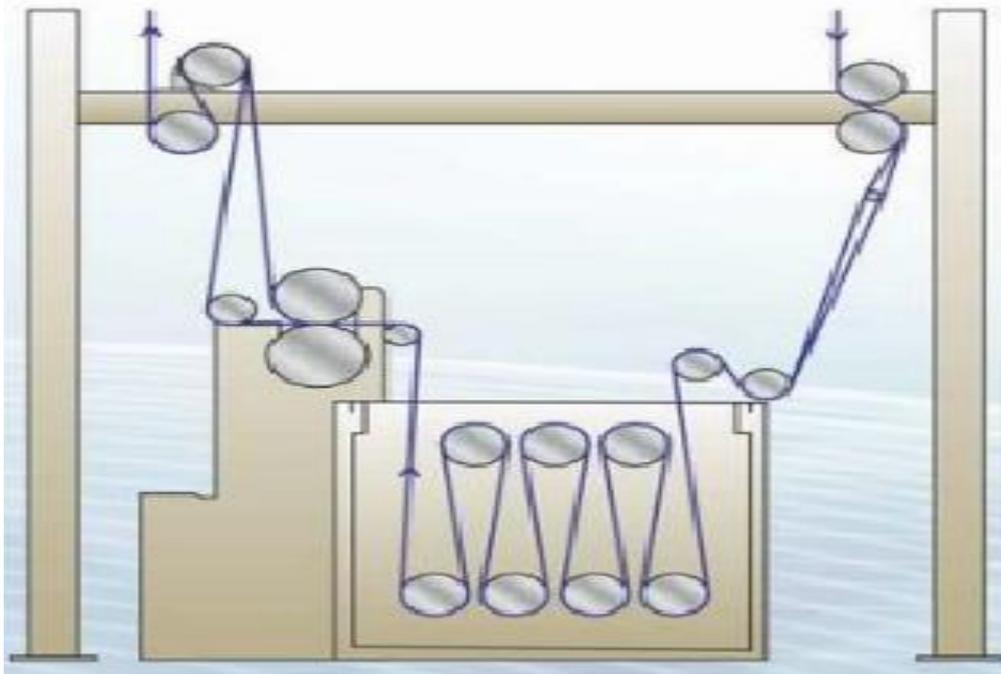
2.4.3 Caixa de lavagem

Após a caustificação deve-se efetuar a retirada da solução cáustica sobre a fibra celulósica, geralmente feita com auxílio de água e neutralização com ácido, uma lavagem ou neutralização imperfeita pode gerar defeitos irreparáveis sobre o material têxtil (ANDRADE, 1999 p.19).

2.4.4 Caixa de tingimento

É na caixa de tingimento onde os fio de algodão são impregnados com o corante índigo como mostra a Figura 08, usa-se cilindros imersores que podem ser ajustados para que o tempo de imersão dos fios seja exatamente o desejado, após a imersão os fio são conduzidos a foulardagem, que são um conjunto de dois cilindros que exercem pressão na manta de fios, o cilindro superior tem a função de distribuir uniformemente a pressão (CATÁLOGO JUPITER).

Figura 8 - Caixa de tingimento



Fonte: (CATÁLOGO JUPITER)

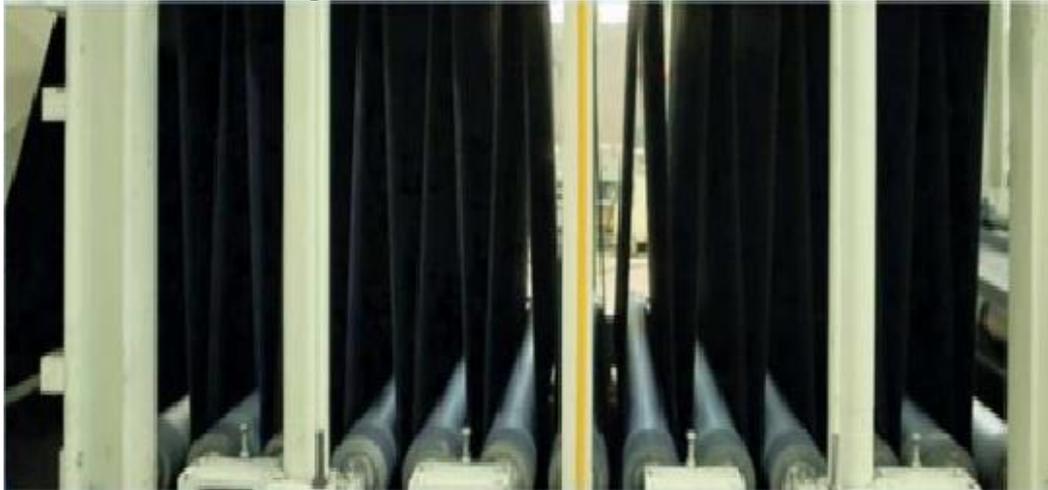
2.4.5 Zona de Oxidação

Após receber o corante os fios precisam ser oxidados antes de ir para a próxima caixa, a oxidação é feita por meio natural, com a simples exposição dos fios tingidos a atmosfera sempre de modo contínuo, assim sendo, seguido de cada imersão e posterior foulardagem, os fios são expostos ao ar para que haja a oxidação do corante índigo (ANDRADE, 1999 p.189).

2.4.6 Acumulador

O acumulador de fios é composto por um sistema hidráulico que permite o armazenamento de fios, com a finalidade de poder parar a cabeceira da máquina para troca de rolos sem que o tingimento pare, evitando assim variações de tonalidade no tingimento da camada de urdume, como mostra a Figura 09 (CATÁLOGO JUPITER).

Figura 9 - Acumulador de fios de urdume

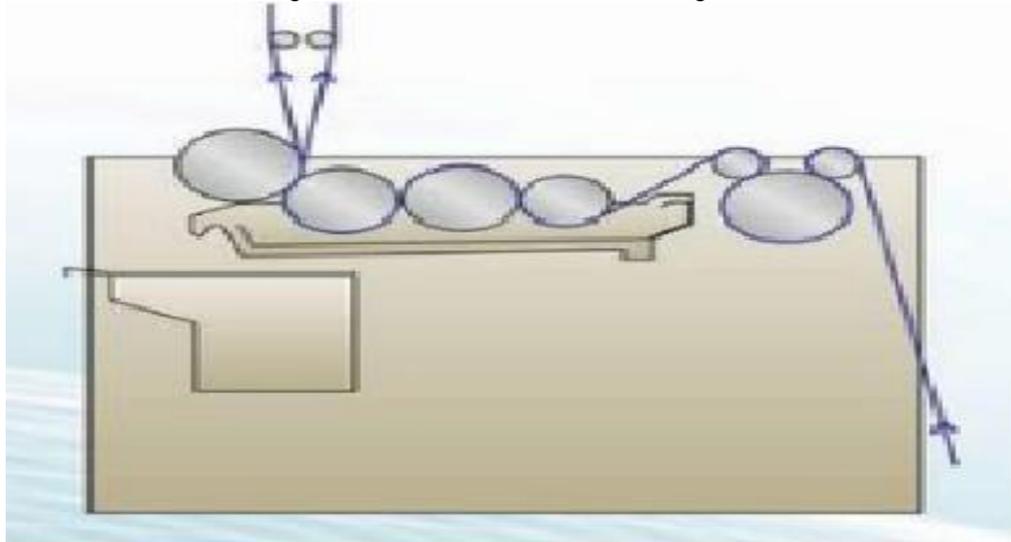


Fonte: (CATÁLOGO JUPITER)

2.4.7 Caixa de goma

O objetivo da caixa de goma é acondicionar a solução engomante no fio tingido, em alta temperatura, feito através de vapor direto ou serpentinas. Como mostra a Figura 10, a manta de fios é submersa na solução engomante e depois aplica-se sobre ela uma pressão para retirar o excesso de goma via cilindros espremedores, a pressão utilizada influencia diretamente no pick up da goma. As máquinas podem possuir uma ou duas caixas de goma e cada caixa de goma pode ter um ou dois cilindros espremedores (TRALLI, 1998 p. 6).

Figura 10 - Fluxo do fio na caixa de goma



Fonte: (CATÁLOGO JUPITER)

2.4.8 Secadeira da engomadeira

Na zona de secagem é onde é feita a secagem dos fios com goma, na entrada da secadeira normalmente existe uma separação das camadas com a finalidade de facilitar a secagem dos fios, assegurar um melhor encapsulamento do fio, e auxiliar a separação dos fios na zona seca. A secagem pode ser feita por cilindros aquecidos, câmara de ar ou estufa, em eventual uso de cilindros, que é o tipo de secagem mais utilizada, estes devem ser revestidos de teflon, assim impossibilitando a formação de crostas e ferrugem nos cilindros.

A velocidade da máquina e porcentagem da umidade residual desejada definem a temperatura a ser utilizada na secagem (TRALLI, 1998 p. 7).

2.4.9 Campo seco

Campo seco ou separação das camadas é a área em que os fios podem ser submetidos a uma aplicação chamada pós enceragem, que consiste na aplicação por araste de lubrificante ao fio, que dependendo do produto pode ser aplicado a quente ou a frio. A aplicação da pós enceragem se dá, em urdumes mais densos,

peludos, tintos ou de fios rústicos, facilitando a abertura das varas, minimizando atritos e diminuindo o pó na tecelagem.

A seguir os fios são submetidos as varas de separação que destinam-se a separar ou descolar individualmente os fios, garantindo assim a disposição preliminar dos fios nos rolos de urdume primários, facilitando posteriormente sua remeteção ou engrupagem (TRALLI, 1998 p. 7).

2.4.10 Cabeceira da engomadeira

Depois de separados os fios são distribuídos em um pente extensível, que tem como função regular a largura da camada de fios para largura do rolo, assegurando um enrolamento uniforme e uma densidade constante de fios/cm.

Para que o enrolamento seja uniforme três fatores são significativos, a condição do cilindro de arraste ou puxador, a tensão aplicada nos fios e a pressão gerada por uma balança sobre os fios já enrolados no rolo (TRALLI, 1998 p. 7).

2.5 Perda de matéria prima

Para FERREIRA e LIMA (2011), o principal problema do tingimento índigo em máquinas do tipo multi-caixas é a perda de matéria prima nas trocas de partida, quando o lote que está sendo produzido acaba, a máquina para e então começa a troca de lotes, assim o fio que está na máquina mancha, pois parte dele esta parado dentro das caixas de corante, a quantidade perdida é praticamente a de toda extensão da máquina, se a máquina tiver seiscentos metros de extensão dos fios a perda será de seiscentos metros do início do lote e seiscentos do final, gerando assim mil e duzentos metros de fios manchados, em um lote de trinta mil metros essa perda representa quatro por cento de toda a matéria prima. As opções para este fio manchado são: engomá-lo normalmente, tecê-lo posteriormente, assim obtendo um tecido defeituoso que será confirmado como de segunda qualidade, ou, não o engomar e destina-lo como estopa para venda ou uso próprio.

“A sobrevivência das empresas depende da sua capacidade de atender as necessidades dos clientes. Para isso elas devem ser capazes de promover mudanças rápidas, pois essas também ocorrem no mundo globalizado” (AGUIAR, 2006, p 69). O PDCA é um dos principais métodos para resolução de problemas, ele é utilizado para resolver qualquer tipo de problema e dependendo do foco da adversidade, seu giro pode tomar formatos diferentes.

3 MASP

3.1 PDCA

O PDCA é um método de aprimoramento da gestão e sua utilização embasa-se no aperfeiçoamento das atividades e na solução de problemas grandes ou pequenas que impactam essas atividades. Essa metodologia também pode ser conhecida como Ciclo de Deming ou Ciclo de Shewhart, que são os nomes de seus criadores.

Criado nos anos vinte o método PDCA consiste no ciclo básico *Plan, Do, Check e Act*, que significam:

- Planejar
- Fazer
- Checar
- Agir

A aplicação dessa ferramenta é indicada pela ISO 9001:2015 – grupo de normas técnicas que determinam um padrão de gestão de qualidade para organizações em geral (ANDRADE, 2017).

As principais vantagens desse método são conforme ANDRADE (2017) são:

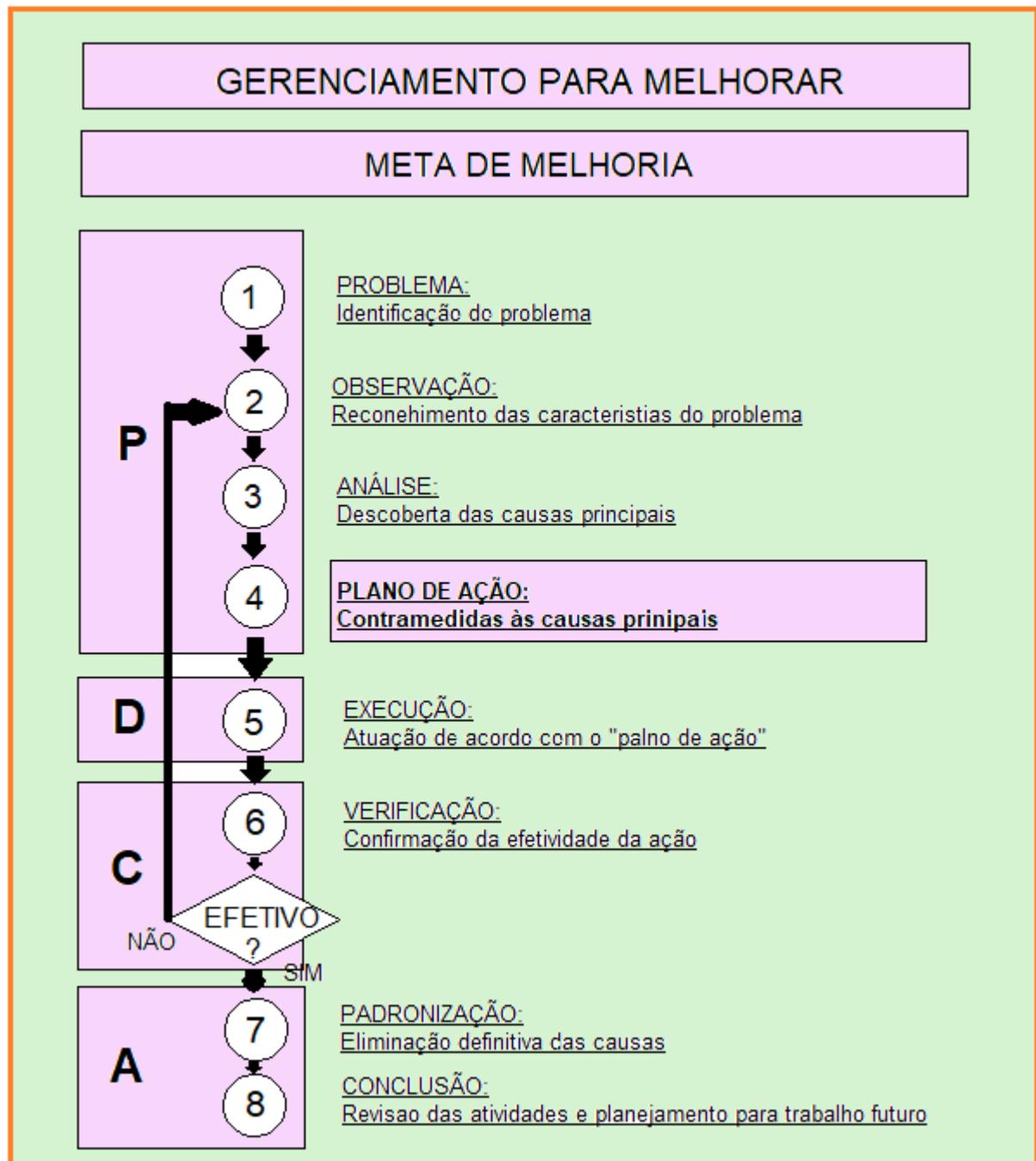
- Aceleração e aperfeiçoamento das atividades;
- Identificação de problemas e suas causas-raiz;
- Otimização de diretrizes de controle;
- Envolvimento da equipe;
- Aprimoramento contínuo de processos.

3.1.1 Utilização do PDCA de melhorias

A melhoria a ser atingida no processo existente é estabelecida tomando como referência as metas anuais da empresa, que são determinadas com base nos planos de médio e longo prazo e pelos resultados obtidos no ano anterior, estabelecidos por meio do gerenciamento pelas diretrizes.

O melhoramento incremental é realizado dentro do gerenciamento da rotina do trabalho de dia-a-dia e tem como objetivo preservar a credibilidade dos resultados alcançados pela empresa, proporcionando melhorias incrementais necessárias aos processos e produtos, a fim de elevar o patamar de eficiência da empresa. Para melhorias tratadas nesse gerenciamento é aplicado o PDCA de melhorias como mostra a Figura 11 (AGUIAR, 2006, p 64).

Figura 11 - Ciclo de PDCA de melhorias



Fonte: (AGUIAR,2006 p.66)

3.1.2 Etapa (P) do PDCA de melhorias

O primeiro passo do ciclo cria-se uma estratégia que solucione o problema previamente identificado. Para isso deve-se analisar e desenvolver o planejamento de uma maneira que seja viável para empresa, também deve-se selecionar quais

métodos complementares serão usados e os objetivos que precisam de foco naquele momento (ANDRADE, 2017).

3.1.2.1 Fase de identificação do problema

Nesta fase busca-se definir nitidamente o problema, identificar a importância desse problema e a conveniência da sua solução, deste modo verifica-se se solucionar o problema é o que realmente a empresa necessita. “Não se deve gastar tempo e dinheiro na solução e/ou em estudos posteriores de um problema cujo retorno não seja considerado adequado para empresa, isto é, que não traga benefícios para empresa” (AGUIAR, 2006 p.78).

Antes de iniciar qualquer melhoria, este trabalho deve ser muito bem planejado, documentado e acompanhado durante todo seu ciclo. Na fase de identificação do problema a principal pergunta deve ser “vale a pena investir?”, segundo AGUIAR (2006), então usa-se ferramentas da qualidade aplicadas para:

- Retirar amostras representativas;
- Avaliar confiabilidade das informações;
- Dispor ou apresentar informações de interesse de forma gráfica ou não;
- Avaliar retorno econômico.

3.1.2.2 Fase de análise do fenômeno

Na fase de análise do fenômeno deve-se aumentar o conhecimento do fenômeno, facilitando assim localizar as causas na análise do processo. A forma mais utilizada para aumentar o conhecimento do problema simplificando assim sua solução é analisá-lo de vários ângulos e desdobrá-lo em problemas prioritários em que as metas são definidas. Deste modo as ferramentas da qualidade são utilizadas para:

- Coletar dados;
- Avaliar sistemas de medições e/ou coleta de dados;
- Desdobrar situações gerais em situações específicas;
- Priorizar situações;
- Avaliar variações

As ferramentas devem ser empregadas para simplificar o problema e converter informações em conhecimento (AGUIAR, 2006 p. 79).

3.1.2.3 Fase de análise do processo

Nesta fase as causas do problema devem ser definidas utilizando todo conhecimento adquirido sobre ele, a análise do fenômeno tem total influência na descoberta das causas do problema. Para AGUIAR (2006) as ferramentas da qualidade nesta fase são utilizadas para:

- Apresentar o processo relacionado ao problema;
- Obter conhecimento sobre as causas do problema;
- Priorizar causas;
- Quantificar o efeito das causas em características de interesse.

3.1.2.4 Fase de estabelecimento do plano de ação

Na fase de estabelecimento do plano de ação, as causas do problema foram descritas e com base nesse conhecimento adquirido e no conhecimento técnico da empresa o plano de ação deve ser estabelecido visando atingir as metas propostas, as ferramentas da qualidade utilizadas nesta fase são:

- Propor e disponibilizar medidas;
- Dispor o plano de ação

Para um plano de ação efetivo as informações devem ser de fácil entendimento (AGUIAR, 2006 p. 80).

3.1.3 Etapa (D) do PDCA de melhorias

O plano de ação proposto na fase de estabelecimento do plano de ação deve ser executado nesta etapa, e os dados gerados devem ser coletados para serem avaliados na fase de verificação do PDCA. Para que não ocorra erros na aplicação deste plano é essencial:

- Realizar reuniões a fim de obter o consenso das medidas propostas e evitar impedimentos na execução do plano;
- Viabilizar treinamento sobre as medidas propostas para o pessoal que ficará responsável pela execução;
- Acompanhar a execução das medidas para sanar as dúvidas, se eventualmente ocorrerem, e para verificar se o plano proposto está sendo corretamente executado

As ferramentas das qualidades nesta etapa são utilizadas para:

- Sugerir medidas de implementação do plano de ação;
- Planejar coleta de dados durante a produção;
- Checar o cumprimento dos procedimentos operacionais;
- Dispor procedimentos operacionais a serem usados durante os treinamentos e durante a execução do plano (AGUIAR, 2006 p. 80)

3.1.4 Etapa (C) do PDCA de melhorias

Baseado nas informações adquiridas na etapa de execução, esta etapa tem como objetivo, verificar se a meta proposta foi atingida, caso tenha sido alcançada deve-se passar para a etapa de ação a fim de obter meios para dar continuidade aos bons resultados obtidos e concluir os trabalhos, mas se não foi alcançada, deve-se:

- Obter meios de manutenção dos bons resultados obtidos, atividade realizada na etapa de ação;
- Reiniciar o giro de PDCA, também na etapa de ação, para atacar as causas que impedem o alcance da meta (AGUIAR, 2006, p 81);

Não tendo a necessidade de realizar novamente a fase de identificação do problema, deve-se reiniciar o giro de PDCA na fase de análise do fenômeno. Nesta etapa as ferramentas da qualidade são utilizadas para AGUIAR (2006):

- Comparações;
- Avaliações de variabilidade de processos;
- Verificação de confiabilidade de produtos/processos.

3.1.5 Etapa (A) do PDCA de melhorias

Obtendo sucesso, meios de manutenção devem ser implementados com o objetivo de implementar os bons resultados e uma conclusão de trabalho deve ser feita, são utilizadas ferramentas da qualidade nesta etapa para AGUIAR (2006):

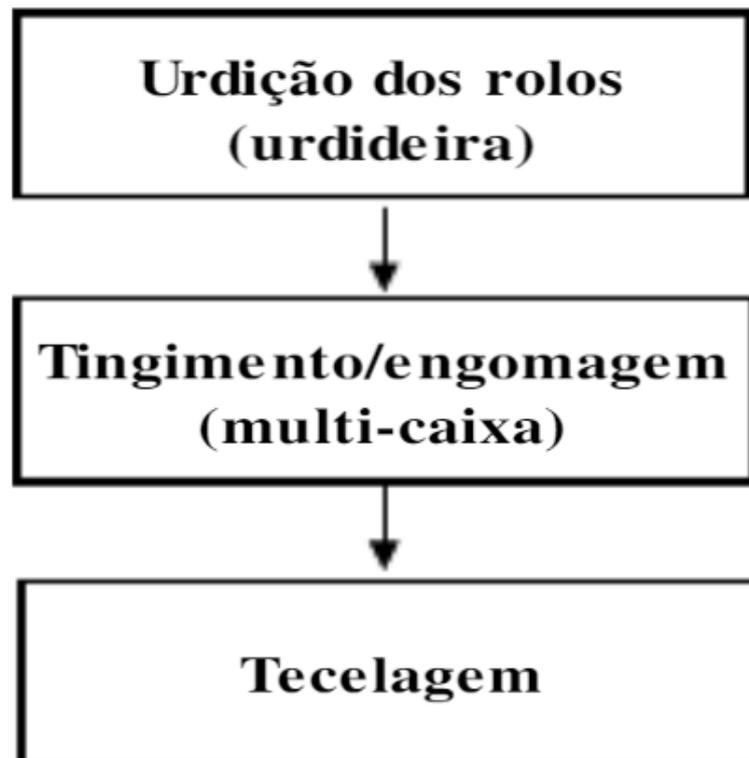
- Estabelecimento de procedimentos operacionais;
- Apuração da utilização correta de procedimentos operacionais durante a produção;
- Coleta de dados;
- Treinamento em procedimentos operacionais

4 APLICAÇÃO DE PDCA DE MELHORIAS EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL

4.1 Identificação do problema

O tingimento índigo por uso da tecnologia multi-caixas se tornou bastante popular devido a sua simplicidade, como mostra a Figura 12, o fio chega do processo anterior de urdição, é tingido e engomado no mesmo processo, e posteriormente vai para a tecelagem para então virar tecido.

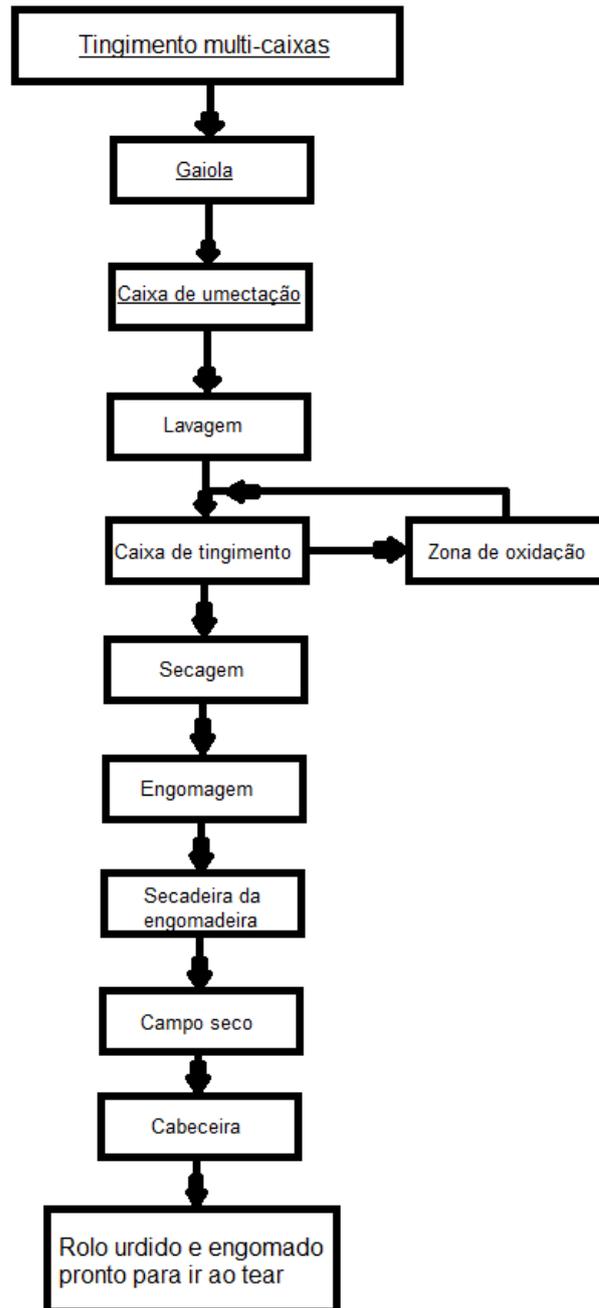
Figura 12 - Fluxograma tingimento multi-caixas



Fonte: (FERREIRA e LIMA, 2001 p.75)

No tingimento o fio sai dos rolos de urdume primários da gaiola, passa pela caixa de umectação, caixas de lavagem, caixas de corantes, zona de oxidação, secagem, engomagem, secadeira da engomadeira, campo seco e cabeceira como mostra a Figura 13.

Figura 13 - Fluxograma multi-caixas



Fonte: do próprio autor, 2019

Como o processo de tingimento é extenso toda vez que ocorre uma troca de lotes acaba se perdendo matéria prima, devido ao fato da máquina estar parada para a troca de lotes, parte do fio fica parada dentro das caixas de corante, assim manchando parcialmente o fio de urdume, essa mancha sempre ocorre quando se

inicia o lote, e quando ele termina, ou seja, em um lote se mancha duas vezes toda a extensão da máquina, o fio manchado pode ser destinado como estopa ou tecido normalmente e posteriormente classificado como de segunda qualidade, independente da escolha, ocorre-se uma perda de matéria prima que seria transformada em tecido.

4.2 Histórico do problema

Como mostra a Tabela 02, temos a produção em metros de todo ano anterior, o quanto se perde apenas com trocas de partida da máquina e a porcentagem que essas perdas representam em relação ao que foi produzido.

Tabela 2 - Produção / perda de 2018

Mês	Perda por troca de		
	Produção (m)	partidas (m)	%
Janeiro	530.000	22.200	4,19
Fevereiro	510.000	21.300	4,18
Março	570.000	20.500	3,59
Abril	560.000	23.800	4,25
Maiο	590.000	23.100	3,92
Junho	530.000	20.900	3,94
Julho	590.000	22.300	3,78
Agosto	570.000	21.900	3,84
Setembro	560.000	19.400	3,46
Outubro	610.000	23.400	3,84
Novembro	570.000	23.000	4,04
Dezembro	500.000	19.900	3,98
Média	557.500	21.808	3,92
Total	6.690.000	261.700	

Fonte: do próprio autor, 2019

Analisando a Tabela 02, observa-se que duzentos e sessenta mil metros deixaram de virar urdume engomado para o tear, apenas nas trocas de partidas, isso equivale a mais de cinquenta mil toneladas de fio desperdiçado.

4.3 Observação

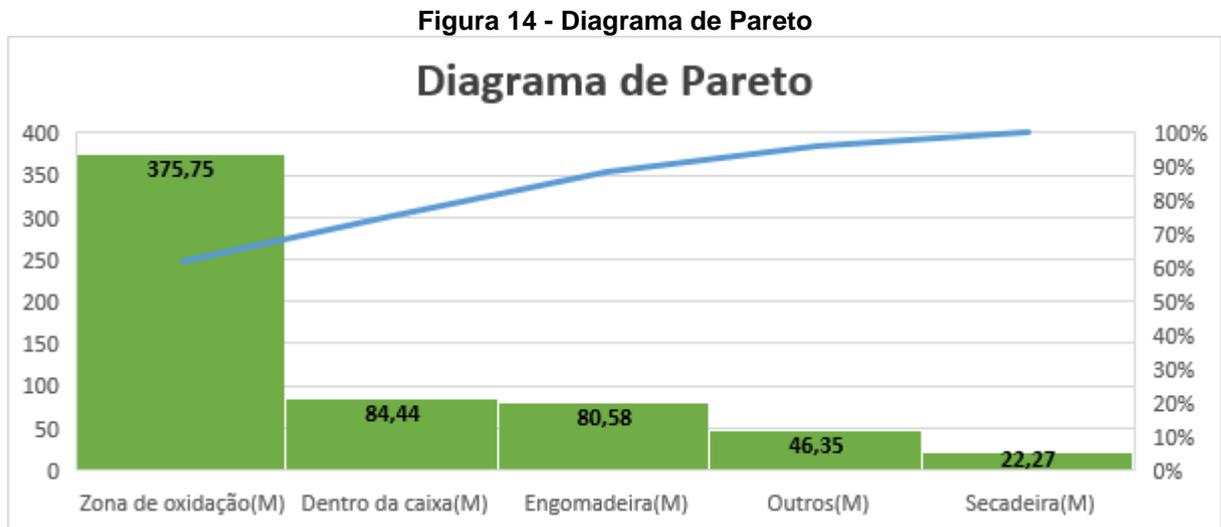
Foi então realizada uma coleta de dados a fim de observar o quanto se perde de fio em cada parte da máquina, como mostra a Tabela 03, cada parte da máquina tem sua correspondente perda em metros, desde a primeira caixa até o final da engomagem.

Tabela 3 - Perda de matéria prima em cada componente da máquina

Caixa	Dentro da caixa(m)	Zona de oxidação(m)	Outros(m)	Secadeira(m)	Engomagem (m)
1	6,63		14,03		
2	6,63		5,75		
3	5,34	41,75			
4	5,34	41,75			
5	5,34	41,75			
6	5,34	41,75			
7	5,34	41,75			
8	5,34	41,75			
9	5,34	41,75			
10	3,68	41,75			
11	5,34		10,5		
12	5,34	41,75			
13	6,48		5,29		
14	6,48		5,61		
15	6,48		5,17		
TOTAL	84,44	375,75	46,35	22,27	80,58

Fonte: do próprio autor, 2019

A seguir foi utilizado o diagrama de Pareto para ordenar as frequências das ocorrências a fim de priorizar o problema, como mostra a Figura 14, o gráfico mostra o total de perda em cada parte da máquina ficando mais fácil a observação do problema.



Fonte: do próprio autor, 2019

Observando a Figura 14, constata-se que a maior parte do fio perdido se encontra na zona de oxidação, seguida pelo fio que fica dentro das caixas de corante e da parte da engomadeira (caixa de goma, secadeira da engomadeira, campo seco e cabeceira).

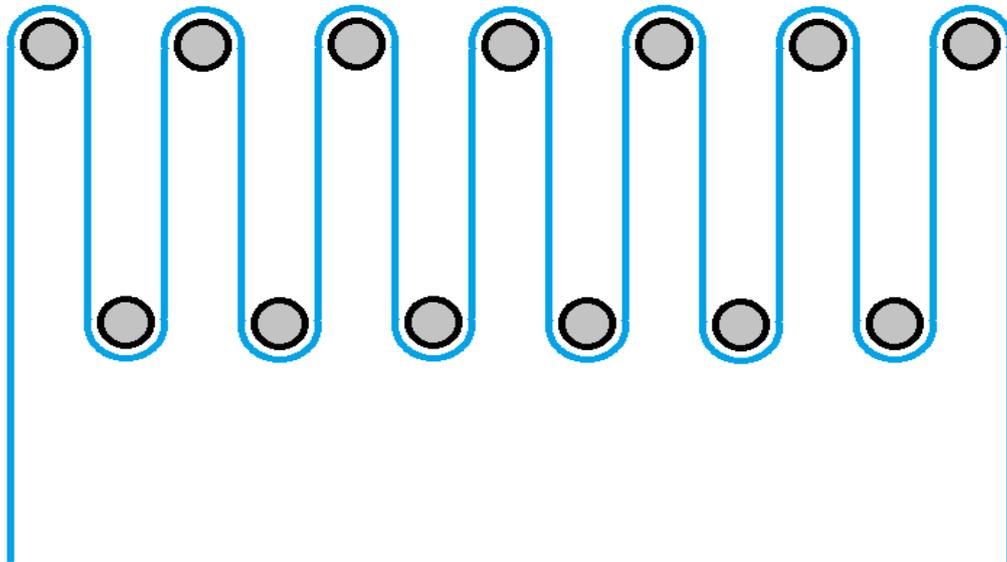
4.4 Análise

Um breve estudo teórico e técnico sobre o procedimento indicou que o fio que passa pela zona oxidativa estava acima da metragem e do tempo necessários para que a oxidação ocorresse, segundo FERREIRA e LIMA (2001 p. 21) na zona oxidativa o fio deve manter uma relação de 1:6 em relação ao fio que fica dentro da caixa de corante, ou sessenta segundos para uma oxidação perfeita, atualmente com a máquina virando em media vinte e cinco metros por minuto, o fio estava permanecendo na zona oxidativa por cem segundos, isso representa sessenta por cento a mais que o necessário para uma oxidação perfeita.

4.5 Plano de ação

A fase de análise mostrou que o fio estava permanecendo na zona oxidativa mais que o necessário como mostra a Figura 15.

Figura 15 - Zona oxidativa, multi-caixas



Fonte: do próprio autor, 2019

A fim de reduzir o tempo que o fio ficava na zona oxidativa foram sugeridas duas medidas.

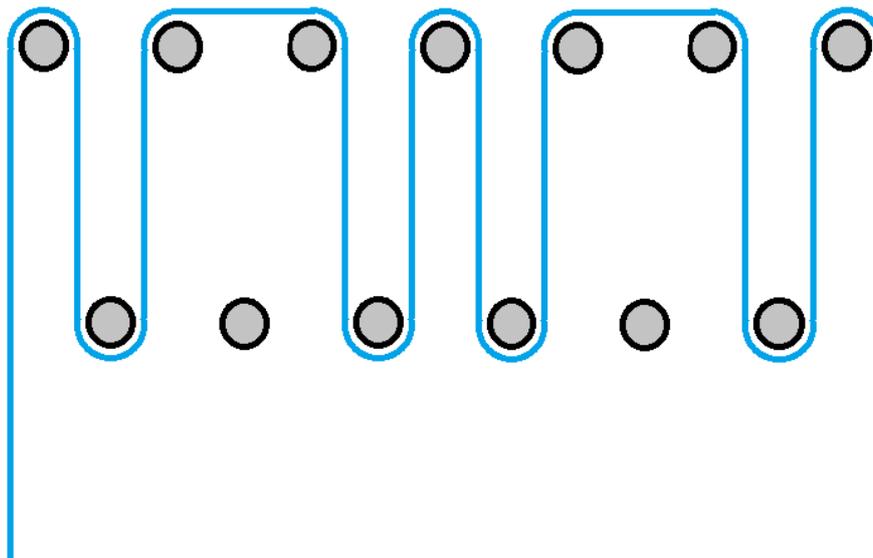
A primeira é um acelerador de oxidação, que segundo FERREIRA e LIMA (2001), é basicamente um sistema de ventilação de ar, que fica logo após a saída do fio da caixa de corante e por meio de duas coifas que ficam cada uma de um lado da manta de fios aspirando o ar, retirando assim a umidade dos fios, assim as moléculas de oxigênio auxiliam com a somatização da circulação de ar através da manta, e aceleram a oxidação do corante índigo aplicado sobre a mesma. Essa

tecnologia pode diminuir em até setenta e cinco por cento o comprimento necessário para a oxidação.

Essa talvez fosse a melhor opção em termos de economia de matéria prima, porém para aplicá-la era necessário um alto investimento na nova tecnologia, pois era necessário instalar esse sistema em cada uma das nove caixas que a máquina possui, também foi contabilizado que o custo de manutenção da máquina aumentaria consideravelmente, e também as paradas para limpeza necessitariam serem mais longas. Sendo assim pelo alto custo de investimento para manter a nova tecnologia, essa medida foi rejeitada.

A segunda medida era diminuir a distância geral da zona oxidativa, como o fio estava mais de sessenta por cento acima do necessário foi sugerido a diminuição do passamento nos cilindros da zona oxidativa como mostra a Figura 16.

Figura 16 - Novo passamento da zona oxidativa



Fonte: do próprio autor, 2019

Como não à custo de investimentos para aplicação dessa melhoria, foi proposto um teste para ver o quanto se ganharia com esta ação e se o fio ficaria tempo suficiente na zona oxidativa para que a oxidação ocorresse de forma correta.

Após os devidos testes, a cada cilindro que deixasse de ser usado, seria economizado cinco metros de fio, como mostra a Tabela 04, a melhor opção era

deixar de usar dois cilindros na zona oxidativa, pois na empresa objeto da pesquisa tem alguns lotes que necessitam de uma velocidade de vinte sete metros por minutos, assim se fossem removidos três cilindros, não haveria tempo necessário para que o fio oxidasse corretamente.

Tabela 4 - Resultado do teste de remoção do passamento nos cilindros

Cilindros removidos	Economia (m)	Tempo de oxidação
		(s)
1	5	88,2
2	10	76,2
3	15	64,2

Fonte: do próprio autor, 2019

Com a ação proposta aceita, deveria ser feito essa modificação em todas as nove zonas oxidativas existentes na máquina, então utilizou-se a ferramenta 5w2h para agilizar e simplificar as atividades a serem desenvolvidas como mostra a Figura 17.

Figura 17 - 5w2h

O QUE?	QUEM?	ONDE?	POR QUÊ?	QUANDO?	COMO?	QUANTO?
Remoção do passamento de 2 cilindros da zona de oxidação	Mecânico com a ajuda dos operadores da máquina	Zona de oxidação da multi-caixas	Diminuir o tempo que o fio fica na zona de oxidação	Final de semana quando a máquina estiver parada	Modificando o passamento dos fios, para que o mesmo deixe de passar por 2 cilindros	Hora extra dos funcionários que irão fazer a modificação da zona oxidativa

Fonte: do próprio autor, 2019

4.6 Execução do plano de ação

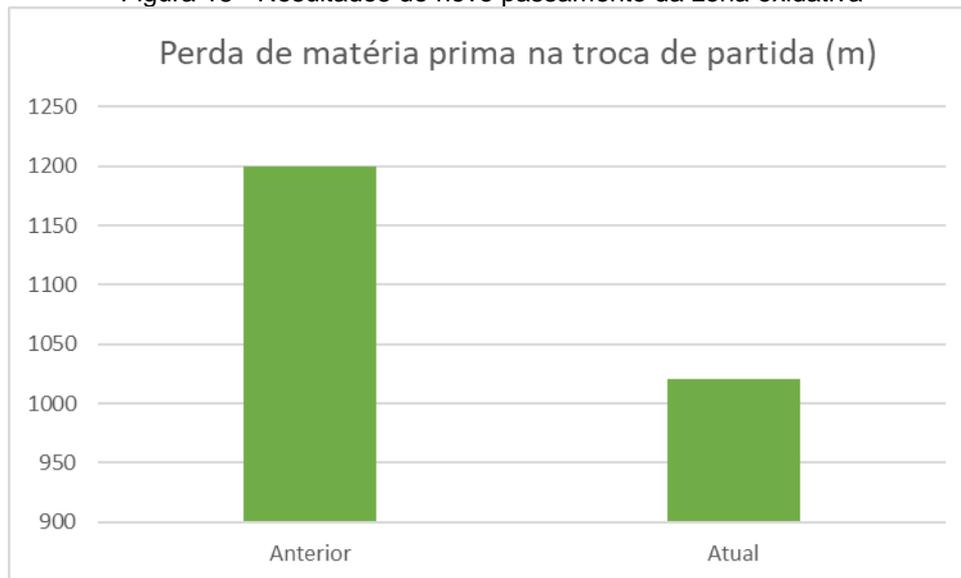
No final de semana seguinte foram feitas as alterações, seguindo o plano de ação pela ferramenta 5w2h, foram deixados de utilizar dois cilindros em cada zona de oxidação. Como existiam nove caixas que continham suas respectivas zonas de oxidação, removeu-se o passamento de dezoito cilindros ao total.

4.7 Verificação dos resultados

Com o novo passamento da zona de oxidação e deixando de usar dezoito cilindros na zona de oxidação economizou-se dez metros por zona oxidativa, ao total foram economizados noventa metros no início e noventa metros no final do lote. Como mostra a Figura 18, com o novo passamento a perda de matéria prima chegou a mil e vinte metros na troca de partida, com o passamento anterior se perdia mil e duzentos metros em toda troca de partida, houve então uma economia de cento e oitenta metros a cada lote, o que representa uma melhora de quase quinze por cento em relação ao passamento anterior.

Verificou-se também, se houve diferença na tonalidade do tingimento, após análise, não foi constatada nenhuma diferença de cor devido ao novo passamento, sendo assim o mesmo estava pronto pra ser padronizado.

Figura 18 - Resultados do novo passamento da zona oxidativa



Fonte: do próprio autor, 2019

4.7.1 Benefícios secundários

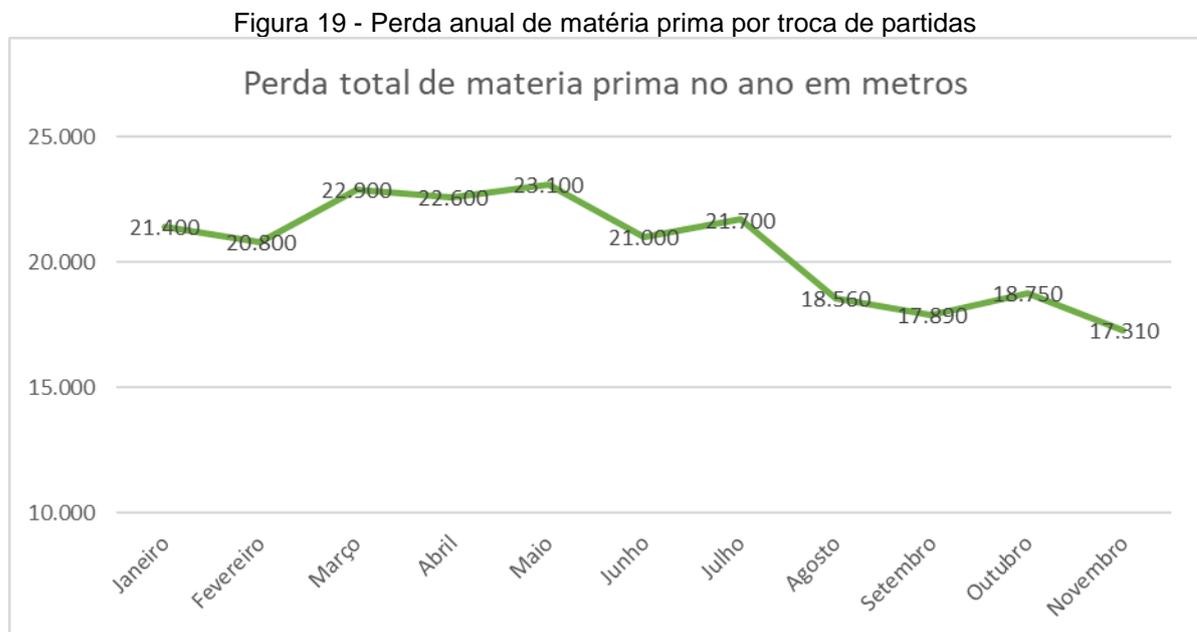
O objetivo principal da aplicação do método de PDCA era reduzir a perda de matéria prima nas trocas de partida, o resultado foi um encurtamento do passamento que ocasionou em uma economia de cento e oitenta metros por lote. Contudo essa não foi a única melhora alcançada, segundo AGUIAR (2006), solucionando um principal problema, acaba-se também minimizando problemas menores que estavam relacionados ao principal, e que antes não eram de conhecimento. Diminuindo o tamanho do passamento da zona de oxidação, e conseqüentemente também o passamento total da máquina, além da diminuição de matéria prima desperdiçada houve as seguintes melhoras:

- Menor tempo gasto com passamento
- Menor tempo para arrumar uma não conformidade
- Menor esticamento dos fios
- Menor encolhimento lateral da manta de fios
- Melhora na orela da manta de fios
- Menor índice de quebra de fios ao longo da máquina

Além das melhorias no processo produtivo, houve também melhora na questão ambiental, pois diminuindo o desperdício de matéria prima, diminui-se também o resíduo gerado na produção, assim como o consumo de corante e de outros produtos químicos utilizados no processo de tingimento.

4.8 Conclusão do PDCA

Nos meses seguintes obtive também uma melhora significativa como mostra a Figura 19, as perdas de matéria prima diminuíram em quinze por cento á partir do mês de julho, que foi o mês em que o PDCA foi aplicado na empresa.



Fonte: do próprio autor, 2019

Aplicando as ferramentas e seguindo os cronogramas corretamente, houve uma melhora que quinze por cento das perdas de matéria prima nas trocas de partida o que equivale a cento e oitenta metros por lote. Como mostra a Tabela 05, essa economia durante todo o ano torna-se extensa.

Tabela 5 - Economia em metros

Economia	Metros
Lote	180
Semana	900
Mês	3.600
Ano	43.200

Fonte: do próprio autor, 2019

Minimizar desperdícios ou deixar de perder quarenta e três mil metros de fio, que equivalem a mais de oito mil toneladas no ano, e transformá-los em tecido, sem nenhum custo adicional, nos tempos atuais pode ser a diferença entre uma empresa continuar suas atividades ou fechar as portas.

CONSIDERAÇÃO FINAIS

No processo de tingimento via multi-caixas a perda de matéria prima ao longo dos anos tem sido um problema inevitável. A ferramenta de PDCA de melhorias trata da eficiência dos processos, as ações preventivas, melhorias e tem como objetivo minimizar a geração de resíduos e a perda de matéria prima.

A constante perda de matéria prima da indústria têxtil gera um grande aumento no custo final do produto, tornando o resto do processo praticamente intocável, também aplicando uma meta de defeitos abaixo do valor real, pois qualquer perda ou defeito geraria um produto com prejuízo.

O processo produtivo do denim, assim como o corante índigo, tem uma significativa relevância para a economia mundial. Deve-se utilizar toda a matéria prima de forma consciente, evitando seu desperdício, assim como a utilização de matéria prima reciclada ou proveniente das próprias perdas da empresa.

As estratégias de método de PDCA utilizadas em qualquer problema, mostraram que qualquer procedimento, por mais apurado que seja, sempre terá espaço para uma melhoria, por menor que seja, indústria têxtil pesquisada utilizou do método de PDCA e através dele minimizou as perdas em seu processo produtivo.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Nova Lima: INDG, 2006. p. 63-145 v. 1.

ANDRADE, L. **Melhore sua gestão imediatamente**. [S. l.], 12 dez. 2017. Disponível em: <https://www.siteware.com.br/metodologias/como-fazer-pdca-passo-a-passo/>. Acesso em: 11 ago. 2019.

ANDRADE, M. D. **Tingimento têxteis**. [S. l.: s. n.], 1999. p. 16-19 Disponível em: https://www.academia.edu/8240480/Tingimento_texteis. Acesso em: 2 ago. 2019.

CATÁLOGO JUPITER: Máquina de tingimento multi-caixas. Disponível em: <https://texfield.togethertrade.com/janus/cms/product.php?id=3#>. Acesso em: 27 ago. 2019.

LIMA, F.; FERREIRA, P. **Indigo: Tecnologias - Processos - Tingimento - Acabamento**. [S. l.]: Oscar Augusto Rache Ferreira, 2001. 109 p.

TRALLI, V. J. **Engomagem: Um processo interativo**. [S. l.: s. n.], 1998. 30 p. Disponível em: <https://www.slideshare.net/leanvgon/apostila-engomagemumprocessointerativo>. Acesso em: 20 ago. 2019.