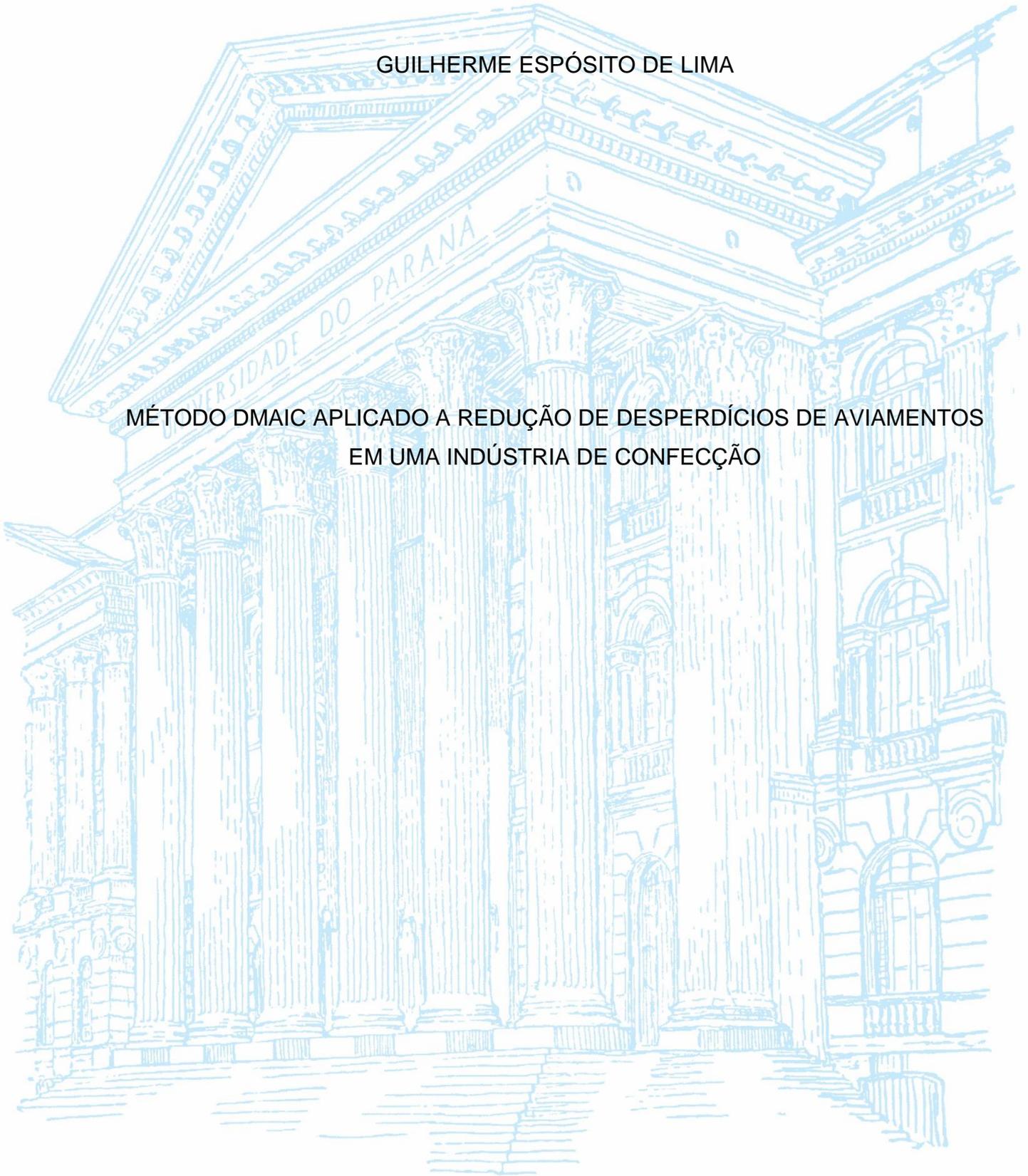


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GUILHERME ESPÓSITO DE LIMA

MÉTODO DMAIC APLICADO A REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS DE AVIAMENTOS
EM UMA INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO



JANDAIA DO SUL

2020

GUILHERME ESPÓSITO DE LIMA

MÉTODO DMAIC APLICADO A REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS DE AVIAMENTOS
EM UMA INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Produção, Campus Avançado de Jandaia do Sul, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Germano Dal Molin Filho

JANDAIA DO SUL

2020

L732m Lima, Guilherme Espósito de
Método DMAIC aplicado a redução de desperdícios de aviamentos em
uma indústria de confecção. / Guilherme Espósito de Lima. – Jandaia do Sul,
2020.
118 f.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Germano Dal Molin Filho
Trabalho de Conclusão do Curso (graduação) – Universidade Federal do
Paraná. Campus Jandaia do Sul. Graduação em Engenharia de Produção.

1. DMAIC. 2. Ferramentas de qualidade. 3. Indústria de confecções.
4. Seis Sigma. 5. Minitab. I. Molin Filho, Rafael Germano Dal. II. Título. III.
Universidade Federal do Paraná.

CDD: 658.5



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PARECER Nº 035 GUILHERME ESPÓSITO DE LIMA/2020/UFPR/R/JA
PROCESSO Nº 23075.079917/2019-87
INTERESSADO: GUILHERME ESPOSITO DE LIMA

TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO.

Título: MÉTODO DMAIC APLICADO A REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS DE AVIAMENTOS EM UMA INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO

Autor(a): Guilherme Espósito de Lima

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau no curso de Engenharia de Produção, aprovado pela seguinte banca examinadora.

Rafael Germano Dal Molin Filho (Orientador)

Marco Aurélio Reis dos Santos

Giancarlo Alfonso Lovón Canchumani



Documento assinado eletronicamente por **RAFAEL GERMANO DAL MOLIN FILHO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 03/11/2020, às 09:02, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **MARCO AURELIO REIS DOS SANTOS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 03/11/2020, às 10:37, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **GIANCARLO ALFONSO LOVON CANCHUMANI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 05/11/2020, às 08:32, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **3078157** e o código CRC **CD5D9A3D**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha mãe e irmã por todo apoio, carinho e ensinamentos ao longo de toda minha vida. Aos meus amigos e colegas que eu conheci ao longo da minha graduação, principalmente aos companheiros de república Richardson Miranda, Paulo Araújo e Daniel Naves. Nesse tempo conheci pessoas que me proporcionaram experiências incríveis que levarei por toda minha vida.

Por fim, agradeço a todos os professores que me ajudaram a adquirir tanto conhecimento ao longo da graduação, tanto na esfera acadêmico quanto profissional, e em especial ao meu orientador Rafael Germano que, além de sempre ter me ajudado durante essa trajetória, acabou por se tornar um grande amigo.

"Primeiro, lembre-se de olhar para as estrelas e não para seus pés.
Segundo, nunca desista do trabalho. O trabalho dá a você significado e propósito para a vida. Terceiro, se você tiver a sorte de encontrar o amor, lembre-se que está lá e não o jogue fora." (Stephen Hawking)

RESUMO

Os setores têxteis e de confecção brasileiros são extremamente importantes para a economia e geração de empregos do país. A escalada na competitividade destas empresas requer a elevação da eficiência do uso de seus recursos e a redução de desperdícios em suas linhas de produção. A empresa de confecção analisada neste trabalho não possuía a cultura de promover melhorias contínuas voltadas à otimização de indicadores de controle. O presente trabalho possui como objetivo a implementação de ferramentas de melhoria continua no intuito de reduzir o desperdício de aviamentos na linha de produção do produto com maior demanda. A aplicação foi feita por meio do método DMAIC fundamentado nas suas cinco etapas: definir, medir, analisar, melhorar e controlar. Primeiramente foi definido o foco da aplicação. Na sequência foram mensurados os desperdícios gerados. Posteriormente foram realizados a análise dos principais tipos de problemas promotores de desperdícios de de aviamentos. Nesta etapa do trabalho também foram apresentadas as formas de estruturações das ações de melhorias com indicações das suas respectivas implantações. Por fim, foram coletados os novos dados após o primeiro ciclo de melhoria, afim de gerar comparações com dados anteriores as ações. Cada etapa contou com um cronograma estabelecido com a especificação do uso de mecanismos de suporte e análise orientadas pela metodologia *Lean Seis Sigma*, tais como, ferramentas da qualidade, e o apoio de *software* estatístico. Entre os resultados de melhoria, registrou-se a redução de desperdício na ordem de 10,02%, 11,1%, 5,26% e 6,96% dos aviamentos utilizados em operações de quatro máquinas do processo. O montante nas reduções de consumo de aviamentos proporcionado pela primeira fase do projeto DMAIC foi capaz de incrementar no volume de produção mais 117 bonés a cada 10 mil unidades produzidas.

Palavras-chave: DMAIC. Ferramentas da Qualidade. Industria de Confecções. Seis Sigma. Minitab®.

ABSTRACT

The Brazilian textile and clothing sectors are extremely important for the country's economy and job creation. The expand in the competitiveness of these companies requires an increase in the efficiency of the use of their resources and a reduction of waste in their production lines. The clothing industry analyzed in this work did not have a culture of promoting continuous improvement aiming the optimization of it's operational indicators. This work aimed to develop the first stage of a project to improve the control of the use of the main trims, through the application of the DMAIC method grounded in it's five stages: defining, measuring, analyzing, improving and controlling. First, the focus of the application was defined. Afterwards, the waste generated was measured. Subsequently, the analysis of the main types of problems that promote waste was carried out. In this stage of the work, the forms of structuring the improvement actions with indications of their respective implementations were also presented. Finally, new data were collected after the first improvement cycle in order to generate comparisons with data prior to the actions. Each stage had a schedule established with the specification of the use of support and analysis mechanisms guided by the Lean Six Sigma methodology, such as quality tools, and the support of a statistical software. Among the improvement results, there was a reduction in waste in order of 10.02%, 11.1%, 5.26% and 6.96% of the trims used in operations of four process machines. The amount of reduction in the consumption of supplies provided by the first phase of the DMAIC project was able to increase the production volume by 117 more caps for every 10,000 units produced.

Keywords: DMAIC. Quality Tools. Clothing Industry. Six Sigma. Minitab.

LISTA DE EQUAÇÕES

EQ. 1 – ÍNDICE DE CAPACIDADE POTENCIAL	49
EQ. 2 – ÍNDICE DE CAPACIDADE EFETIVA	49
EQ. 3 – DESVIO PADRÃO GLOBAL	50

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ESTRUTURA DE PESQUISA.....	20
FIGURA 2 – OS OITO TIPOS DE DESPERDÍCIOS	28
FIGURA 3 – NIVEIS SIGMA.....	33
FIGURA 4 – O CICLO PDCA	36
FIGURA 5 – MÉTODO DE ANÁLISE E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	37
FIGURA 6 – MÉTODO DMAIC.....	42
FIGURA 7 – METÓDOS DE MELHORIA	46
FIGURA 8 – EXEMPLO FLUXOGRAMA	51
FIGURA 9 – EXEMPLO DE DIAGRAMA DE ISHIKAWA	52
FIGURA 10 – EXEMPLO DE GRÁFICO DE PARETO.....	54
FIGURA 11 – EXEMPLO DE HISTOGRAMA.....	55
FIGURA 12 – EXEMPLO DE CARTA DE CONTROLE.....	56
FIGURA 13 – SENSOS DO PROGRAMA 8S	59
FIGURA 14 – ORGANOGRAMA DA CLASSIFICAÇÃO DE PESQUISA	61
FIGURA 15 – ETAPAS DA PESQUISA	62
FIGURA 16 – FERRAMENTAS DO PROJETO.....	62
FIGURA 17 – MACRO-FLUXOGRAMA DA EMPRESA.....	64
FIGURA 18 – EXEMPLOS DO AVIAMENTO VIÉS EM BONÉ E CAMISETA.....	65
FIGURA 19 – EXEMPLO DE PRENSATELAS.....	66
FIGURA 20 – EXEMPLOS DE PRODUTOS	68
FIGURA 21 – DADOS DE PEDIDOS	69
FIGURA 22 – GRÁFICO DE PIZZA ENTRE QUANTIDADE E ITEM	69
FIGURA 23 – PROCESSO DO BONÉ	71
FIGURA 24 – EXEMPLO DE VIÉS NO BONÉ	72
FIGURA 25 – EXEMPLO DE CARNEIRA NO BONÉ.....	72
FIGURA 26 – LIGAÇÃO ENTRE PEÇAS.....	75
FIGURA 27 – FLUXOGRAMA DE COLETA DE AVIAMENTOS	76
FIGURA 28 – PLANILHA DE COLETA DE DADOS.....	77
FIGURA 29 – TESTE DE NORMALIDADE MÁQUINA E07	78
FIGURA 30 – VALORES DE DISTRIBUIÇÃO.....	79
FIGURA 31 – TESTE DE NORMALIDADE MÁQUINA E08	79
FIGURA 32 – VALORES DE DISTRIBUIÇÃO.....	80

FIGURA 33 – TESTE DE NORMALIDADE MÁQUINA E12	80
FIGURA 34 – TESTE DE NORMALIDADE MÁQUINA I01.....	81
FIGURA 35 – ANÁLISE DE CAPACIDADE DA MÁQUINA E07.....	82
FIGURA 36 – ANÁLISE DE CAPACIDADE DA MÁQUINA E08.....	83
FIGURA 37 – ANÁLISE DE CAPACIDADE DA MÁQUINA E12.....	84
FIGURA 38 – ANÁLISE DE CAPACIDADE DA MÁQUINA I01	85
FIGURA 39 – DIAGRAMA DE ISHIKAWA DO VIÉS.....	86
FIGURA 40 – DIAGRAMA DE ISHIKAWA DA CARNEIRA.....	88
FIGURA 41 – GRÁFICO DE PARETO DO VIÉS	92
FIGURA 42 – GRÁFICO DE PARETO DA CARNEIRA	93
FIGURA 43 – FISSURA DO APARELHO DE PESPONTO.....	95
FIGURA 44 – COMPARAÇÃO DA ANGULAÇÃO IDEAL	96
FIGURA 45 – DADOS DAS MELHORIAS.....	97
FIGURA 46 – TESTE DE NORMALIDADE MÁQUINA I01.....	98
FIGURA 47 – TESTE DE NORMALIDADE MÁQUINA E08	98
FIGURA 48 – TESTE DE NORMALIDADE MÁQUINA E12	99
FIGURA 49 – TESTE DE NORMALIDADE MÁQUINA I01.....	100
FIGURA 50 – ANÁLISE DE CAPACIDADE DA MÁQUINA E07.....	101
FIGURA 51 – ANÁLISE DE CAPACIDADE DA MÁQUINA E08.....	101
FIGURA 52 – ANÁLISE DE CAPACIDADE DA MÁQUINA E12.....	102
FIGURA 53 – ANÁLISE DE CAPACIDADE DA MÁQUINA I01	102
FIGURA 54 – DESPERDÍCIOS DA MÁQUINA E07	107
FIGURA 55 – DESPERDÍCIOS DA MÁQUINA E08.....	107
FIGURA 56 – DESPERDÍCIOS DA MÁQUINA E12.....	108
FIGURA 57 – DESPERDÍCIOS DA MÁQUINA I01	108

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – ERAS DA QUALIDADE	25
QUADRO 2 – MÉTODOS DE CÁLCULO DO NÍVEL SIGMA.....	34
QUADRO 3 – ESTRUTURA DE UM <i>PROJECT CHARTER</i>	47
QUADRO 4 – SÍMBOLOS DO FLUXOGRAMA NO SOFTWARE BIZAGI®.....	51
QUADRO 5 – MODELO DO <i>PROJECT CHARTER</i>	74

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – EXEMPLO DE MATRIZ CAUSA E EFEITO.	53
TABELA 2 – MÁQUINAS COM AVIAMENTOS.....	73
TABELA 3 – FOLHA DE PREENCHIMENTO	76
TABELA 4 – DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO DO VIÉS	90
TABELA 5 – DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO DA CARNEIRA.....	91
TABELA 6 – COMPARAÇÃO DA MÁQUINA PESPONTEIRA E07	105
TABELA 7 – COMPARAÇÃO DA MÁQUINA PESPONTEIRA E08	105
TABELA 8 – COMPARAÇÃO DA MÁQUINA PESPONTEIRA E12	106
TABELA 9 – COMPARAÇÃO DA MÁQUINA DE COLUNA I01	106
TABELA 10 – METROS NECESSÁRIOS PARA OS BONÉS	109
TABELA 11 – ECONOMIA DE INSUMOS DOS BONÉS	109

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ABIT – Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção

CAD – *Computer-Aided Design*

DMAIC – *Define, Measure, Analyse, Improve, Control*

DPMO – Defeitos por Milhão de Oportunidades

IEMI – Instituto de Estudos e Marketing Industrial

LIE - Limite Inferior de Especificação

LSE - Limite Superior de Especificação

MASP – Método de Análise e Solução de Problemas

PCP – Planejamento e Controle de Produção

PDCA – *Plan, Do, Check, Act*

PPM – Partes Por Milhão

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

TQC – *Total Quality Control* (Controle da Qualidade Total)

TQM – *Total Quality Management* (Gestão da Qualidade Total)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	JUSTIFICATIVA.....	17
1.2	OBJETIVOS	18
1.2.1	Objetivo geral.....	18
1.2.2	Objetivos específicos.....	18
1.3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
1.4	APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....	20
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
2.1	UMA SÍNTESE SOBRE A INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO BRASILEIRA	22
2.2	GESTÃO DA QUALIDADE	24
2.2.1	Gestão de Qualidade em Confecções	26
2.3	<i>LEAN MANUFACTURING</i>	27
2.3.1	Os Oito Desperdícios do Lean.....	27
2.3.1.1	Superprodução.....	28
2.3.1.2	Espera.....	29
2.3.1.3	Estoque	29
2.3.1.4	Produtos Defeituosos	30
2.3.1.5	Processamento.....	30
2.3.1.6	Movimento.....	31
2.3.1.7	Transporte	31
2.3.1.8	Criatividade	31
2.4	<i>LEAN SEIS SIGMA</i>	32
2.5	PLANEJAMENTO E OPERAÇÃO DA MELHORIA CONTÍNUA.....	34
2.5.1	PDCA.....	35
2.5.2	MASP	36
2.5.3	Identificação do Problema	37
2.5.3.1	Observação	38
2.5.3.2	Análise.....	38
2.5.3.3	Plano de Ação	39
2.5.3.4	Ação	39
2.5.3.5	Verificação.....	39
2.5.3.6	Padronização	40
2.5.3.7	Conclusão	40
2.5.4	DMAIC	41
2.5.4.1	Definir	42
2.5.4.2	Medir	43
2.5.4.3	Analisar	44
2.5.4.4	Melhorar	44

2.5.4.5	Controlar.....	45
2.5.4.6	Project Charter	46
2.5.4.7	Distribuição Normal	47
2.5.4.8	Capacidade do Processo	48
2.6	FERRAMENTAS DA QUALIDADE	50
2.6.1	Fluxograma.....	50
2.6.2	Diagrama de Causa e Efeito.....	52
2.6.3	Matriz de Causa e Efeito	52
2.6.4	Gráfico de Pareto.....	53
2.6.5	Histograma	55
2.6.6	Cartas de Controle.....	56
2.6.7	Brainstorming.....	57
2.6.8	Benchmarking.....	57
2.6.9	Programa 8S.....	57
2.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A REVISÃO	59
3	MATERIAIS E MÉTODOS	61
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	61
3.2	DEFINIÇÕES E FASES DA PESQUISA.....	62
3.3	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	63
3.1.1	Aviamentos.....	64
3.2	FERRAMENTA DE ANÁLISE DE DADOS	65
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	67
4.1	DEFINIR	67
4.1.1	O Setor de Costura.....	67
4.1.2	Representação gráfica proporcional	68
4.1.3	Fluxograma.....	70
4.1.4	Project Charter.....	71
4.2	MEDIR	74
4.2.1	Coleta de Dados.....	74
4.2.1.1	Padronização na Coleta	75
4.2.1.2	Cronograma para Coleta	77
4.2.1.3	Planilhas de Dados.....	77
4.2.2	Teste de normalidade	78
4.2.3	Análise de capacidade.....	81
4.3	ANALISAR.....	85
4.3.1	Diagrama de Ishikawa	86
4.3.2	Diagrama de Causa e Efeito.....	89
4.3.3	Gráfico de Pareto.....	91
4.4	MELHORAR	93

4.5	CONTROLAR	96
4.5.1	Planilha de Dados.....	97
4.5.2	Teste de Normalidade	97
4.5.3	Análise de Capacidade.....	100
4.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	104
4.6.1	Comparações	104
5.	CONCLUSÃO	111
5.1	TRABALHOS FUTUROS.....	112
	REFERÊNCIAS.....	113

1 INTRODUÇÃO

Dados da Associação Brasileira da Indústria Têxtil (ABIT) de 2017 demonstram que os setores têxteis e de confecção brasileiro são de grande importância para a economia brasileira. Esses dois setores respondem por um faturamento anual de R\$129 bilhões, além de possuir cerca de 32 mil empresas, as quais 99,7% são de micro, pequeno e médio porte. No estado do Paraná localizam-se 8,3% dessas empresas (ABIT, 2017).

De acordo com Fujita (2015), as empresas de confecção e as têxteis passaram por diversas transformações aos longos das décadas. Com a globalização, os setores precisaram se organizar estruturalmente para se sobressair no mercado, assim se mantendo competitivas. O autor enfatiza a necessidade contínua de investimentos na área tecnológica e melhorias de qualidade no setor têxtil.

Maximiano (2011), por sua vez, salienta que a demanda por aumento de competitividade e de qualidade fez emergir a necessidade de busca por mudanças culturais nas empresas por meio de métodos de melhoria contínua conhecido como *Kaizen*. O autor relata que o *Kaizen* traz técnicas que contribuem para a tomada de decisão e também na condução de futuros projetos que serão implantados na empresa, dentre elas: O Ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) e o DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*).

Santos (2015), demonstra o método DMAIC como sendo um grande auxiliador na tomada de decisões, uma vez que seus feitos acarretam na melhoria contínua e na redução de não agregadores de valor na organização.

As ferramentas de qualidade são fundamentais para a realização de melhorias no processo, pois identificam e apontam os principais causadores de falhas no sistema, buscando sua redução ou eliminação como resultados finais (CARPINETTI, 2017).

Filho (2007) argumenta que para as empresas se sobressaírem da concorrência e garantir o sucesso na sua organização, é primordial atrelar a produção com a qualidade de seus produtos e processos.

Em seu estudo, Teles (2015) verifica que a aplicação de ferramentas da qualidade em uma empresa têxtil proporcionou a identificação das causas geradoras

do desperdício de matéria-prima. Neste caso, sua pesquisa gerou a oportunidade de melhoria no setor.

A empresa em que recebeu o estudo de projeto de qualidade, focou na redução de desperdícios baseado na lógica da melhoria contínua. De acordo com critérios estabelecidos pelo SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas), é considerada de pequeno porte por possuir de 20 a 99 funcionários e atua majoritariamente no mercado de licitações.

A empresa analisada atua no ramo de confecções de artigos de vestuário personalizados, com foco em bonés. Tem como visão se tornar a empresa referência da região no oferecimento de produtos de confecção, aliando a isso qualidade, sustentabilidade e bom atendimento ao cliente.

Os principais gestores da empresa não realizam controles no sistema de produção, principalmente os de desperdício, assim consequentemente desconhecem os principais agentes causadores de falhas. Este trabalho realizou um primeiro ciclo do projeto de melhoria contínua com o foco na redução de desperdícios de aviamentos nos processos produtivos de uma indústria de confecção.

1.1 JUSTIFICATIVA

Com o mercado de vestuário em constante competição, observa-se que projetos com foco em melhoria dos padrões de qualidade podem elevar a eficiência do uso de recursos em diversos aspectos de controle, incluindo aqueles relativos à redução de desperdícios em linhas de produção.

A empresa que recebeu o projeto de melhoria tem como principal objetivo a elevação da sua eficiência de consumo de matéria prima por meio da redução de um grupo de materiais críticos em sua linha de produção, os aviamentos. Os aviamentos são definidos como materiais usados para complementar uma peça de vestuário, como etiqueta, botão, viés, carneira, cordão, entre outros.

Os fatores motivadores para a realização desse estudo foram auxiliar a empresa na redução de desperdícios de aviamentos do seu principal produto e com isso promover novos níveis de melhoria. Os gestores da produção desconhecem os principais agentes causadores de falhas de desperdício e, consequentemente não realizam controles no sistema de produção.

A utilização das ferramentas do DMAIC no estudo possibilitou o entendimento sobre como operacionalizar projetos práticos de melhoria contínua atreladas ao *Lean Seis Sigma*.

O presente trabalho também pode contribuir com as empresas dos setores de confecção que estiverem enfrentando problemas semelhantes.

1.2 OBJETIVOS

Foi abordado a seguir os objetivos gerais e específicos do presente trabalho.

1.2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo implementar ferramentas de melhorias continua no intuito de reduzir o desperdício de aviamentos na linha de produção do produto com maior demanda.

1.2.2 Objetivos específicos

Os principais objetivos específicos do presente trabalho são:

- Classificar os desperdícios identificados no processo;
- Definir as ações de melhoria para os principais agentes causadores de desperdícios;
- Comparar as variáveis de controle, antes e após as melhorias implantadas;
- Avaliar os efeitos finais das melhorias.

1.3 MATERIAIS E MÉTODOS

A presente monografia é classificada como um estudo de caso que utilizou bases documentais da empresa: o alto desperdício de aviamentos nos maquinários. A pesquisa foi dividida em etapas, sendo a primeira a revisão na literatura e as demais

realizadas de acordo com método DMAIC, sendo: definir, medir, analisar, melhorar e controlar.

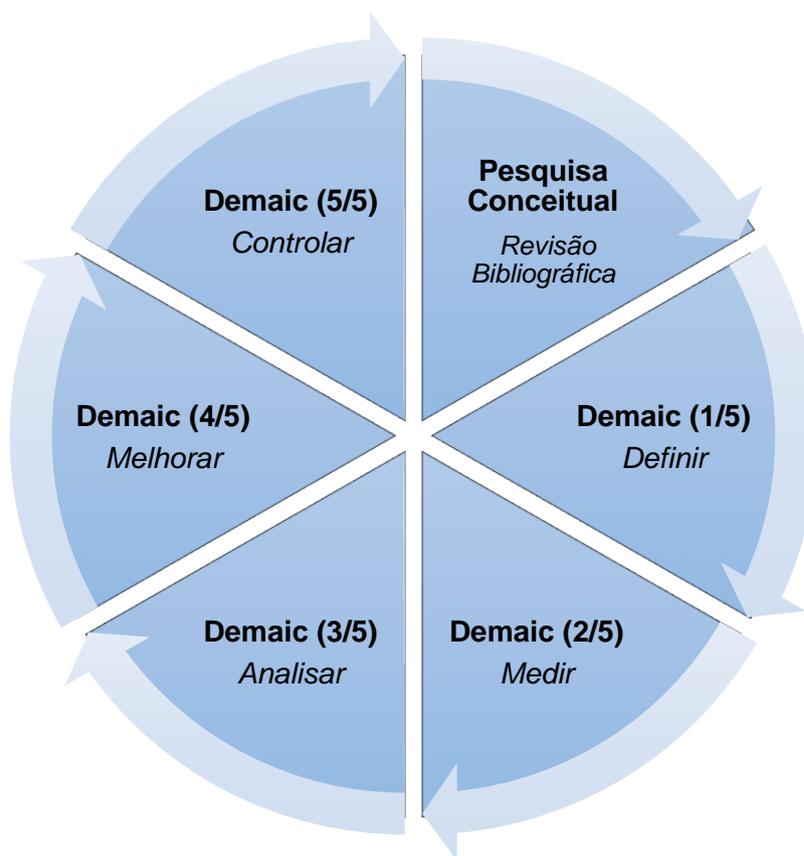
A coleta de dados foi realizada através da análise dos pedidos do produto escolhido ocorridas entre os meses de outubro de 2019 a junho de 2020. Os protocolos de tabulação e análise foram inseridos dentro da lógica da ferramenta de gestão utilizada.

As etapas dessa monografia foram estruturadas de modo a terem início a partir da revisão bibliográfica, que afunilou as informações mais necessárias para o presente estudo. Seguindo a estrutura, há a etapa definir, que se utilizou das seguintes ferramentas: Gráfico de Pareto, Fluxograma e *Project Charter*. A próxima etapa, medir, em que foram evidenciados o histograma e o teste de normalidade de cada maquinário analisado.

A etapa analisar apresentou o Diagrama de Ishikawa e a Matriz de Causa e Efeito para a priorização dos fatores. Na etapa melhorar, a ferramenta denominada *Brainstorming* foi utilizada com as costureiras envolvidas e um *Benchmarking* com funcionários do mesmo setor de atuação.

Por fim, a etapa controlar, contou com um novo teste de normalidade e histograma das melhorias feitas, com o objetivo de comparar os resultados atingidos com a aplicação do método. Na Figura 1 se observa a forma como a pesquisa foi estruturada.

FIGURA 1 – ESTRUTURA DE PESQUISA



FONTE: Autor (2020).

1.4 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

A estrutura do Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) é composta por quatro capítulos:

- **Capítulo 1:** Realiza uma abordagem inicial sobre a empresa, sobre o mercado no qual a mesma está inserida e sobre a organização/estruturação desta monografia;
- **Capítulo 2:** Apresenta o referencial teórico sobre a história das indústrias têxteis brasileiras, o desenvolvimento da qualidade empresarial, os métodos para a melhoria contínua, em especial o DMAIC e as ferramentas da qualidade que servirão de auxílio para o estudo;
- **Capítulo 3:** Evidencia as ações metodológicas e procedimentos que foram abordados na presente monografia com a descrição das etapas da pesquisa relacionadas com o método DMAIC;

- **Capítulo 4:** Apresenta os resultados esperados do setor estudado, assim como a descrição dos resultados que obtidos em cada etapa do método DMAIC no combate a redução dos desperdícios de aviamentos, através da utilização das ferramentas de qualidade;
- **Capítulo 5:** Apresenta uma resenha dos principais resultados encontrados pelo método DMAIC seguido pelas limitações desta pesquisa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para o embasamento desta pesquisa foram estruturados os seguintes subcapítulos: Uma síntese sobre a indústria de confecção brasileira, apresentando momentos importantes para que tenha chegado ao seu estado atual. Seguindo a diante será visto o desenvolvimento da gestão da qualidade desde suas origens até a sua atuação no setor de confecções.

Posteriormente foi estudado o conceito de *Lean manufacturing* e seus desperdícios constituintes, seguindo a diante com planejamento e operação da melhoria contínua, que irá demonstrar os métodos existentes para tal efeito.

Este capítulo também destaca a importância do *Lean Seis Sigma* no mercado, com seu método de redução de variabilidade nos processos. Por fim, o capítulo se encerra com as ferramentas mais usadas na área de qualidade e que serão utilizadas no decorrer deste trabalho.

2.1 UMA SÍNTESE SOBRE A INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO BRASILEIRA

As indústrias brasileiras obtiveram diversos avanços tecnológicos ao longo do século XX, com isso o país começou a produzir muitas especiarias voltadas para a parte têxtil, como algodão, lã e seda. O Brasil conseguiu suprir seu mercado interno e em seguida passou a ser um dos maiores exportadores dessas especiarias, sendo predominantemente o algodão (FUJITA, 2015).

Segundo Mytelka (1991), ocorreram diversas transformações nos setores têxteis ao longo do tempo, como a utilização progressiva da tecnologia. As inovações do avanço tecnológico possibilitaram a elevação da velocidade da produção, o aumento da qualidade e a promoção de auxílio de novos *softwares*, como a vinda de desenhos assistidos por computadores (CAD, do inglês *Computer-Aided Design*).

A existência do CAD proporcionou a realização de modelagens de peças mais assertivas e com menos desperdícios, além disso promoveu uma redução de tempo expressiva nas definições de modelos e a sua produção. O autor mostra a importância da tecnologia para as indústrias têxteis e de confecção, em que seu uso irá proporcionar melhor preço competitivo de mercado.

Rocha e Ramos (1999) consideram que é primordial para os brasileiros os artigos de vestimenta por possuírem muitas características e funcionalidades e serem adequados para o uso no cotidiano das pessoas. Podem, por exemplo, serem utilizados como enfeite, para proteção, para *status*, ou mesmo como forma de proteger as pessoas contra o frio.

Deste modo, existe uma alta demanda voltada para os setores de confecção, por representarem um valoroso poder econômico e social na área. A cadeia produtiva do setor têxtil em sua maior parte engloba desde a manufatura do fio até o consumidor final, passando pela malharia, corte, silkagem, bordagem, entre outros setores de confecção.

De acordo com Nascimento (2002), a matéria-prima utilizada no setor de confecção pode ser dividida em dois grupos: tecidos (algodão, malha, seda, entre outros) e aviamentos (linha, viés, carneira, cordão *etc.*). O autor enfatiza ainda que, por se tratar de materiais passíveis de degradação, podem se tornar obsoletos caso seus níveis de estoque não possuam um bom fluxo.

Firjam e Ferraz (2011), caracterizam o momento da costura como sendo o gargalo das linhas produtivas, pois são difíceis de serem automatizados. O autor enfatiza que o setor de costura engloba quase 80% de seus processos dependentes de mão de obra manual. Isso se deve ao fato das complexidades inerentes ao setor, tais como grandes diversidades de matéria prima, necessidades de habilidades e técnicas de operadores, manuseio nas máquinas devido a diversificação dos produtos. As máquinas predominantes nesse setor são as máquinas de costuras, podendo variar de acordo com o produto exigido do cliente.

A ABIT (2017) salienta que o Brasil cresceu muito no cenário mundial, conseguindo a posição de sexta maior indústria têxtil e terceiro na produção de malhas do mundo. O Instituto de Estudos e Marketing Industrial (2020), aponta a importância que os processos de confecção brasileira possuem, tanto na geração de empregos quanto nos valores de produção. O autor enfatiza que o setor gerou 1,5 milhões de cargos de trabalho em 2016, comprovando sua importância econômica.

Segundo a APL – Arranjo Produtivo Local - do Vestuário de Maringá (2020), a geração de empregos do setor têxtil e confecção em 2015 correspondeu a 25% da cidade e região, e sua participação mão-de-obra industrial ocupada no estado do Paraná representa 14%.

2.2 GESTÃO DA QUALIDADE

Segundo Lopes (2014), existe nas organizações desde o século XX uma enorme preocupação com a qualidade, nas quais as mesmas encontram diversas formas definir, mensurar, analisar, melhorar e controlar continuamente suas operações, garantindo a melhor qualidade ao longo dos últimos tempos.

Ao longo do tempo existiu uma serie de evoluções da qualidade, que Garvin (1992) as descreve como quatro eras em ordem cronológica: inspeção, controle estatístico da qualidade, garantia da qualidade e gestão da qualidade.

Para Giroto (2020), na era da inspeção havia a separação de todos os produtos bons e defeituosos, contudo não buscavam a raiz dos problemas do defeituosos que conseqüentemente gerava muito desperdício nos processos e de tempo. Por volta de 1940, se iniciam estudos que tinham como objetivo a substituição da inspeção pela amostragem, assim entrando na segunda era da qualidade: O foco não era mais o produto, mas sim o processo (RAMOS, 2020).

Com o fim da Segunda Guerra Mundial, as organizações visualizaram a necessidade de relacionar a satisfação do cliente até o uso do produto e para isso os funcionários de toda a hierarquia empresarial deveriam estar focados nos projetos desenvolvidos. A era da garantia da qualidade relacionava tanto a satisfação do cliente quanto à adequação ao uso do produto (GIROTO, 2020).

A competição das empresas no mundo ficou cada vez mais acirrada de modo que, para se destacar, é crucial aumentar a produtividade, reduzir desperdícios e eliminar não conformidades. Assim emergiu a era da gestão da qualidade total, que possui o princípio de melhoramento continuo e a satisfação dos clientes (GARVIN,1992). O quadro 1 apresenta as eras da Qualidade baseado em Queiroz (1995).

QUADRO 1 – ERAS DA QUALIDADE

Característica	1ª Era da Inspeção	2ª Era do Controle Estático
<i>Objetivo Primário</i>	Detecção	Controle
<i>Visão da Qualidade</i>	Um problema a ser resolvido	Um problema a ser resolvido
<i>Ênfase</i>	Uniformidade dos Produtos	Uniformidade dos produtos com inspeção reduzida
<i>Métodos</i>	Calibração e Medição	Ferramenta e técnicas estatísticas
<i>Papel dos profissionais da Qualidade</i>	Inspeção, classificação e contagem	Solução de problemas e aplicações de métodos estáticos
<i>Quem tem responsabilidade da qualidade</i>	Departamentos de inspeção	Departamentais de engenharia e manufatura
<i>Orientação e abordagem</i>	Qualidade inspecional	Qualidade se controla
Característica	3ª Era da Garantia da Qualidade	4ª Era da Gestão Estratégica da Qualidade
<i>Objetivo Primário</i>	Coordenação	Impacto estratégico
<i>Visão da Qualidade</i>	Um problema a ser resolvido, porém é atacado proativamente	Uma oportunidade competitiva
<i>Ênfase</i>	Toda a cadeia de produção do projeto ao mercado, contribuição de todos os grupos funcionais	O mercado e as necessidades do consumidor
<i>Métodos</i>	Programas e sistemas	Planejamento estratégico, estabelecimento de metas e mobilizando a organização, com alta gerência exercendo forte liderança
<i>Papel dos profissionais da Qualidade</i>	Medição e planejamento da qualidade	Qualidade que constrói
<i>Quem tem responsabilidade da qualidade</i>	Todos os departamentos, embora alta gerência esteja somente envolvida periféricamente no projeto, planejamento e execução das políticas da qualidade	Todos na organização, com alta gerência exercendo forte liderança
<i>Orientação e abordagem</i>	Qualidade que constrói	Qualidade que constrói

FONTE: Adaptado de Queiroz (1995).

A Gestão da Qualidade Total (TQM, do inglês *Total Quality Management*), de acordo com os autores Bernadino *et. al.* (2016), abrange alguns princípios nas organizações sobre gestão como a melhoria contínua e o agrado dos clientes.

Portanto, que os princípios ocorram constantemente a organização deverá passar por transformações culturais, dando critérios para trabalho em equipe e atendimento ao cliente. O entendimento da qualidade bem como os seus custos são extremamente relevantes, pois o conhecimento de não conformidades envolvendo os clientes é algo que contabiliza nas empresas, assim o conceito de cliente é ampliado (WECKENMAN; AKKASOGLU; WERNER, 2015).

Para Costa (2015), o TQM vai além da satisfação dos clientes, ele envolve também todas as pessoas de diferentes hierarquias como empregados e vizinhos da

empresa. O autor relata alguns elementos compostos no TQC como a garantia do lucro contínuo vindo da qualidade, identificação e solução de problemas mais críticos, prevenção da origem dos problemas e entre outros.

Campos (2014) descreve as interações humanas no meio organizacional como sendo essenciais para atingir determinados objetivos, conseqüentemente alcançando resultados. O comportamento humano para o autor possui muitos erros, portanto detectar, analisar e atuar nas causas raiz desses problemas nas organizações é importante para melhoria dos resultados.

2.2.1 Gestão de Qualidade em Confecções

Segundo Biéguas e Cardoso (2011), a qualidade dos produtos no setor de confecção se correlaciona aos aspectos físicos, no qual foca em algo palpável no vestuário, como a modelagem, componentes de produção da peça, costura, entre outros. Os autores também relatam sobre os conceitos de desempenho do vestuário, que são os benefícios que os consumidores possuem quando adquirem o produto, em que incluem a estética (aspecto visual) e o funcional (conforto).

Pavão (2016) considera que a qualidade nas organizações se refere a utilizar os recursos com sabedoria e evitar os desperdícios, conseqüentemente reduzindo os custos dos artefatos produzidos. Ainda segundo o autor, os benefícios que a qualidade proporciona vão além da melhor utilização do aproveitamento das máquinas; ela também auxilia na redução de taxas de erros, atrasos e defeitos, garantindo uma posição competitiva da empresa em seu mercado de atuação.

Marcelo (2016), demonstra que a terceirização dos setores pode acarretar problemas durante os processos de confecção se não existir uma interação de confiança no parceiro, pois as empresas terceirizadas podem ser ineficientes quando o assunto é desperdício de tempo e de matéria prima.

Biéguas e Cardoso (2011) evidenciam que a qualidade na confecção é logo no desenvolvimento do artigo, por dentro de fichas técnicas ou amostras que possam demonstrar as características essenciais do produto. Os autores definem que para haver um produto com qualidade, as expectativas do consumidor deverão ser passadas de forma clara e objetiva do setor de Planejamento e Controle de Produção (PCP) para o setor de produção.

2.3 LEAN MANUFACTURING

Lopes (2019) menciona que o termo Produção Enxuta ou *Lean Manufacturing* nasceu na empresa Toyota na década de 50 no Japão. Sua origem se deve ao fato da necessidade de otimizar os sistemas de produção em massa, como controlar de forma eficiente o estoque de peças para se reduzir seus custos.

Panwar *et. al.* (2015) demonstram que iniciativas como o *Lean* precisam ser cuidadosamente adaptadas para serem implementadas em um novo ambiente, considerando o processo, a cadeia de suprimentos, as características do mercado e outros fatores de contingência. O autor expõe que o *Lean* se concentra em aumentar o valor para clientes adicionando recursos nos produtos ou serviços e removendo atividades desnecessárias.

Segundo Cardoso (2019), a produção enxuta é definida como uma metodologia na produção visando o consumidor final. Para introduzi-la é necessário focar nos pensamentos da produção puxada, perfeição, fluxo e desperdício. Lopes (2019) relata que a Toyota possuiu grandes habilidades com todos os colaboradores, como a liderança e trabalhos em equipes, conseqüentemente diminuindo os desperdícios.

Shingo (1996) menciona o desperdício com atividades que não agregam valor ao consumidor, portanto a sua eliminação é de extrema importância para a produção se tornar eficiente. De modo a conseguir ter uma implementação com sucesso a forma de trabalho deverá ser reestruturada. As mudanças precisam ocorrer principalmente na cultura empresarial, fazendo com que os funcionários possam adquirir disciplina nos princípios do *Lean* (ALVES, 2015).

2.3.1 Os Oito Desperdícios do Lean

Como já mencionado os desperdícios são os gastos de patrimônio que vão além do necessário do artigo produzido. Os desperdícios geram custos extras no produto sem trazer algum benefício ao consumidor, ou seja, sem agregar valor e que possam ser eliminados (CAMPOS, 2014). O autor enfatiza que algumas ações podem ser consideradas como não agregadoras de valor como manutenção e a realização

dos padrões de qualidade, porém são muitos importantes para o funcionamento da empresa.

De acordo com a MTU Consultoria Assessoria e Gestão (2012), toda atividade em que afeta a compreensão do produto para o cliente é agregação de valor. Para Shingo (1996), os desperdícios dos processos geram resultados que não agregam valor. Segundo com Fontes e Loos (2017), 95% de todas as atividades nas organizações não agregam valor, pois são atividades rotineiras. Os outros 5% são realmente atividades que agregam valor.

Os autores ressaltam ainda a existência de oito variáveis de desperdícios do *Lean Manufacturing*. Segundo Faria (2016), durante os processos produtivos é importante analisar os desperdícios, para que possa reduzir a variabilidade e custos de fabricação. Os oito principais tipos de desperdícios podem ser visualizados na figura 2.

FIGURA 2 – OS OITO TIPOS DE DESPERDÍCIOS



FONTE: Adaptado de Fontes e Loos (2017).

2.3.1.1 Superprodução

A superprodução é definida como sendo a produção de uma quantidade além do necessário, conseqüentemente trazendo produtos que podem não ser vendidos a

curto prazo (FONTES e LOOS, 2017). Shingo (1996) descreve que o desperdício de superprodução é muito prejudicial devido a aumentos de quantidades de estoque.

Shingo (1996), evidencia o aumento de estoque como sendo proporcional ao aumento de custos, devido à elevação de utilização de armazenamento, deterioração de produtos e aumento de despesas.

MTU Consultoria Assessoria e Gestão (2012) mostra que se deve produzir apenas o que os consumidores precisam, seja na qualidade ou na quantidade, pois todo excesso é desperdício de recursos que poderiam ser utilizados na fabricação de outros produtos.

2.3.1.2 Espera

Segundo Ohno (1997), durante a produção pode ocorrer repouso de maquinários e de processamentos, caso não estiverem apropriadamente nivelados, podendo gerar acúmulos de tempo e estoques de processos. Para MTU Consultoria Assessoria e Gestão (2012), esse desperdício pode ser visto de maneira fácil e rápida quando se observa um funcionário aguardando por uma manutenção ou até mesmo o término do processamento da máquina que antecede seu processo. Esse desperdício se relaciona com a elevação do *lead time*, cuja o tempo é representado pelo o momento do pedido até o recebimento do mesmo para o cliente (FONTES e LOOS, 2017).

2.3.1.3 Estoque

De acordo com a MTU Consultoria Assessoria e Gestão (2012), a utilização imprópria de materiais que serão colocados na produção deverá ser eliminada, pois, de acordo com o autor, o estoque representa fluxo de dinheiro parado. Para Fontes e Loos (2017), existe uma correlação alta entre estoque e supersaturação das necessidades do consumidor, essa relação problemática é custosa para as organizações devido a estocagem.

Os autores também comentam a existência de estocagem de processos intermediários, em que são obtidos através dos maquinários que, por sua vez,

trabalham com diferentes velocidades. No passado os estoques atuavam como precaução para as falhas dos processos e para acobertar a falta de confiabilidade. A ineficiência do nivelamento do estoque encobre alguns problemas como a falta de equipamento, atraso de fornecedores, falhas humanas, entre outros (SHINGO, 1996).

2.3.1.4 Produtos Defeituosos

Para Fontes e Loos (2017), os defeitos se correlacionam com a qualidade que, por sua vez, estão relacionados aos custos de inspeção. A eficiência da produção de acordo com as autoras, diminui com os famosos retrabalhos e também reduz a reclamação de clientes. Faria (2016) considera os produtos que não atendem aos padrões pré-estabelecidos com a qualidade da organização como sendo desperdícios de tempo, matéria prima, dinheiro, entre outros fatores.

Shingo (1996), mostra que se manter certo o nivelamento de estoque, os produtos defeituosos não causarão estorvo na produção. O autor considera que deverá existir sempre uma inspeção preventiva na produção, como controle de defeitos, correção de defeitos e checagem dos postos de trabalho dos funcionários.

2.3.1.5 Processamento

Para a MTU Consultoria Assessoria e Gestão (2012) há um desperdício quando existe um procedimento desnecessário na fabricação de uma peça ou produto e que, conseqüentemente, aumenta o tempo de produção. Esse desperdício está relacionado à própria operação, como por exemplo, equipamentos ou máquinas usadas de maneira inadequada quanto à sua capacidade de exercer uma determinada atividade.

De acordo com Ohno (1997), a redução de custos adicionais será atingida com a simplificação dos processos que não agreguem valor de maneira que não afete o artigo produzido. Shingo (1996), propõe a realização da seguinte reflexão: há que se pensar na importância de cada componente do produto ao longo dos processos produtivos.

2.3.1.6 Movimento

Para Fontes e Loos (2017), o desperdício por movimento remete desde aos movimentos mecânicos (distancias entre maquinários) quanto aos comportamentos humanos (caminhar). De acordo com Shingo (1996), o uso da automação para a redução do tempo de processamentos somente poderá ser utilizado caso ocorra a eliminação dos movimentos desnecessários. O autor também ressalta que a eliminação de desperdícios de movimentos pode ocasionar uma redução superior a 10% no tempo de processamento de um produto. Ohno (1997) relata, que todos os processos incluindo a movimentação dos materiais, devem sempre agregar valor.

2.3.1.7 Transporte

A MTU Consultoria Assessoria e Gestão (2012), relata que o transporte pode ser considerado como a movimentação de material entre setores e/ou máquinas. Para Faria (2016), é importante desenvolver métodos para a redução de transporte na organização, garantindo a diminuição do *lead time* e custos do processo. De acordo com Shingo (1996), deverá existir na empresa o enfoque na redução desse desperdício pois este pode chegar a ocupar 45% do *lead time*.

2.3.1.8 Criatividade

Para Fontes e Loos (2017), esse desperdício possui o intuito de demonstrar a falta de utilização do intelecto individual dos funcionários. Os autores enfatizam que a empresa ficará estagnada se não possuir a existência de um fluxo contínuo de diálogo.

A capacidade de realizar algumas decisões organizacionais poderia ser aumentada com a diminuição desse desperdício, podendo assim aproveitar melhor dos conhecimentos dos colaboradores da organização (FERENHOF, 2011).

A MTU Consultoria Assessoria e Gestão (2012), ratifica que esse desperdício pode ser definido como a não absorção total do potencial humano, em que pode ocorrer a diminuição de ideias e melhorias de processo. Colocar os trabalhadores em

áreas que não são de seu interesse ou habilidade podem desestimulá-los com suas tarefas na empresa.

2.4 LEAN SEIS SIGMA

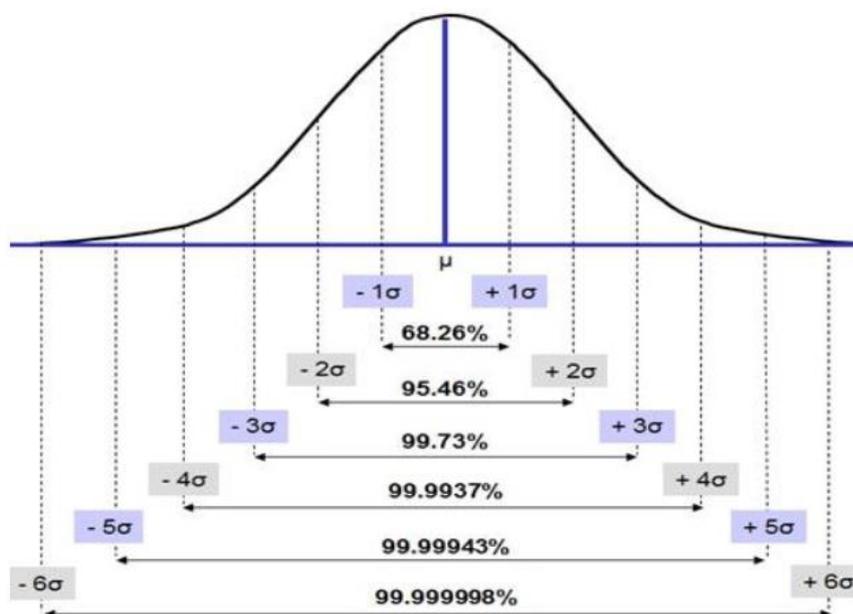
De acordo com Qutaish e Sarayreh (2008), o Seis Sigma foi inventado pela Motorola Company em 1986 e definido como uma métrica para medir defeitos e melhoria da qualidade. O termo surgiu no controle estatístico de processos e tornou-se mais conhecido como o nome de um amplo conjunto de processos baseados em dados técnicos de aprimoramento.

Para Baraka, Dewa e Singh (2019) a implementação da metodologia Seis Sigma visa alcançar um desempenho comercial livre de erros, com foco na melhoria da qualidade, ajudando as organizações a produzirem produtos melhores, mais rápido e mais barato. Para alcançar a qualidade do nível Seis Sigma, em relação aos objetivos do estudo, o método fornece uma estrutura de melhoria conhecida como DMAIC.

Segundo Sankar (2011) a variação nos processos de fabricação é o principal culpado por defeitos no produto final. A sua redução ajudará a eliminar os resíduos associados a defeitos, economizando dinheiro e aumentando o número de clientes satisfeitos. Smętkowska e Mrugalska (2017) relatam que a variação é medida em termos de valores ou limites de sigma. De forma detalhada, seis sigma (6σ) significa seis desvios padrão.

Sigma é um símbolo grego representado por " σ ". A curva em forma de sino mostrado na figura 3 é chamado de "distribuição normal" em termos estatísticos. Variações naturais causam tal distribuição ou desvio. Uma das características desta distribuição é que 68% da área se enquadra de -1σ e $+1\sigma$ em ambos os lados da média. Da mesma forma, 2σ de cada lado cobrirão aproximadamente 95,5% da área. 3σ em ambos os lados da média cobrem quase 99,7% da área (SANKAR, 2011).

FIGURA 3 – NIVEIS SIGMA



FONTE: *Six Sigma Institute* (2020).

O Nível Sigma é uma medida usada para indicar com que frequência os defeitos provavelmente ocorrerão. Sigma se refere a um desvio padrão, e um processo operando no Seis Sigma experimentará 3,4 erros por bilhão de eventos. Em outras palavras, o objetivo da metodologia consiste em diminuir a variabilidade do processo (o valor de sigma) de tal forma que os limites toleráveis especificados para uma variável característica da qualidade se encontrem a uma distância de seis sigma do valor médio. Sankar (2011) enfatiza a necessidade de controlar a média e a variabilidade de um processo, para que assim não haja descontrole nos processos e conseqüentemente não gere gastos de recursos desnecessários.

De acordo com Ribeiro (2020), existem dois métodos para se calcular o nível sigma, no qual poderá ser feito por DPMO (Defeitos por Milhão de Oportunidade) e por Valor Z. O quadro 2 apresenta as diferenças entre esses dois métodos.

QUADRO 2 – MÉTODOS DE CÁLCULO DO NÍVEL SIGMA

Método	Tipos de Dados	Comentários
I. Valor Z	Variável / Contínuo	Os dados têm que ter uma distribuição aproximadamente normal. Calcula o valor de Z que é o próprio Nível Sigma
II. DPMO (Defeitos por Milhão de Oportunidades)	Atributo / Discreto	É preciso pelo menos 5 defeitos

FONTE: Ribeiro (2020).

De acordo com Tupkar, Lande e Jawalekar (2016), o *Lean* acelera o Seis Sigma, oferecendo resultados maiores do que normalmente seria alcançado por *Lean* ou Seis Sigma individualmente. A combinação dessas duas metodologias fornece um conjunto abrangente de ferramentas para aumentar a velocidade e a eficácia de qualquer processo dentro da organização resultando em aumento de receita e a redução de custos.

Para Saad (2018) a metodologia *Lean* Seis Sigma compreende aspectos da eliminação de resíduos do *Lean* e o foco do Seis Sigma na redução de defeitos, com base em características críticas para a qualidade. Para Singh (2017), o *Lean* é uma ferramenta usada para atingir Seis Sigma. O objetivo é criar padronização de processos para que o mesmo resultado exato possa ser criado de forma consistente, reduzindo a variação no processo.

2.5 PLANEJAMENTO E OPERAÇÃO DA MELHORIA CONTÍNUA

A busca por melhorias com aumento na qualidade e produtividade é foco de muitas empresas atualmente, uma vez que os consumidores estão cada vez mais exigentes e voláteis pelos os seus gostos. As empresas necessitam adaptar seus princípios à filosofia japonesa do *Kaizen*, ou seja, melhoria continua (CORRÊA e CORRÊA, 2011).

Para os autores, essa filosofia deverá ser adotada por toda a hierarquia empresarial, promovendo melhoria entre todos os âmbitos, tais como nos processos, fluxos de trabalho, maquinários, entre outros.

Tendo em vista os desperdícios já mencionados, as melhorias com a qualidade poderão ser atingidas com o planejamento e absorção da filosofia *Kaizen*

no cotidiano organizacional. Para isso existem algumas ferramentas de fácil entendimento e manuseio de melhoria continua como o ciclo PDCA, MASP ou DMAIC (ROVAI, ROCCO e FRACISCATO, 2015).

2.5.1 PDCA

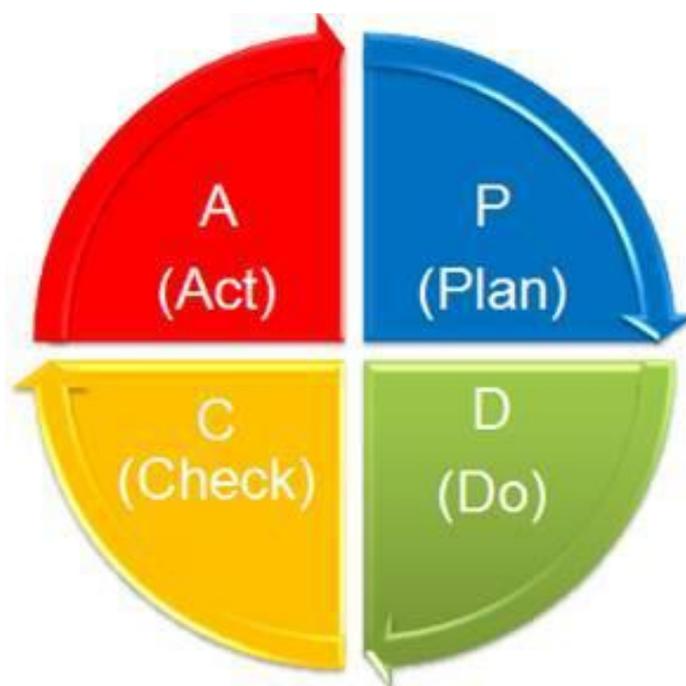
De acordo com Araújo (2017), o ciclo PDCA surgiu em meados do Século XX no Japão e se tornou conhecida mundialmente por abranger muitas aplicações. Sua aplicação pode ser facilmente entendida e abordada por diversos setores da empresa que buscam uma forma de atingir a melhoria continua. O ciclo PDCA é usualmente empregado para tomadas de decisões e também para sistemas que necessitam de resoluções de aprimoramento contínuo em diversos setores (MAXIMIANO, 2011).

Para Carpinetti (2012), o ciclo PDCA pode ser dividido em quatro partes:

- 1) Planejamento (*Plan* - P): Essa parte engloba algumas atividades como planejamento e definição dos objetivos, identificação das causas raízes e definição de metas. Algumas ferramentas que podem fazer auxílio nessa etapa que são Diagrama de Ishikawa, Gráfico de Pareto, *Brainstorming* e 5W2H;
- 2) Execução (*Do* - D): A realização das metas e estratégias deverão ocorrer nessa etapa, onde também é realizada a coleta de dados e o treinamento para colaboradores nela envolvidos;
- 3) Verificação (*Check* - C): Com a realização dos treinamentos e coleta de dados, a próxima fase será a elaboração de análises e a estipulação objetivos a serem alcançados;
- 4) Ação Corretiva (*Act* - A): Essa é a última etapa do ciclo, em que deverá ocorrer a execuções dos objetivos estipulados. Nesta etapa deve ser realizada ações corretivas para a eliminação ou a redução de problemas encontrados.

A figura 4 demonstra de forma ilustrativa o ciclo PDCA e suas etapas.

FIGURA 4 – O CICLO PDCA



FONTE: Campos (2014).

2.5.2 MASP

O Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) surgiu por volta dos anos 80 e suas características se baseiam na facilidade de resoluções de problemas e no método prático (LEME, 2010). O autor define que o método pode trazer várias vantagens com a menor esforço na aplicação, demonstrando que o recurso deve ser englobado em toda a organização.

De acordo com Campo (2004), na organização cultural da empresa, os princípios da qualidade deverão ser essenciais desde a diretoria até os operadores. O autor considera que o ciclo PDCA é uma ferramenta voltada para os setores gerenciais e destaca o MASP por ser um método de melhoria contínua.

Do ciclo PDCA foi derivado do MASP por ser mais estratificado, aprofundado e organizado. A sua finalidade para a resolução de problemas se baseia em oito etapas: identificação do problema, observação, análise, plano de ação, ação, verificação, padronização e conclusão (MOREIRA, MOREIRA e MARTINS, 2014). A figura 5 mostra, além das definições de cada etapa do MASP, suas correlações com o ciclo PDCA.

FIGURA 5 – MÉTODO DE ANÁLISE E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

PDCA	Fluxograma	Fase	Objetivo
P	1	Identificação do problema	Definir claramente o problema e a necessidade de melhoria
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais específicas do problema
	4	Plano de Ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais
D	5	Ação	Bloquear as causas fundamentais
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivado
	?	(Bloquei foi efetivo)	
A	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema
	8	Conclusão	Documentar todo o processo para recuperação futura

FONTE: Carpinetti (2017).

De acordo com Carpinetti (2017), as etapas do método de análise e solução de problemas serão mais detalhadas a seguir.

2.5.3 Identificação do Problema

É a primeira fase em que ocorre a identificação do problema, esta deve ocorrer a descrição detalhada do problema e objetivo a ser alcançado, de forma que se diminua os riscos futuros (CARPINETTI, 2017). Para Campos (2014), os dados para se estabelecer as metas podem ser adquiridos por meio de documentos internos da empresa em que seja possível identificar um problema.

Ainda de acordo com Campos (2014) é necessário definir a área do problema, e os setores em que se irá atingir, além de ressaltar que essa etapa é prioritária para que ocorra o método MASP de forma mais assertiva.

2.5.3.1 Observação

Essa fase vem com a observação do problema, sendo a mais complexa devido à dificuldade na coleta de dados que podem ou não ser suficientes para a solução do problema, pois, em caso negativo, todo o projeto poderá se comprometido e os dados precisarão ser retrabalhados. O autor resalta a importância de uma coleta de dados suficientes no projeto, para posteriormente ocorrerem metas bem definidas e um maior grau de conhecimento para a equipe escolhida (CAMPOS, 2014).

Carpinetti (2017), descreve que o problema deverá ser criteriosamente observado pela a equipe escolhida anteriormente, além de salientar que esta equipe precisa observar os principais fatores que o causam e demais informações relevantes para a sua resolução.

2.5.3.2 Análise

Nessa fase as causas que compõem o problema deverão ser exploradas e analisadas, escolhendo os itens mais propícios à falha. O autor remete a importância da escolha da causa mais influenciadora do problema, para isso uma investigação precisa entre as causas e efeitos se torna essencial (CAMPOS, 2014).

Para Carpinetti (2017), é necessário a utilização do *brainstorming* para que os funcionários esbocem e dialoguem com suas ideias, assim contribuindo com possíveis novas soluções e diferentes pontos de vista. Aguiar (2016), concorda sobre a importância da definição clara dos influenciadores dos efeitos problemáticos e a observação muito bem perceptiva nos processos.

2.5.3.3 Plano de Ação

Aguiar (2016) acredita que o conhecimento técnico não é o suficiente para as soluções das causas raízes. É imprescindível possuir o conhecimento principalmente das ferramentas da qualidade para se redirecionar os resultados. Carpinetti (2017) propõe que o plano de ação precisa ser apurado para que não ocorra ou reduza os efeitos geradores do problema. O autor explica que todos os envolvidos no plano deverão gerenciar suas atividades de modo que consigam obter sucesso na implantação.

Campos (2014), recomenda a utilização da ferramenta 5H2W para a descrição mais clara do plano, uma vez que ela propõe todas as informações e ações de cada colaborador necessárias para a implementação do plano de ação.

2.5.3.4 Ação

Carpenetti (2017) retrata essa fase como sendo a disseminação do problema para a equipe e os possíveis resultados em que se queira alcançar. O autor mostra que a empresa deverá realizar treinamentos com as equipes de modo que seja possível estabelecer um padrão na implantação das melhorias.

Campos (2014) expõe que o plano de ação será bem executado se durante a sua fase ocorrer periódicas verificações de análise de controle. O autor ainda divide essa fase em duas etapas: treinamento e execução das ações. Na primeira serão reforçados o objetivo principal e a estratificação das metas para cada um dos envolvidos de modo que assim ocorra a colaboração e a eficiência da equipe. A segunda se refere à realização de controles efetivos para que as ações ocorram de forma planejada e controlada.

2.5.3.5 Verificação

Segundo Araújo (2017) essa etapa é atingida se as ações feitas anteriormente foram bem executadas e controladas pelos colaboradores, seguindo aquilo que foi planejado. O autor explica a necessidade dos registros das observações feitas

anteriormente para que se ocorra uma análise da eficácia das ações na redução ou eliminação das falhas.

Campos (2014) explica que, caso as execuções das ações não forem bem executadas, os problemas conseqüentemente não serão solucionados. Essa etapa deve ser seguida por um questionamento essencial que será feita pelo pesquisador: “O bloqueio dos influenciadores dos efeitos relacionados as falhas foram efetivos?”. Caso tenha sido efetivo, deve-se seguir para a etapa de padronização, caso contrário, volta-se para a fase de observação.

Aguiar (2006) demonstra a importância da análise de dados estatísticos para se precaver de possíveis falhas dos processos de implementação. O autor concorda que quanto maior dedicação na etapa do planejamento, menor será os erros e correções na etapa de verificação.

2.5.3.6 Padronização

Para Campos (2014), os funcionários possuem total responsabilidade pelas ações e metas atribuídas a eles, desde que devidamente treinados para ocorrer a padronização. O autor explica que não se pode considerar verbalmente a padronização dos comprometimentos, devido a muitos descumprimentos e alterações nas percepções de fala, portanto é necessário realizar a documentação dos acordos.

Araújo (2017) demonstra essa etapa como a sendo a definição e alteração dos processos operacionais, explicando por meio de reuniões a importância da aplicação da padronização com intuito de minimizar os possíveis erros. O autor acrescenta que, caso necessário, o líder deve acompanhar o operador até seu posto de trabalho e observar se a padronização está sendo bem executada ou há necessidade de realizar alguma alteração.

2.5.3.7 Conclusão

Campos (2014) argumenta que nessa etapa deverá ocorrer uma análise crítica a respeito das fases anteriores, em que irá esclarecer os problemas mantidos e os resolvidos durante a implementação do método.

De acordo com Araújo (2017), os conhecimentos técnicos e relacionamentos de equipes obtidos pelas aplicações das etapas do método servirá de base para outras possíveis implementações futuras. O autor também acrescenta que a conclusão do método pode ser o começo de outra, assim garantindo a renovação constante do ciclo.

2.5.4 DMAIC

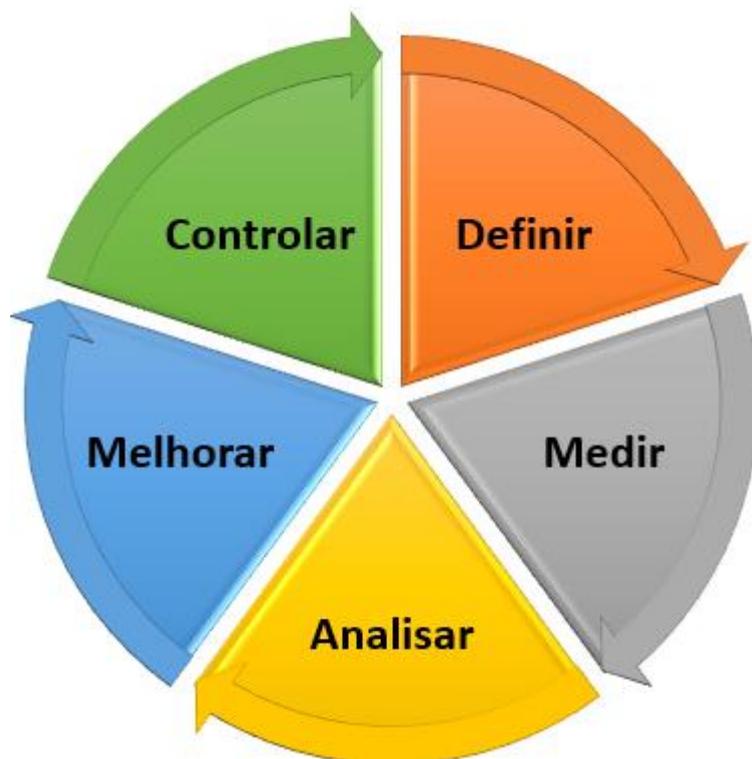
De acordo com Krishnan e Prasath (2018), o método DMAIC pode ser pensado como um roteiro para solução de problemas e melhoria de produtos e/ou processos. Baraka, Dewa e Singh (2019) concordam que o DMAIC é um modelo simples de melhoria de desempenho dos processos existentes para ajudar as empresas a alcançar uma melhoria significativa de desempenho e reduzindo o custo.

Embora possa parecer linear e explicitamente definida, pode ocorrer necessária retornada à fase de medição, se os dados do problema forem insuficientes. A determinação de quais ferramentas que serão utilizadas em cada etapa é indispensável, pois a aplicação adequada das ferramentas se torna mais eficiente ao longo do método, e além disso, não precisa utilizar todas as ferramentas (KRISHNAN e PRASATH, 2018).

Para Cunha e Dominguez (2015), o DMAIC traz os seguintes elementos: foco claro nas necessidades dos clientes (o que é valor para o cliente), foco na melhoria dos processos através da redução da variação, uso de métricas de desempenho e uso de métodos de solução de problemas orientadas a dados altamente estruturadas. Os autores relatam que o uso de DMAIC tem função semelhante ao ciclo PDCA, mas é mais abrangente na solução de problemas de manufatura.

A figura 6 mostrará em sequências as cinco fases e o funcionamento do ciclo DMAIC.

FIGURA 6 – MÉTODO DMAIC



FONTE: Adaptado de Krishnan e Prasath (2018).

2.5.4.1 Definir

De acordo com Krishnan e Prasath (2018), na fase de definição os líderes do projeto criam uma visão de alto nível do processo e começam a entender as necessidades dos clientes. Essa é uma fase crítica, na qual suas equipes definem o esboço de seus esforços para eles mesmos e a liderança (executivos) da sua organização.

Para Baraka, Dewa e Singh (2019) essa fase abrange o mapeamento, elaboração do fluxograma do processo, o desenvolvimento do termo de abertura do projeto, as ferramentas de solução de problemas e as chamadas ferramentas de gerenciamento (diagramas em árvore, diagrama de inter-relacionamento, diagramas de matriz, matrizes de priorização).

O principal objetivo dessa etapa é verificar se as ações que devem ser tomadas para solucionar os problemas estão conectadas com as prioridades da organização. Começa com a identificação do problema que precisa de uma solução e

termina com o entendimento destes problemas, além de uma evidência clara da supervisão da gerência.

Existem várias maneiras de identificar um projeto para melhoria. Primeiramente é ideal que haja foco em eliminar fatores externos, que aumentam os custos de operação do produto e logo após resolver os problemas atrelados a custos internos. Uma ferramenta útil que ajuda a restringir o problema pode ser o Diagrama de Pareto (SMĘTKOWSKA e MRUGALSKA, 2017).

2.5.4.2 Medir

De acordo com Qutaish e Sarayreh (2008), na fase de medição a equipe começa com as métricas adequadas e que são críticas para a avaliação do sucesso do projeto. A capacidade inicial e estabilidade do projeto é determinado para estabelecer uma medida linha de base. Métricas válidas e confiáveis para monitorar o progresso do projeto é estabelecido durante a fase de medição. Para Baraka, Dewa e Singh (2019), esta fase abrange os princípios de medição como dados contínuos e discretos (repetibilidade e reprodutibilidade).

A medição é crítica ao longo da vida do projeto e, como a equipe se concentra na coleta de dados, inicialmente eles têm dois focos: determinar o ponto inicial e procurar pistas para entender a causa raiz do processo. Como a coleta de dados leva tempo e esforço, é bom considerar os dois no início do projeto (KRISHNAN e PRASATH, 2018).

Smętkowska e Mrugalska (2017), mostram que esta etapa se concentra nas informações necessárias para entender melhor todos os processos da organização, as expectativas dos clientes, especificações dos fornecedores e identificação dos possíveis locais onde um problema pode ocorrer.

A questão principal da fase de medição é coletar e analisar os dados que serão necessários na fase de controle para mostrar as diferenças e avaliar o progresso que será apresentado à gestão. Também é essencial avaliar o sistema de medição e garantir que todos os dados sejam verdadeiros e coletados de maneira adequada.

2.5.4.3 Analisar

Carpinetti (2017) argumenta da necessidade dessa etapa nos requisitos de identificação das causas raízes dos problemas, com base na utilização da coleta de dados da fase anterior. O autor explica que se deve localizar os agentes causadores das falhas e propor possíveis soluções para a redução ou a eliminação destes problemas.

Para Baraka, Dewa e Singh (2019) a análise abrange o estabelecimento de uma linha de base do processo, como determinar as metas de melhoria do processo, incluindo análise descritiva e exploratória de dados, e ferramentas de mineração de dados, análise da capacidade do processo, análise de correlação e regressão, entre outros.

No estágio de análise, diferentes ferramentas e métodos são usados para encontrar as causas principais, avaliar o risco e analisar os dados. Nesta fase, é necessário definir a capacidade do processo, esclarecer as metas com base em dados reais obtidos na fase medir e iniciar a análise da causa raiz que tem impacto na variabilidade do processo (SMĘTKOWSKA e MRUGALSKA, 2017).

2.5.4.4 Melhorar

De acordo com Krishnan e Prasath (2018), uma vez que as equipes do projeto estejam satisfeitas com seus dados e determinarem que as análises adicionais não serão necessárias aos seus dados para a compreensão do problema, é hora de avançar para o desenvolvimento da solução.

A equipe provavelmente estará coletando melhorias ideias ao longo do projeto, mas um esforço estruturado de melhoria poderá levar a soluções inovadoras. Carpinetti (2017) relata que na finalização das análises e possíveis ideias de melhorias, é necessário realizar as soluções de cada problema identificado.

Para Smętkowska e Mrugalska (2017), o objetivo desta etapa é levar as informações necessárias das etapas anteriores e desenvolver um plano de ação para melhorar o funcionamento da organização, aspectos financeiros e questões de relacionamento com os clientes. As possíveis soluções para o plano de ação devem ser apresentadas e executadas.

2.5.4.5 Controlar

De acordo com Qutaish e Sarayreh (2008), o sucesso na fase de controle depende sobre o quão bem a equipe se saiu nas quatro fases anteriores. As lições aprendidas são agora implementadas junto com as ferramentas, garantindo assim que as principais variáveis permanecerão dentro dos intervalos aceitáveis ao longo do tempo para que o processo de melhoria seja mantido.

Para Krishnan e Prasath (2018) nessa fase equipe já vem construindo uma forma de infraestrutura durante toda a vida do projeto e durante a fase de controle eles começam a documentar exatamente como querem passar estrutura para os funcionários que trabalham dentro do processo.

Essa fase controla o estado futuro do processo, a fim de minimizar desvio dos objetivos e garantir que a correção seja implementada antes de ter má influência sobre o resultado no processo. Sistemas de controle como controle estatístico de processos devem ser implementados. Na fase de controle, gráficos de controle são usados para identificar se o processo é controlável ou não (SMĘTKOWSKA e MRUGALSKA, 2017).

Como se pode observar, os métodos de melhoria propostos apresentam estruturas com nomenclaturas distintas, porém com diferenças pouco significativas. A figura 7 mostra os conceitos dos métodos abordados e suas etapas.

FIGURA 7 – METÓDOS DE MELHORIA

PDCA	MASP	DMAIC
Plan	Identificar o problema	Definir o problema
	Observar o problema	Mensurar o problema
	Analisar o problema	Analisar o problema
	Elaborar o plano de ação	Implementar as soluções
Do	Executar o plano de ação	
Check	Verificar conformidade	Controlar o processo
Act	Padronizar o processo	
	Concluir o processo	

FONTE: Adaptado de Aguiar (2006).

2.5.4.6 Project Charter

De acordo com Ribeiro (2020), o *Project Charter* possui algumas funcionalidades como a garantia de que não haverá outra equipe com o mesmo projeto, saber que os resultados do seu projeto serão computados nos resultados da empresa e padronizar as formas de atuação das demais equipes.

Para Werkema (2004), o uso do *Project Charter* auxilia nos passos iniciais do projeto, pois representa um contrato firmado entre a equipe responsável pela condução do projeto e os gestores da empresa. Segundo Rotondaro *et al.* (2008), é crucial para que a equipe envolvida conheça as restrições relacionadas ao projeto, além de ser essencial para o seu bom gerenciamento. No quadro 3 podem ser observadas as informações que devem ser apresentadas em um *Project Charter*.

QUADRO 3 – ESTRUTURA DE UM *PROJECT CHARTER*

Project Charter
<p>1. Descrição do problema: Neste tópico deve ser identificado o problema, os indicadores utilizados para medi-lo (valor atual x valor desejado), onde e quando o problema é observado e os impactos de sua solução.</p>
<p>2. Definição da meta: Especificação da meta a ser alcançada, que é constituída por um objetivo gerencial, um valor e um prazo.</p>
<p>3. Avaliação do histórico do problema: Apresentação de fatos e dados históricos relacionados ao problema, incluindo a avaliação do retorno econômico do projeto e de seu impacto sobre os clientes e a estratégia da empresa. A fim de auxiliar a realização dessa atividade as seguintes ferramentas podem ser utilizadas: - Métricas do Seis Sigma; - Gráfico Sequencial; - Carta de Controle; - Análise de Séries Temporais.</p>
<p>4. Restrições e suposições: Registro de restrições à realização do projeto e de suposições quanto a necessidades para a sua execução.</p>
<p>5. Equipe de trabalho: Identificação dos membros da equipe.</p>
<p>6. Responsabilidades dos membros e logística da equipe: Definição das responsabilidades de cada membro da equipe e cronograma das reuniões.</p>
<p>7. Cronograma preliminar: Elaboração do cronograma do projeto, constando das datas de finalização de cada etapa do método DMAIC.</p>

FONTE: Adaptado de Werkema, 2004.

2.5.4.7 Distribuição Normal

A curva normal mostra que as maiores e mais frequentes densidades de valores estão no meio e os demais distribuídos simetricamente ao redor da média em ambas as direções (Q&P, 2020). A distribuição normal é frequentemente assumida para descrever a variação aleatória que ocorre nos dados de muitas disciplinas científicas.

Seu formato é conhecido como curva de sino e pode ser facilmente caracterizado e descrito por dois valores: a média aritmética (μ) e desvio padrão σ , para que os dados conjuntos são comumente descritos pela expressão $\mu \pm \sigma$ (LIMPERT, STAHEL e ABBT, 2001).

De acordo com Wesolowski e Musselwhite (2018), para alcançar o modelo é necessário que o tamanho da amostra seja grande, pois raramente é atingida com amostras pequenas. A curva normal pode ser usada para determinar a porcentagem de pontuações acima ou abaixo de um certo parâmetro. Os autores enfatizam que os

outliers podem afetar diretamente essa interpretação, bem como qualquer violação da suposição de normalidade.

Para Wesolowski e Musselwhite (2018), na análise dos dados podem ocorrer com mais frequência a suposição de que os dados precisam ser normalmente distribuídos, o que muitas vezes não acontece.

Para Q&P (2020), a estatística de Anderson-Darling mostra o quão bem os dados seguem uma distribuição em particular. Para um conjunto de dados e distribuição especificados, quanto melhor a distribuição se ajusta aos dados, menor será essa estatística. A estatística é utilizada para calcular o P-Value. Este valor de P nos serve de parâmetro para dizer se é provável que os dados são provenientes de uma distribuição normal. O teste de normalidade revela se os dados de uma amostra possuem média e desvio padrão idênticos, e para isso o valor de p significativo ($p < 0,05$) desse teste indica que a distribuição é significativamente diferente de uma distribuição normal.

De acordo Q&P (2020), existem diversas distribuições estatísticas, cada uma com suas particularidades, que poderão auxiliar nos testes não normais, como Loglogística; Lognormal; Triangular; Uniforme; Weibull, entre outros.

2.5.4.8 Capacidade do Processo

Para Q&P (2020), a realização da capacidade do processo permite uma análise sobre o desempenho a longo prazo, assim descobrindo quantos produtos caem dentro dos limites de especificação e se o processo irá cumprir os requisitos de engenharia.

A capacidade de processo atua como uma ferramenta TQM e é descrita como uma técnica de gestão estratégica que desempenha um papel vital na gestão de operações da empresa. O estudo de capacidade de processo ajuda na concepção do produto, decidindo as normas de aceitação e as seleções de processos (IRWANTO, HAMSAL e PURBA, 2019).

Ribeiro (2020), argumenta que quando se utiliza dados de curto prazo, somente causas comuns se manifestam. Já se os dados forem de longo prazo, permitem uma avaliação mais próxima as necessidades dos clientes, pois são incluídas as causas comuns e especiais. O autor descreve as causas abaixo:

- **Comuns:** Causas de intensidade normal e são totalmente previsíveis no processo;
- **Especiais:** Alta intensidade de variações, decorrida de alguma mudança significativa no processo.

Irwanto, Hamsal e Purba (2019) afirmam que existem alguns indicadores para a análise da capacidade do processo. Um deles é o Cp, ou Capacidade Potencial, um indicador simples e direto em que mostra o quanto o processo é capaz de atender as especificações, enquanto Cpk é a capacidade efetiva em que se mede o quão perto um processo está sendo executado dentro de seus limites de especificação.

As formulas para o cálculo dos dois indicadores podem ser visualizados na (Eq.1) e na (Eq. 2). Nas atividades de preenchimento, um bom desempenho do processo é interpretado por um $C_p > 1,67$ e $C_{pk} > 1,67$.

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6 \times \sigma} \quad (\text{EQ. 1})$$

onde,

Cp = Capacidade Potencial

LSE = Limite Superior de Especificação

LIE = Limite Inferior de Especificação

σ = Nível Sigma

$$C_{pk} = \min\left(\frac{\mu - LIE}{3 \times \sigma}, \frac{LSE - \mu}{3 \times \sigma}\right) \quad (\text{EQ. 2})$$

onde,

Cpk = Capacidade Efetiva

μ = Média

Para Ribeiro (2020), índices de Performance do Processo (Pp e Ppk) utilizam a variabilidade a longo prazo e são calculados a partir do desvio padrão global. Enquanto capacidade do processo (Cp e Cpk) utilizam a variabilidade a curto prazo e são calculados a partir do desvio padrão dentro dos subgrupos. A melhor forma de estimar o desvio padrão global, pode ser visto na Eq.3.

$$\sigma = s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - X)^2} \quad (\text{EQ. 3})$$

Em que x_i representa as medidas do processo, X corresponde à média amostral de todas as medidas do processo e n ao número de medidas obtidas do processo.

Quando se verifica uma diferença discrepante entre as curvas do dentro e global, se pode concluir que o processo não se encontra em controle.

2.6 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Para Carpinetti (2017), a busca para alcançar a melhor qualidade nos produtos e processos persistiu por muitos anos, originando o desenvolvimento de diversas ferramentas e técnicas metodológicas que auxiliam o alcance dos resultados esperados relacionados com o desenvolvimento da qualidade.

Segundo Seleme (2010), a qualidade deixou de ser categorizada como artigo de luxo e passou a ser uma necessidade nos dias atuais. O autor enfatiza que as empresas que valorizam a qualidade, se sobressaem no mercado sobre as outras.

Abaixo são descritas as ferramentas de qualidade que sustentam as metodologias de melhorias contínuas.

2.6.1 Fluxograma

De acordo com Coutinho (2020), o objetivo dessa ferramenta é ilustrar de forma fácil e clara as sequências dos fluxos e processos de trabalho. Essas ilustrações possuem diversas formas, com significados diferentes e são ligadas por setas.

O Fluxograma demonstra as partes cruciais do processo, levando a sua padronização e identificação de futuras melhorias. A sua ilustração auxilia nas futuras tomadas de decisão das organizações e o entendimento melhor dos processos para os colaboradores envolvidos (SELEME, 2010). Na figura 8 poderá ser visto um exemplo claro de fluxograma.

FIGURA 8 – EXEMPLO FLUXOGRAMA



FONTE: Coutinho (2020).

Os símbolos que são apresentados no quadro 4 se refere aos mais comuns utilizados num fluxograma. Sua descrição está baseada nas informações constantes no *software* BIZAGI®.

QUADRO 4 – SÍMBOLOS DO FLUXOGRAMA NO SOFTWARE BIZAGI®

Símbolo	Descrição
	Tarefa – é uma atividade atômica que está incluída dentro de um processo. Uma tarefa é usada quando um trabalho no processo não é descomposto. Geralmente, um usuário final e/ou aplicativo são usados para executar a tarefa.
	Subprocesso – é uma atividade que contém outras atividades (um processo). O processo dentro do processo é dependente do processo-mãe e tem visibilidade dos dados globais do processo-mãe. Não é necessário mapeamento de dados.
	Evento de início – indica onde um processo começará. Em termos de fluxo de sequência, o evento de início começa o fluxo do processo, e, portanto, não terá nenhum fluxo de sequência de entrada – nenhum fluxo de sequência pode se conectar a um evento de início.
	Evento intermediário – indica onde acontece algo (um evento) em algum lugar entre o início e o fim de um processo. Isso afetará o fluxo do processo, mas não começará nem (diretamente) terminará o processo.
	Evento de fim – indica onde um processo terminará. Em termos de fluxo de sequência, o evento de fim termina o fluxo do processo, e, portanto, não haverá fluxos de sequência de saída. Não se pode conectar um fluxo de sequência de saída de um evento de fim.
	Gateway – os <i>gateways</i> (decisões) exclusivos são locais dentro de um processo de negócios onde o fluxo de sequência pode tomar dois ou mais caminhos alternativos. Isso é basicamente a "bifurcação na estrada" para um processo.
	Grupo – o objeto de grupo é um artefato que fornece um mecanismo visual para agrupar elementos de um diagrama informalmente.

FONTE: Adaptado de BIZAGI® *Process Modeler* (2020).

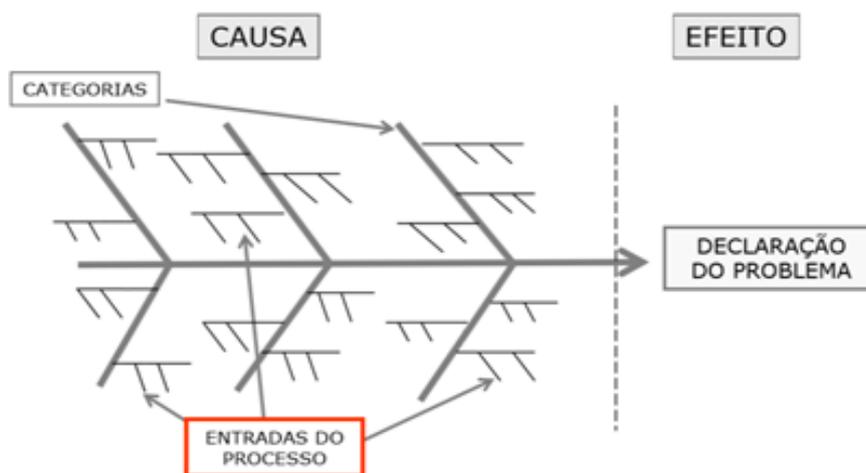
2.6.2 Diagrama de Causa e Efeito

De acordo com Carpinetti (2017), a ferramenta também conhecida como Diagrama de Espinha de Peixe foi criada por Kaoru Ishikawa. O principal objetivo é reconhecer as causas raízes dos problemas, assim direcionando as ações para as medidas corretivas necessárias.

Singh (2017) argumenta que o Diagrama da Espinha de Peixe identifica os agentes causadores das falhas a partir da ramificação dos efeitos. Muitas causas possíveis são descobertas para um efeito ou problema e a ferramenta classifica ideias em categorias úteis.

Para Stojcetovic, Misic e Sarkocevic (2013), a utilização dessa ferramenta permite identificar, explorar e exibir graficamente todas as possíveis causas relacionadas a um problema. As causas no diagrama geralmente são baseadas em determinado grupo de possibilidades, como as 6M (Meio Ambiente, Mão de Obra, Máquina, Método, Medição e Matéria-prima). A figura 9 mostra o exemplo do Diagrama de Ishikawa.

FIGURA 9 – EXEMPLO DE DIAGRAMA DE ISHIKAWA



FONTE: Coutinho (2020).

2.6.3 Matriz de Causa e Efeito

A Matriz Causa e Efeito é, para Domenech (2015), uma ótima ferramenta de relacionamento entre entradas e saídas de processos. O autor comenta que o gráfico de Pareto é utilizado posteriormente a ferramenta para a priorização das causas.

Silva (2020) considera que a ferramenta identifica qual causa impacta mais os problemas. Reconhecendo suas causas com o auxílio do Diagrama de Ishikawa, a matriz poderá agir de modo eficiente nas causas, de modo que seja possível realizar uma abordagem diferente no processo.

De acordo com Q&P (2020), a matriz se faz necessária quando se possui muitos efeitos relacionados ao problema, como desperdícios gerados por mão de obra e também por materiais. Nas colunas deverão ser aplicadas os efeitos que se deseja eliminar e nas linhas serão aplicadas as todas as causas possíveis.

Em cima das colunas deverá ser avaliada no grau de importância de 1 a 10 os efeitos colocados. Posteriormente correlacionar de 0 a 10 as causas com os efeitos. Os maiores produtos obtidos na matriz deverão ser atacados de forma imediata. Na tabela 1 é apresentado um exemplo da matriz causa e efeito apresentado por Q&P (2020). O cálculo para a primeira linha ficará na seguinte forma Total das causas = $(10 \cdot 9) + (0 \cdot 7) + (10 \cdot 4)$.

TABELA 1 – EXEMPLO DE MATRIZ CAUSA E EFEITO.

Processos	9	7	4	Total das causas
	Dimensional Errado	Material Errado	Rebarbas em excesso	
Máquina com folga	10	0	10	130
Tempo de exposição	0	0	0	0
Embalagem danificada	0	9	0	63
Rebarbas	0	10	10	110
Velocidade de parafusamento	0	8	5	76
Posição de montagem	6	0	7	82
Ângulo de apoio	5	0	4	61
Cansaço	3	8	10	123
Angularidade não adequada	7	4	1	95
Instrumento não calibrado	8	0	1	76
Temperatura elevada	2	0	1	22
Iluminação inadequada	5	7	0	94
Equipamento com folga	7	0	3	75

FONTE: Adaptado de Q&P (2020).

2.6.4 Gráfico de Pareto

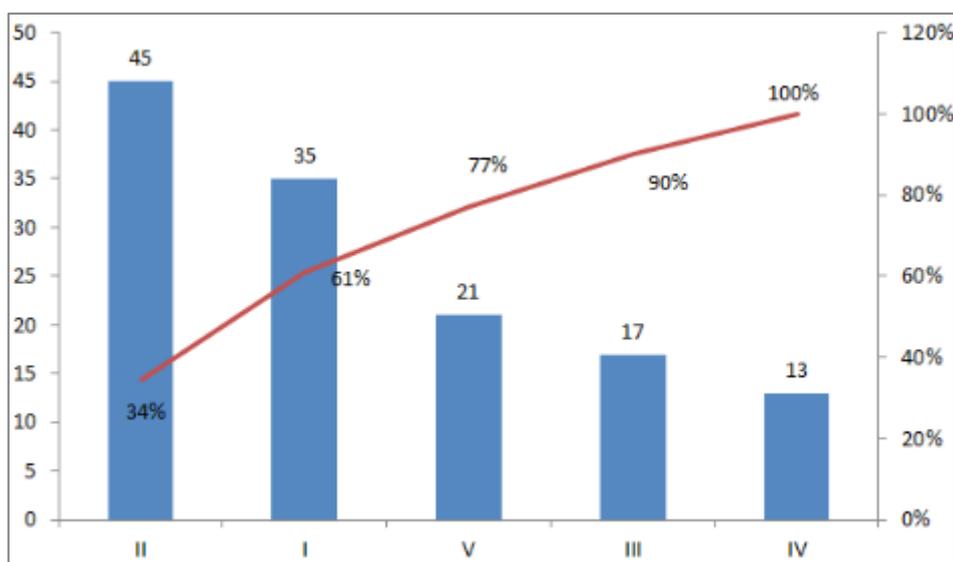
Para Carpinetti (2017), essa ferramenta organiza itens na ordem da magnitude de sua contribuição, desse modo identifica alguns itens que exercem

influência máxima. Adaptado por Juran e criado por Vilfredo Pareto, o Diagrama de Pareto propõe a relação 80/20, isso é válido para defeitos em processos administrativos e processos de produção: 80% dos defeitos são causados por 20% das possíveis fontes de erro.

Carpinetti (2017), enfatiza que a maior parte dos acontecimentos poderão ser resolvidas corrigindo as causas raízes. Singh (2017) argumenta que a ferramenta é usada na melhoria da qualidade de forma a priorizar projetos de melhoria, como a identificação de produtos de maiores reclamações, identificação de queixas com mais frequência, as causas mais frequentes de rejeições, entre outros.

De acordo com Stojcetovic, Misic e Sarkocevic (2013), o gráfico de Pareto é uma ferramenta gráfica que ajuda a dividir um grande problema em partes e identificar quais são as partes mais importantes. É um gráfico de barras com dados em ordem decrescente. Esta organização dos dados em ordem decrescente da esquerda para a direita no gráfico é a sua característica de assinatura. A figura 10 exemplifica o gráfico de Pareto.

FIGURA 10 – EXEMPLO DE GRÁFICO DE PARETO



FONTE: SILVA (2020).

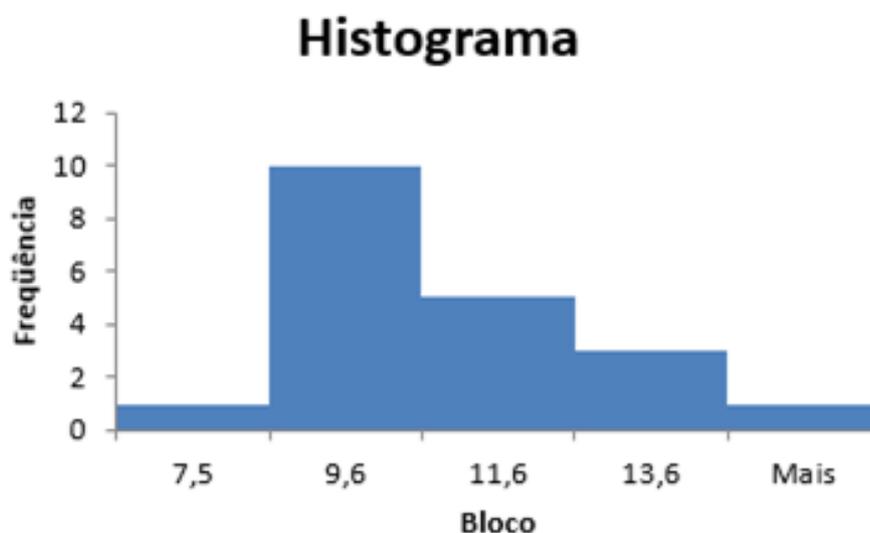
2.6.5 Histograma

De acordo com Seleme (2010), uma boa representação de uma população pode ser adquirida com um histograma, permitindo a visualização de dados de amostragem.

O histograma é um tipo de gráfico de barras que lida com dados que existem em uma faixa contínua de um número baixo a um número alto. A exibição do histograma mostra com que frequência os pontos de dados decorrem em toda a gama de dados (STOJCETOVIC, MISIC e SARKOCEVIC, 2013).

Para Carpinetti (2017), com o objetivo de priorização das falhas e atendimento de especificações, essa ferramenta mostra um conjunto de dados através de uma representação gráfica construída em barras verticais. Para a sua elaboração é necessário o número de intervalo de classes, o cálculo da amplitude, o cálculo do comprimento de cada intervalo e cálculo dos limites de integração. A figura 11 demonstra um exemplo de histograma.

FIGURA 11 – EXEMPLO DE HISTOGRAMA



FONTE: Coutinho (2020).

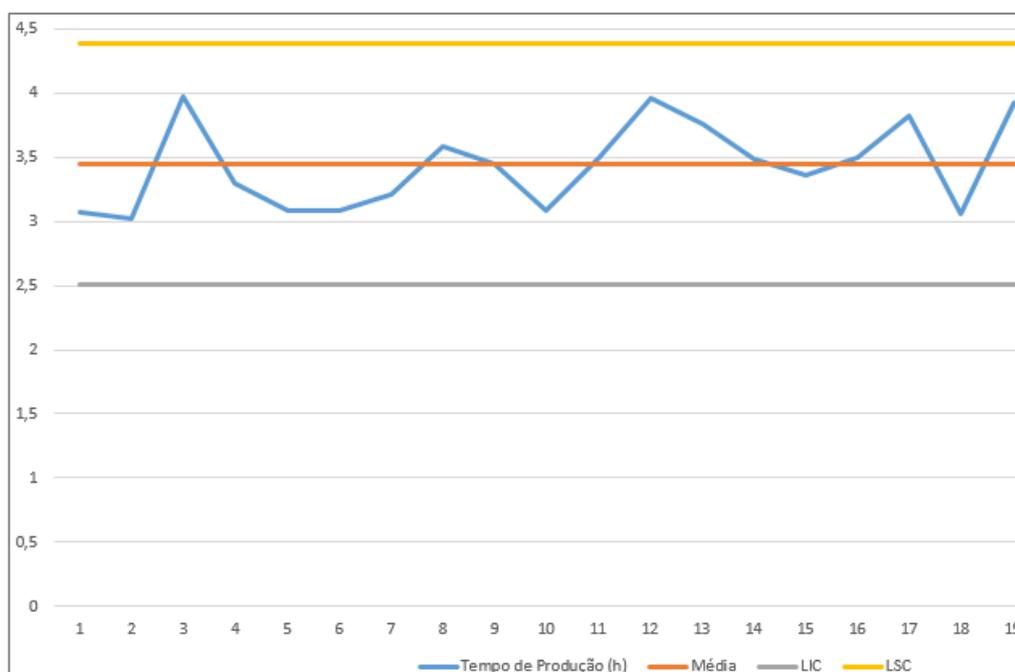
2.6.6 Cartas de Controle

De acordo com Capernetti (2017), essa ferramenta é utilizada para controles estatísticos em que ocorram variabilidade de processos. As cartas de controle propõem limites de processo para garantir suas especificações, em que caso os pontos estiverem dentro das limitações, não há interferência de causas especiais.

Para Stojcetovic, Misic e Sarkocecic (2013) os gráficos de controle são ferramentas muito poderosas para monitorar, controlar e melhorar processos ao longo do tempo. Trata-se de uma complexa ferramenta de qualidade. Pequenas quantidades de dados (selecionadas aleatoriamente) podem fornecer informações suficientes para decisões de processo.

Singh (2017) descreve que o gráfico de controle é a melhor ferramenta para monitorar o desempenho de um processo. Esse tipo de gráfico pode ser usado para monitorar quaisquer processos relacionados ao funcionamento da organização, permitindo ainda identificar condições relacionadas ao processo como a estabilidade e a previsibilidade. As cartas de controle podem ser melhor visualizadas na figura 12.

FIGURA 12 – EXEMPLO DE CARTA DE CONTROLE



FONTE: Coutinho (2020).

2.6.7 Brainstorming

De acordo com Stojcetovic, Misic e Sarkocevic (2013), o *brainstorming* é um processo formal que pode ser aplicado em uma abordagem estruturada ou não estruturada. O objetivo é gerar um alto volume de ideias de forma criativa e eficiente, livre de críticas ou influências perturbadoras.

Coutinho (2020), descreve o termo como “tempestade de ideias” que é utilizado para incentivar a criatividade dos grupos envolvidos. O autor enfatiza que é uma ótima ferramenta para auxiliar na resolução de problemas.

2.6.8 Benchmarking

Em um mercado cada vez mais competitivo, as empresas necessitam analisar seus artigos e serviços com os dos seus concorrentes com a finalidade de aperfeiçoar e aplicar melhorias (MARTINS; PROTIL; DOLIVEIRAS, 2010).

De acordo com Carpinetti (2012), para que o *benchmarking* seja aplicado de maneira eficiente, inicialmente a equipe envolvida deve reconhecer que o aprendizado é constante e não que não pode se prender a dogmas antigos. O autor enfatiza a necessidade de conhecimento de um terceiro elemento como referência. Além disso é primordial ter incumbido na equipe os valores de ética e respeito profissional nos projetos.

Existe o modo de comparar organizações em potenciais no mercado que não são dos mesmos setores. Tal alternativa auxilia na comparação de produtos, processos e serviços, pois as empresas não entrarão em conflito devido a compartilhamentos e confiabilidade dos dados (FERRAZ JUNIOR; PICCHIAI; SARAIVA, 2015).

2.6.9 Programa 8S

O Programa 5S é uma técnica eficaz de melhoria contínua que emergiu no Japão como consequência da aplicação da cultura kaizen. Nos anos 80, o programa ajudou a revolucionar a indústria japonesa. O 5S é definido como uma técnica de baixo

custo para limpar, ordenar, organizar e padronizar o local de trabalho (GUPTA e KHARE, 2019).

De acordo com Belu e Bondoc (2007), o 5S representa a abreviação de cinco palavras em japonês que começam com a letra "S". As cinco etapas serão descritas a seguir:

- **Seiri (Utilização):** É a diferença entre o necessário e as coisas inúteis do local de trabalho. Refere-se à eliminação de tudo o que é considerado inútil no local de trabalho.
- **Seiton (Ordenação):** Colocar o conjunto de artigos na ordem após o Seiri. As coisas essenciais deverão ser colocadas de forma a ser facilmente alcançadas sempre que necessário.
- **Seiso (Limpeza):** Os equipamentos e o local de trabalho deverão ser mantidos limpos, como a retirada de manchas nos equipamentos e a remoção de restos de alimentos.
- **Seiketsu (Saúde e Higiene):** A extensão do conceito de limpeza para a pessoa e a prática contínua das etapas anteriores. Deverá existir uma sistematização da rotina de limpeza.
- **Shitsuke (Disciplina):** É a obtenção da autodisciplina e do hábito de entrar no 5S pela aplicação dos padrões. Os quatro primeiros passos deverão ser padronizados para transformar o processo em uma única etapa.

De acordo com Abrantes (2001), no Brasil o programa 5S não é totalmente eficaz, pois a maioria das pessoas utiliza apenas os três primeiros sentidos (Seiri, Seiton e Seiso), se esquecendo das outras ações e sentidos que sustentam o programa. O autor também salienta que, para que o programa implementado com maior possibilidade de sucesso, a filosofia do 5S foi aperfeiçoada com mais três sentidos.

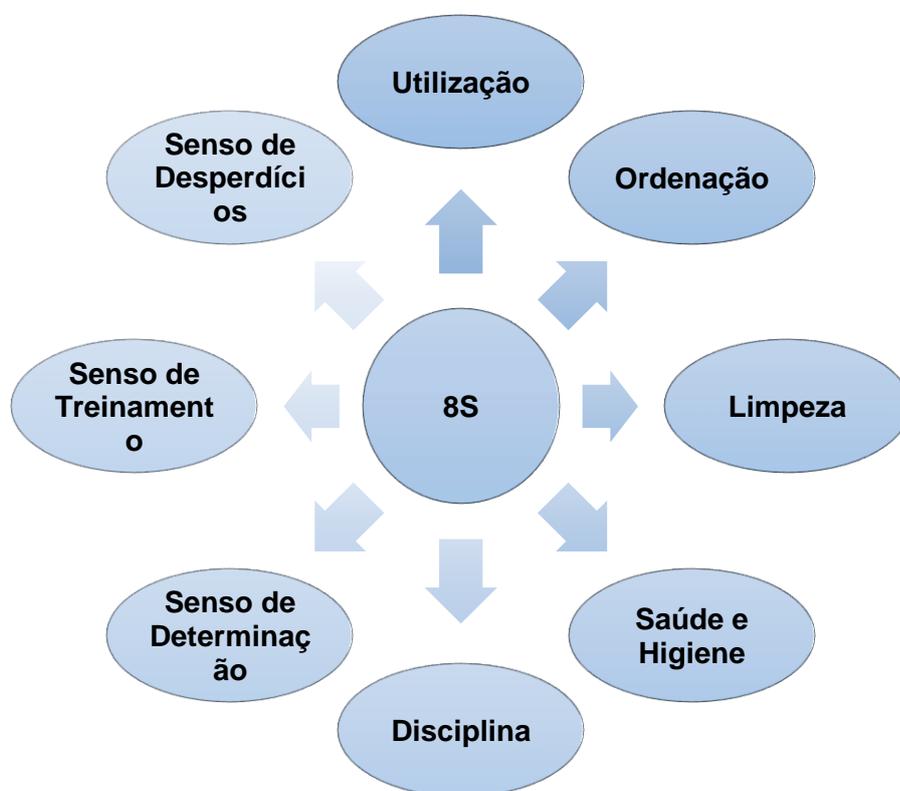
Depner (2020), ressalta que as maiores vantagens no programa 8S é que ele trata da capacidade intelectual humana, desvencilhando de investimentos de sistemas de processos e de maquinários.

- **Shikari Yaro (Senso de Determinação):** O senso prega a existência de harmonia entre os funcionários, com o propósito de agregar a motivação, liderança e a comunicação entre todos.

- **Shido (Senso de Treinamento):** É quando ocorre a realização de qualificações e treinamentos dos profissionais na empresa, que é essencial nos dias atuais. Um funcionário qualificado irá aumentar as chances de sucesso da organização.
- **Setsuyaku (Senso de Economia e Combate aos Desperdícios):** Este senso possui o princípio de eliminar desperdícios e economizar recursos, por menores que sejam.

A figura 13 ilustra os sentidos que compõem o 8S.

FIGURA 13 – SENSOS DO PROGRAMA 8S



FONTE: Adaptado de Abrantes (2001).

2.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A REVISÃO

A revisão bibliográfica apresentou uma síntese das principais informações correlatas com a temática da pesquisa. O setor têxtil representa grande importância para a economia brasileira na atualidade e para que as empresas consigam se destacar da concorrência é necessário o foco na gestão da qualidade.

O programa Seis Sigma possui em sua essência a busca pela a redução de custos, desperdícios e aperfeiçoamento dos requisitos do cliente, como a qualidade do produto e confiabilidade no momento da entrega (CARPINETTI, 2012).

Para Aguiar (2006), os métodos que estão mais atreladas ao programa Seis Sigma são o PDCA e o DMAIC. O DMAIC é uma forma mais detalhada do PDCA, que enfoca seu método nos processos e serviços com o propósito de que sejam aprimorados e elaborados.

De acordo com Toledo (2013), o método DMAIC é muitas vezes é chamada de ferramenta base do Seis Sigma, devido a utilização de ferramentas estatísticas. Seus métodos filtram as causas, de modo que permaneçam as que mais interferem nas falhas, a partir disso sendo reduzidas ou eliminadas.

As ferramentas da qualidade auxiliam os projetos de melhoria e correção de processos, logo a revisão apresentou entre as ferramentas em que serão em sua maior parte utilizadas na presente pesquisa como, o Fluxograma, o Diagrama de Causa e Efeito, a Matriz de Causa e Efeito, o Diagrama de Pareto, o Histograma e as Cartas de Controle e entre outros.

As ferramentas citadas podem ser utilizadas nas implementações de melhorias contínuas dos processos produtivos, como é o caso do método DMAIC. Além disso, cada uma possui seu diferencial e podem ser adaptadas de acordo com as situações encontradas nas organizações, como foi feito no presente trabalho.

Carpinetti (2017), mostra a necessidade do uso de ferramentas da qualidade para as soluções de falhas, além disso ajudam na realização do método DMAIC através da tomada de decisão por ferramentas estatísticas e não estatísticas.

Com as descrições acima, denota a importância do DMAIC nas melhorias de processos e serviços. O método foi escolhido para ser aplicado na presente pesquisa devido ao fato de ter maior relação ao Seis Sigma e também por sua capacidade de aplicar melhorias através de ferramentas estatísticas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O seguinte capítulo detalha a metodologia, apresentando a classificação da pesquisa, as ferramentas e técnicas para a coleta de dados. Posteriormente é apresentado a caracterização da empresa e seu funcionamento básico.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A abordagem da pesquisa se enquadra predominantemente como caráter quantitativo com aspectos de análises qualitativas. Segundo Silva e Menezes (2005), o estudo pode ser quantitativo por adquirir informações mensuráveis, assim requerendo formas de técnicas estatísticas. A pesquisa aplicada busca abranger os estudos teóricos para uma abordagem prática, de acordo com os interesses locais (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Os procedimentos técnicos, de acordo com Gil (1991), são de estudo de caso por permitir maior detalhamento sobre o conhecimento do problema. Para Silva e Menezes (2005), o estudo busca abranger o conhecimento sobre determinada área.

A pesquisa, quanto aos objetivos, se enquadra tanto como exploratório bem como descritivo, pois descreve a característica ou o comportamento de um fenômeno com base em comparações de variáveis. A figura 14 mostra os modelos adotados por esta pesquisa.

FIGURA 14 – ORGANOGRAMA DA CLASSIFICAÇÃO DE PESQUISA



FONTE: Autor (2020).

3.2 DEFINIÇÕES E FASES DA PESQUISA

Com a aderência do método DMAIC, as fases de pesquisa foram definidas de acordo com a metodologia, sendo elas a revisão bibliográfica, definir, medir, analisar, melhorar e controlar, conforme figura 15.

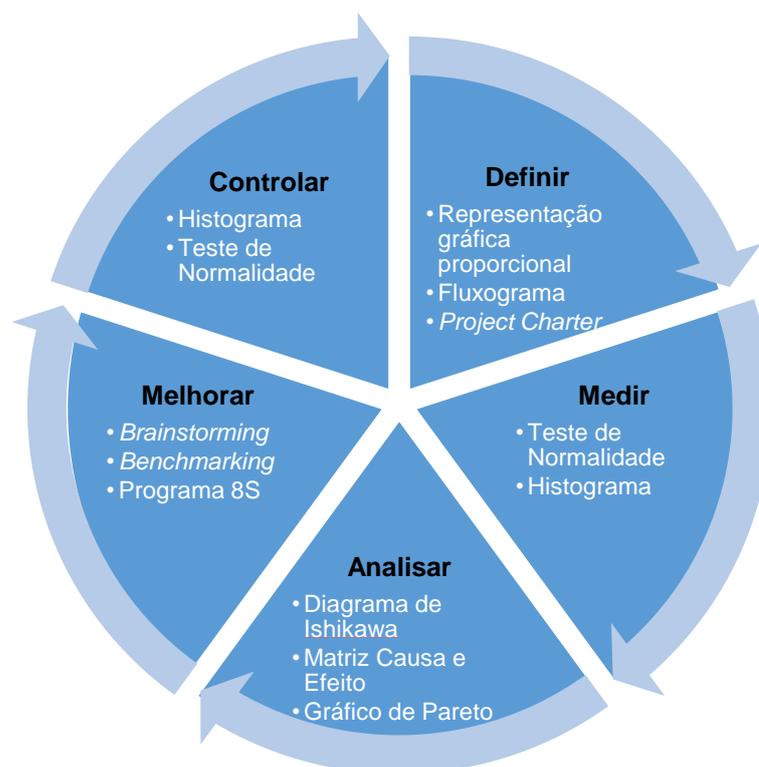
FIGURA 15 – ETAPAS DA PESQUISA



FONTE: Autor (2020).

Na etapa de revisão bibliográfica, foi realizado uma pesquisa sobre os métodos e ferramentas de suporte as fases do DMAIC. Na sequência, a figura 16 apresenta as ferramentas que serão inseridas em todo cronograma da pesquisa.

FIGURA 16 – FERRAMENTAS DO PROJETO



FONTE: Autor (2020).

Na etapa definir, os critérios compostos na avaliação da escolha do setor foram o tempo de produção, tempo de retrabalho, tempo de espera e local de maior agregação de valor. Com os critérios mencionados, foi possível a escolha do setor da costura como a base do método DMAIC. Além disso na mesma etapa, o Gráfico de Pizza foi elaborado, no intuito de identificar a principal produto da empresa que mais se destaca nos pedidos. Os dados dos pedidos foram coletados a partir do departamento de PCP da empresa analisada, assim foi priorizado o produto para redução de desperdícios.

Na etapa medir, foi realizado uma coleta de dados do cenário atual dos desperdícios do produto a partir do uso de uma padronização efetiva e planilhas eletrônicas. Com a coleta de dados, por conseguinte, foi possível extrair o nível sigma e os demais dados de cada maquinário (Pespontadeira E07; Pespontadeira E08; Pespontadeira E12; Máquina de Coluna I01) com o auxílio do *software* Minitab®.

Na análise do problema, foi elaborado um Diagrama de Ishikawa, também com auxílio do *software* Minitab®, dos diversos fatores que influenciam a perda de aviamentos, que posteriormente auxiliou a construção da matriz causa e efeito e do Gráfico de Pareto que priorizou as causas.

Na etapa melhorar foi aplicado o *brainstorming* entre a equipe envolvida e o pesquisador, elaborando as ações para a redução ou eliminação das causas.

Por fim, o controle foi feito através da nova coleta de dados das melhorias feitas para comparar os resultados obtidos do presente estudo. As comparações foram realizadas através do nível sigma e do acúmulo total de desperdício analisado.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa que recebeu o projeto de melhoria se localiza no norte do Paraná e é especializada há mais de 20 anos no ramo de confecções de artigos promocionais e esportivos. Atualmente produz uma linha completa de bonés, chapéus, viseiras, gorros, camisetas, camisas, calça profissionais, jaleco, guarda-pó, colete, *nécessaires*, bermudas, *eco-bags*, pastas, bolsas, entre outros artigos de vestuário.

Sua visão é tornar-se reconhecida como a melhor empresa na região a oferecer produtos promocionais e esportivos em termos de qualidade, atendimento

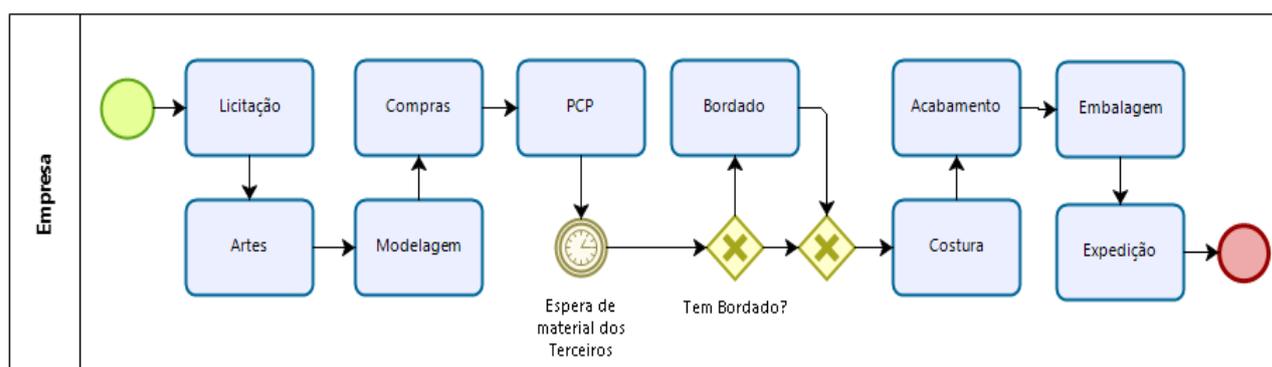
aos clientes e sustentabilidade. A empresa é considerada de pequeno porte, de acordo com o SEBRAE, e atua majoritariamente no mercado de licitações.

Os pedidos da empresa são feitos de acordo com os seguintes processos: O artigo é ganho na licitação e segue para a montagem do *layout*. Posteriormente é passado pela modelagem do produto e é calculado a quantidade de matéria prima para o setor de compra.

O PCP define as empresas terceiras responsáveis pela dublagem, corte e *silk* e, caso o produto necessite de algum tipo de detalhe em bordado, este segue para o setor de bordado interno; em caso negativo, segue diretamente para produção, iniciando pela costura, acabamento e finalizando na embalagem e expedição.

A visualização dos processos pode ser melhor compreendida pelo o fluxograma, na figura 17.

FIGURA 17 – MACRO-FLUXOGRAMA DA EMPRESA



FONTE: Autor (2020).

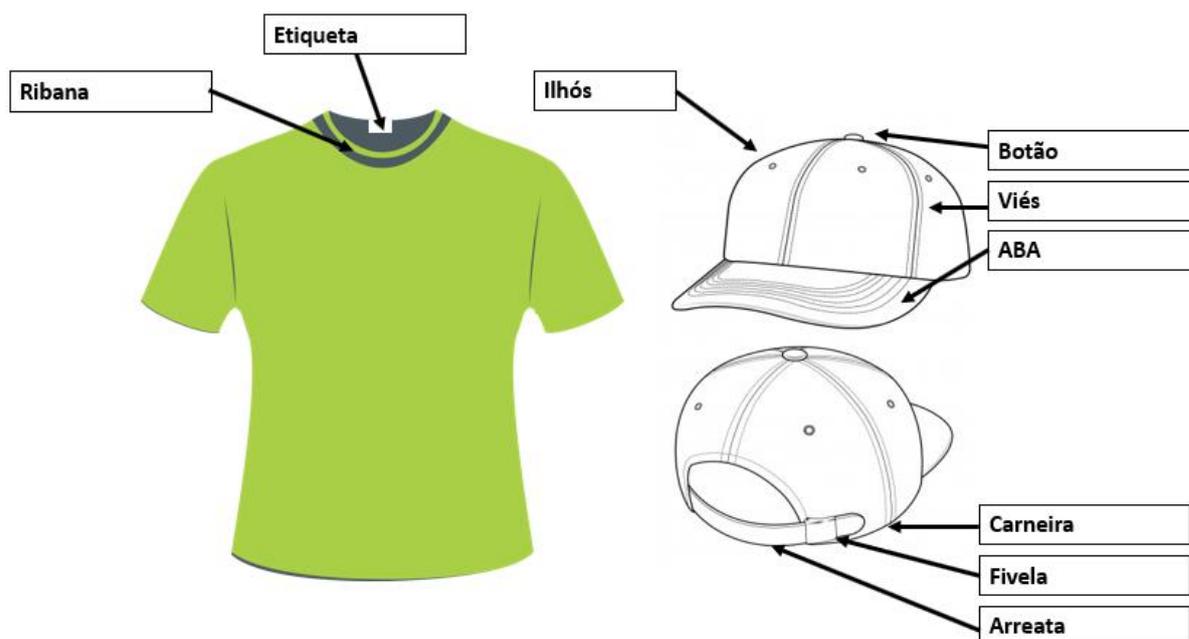
A maior parte dos produtos realizados na empresa atende a essa ordem de produção, porém esporadicamente pode haver produtos com um grande nível de personalização que exigem outra sequência de processos.

3.1.1 Aviamentos

De acordo com a Malharia Indaial (2020), os aviamentos podem ser definidos como materiais usados para complementar uma peça de vestuário. Atualmente, são extremamente necessários por atribuir personalidade e identidade própria à peça.

Há diversos tipos de aviamentos, e cada um deles é específico para determinado tipo de vestimenta como zíperes, botões, fechos, fivelas, ribana, viés, carneira e entre outros. A figura 18 mostra uma esquematização de alguns dos aviamentos compostos pela camiseta e boné.

FIGURA 18 – EXEMPLOS DO AVIAMENTO VIÉS EM BONÉ E CAMISETA



FONTE: Autor (2020).

3.2 FERRAMENTA DE ANÁLISE DE DADOS

A seleção do produto foi realizada por meio de uma análise no *software* Minitab®, com base na comparação no período entre os dias 29/03/2019 até 09/10/2019. Na coleta de dados foram utilizados dados do período de outubro de 2019 até junho de 2020, além disso foram utilizados os *softwares* de planilhas eletrônicas e o MiniTab® para execução da pesquisa.

As planilhas eletrônicas foram utilizadas com fins de compilar todas as amostras e formatá-las de acordo com o método DMAIC. Sendo assim, após todas as amostras coletadas e dispostas na planilha, os dados foram trabalhados através do teste de normalidade e capacidade do processo de cada maquinário.

Pelo teste de normalidade de Anderson-Darling foi necessário encontrar o valor de p , pois segundo Wesolowski e Musselwhite (2018) o valor representa uma

variável de teste em que indica se a distribuição de uma amostra possui média e desvio padrão idênticos, caso tenham valor de p maior de 0,05.

Na capacidade de processo mais uma análise pôde ser extraída que é a do PPM, segundo Q&P (2020), o PPM estimativa de quantas partes por milhão seu processo irá gerar de peças fora de especificação.

Caso seja demonstrado que $PPM = Pr(z < LIE) \times 10^6$, tal que LIE é limite inferior de especificação e $Pr(z < LIE)$ é a probabilidade de um item está abaixo do limite de especificação. Já $PPM = Pr(z > LSE) \times 10^6$, tal que LSE é limite superior de especificação e $Pr(z > LSE)$ é a probabilidade de um item está acima do limite superior de especificação. O PPM total será a soma dos dois últimos indicadores.

Para a realização da análise foi necessário estabelecer os limites de especificações do produto, neste caso sobre o aviamento desperdiçado. O pesquisador definiu os limites de modo empírico, o LIE (Limite inferior de especificação) ficou com valor de 0,04 m, devido à distância entre as prensatelas e as máquinas, além de um adicional de 0,01 m como margem de segurança para as costureiras.

Já o LSE (Limite superior de especificação) foi definido como 0,1 M, por se tratar de uma distância máxima adequada entre as peças. A figura 19 mostra o exemplo de prensatelas no intuito de facilitar a interpretação do problema.

FIGURA 19 – EXEMPLO DE PRENSATELAS



FONTE: Autor (2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para que o método DMAIC seja aplicado de maneira eficaz, se faz importante organizar as informações com o propósito de facilitar as tomadas de decisões. Para a iniciação da redução dos dados, foi essencial a escolha do setor que foi analisado, priorizando aquele com que possui mais problemas mais críticos.

Nos próximos subcapítulos serão apresentadas as etapas do DMAIC aplicados no setor de costura.

4.1 DEFINIR

A primeira fase do método DMAIC é o *define* ou definir, em que é feito o planejamento do presente trabalho e foi definido o objetivo a ser alcançado. Inicialmente, foi feita a escolha do setor de enfoque para a pesquisa.

4.1.1 O Setor de Costura

O setor costura é o local onde as partes das peças são montadas, ou seja, onde os produtos começarão a ganhar forma. É o setor fundamental e mais importante do processo de produção do produto. Isso se deve ao fato de o setor ser responsável pela transformação da matéria prima em um produto semiacabado e também a dependência dos outros setores possui com o setor de costura tanto direta quanto indiretamente.

Além disso o setor apresenta a maior parte gastos de todos os tempos mencionados em cada pedido. O setor de costura está organizado em forma de linhas e disposto de maneira em que as peças se mantenham por um fluxo contínuo de produção e com menor tempo de espera e/ou transporte entre as operações.

As máquinas mais encontradas no setor de costura da empresa são: as *Interlock*, *Overlock*, *Pespointa*, *Coluna*, *Reta* e entre outros. A linha de montagem pode ser definida por transporte do material em transformação, em que é conduzido através das estações de trabalho, onde sofre operações de fabricação ou montagem.

Essa configuração permite um fluxo de materiais linear ao longo da instalação (SLACK; JOHNSTON; CHAMBERS, 2007).

Com o setor já selecionado, o próximo passo foi a definição do produto a ser estudado para a aplicação do método DMAIC. Na figura 20 a seguir serão apresentados os principais produtos que a empresa produz, como camiseta; viseira; boné; chapéu e sacochila.

FIGURA 20 – EXEMPLOS DE PRODUTOS



FONTE: Autor (2020).

Nota: (1) Sacochila (2) Camiseta (3) Viseira (4) Chapéu (5) Boné

4.1.2 Representação gráfica proporcional

A figura 21 a seguir apresenta os pedidos feitos durante o período.

FIGURA 21 – DADOS DE PEDIDOS

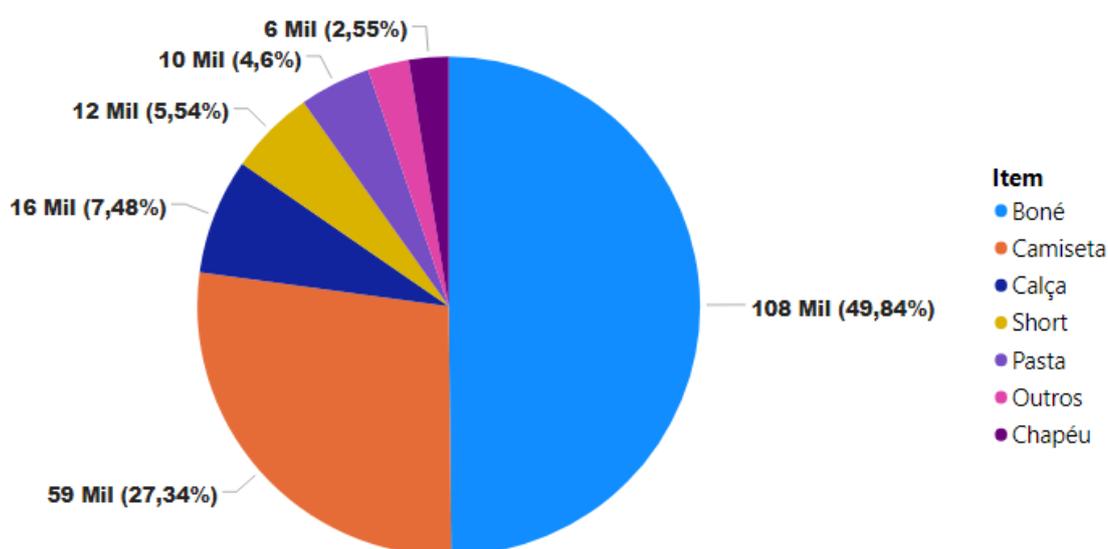
Cliente	Empresa	Material	Quantidade	Data de Empenho	Data de Aprovação	Data de Coleta
Companhia Municipal De Urbanismo - RS	LC	Camiseta	60	08/11/2017	14/11/2017	28/11/2017
CREA - SP	LC	Caneta	3400	03/04/2018	03/04/2018	20/04/2018
DETRAN - PR	LC	Squezze	20000	28/11/2017	07/12/2017	19/01/2018
DETRAN - PR	LC	Boné	20000	30/11/2017	30/11/2017	22/01/2018
EMATER - GO	LC	Camiseta	2000	02/08/2017	03/08/2017	28/08/2017
EMATER - GO	LC	Boné	4000	02/08/2017	03/08/2017	28/08/2017
Embrapa	LC	Chapéu	50	04/01/2018	04/01/2018	24/01/2018
Escola De Aperfeiçoamento De Sargentos	LC	Boné	100	18/10/2017	21/11/2017	15/12/2017
Escola De Aperfeiçoamento De Sargentos	LC	Bermuda	100	18/10/2017	21/11/2017	15/12/2017
Escola De Formação Complementar Do Exercicio	DL	Boné	123	14/11/2017	14/11/2017	07/12/2017
SESP - ES	LC	Camiseta	14178	26/12/2017	08/01/2018	31/01/2018
SESP - ES	LC	Camiseta	4000	08/12/2017	13/12/2017	05/01/2018
Fundação Oswaldo Cruz - RJ	LC	Camiseta	618	24/11/2017	27/11/2017	12/12/2017
Fundação Oswaldo Cruz - RJ	LC	Camiseta	833	18/05/2017	02/08/2017	07/08/2017
Fundação Oswaldo Cruz - RJ	LC	Camiseta	1030	21/08/2017	21/08/2017	05/09/2017

FONTE: Autor (2020).

A figura 21 apresentou a coleta de dados que serviu de base para as análises com o Minitab®. Na estrutura das informações foram considerados, os clientes, empresa, material, quantidade, valor do Pedido, data de aprovação, data de coleta, entre outros. Os resultados obtidos pela análise no período são apresentados na figura 22.

FIGURA 22 – GRÁFICO DE PIZZA ENTRE QUANTIDADE E ITEM

Quantidade por Item



FONTE: Autor (2020).

A figura 22 apresentou a projeção da quantidade dos produtos. No período de análise o boné foi item o mais produzido, representando 49,84% de todos os pedidos feitos. Assim foi definido que o produto de estudo foi o boné.

O boné é frequentemente produzido pela a empresa. O produto é composto por diversos tipos de aviamentos e cada pedido possui especificamente os aviamentos a serem utilizados. Os aviamentos mais utilizados na sua produção são: Carneira, viés, botão, etiqueta, Aba, entre outros. Para melhor entendimento de como é o método de fabricação do boné, foi elaborado um fluxograma.

4.1.3 Fluxograma

A movimentação dos produtos começa com as peças dos bonés já cortados e silkados/Bordados, que se encontram em caixas perto da linha de produção. As costureiras se dividem nos postos de máquinas pré-definidos, em que cada uma é especializada. Nas máquinas ocorrem o processo de *Setup*, em que são feitas as trocas de aviamentos da cor específica do boné.

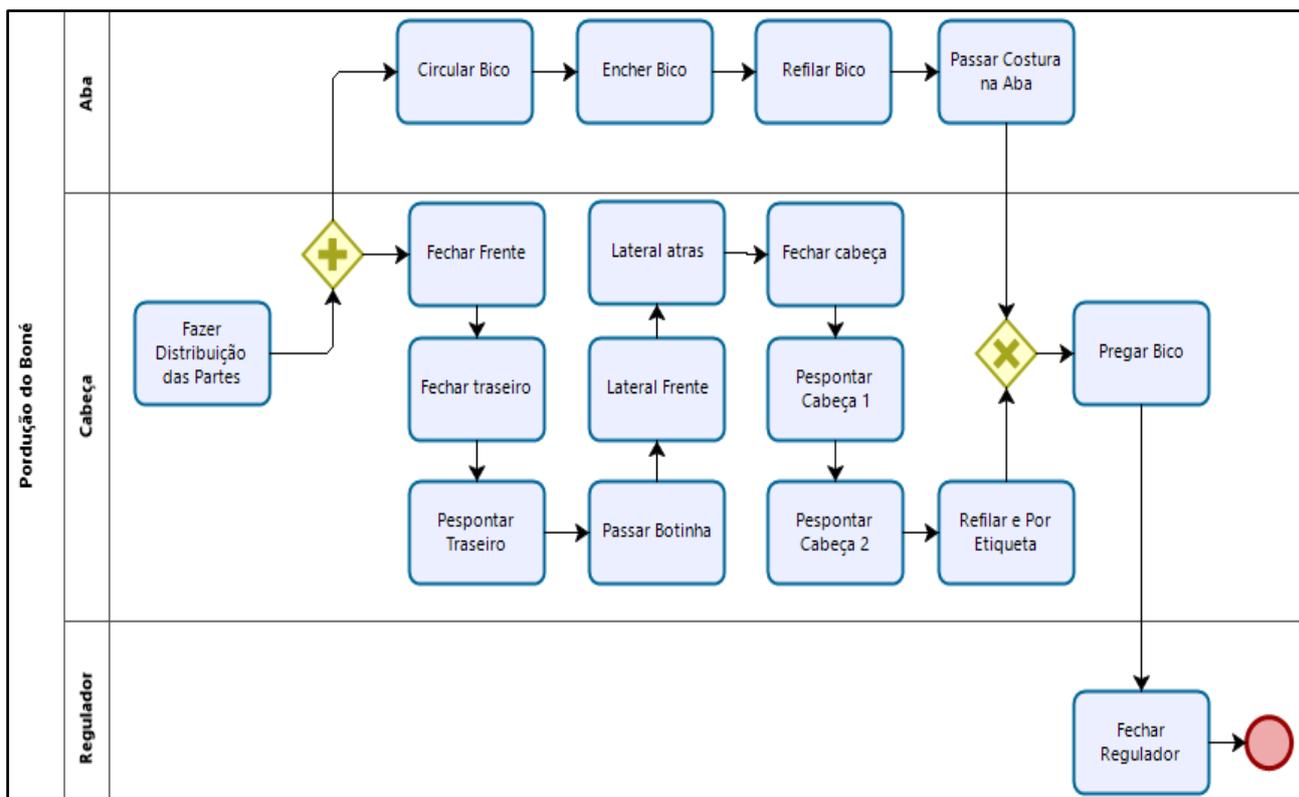
Inicialmente foi realizado em paralelo dois processos, a primeira é a produção da cabeça do boné, em que se inicia no processo de fechar a frente na máquina *overlock*. Posteriormente vai para fechar a traseira na máquina *interlock*, segue para pespontar a traseira na máquina de pesponta, depois passa a botinha na máquina de pesponta.

Logo após faz a lateral frente na *interlock*, segue para a lateral traseiro na máquina *interlock*, depois o item vai para fechar a cabeça na máquina *interlock*, posteriormente pesponta a cabeça lado 1 e depois o lado 2 na máquina de pesponta e finaliza a cabeça refilando e colocando a etiqueta na máquina *overlock*.

A segunda parte é realizado o processo da ABA, em que primeiramente circula o bico na máquina reta, depois enche o bico manualmente para poder refilar o mesmo na máquina refiladeira. Logo após passa a costura na máquina reta e finalmente ocorre a junção das duas partes no processo de pregar o bico na máquina de coluna. O processo da parte da costura finaliza quando pregar o regulador na máquina reta.

A figura 23 apresenta o fluxograma do processo de produção do boné.

FIGURA 23 – PROCESSO DO BONÉ



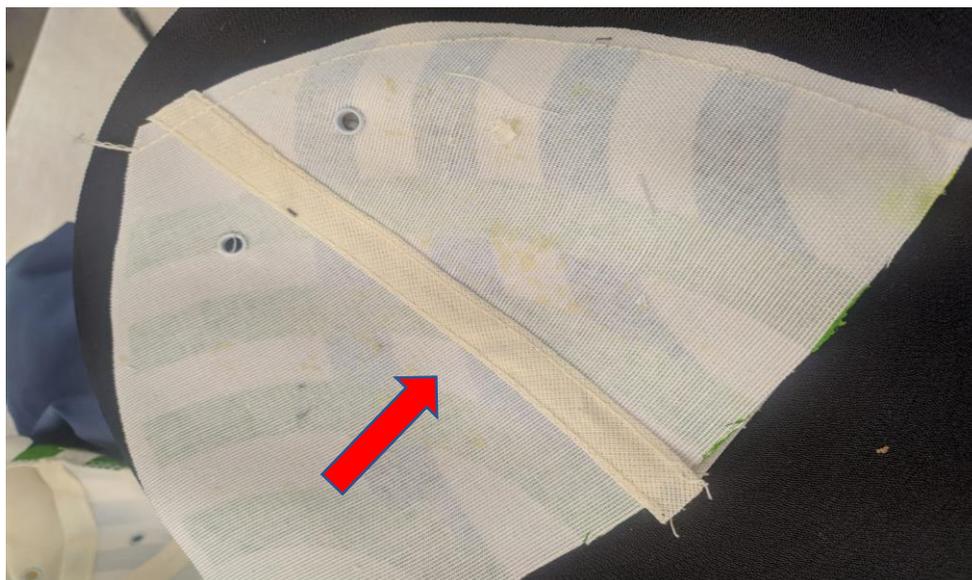
FONTE: Autor (2020).

4.1.4 Project Charter

Com a elaboração do fluxograma foi possível realizar a identificação dos aviamentos utilizados em cada maquinário. Conforme conversas com as costureiras e a líder do setor, foram identificadas quatro máquinas na linha que utiliza os aviamentos de maior valor agregado na costura. O restante é feito apenas com a costura da linha. Os aviamentos que tomarão o foco do presente estudo foram a carneira e o viés.

As figuras 24 e 25 apresentam as visualizações das partes da carneira e viés.

FIGURA 24 – EXEMPLO DE VIÉS NO BONÉ



FONTE: Autor (2020).

FIGURA 25 – EXEMPLO DE CARNEIRA NO BONÉ



FONTE: Autor (2020).

O viés é utilizado em três máquinas de pesponta sendo elas realizadas pelas etapas de para pespontar a traseira; pesponta a cabeça lado 1; pesponta a cabeça lado 2. Já a carneira é feita na máquina de coluna na etapa de pregar o bico. Cada máquina possui sua própria codificação, com a finalidade de melhorar a identificação

durante as análises. Na tabela 2 abaixo mostra o estado atual de cada maquinário e seu código próprio.

TABELA 2 – MÁQUINAS COM AVIAMENTOS

Pespontadeira (E07)	Pespontadeira (E08)
	
Pespontadeira (E12)	Máquina de Coluna (I01)
	

FONTE: Autor (2020).

Com as informações já direcionadas sobre o foco do projeto, foi possível realizar o *Project Charter*. O *Project Charter* foi estruturado e planejado de acordo com um cronograma pré-estabelecido e escolha dos funcionários envolvidos. O projeto foi realizado nos períodos entre outubro de 2019 até junho de 2020. Segue o *Project Charter* definido, no quadro 5.

QUADRO 5 – MODELO DO *PROJECT CHARTER*

PROJETO: REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS DE AVIAMENTOS EM UMA INDÚSTRIA DE CONFEÇÃO									
Impacto nos Negócios									
O projeto está relacionando com a área de qualidade na empresa, com a padronização da costura e com a redução da variação de aviamento. Reduzindo a média de desperdícios unitários dos bonés, reduziria reclamações de clientes sobre aviamentos defeituosos, retrabalho, devoluções e tratamento dos desperdícios.									
Declaração de Objetivos									
O presente trabalho possui foco em reduzir o desperdício de aviamentos na linha de produção									
Declaração de Oportunidades									
Diminuir o consumo, devido ao alto desperdício de aviamentos, baseado no histórico de consumo, em que ao longo do tempo nunca foi incentivado melhorias da qualidade no setor.									
Escopo do Projeto									
O projeto irá focar da redução da média unitária e da variação dos desperdícios de viés e carneira, trazendo uma configuração padrão.									
Seleção do Time									
Operador					Máquina				
Operador 1					Pesponta (E07)				
Operador 2					Pesponta (E08)				
Operador 3					Pesponta (E12)				
Operador 4					Coluna (I01)				
Cronograma									
Atividades	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun
Revisão na literatura									
Definir									
Medir									
Analisar									
Melhorar									
Controlar									

FONTE: Autor (2020).

4.2 MEDIR

Nesta etapa, o principal objetivo é a mensuração do problema definido, por meio de um planejamento e coleta de dados. Com o setor e o tipo de produto já e selecionados para análise. O próximo passo foi o desenvolvimento de um plano na coleta de dados.

4.2.1 Coleta de Dados

Para a realização do método DMAIC nos desperdícios de aviamentos atingir seus objetivos propostos, é imprescindível uma forma de coleta de dados eficiente.

Foi definido o método para a coleta de dados após realizar um diálogo com as costureiras e uma análise nos processos produtivos da empresa. Os métodos definidos foram: Padronização na coleta, cronograma para coleta e planilhas de dados.

4.2.1.1 Padronização na Coleta

Para esta etapa não ocorrer erros, foi crucial definir a padronização da coleta de dados para que não haja divergência de informações, assim eliminando discrepâncias nos resultados. Inicialmente, foram realizadas observações diretas no chão de fábrica para realizar análises de todos os pontos necessários sobre os desperdícios.

Conforme as análises foram elaboradas, notou-se que os aviamentos desperdiçados são espalhados pelo chão de fábrica, posteriormente são colhidos pelas auxiliares da costura para que realizem o descarte, sem que haja um controle efetivo.

As costureiras possuem a função de uma relação direta com os maquinários utilizados, assim focando nos produtos produzidos, já as auxiliares da costura possuem a finalidade de separação das peças nos estoques intermediários, por meio do corte, assim repassando para os processos seguintes. As peças produzidas são ligadas entre si por meio de aviamentos.

Na figura 26 se pode observar a forma de ligação entre as peças.

FIGURA 26 – LIGAÇÃO ENTRE PEÇAS



FONTE: Autor (2020).

Nesta fase foi realizado um treinamento com as costureiras sobre as principais perdas e retrabalhos gerados pela produção. Os desperdícios que foram coletados, surgem por meio dos cortes que as auxiliares realizam nos estoques intermediários.

A padronização da coleta dos aviamentos foi definida em conjunto com as auxiliares de costura, em que colocarão após cada pedido, os aviamentos desperdiçados em sacolas distintas, contendo uma folha preenchida com os seguintes critérios: Número da Máquina, Data de Produção, Nome da Costureira; Tipo de Produto; Número do Corte do Pedido, Composição de Material e Quantidade do pedido.

A folha de preenchimento poderá ser melhor visualizada na tabela 3 abaixo.

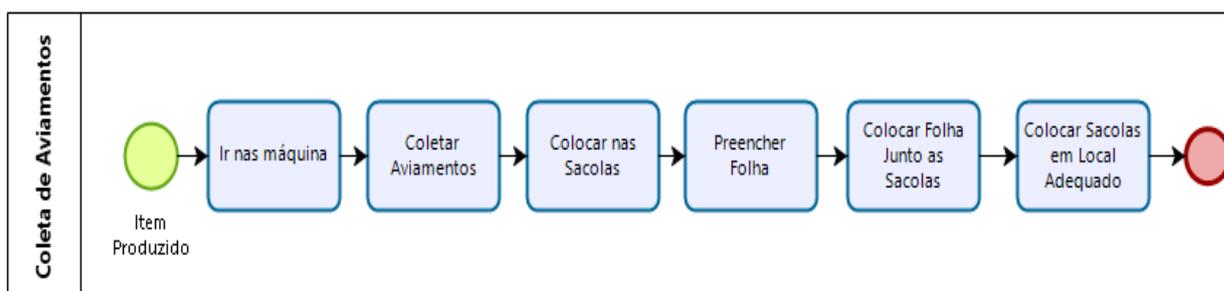
TABELA 3 – FOLHA DE PREENCHIMENTO

Número da Máquina:	
Data de Produção:	
Nome da Costureira:	
Tipo de Produto:	
Número do Corte do Pedido:	
Composição de Material:	
Quantidade do Pedido:	

FONTE: Autor (2020).

Para maiores entendimentos sobre a padronização definida com as auxiliares da costura, foi elaborado o fluxograma na figura 27.

FIGURA 27 – FLUXOGRAMA DE COLETA DE AVIAMENTOS



FONTE: Autor (2020).

4.2.1.2 Cronograma para Coleta

Assim que os aviamentos desperdiçados são colocados em sacolas nos locais adequados, eles estão prontos para serem mensurados pelo pesquisador. O cronograma de coleta dos dados foi definido pelo pesquisador de acordo com a frequências de sacolas cheias no local.

O período de mensuração de dados foi de uma vez por semana, em que o pesquisador, além de coletar o papel do preenchimento, precisou realizar as seguintes anotações de cada sacola, com o uso de uma trena e uma balança: Peso Total Desperdiçado e Peso do Metro do Aviamento.

O objetivo da mensuração do peso do metro do aviamento é para verificar se há diferenças de densidades entre cada aviamento produzido, assim ao final desse trabalho foi possível mostrar corretamente os aviamentos perdidos em metros.

4.2.1.3 Planilhas de Dados

As informações obtidas através das coletas do pesquisador foram tabuladas em planilhas eletrônicas, que serão a base para o presente trabalho. As planilhas são usadas para facilitar as futuras análises dos dados. A figura 28 demonstra a compilação dos dados coletados ao longo dos meses.

FIGURA 28 – PLANILHA DE COLETA DE DADOS

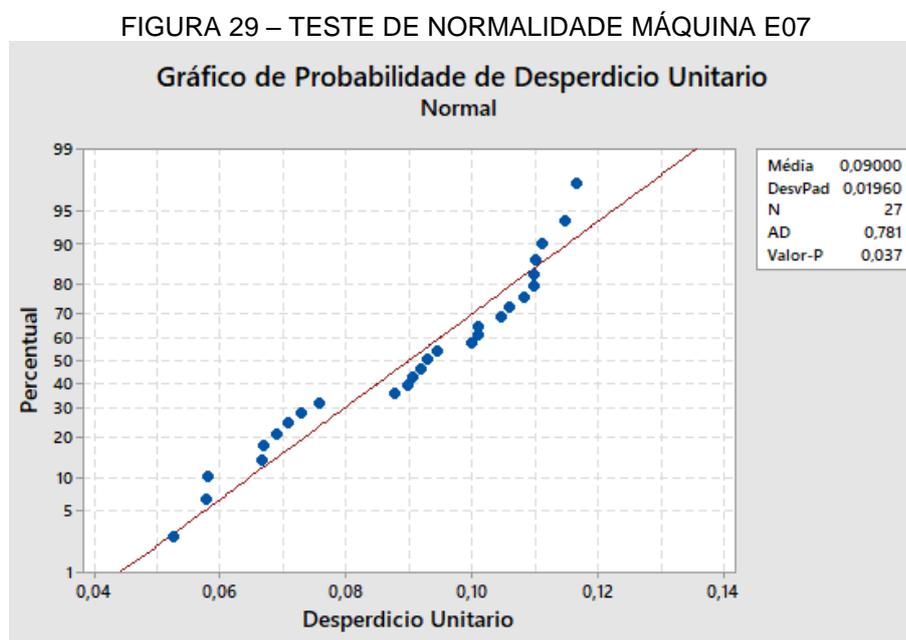
Data	Corte	Material	Composição	Máquina	Costureira	Peso por Comprimento (kg/m)	Desperdício (kg)	Desperdício (M)	Tipo	Quantidade de Itens	Desperdício Unitário (kg/un)	Desperdício Unitário (M/un)
04/out	5249	Viés	Algodão	E08	OP2	0,002	0,045	22,5	Boné	200	0,000225	0,1125
04/out	5249	Carneira	Algodão	I01	OP4	0,006	0,0855	14,25	Boné	200	0,0004275	0,07125
04/out	5249	Viés	Algodão	E07	OP1	0,002	0,021	10,5	Boné	200	0,000105	0,0525
08/out	5283	Viés	Poliéster	E07	OP1	0,003	0,0942	31,4	Boné	300	0,000314	0,104666667
08/out	5283	Viés	Poliéster	E08	OP2	0,003	0,082	27,33333333	Boné	300	0,000273333	0,091111111
08/out	5283	Carneira	Poliéster	I01	OP4	0,007	0,1405	20,07142857	Boné	300	0,000468333	0,066904762
11/out	5294	Viés	Poliéster	E08	OP2	0,003	0,837	279	Boné	3520	8,52273E-07	0,079261364
11/out	5294	Carneira	Poliéster	I01	OP4	0,007	1,7515	250,2142857	Boné	3520	1,98864E-06	0,071083604
10/out	5296	Viés	Poliéster	E07	OP1	0,002	0,0239	11,95	Boné	130	1,53846E-05	0,091923077
10/out	5296	Viés	Poliéster	E08	OP2	0,003	0,038	12,66666667	Boné	130	2,30769E-05	0,097435897
10/out	5296	Carneira	Poliéster	I01	OP4	0,0065	0,07168	11,02769231	Boné	130	0,00005	0,084828402
10/out	5227	Viés	Algodão	E07	OP1	0,002	0,07	35	Boné	300	6,66667E-06	0,116666667
21/out	5306	Viés	Poliéster	E12	OP3	0,0035	1,348	385,1428571	Boné	3646	9,59956E-07	0,105634355

FONTE: Autor (2020).

4.2.2 Teste de normalidade

A partir da coleta de dados, foi utilizado o *software* Minitab® a partir das planilhas eletrônicas para execução de análises atuais dos maquinários. A primeira análise a realizada foi o teste de normalidade em cada máquina, com a finalidade de descobrir se os dados são normalmente distribuídos. Como já mencionado, é de extrema importância neste teste a análise do valor de p.

A primeira análise foi feita com a máquina pespontadeira (E07), segue abaixo a figura 29 com o teste feito.



FONTE: Autor (2020).

O gráfico de probabilidade exibe, ao longo de uma linha de distribuição ajustada, cada valor versus a porcentagem de valores na amostra que são menores ou iguais ao valor. O eixo-y é transformado, de forma que a distribuição ajustada forme uma linha reta. Como se pode observar na figura 29, o valor de p ficou abaixo de 0,05, significando que os dados de coleta da máquina não são normais. Nestas situações é necessário identificar um modelo de distribuição mais adequado para os dados. Para isso, recorreu-se a outras simulações de distribuições, no intuito de identificar uma melhor representatividade, considerando sobretudo o maior valor de “p”. A figura 30 apresenta os valores identificados de cada distribuição.

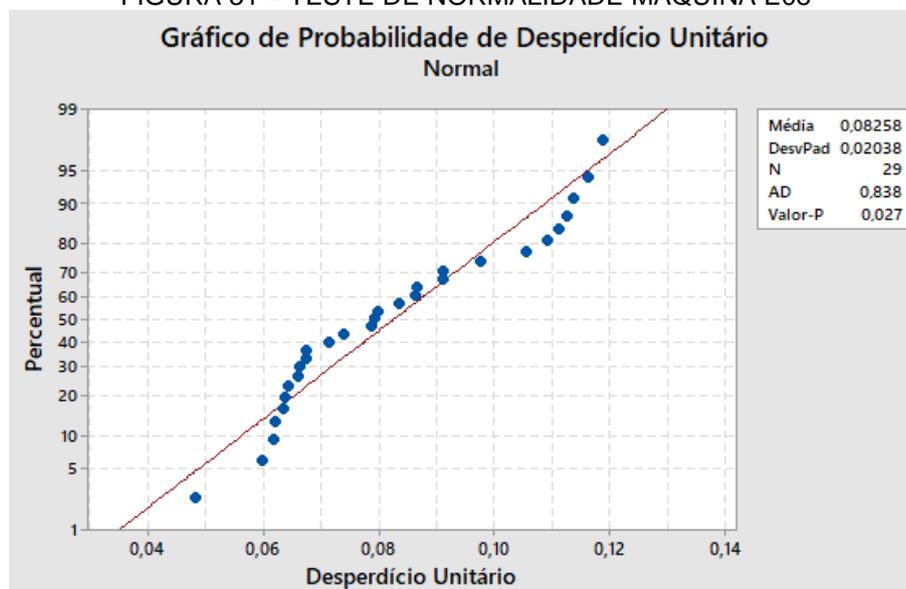
FIGURA 30 – VALORES DE DISTRIBUIÇÃO

Distribuição	AD	P
Normal	0,781	0,037
Transformação de Box-Cox	0,582	0,117
Lognormal	1,041	0,008
Lognormal de 3 Parâmetros	0,823	*
Exponencial	7,657	<0,003
Exponencial de 2 Parâmetros	2,819	<0,010
Weibull	0,743	0,047
Weibull de 3 Parâmetros	0,578	0,070
Menor Valor Extremo	0,578	0,134
Maior Valor Extremo	1,094	<0,010
Gama	0,984	0,015
Gama de 3 Parâmetros	1,429	*
Logística	0,786	0,022
Loglogística	0,997	0,005
Loglogística de 3 Parâmetros	0,786	*

FONTE: Autor (2020).

De acordo com os dados, pode-se identificar que os dados seriam melhores representados considerando uma distribuição de Menor valor Extremo. Posteriormente seguimos para análise da máquina pespontadeira E08. Segue a figura 31 com o resultado.

FIGURA 31 – TESTE DE NORMALIDADE MÁQUINA E08



FONTE: Autor (2020).

Novamente, o valor de p ficou abaixo de 0,05, assim os dados não podem ser assumidos como sendo de uma distribuição normal. Portanto, foi necessário identificar

qual era a melhor distribuição que representa os dados. Segue a figura 32 com os valores identificados de cada distribuição.

FIGURA 32 – VALORES DE DISTRIBUIÇÃO

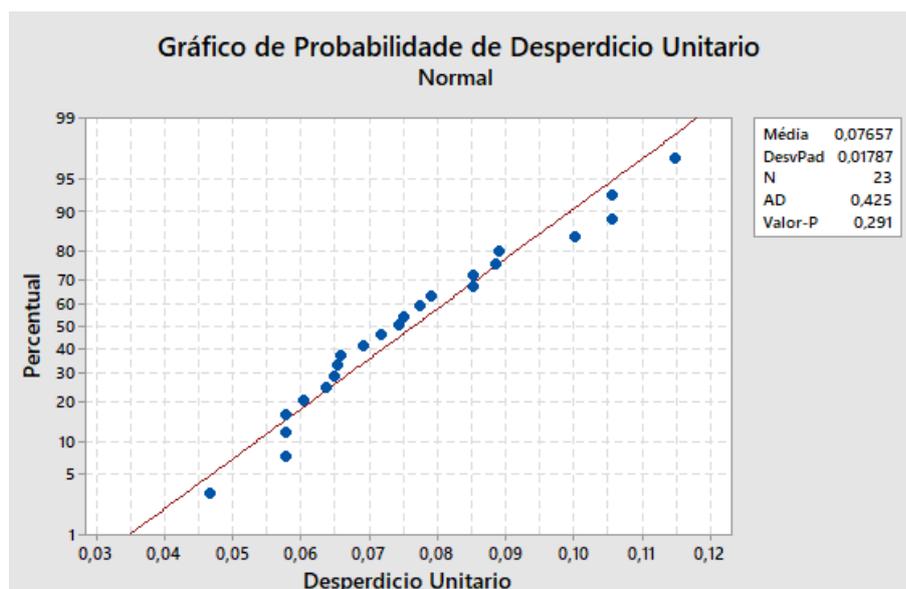
Teste de Qualidade de Ajuste

Distribuição	AD	P
Normal	0,838	0,027
Transformação de Box-Cox	0,588	0,117
Lognormal	0,588	0,117
Lognormal de 3 Parâmetros	0,558	*
Exponencial	7,784	<0,003
Exponencial de 2 Parâmetros	2,405	<0,010
Weibull	0,899	0,020
Weibull de 3 Parâmetros	0,561	0,152
Menor Valor Extremo	1,246	<0,010
Maior Valor Extremo	0,557	0,155
Gama	0,688	0,077
Gama de 3 Parâmetros	0,757	*
Logística	0,826	0,018
Loglogística	0,634	0,061
Loglogística de 3 Parâmetros	0,548	*

FONTE: Autor (2020).

De acordo com os dados acima é possível identificar que os dados seguem uma distribuição de Maior valor Extremo. A seguir na figura 33 é possível observar a análise da máquina pespontadeira E12.

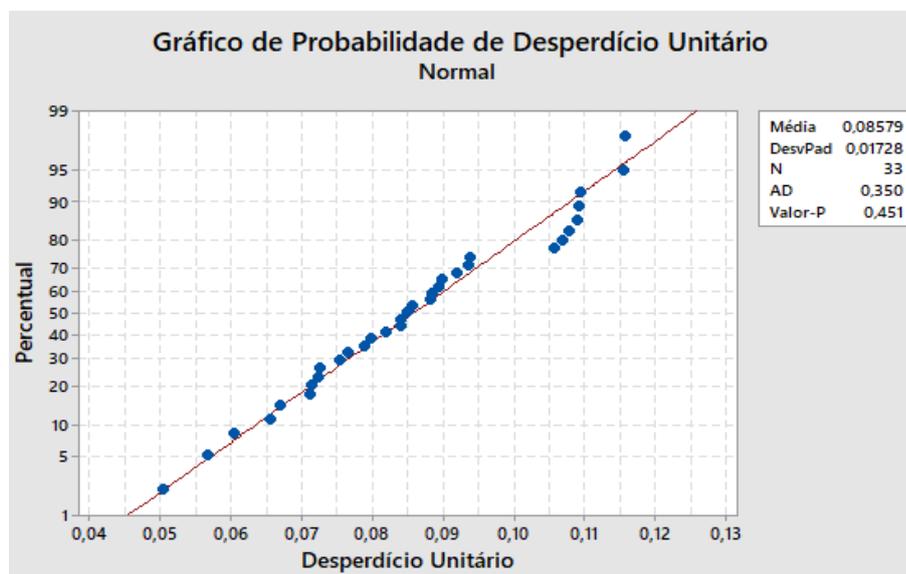
FIGURA 33 – TESTE DE NORMALIDADE MÁQUINA E12



FONTE: Autor (2020).

A figura 33 mostrou que os dados seguem uma distribuição normal. Na sequência, foi realizado a análise da Máquina de Coluna I01 apresentada na figura 34. A análise apresentou uma distribuição normal.

FIGURA 34 – TESTE DE NORMALIDADE MÁQUINA I01



FONTE: Autor (2020).

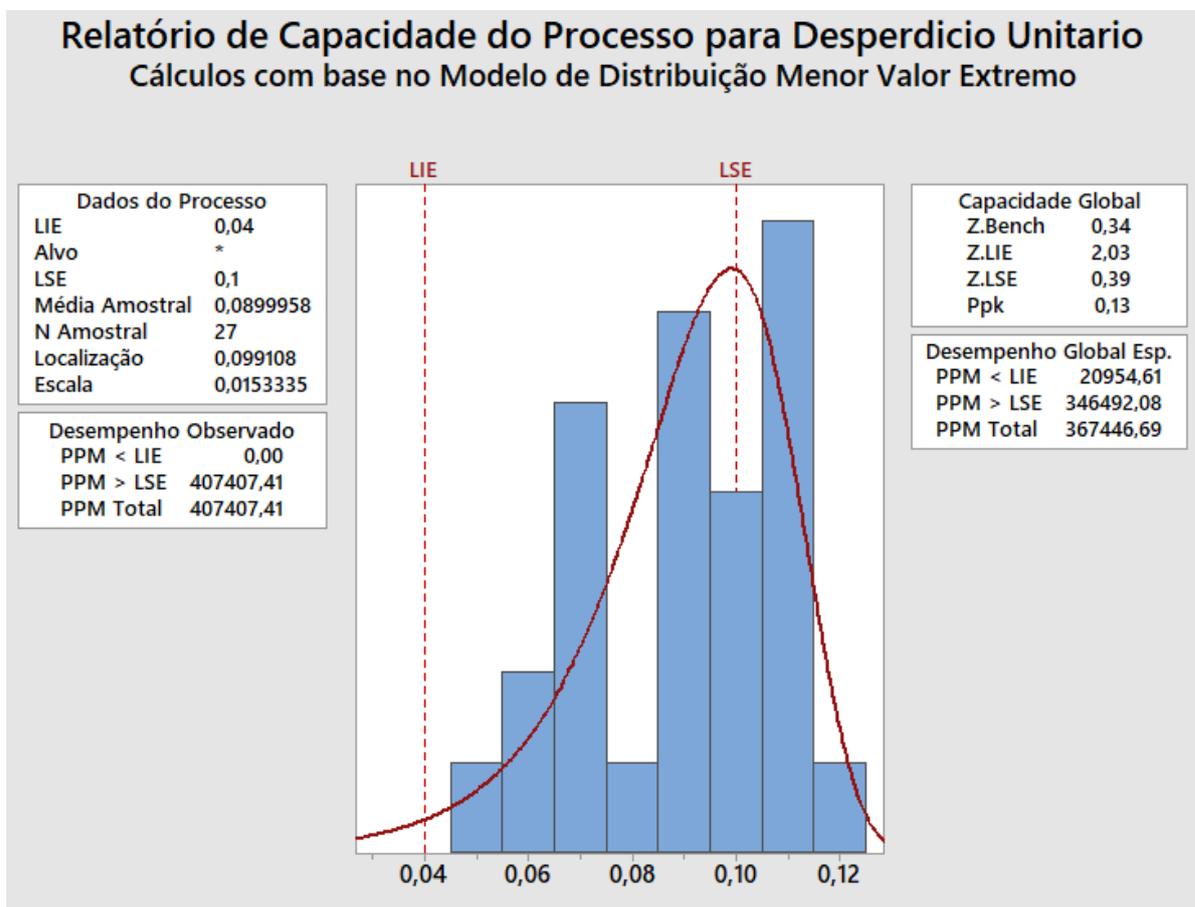
A máquina de Coluna I01, apresentou valor de p maior de 0,05. Os dados também representaram normais, sendo assim, eles seguem uma projeção de dados em forma de sino.

4.2.3 Análise de capacidade

Após os testes de normalidade individuais, foi possível seguir para a análise de capacidade de cada maquinário da linha de produção escolhida, em que possui a finalidade de encontrar o nível sigma, os valores de capacidade (global e dentro) e os de PPM. Como já mencionados os limites de especificação inferior (LIE) e superior (LSE), foram definidos como 0,04M e 0,1M.

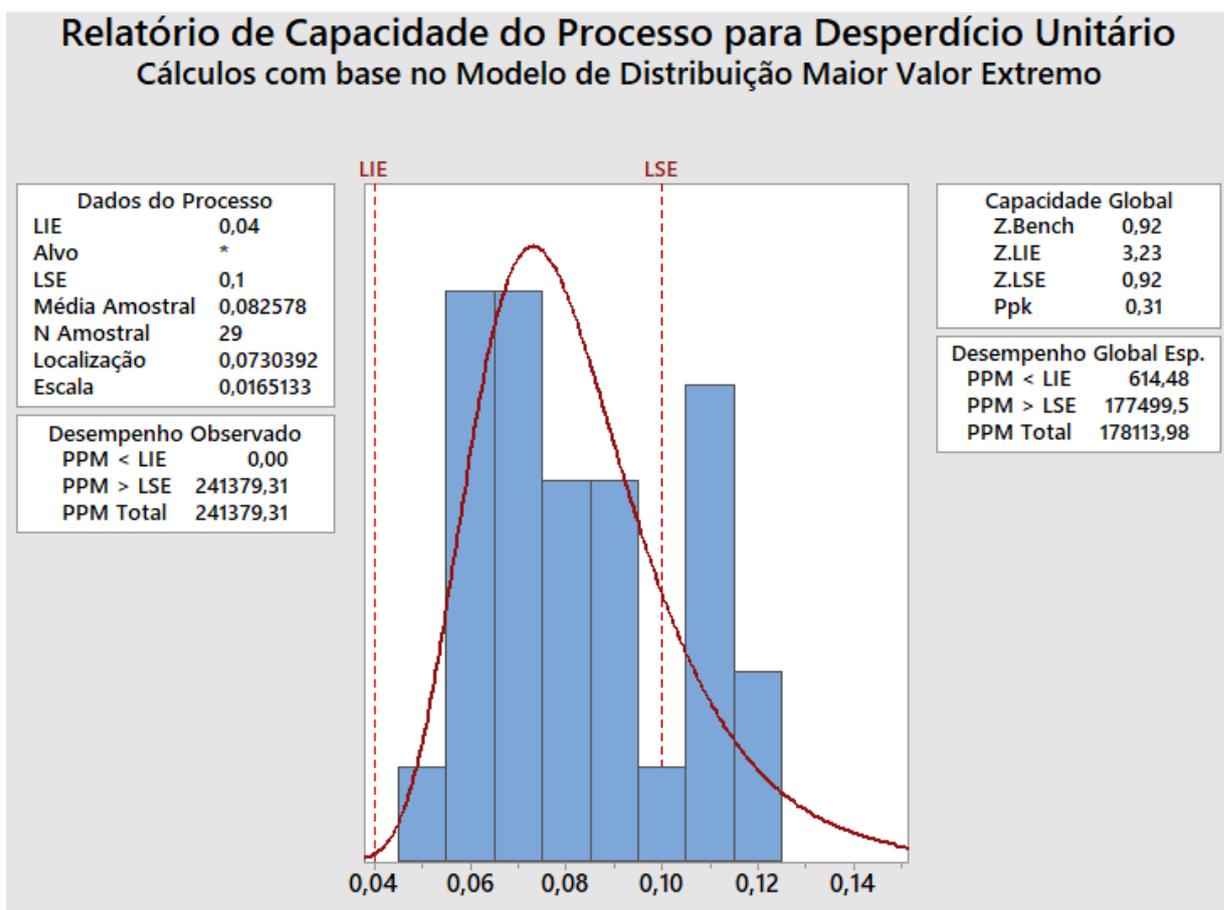
A análise de capacidade da pespontadeira (E07) mostrou alguns resultados como o nível sigma (tanto global quanto potencial) e os valores de PPM. Para demais resultados segue a figura 35.

FIGURA 35 – ANÁLISE DE CAPACIDADE DA MÁQUINA E07



À esquerda do histograma contém uma caixa com informações relevantes dos dados utilizados como parâmetro para os cálculos, como os limites de especificação, a média, o número de observações, e o desvio padrão calculado de curto e longo prazos. À direita do histograma contém os índices de capacidade para longo e curto prazo. Na análise de capacidade da máquina E07, foram obtidos os principais resultados de PPK, PPM (LIE e LSE) e também o seu nível sigma. Agora a análise da pespontadeira (E08), como os dados constituintes não são normais, sua distribuição foi ajustada para o maior valor extremo. Os resultados são demonstrados na figura 36.

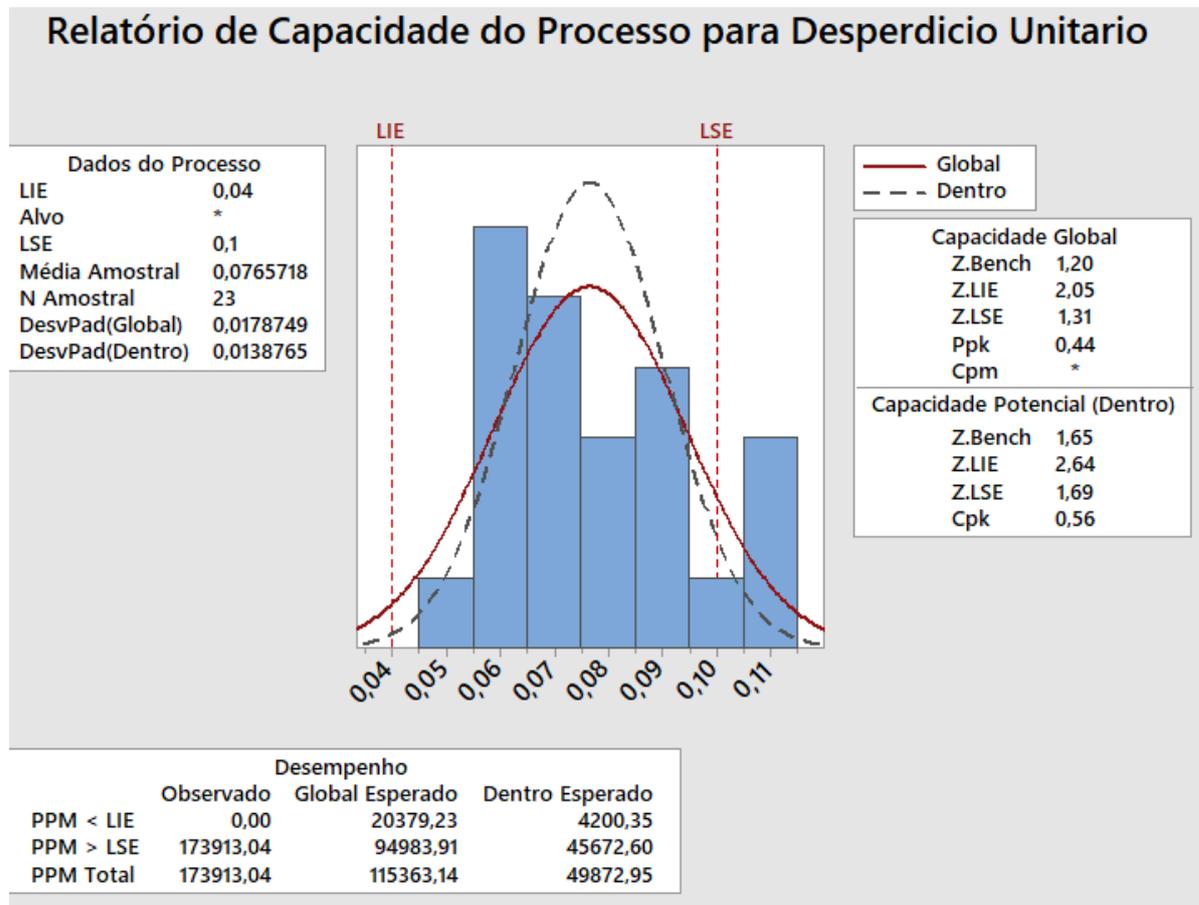
FIGURA 36 – ANÁLISE DE CAPACIDADE DA MÁQUINA E08



FONTE: Autor (2020).

Foram obtidos na análise de capacidade da máquina E08 os dados de PPK, PPM (LIE e LSE) e também o seu nível sigma. Para a máquina de pesponta E12, sua análise é composta por dados normais. O resultado pode ser visto na figura 37.

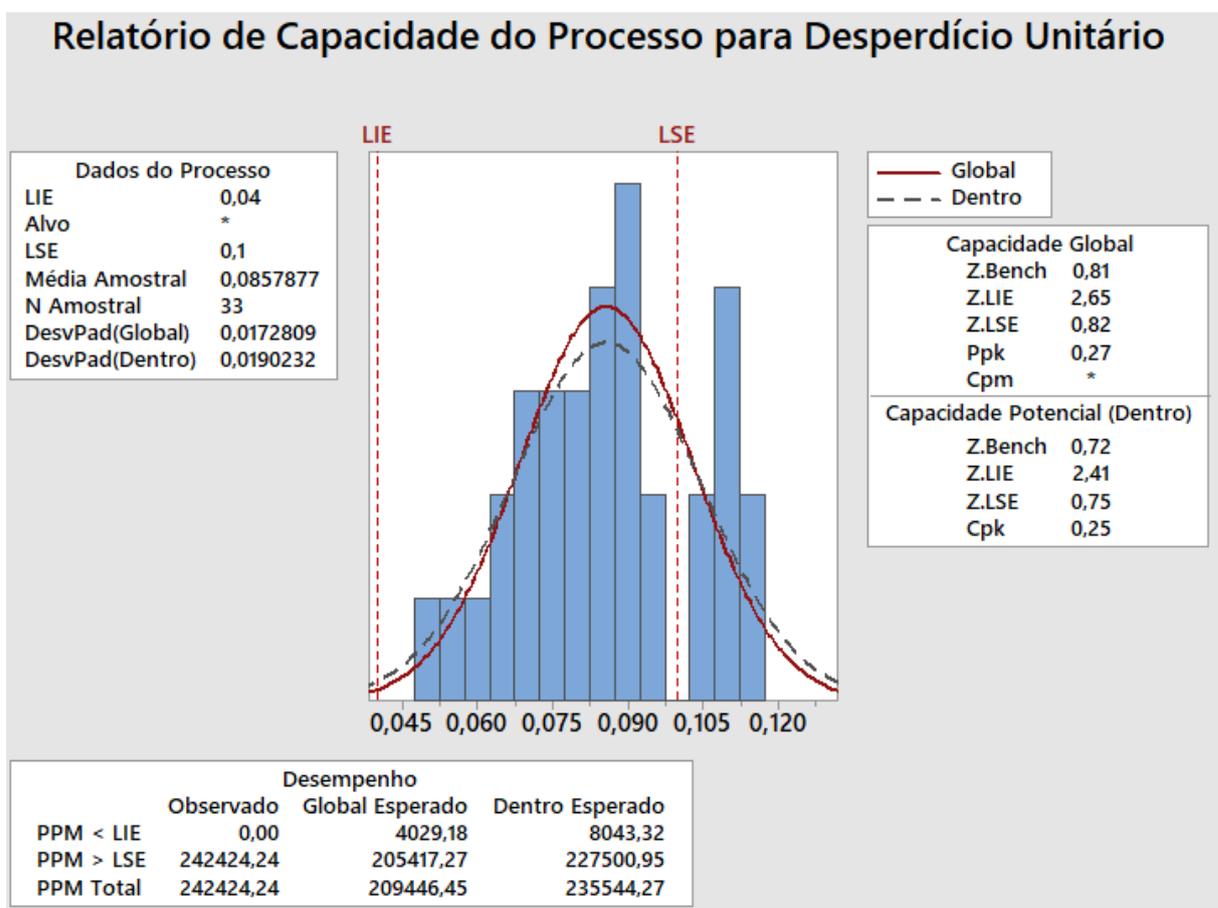
FIGURA 37 – ANÁLISE DE CAPACIDADE DA MÁQUINA E12



FONTE: Autor (2020).

Na figura 37 de análise de capacidade da máquina E12, foram obtidos os principais resultados de PPK, PPM (LIE e LSE) e também o seu nível sigma. Já a máquina de coluna (I01), seus dados são normais e sua distribuição pode ser ajustada a normalidade. O resultado proporcionado poderá ser visto na figura 38.

FIGURA 38 – ANÁLISE DE CAPACIDADE DA MÁQUINA I01



FONTE: Autor (2020).

Na análise de capacidade da máquina I01, também são obtidos os dados de PPK, PPM (LIE e LSE) e também o seu nível sigma. Com todas as análises de capacidades feitas de cada maquinário a próxima etapa é alcançada.

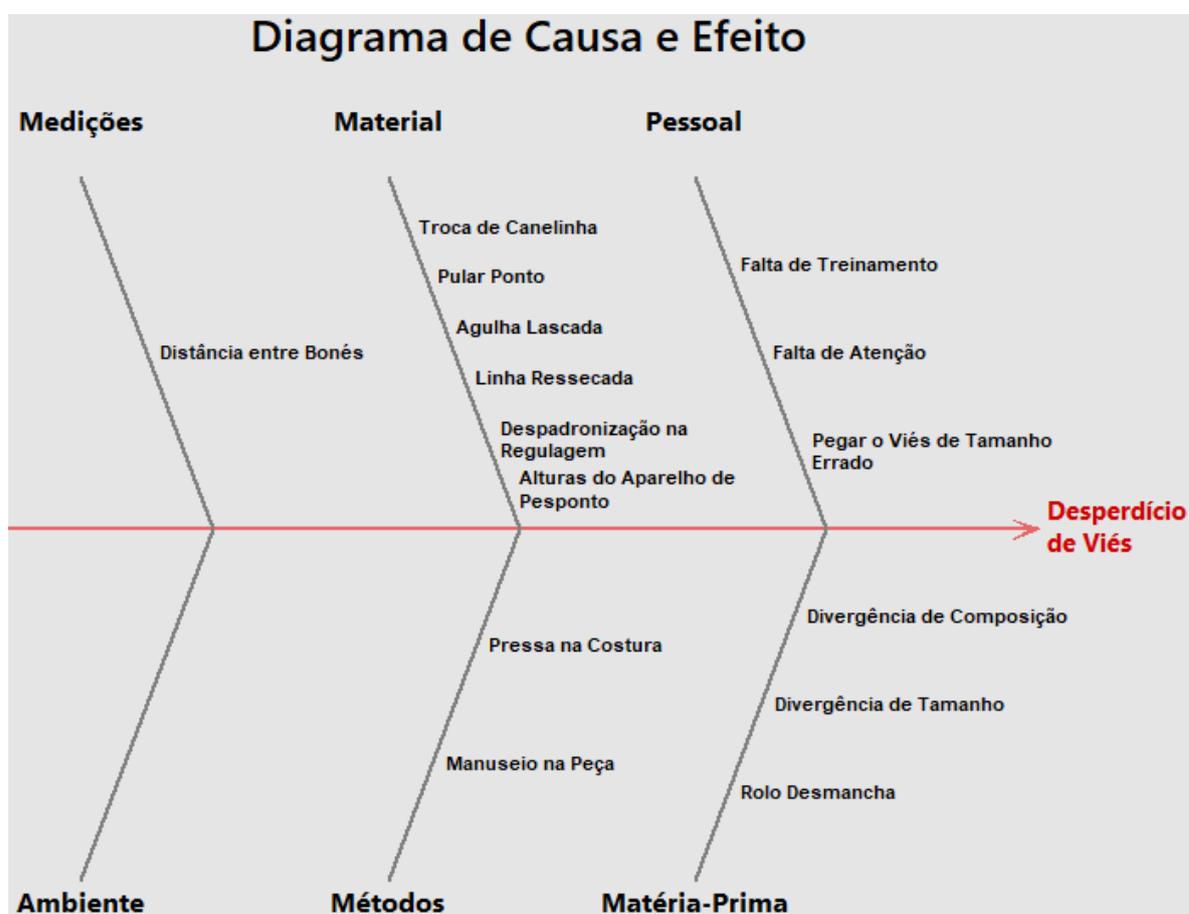
4.3 ANALISAR

Esta etapa proporcionou a identificação e classificação das causas de desperdício de aviamentos do boné. Além disso é possível priorizar as maiores causas dos efeitos de desperdício para cada aviamento.

4.3.1 Diagrama de Ishikawa

Na identificação e classificação do problema, foi proposto o Diagrama de Ishikawa, no intuito de analisar os diversos fatores que se relacionam com o desperdício do viés e da carneira. O *software* Minitab® foi utilizado para o desenvolvimento dos diagramas. O Diagrama de Ishikawa para o viés poderá ser visualizado na figura 39.

FIGURA 39 – DIAGRAMA DE ISHIKAWA DO VIÉS



FONTE: Autor (2020).

Para melhor entendimento sobre cada estratificação do Diagrama de Ishikawa, cada influência no desperdício de viés é detalhada a seguir:

A) MEDIÇÕES: Se refere as distâncias neste processo.

Distância entre bonés: se refere a longas distancias entre peças costuradas

B) MATÉRIA-PRIMA: A matéria prima em questão é o viés.

Divergência de composição: trata-se do viés chegar na empresa com a composição diferente de algodão ou poliéster.

Divergência de tamanho: A largura do viés exceder a de 1,4 cm.

Rolo Desmancha: Quando o rolo de viés chega na empresa desmanchado

C) MATERIAL: Se trata dos equipamentos utilizados para a produção das peças.

Troca de Canelinha: Significa que quando a canelinha acaba, precisa então realizar o setup e colocar uma nova, com isso gera o desperdício devido a costura feita sem o uso da linha da canelinha.

Pular Ponto: Máquina com falta de lubrificação, no qual faz atrito na movimentação da agulha.

Agulha Lascada: Agulha de costura está totalmente desgastada com o tempo e faz a costura adequada nos aviamentos.

Linhas ressecadas: Linha que ficou muito tempo parada no estoque, conseqüentemente ficou quebradiça.

Falta de padronização na Regulagem: Não regular a máquina de acordo com o tipo de tecido do produto que será produzido.

Altura do Aparelho de Pesponto: A altura de encaixa do aparelho de pesponto não é adequado para o item produzido, fazendo com que muito tecido se acumule.

D) PESSOAL: Operadores responsáveis por cada maquinário.

Falta de Treinamento: Quando funcionários experientes não treinam o suficiente as novas costureiras. Também se aplica a funcionários antigos que foram treinados de maneira inadequado.

Falta de Atenção: Durante a jornada de trabalho, erros relacionados a falta de atenção das costureiras podem acontecer, como realizar costura desnecessária de aviamento.

Pegar o Viés de Tamanho Errado: As costureiras pegam o rolo de viés na pressa do tamanho errado, e durante o processo costuram o viés sem perceber.

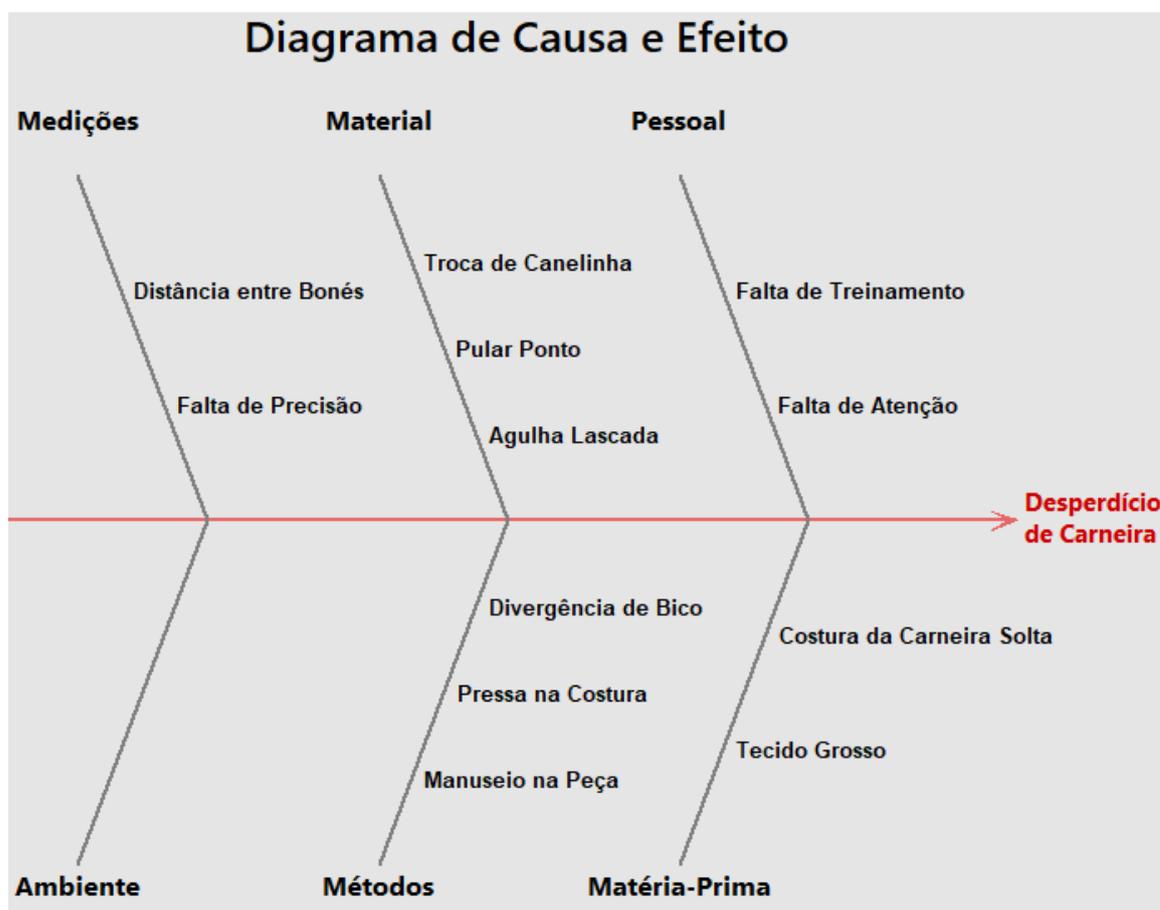
E) MÉTODOS: Estes se relacionam a maneira de costura de cada operadora.

Pressa na Costura: Durante o processo, as costureiras podem costurar as peças rapidamente e gerar erros.

Manuseio da Peça: Realizar manuseios de costuras que não estão de acordo com o método estabelecido, gerando falhas.

O Diagrama de Ishikawa da carneira pode ser visualizado na figura 40.

FIGURA 40 – DIAGRAMA DE ISHIKAWA DA CARNEIRA



FONTE: Autor (2020).

Segue a explicação de cada estratificação também do Diagrama de Ishikawa sobre o desperdício da carneira.

A) MEDIÇÕES: Se refere as distâncias neste processo.

Distância entre bonés: se refere a longas distancias entre peças costuradas

Falta de Precisão: Não colocar a aba na cabeça do boné no momento ideal, no intuito de deixar centralizado.

B) MATÉRIA-PRIMA: A matéria prima em questão é o viés.

Costura da Carneira Solta: se refere as linhas compostas no interior da carneira, virem soltas do fornecedor.

Tecido Grosso: Quando chega um tecido mais grosso que o especificado, e muitas vezes a máquina não aguenta e faz a costura da carneira se soltar.

C) MATERIAL: Se trata dos equipamentos utilizados para a produção das peças.

Troca de Canelinha: Significa que quando a canelinha acaba, precisa então realizar o setup e colocar uma nova, com isso gera o desperdício devido a costura feita sem o uso da linha da canelinha.

Pular Ponto: Máquina com falta de lubrificação, no qual faz atrito na movimentação da agulha.

Agulha Lascada: Agulha de costura está totalmente desgastada com o tempo e faz a costura adequada nos aviamentos.

D) PESSOAL: Operadores responsáveis por cada maquinário.

Falta de Treinamento: Quando funcionários experientes não treinam o suficiente as novas costureiras. Também se aplica a funcionários antigos que foram treinados de maneira inadequado.

Falta de Atenção: Durante a jornada de trabalho, erros relacionados a falta de atenção das costureiras podem acontecer, como realizar costura desnecessária de aviamento.

E) MÉTODOS: Estes se relacionam a maneira de costura de cada operadora.

Pressa na Costura: Durante o processo, as costureiras podem costurar as peças rapidamente e gerar erros.

Manuseio da Peça: Realizar manuseios de costuras que não estão de acordo com o método estabelecido, gerando falhas.

Divergência de Bicos: No qual costura um bico ao contrário do especificado.

4.3.2 Diagrama de Causa e Efeito

Com a identificação das causas que geram o efeito de desperdícios de viés e carneiras já prontos, o próximo passo foi a realização de uma mensuração qualitativa das causas, com o propósito de realizar o Diagrama de Causa e Efeito. O diagrama (tabela 4) apresenta as notas atribuídas da relação das causas com o desperdício gerado.

As notas atribuídas foram feitas de acordo com os diálogos trocados entre o pesquisador e as operadoras de cada maquinário. Primeiramente foi mostrado o digrama de causa e efeito das causas do viés.

As notas variam de 0 a 10, sendo que a menor nota representa relação nenhuma com o efeito e a maior nota é a relação máxima com efeito. Os resultados sobre o desperdício de viés podem ser visualizados na tabela 4.

TABELA 4 – DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO DO VIÉS

Causas \ Efeitos	10	8	8	7	Total
	Descostura	Pespontar Torto	Cortes Longos	Enrugado	
Falta de Treinamento	9	7	8	7	259
Falta de Atenção	8	10	8	10	294
Pegar o Viés de Tamanho Errado	10	4	9	4	232
Manuseio na Peça	8	9	7	8	264
Pressa na Costura	6	10	5	7	229
Rolo Desmancha	2	2	10	3	137
Divergência de Tamanho	8	3	6	10	222
Divergência de Composição	7	3	7	7	199
Troca de Canelinha	4	4	6	4	148
Pular Ponto	10	7	10	6	278
Agulha Lascada	8	3	10	7	233
Linha Ressecada	5	2	6	4	142
Falta de padrão na Regulagem	6	2	7	7	181
Alturas do Aparelho de Pesponto	10	9	8	10	306
Distância entre Bonés	5	6	10	7	227

FONTE: Autor (2020).

De posse da nota total atribuída a cada causa do desperdício de viés, foi realizado o Diagrama Causa e Efeito do desperdício de carneira. A tabela 5 evidenciou os resultados obtidos.

TABELA 5 – DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO DA CARNEIRA

		6	8	10	5	
Causas	Efeitos	Bico Torto	Costurar Fora do Local	Descostura	Enrugado	Total
		Falta de Treinamento	8	10	8	10
	Falta de Atenção	10	10	10	10	290
	Manuseio na Peça	10	8	8	10	254
	Pressa na Costura	8	9	4	8	200
	Divergência de Bico	4	5	10	5	189
	Tecido Grosso	3	8	8	6	192
	Costura da Carneira Solta	3	2	5	1	89
	Troca de Canelinha	5	6	8	1	163
	Pular Ponto	5	6	10	6	208
	Agulha Lascada	6	6	10	7	219
	Distância entre Bonés	5	4	7	6	162
	Falta de Precisão	10	10	5	5	215

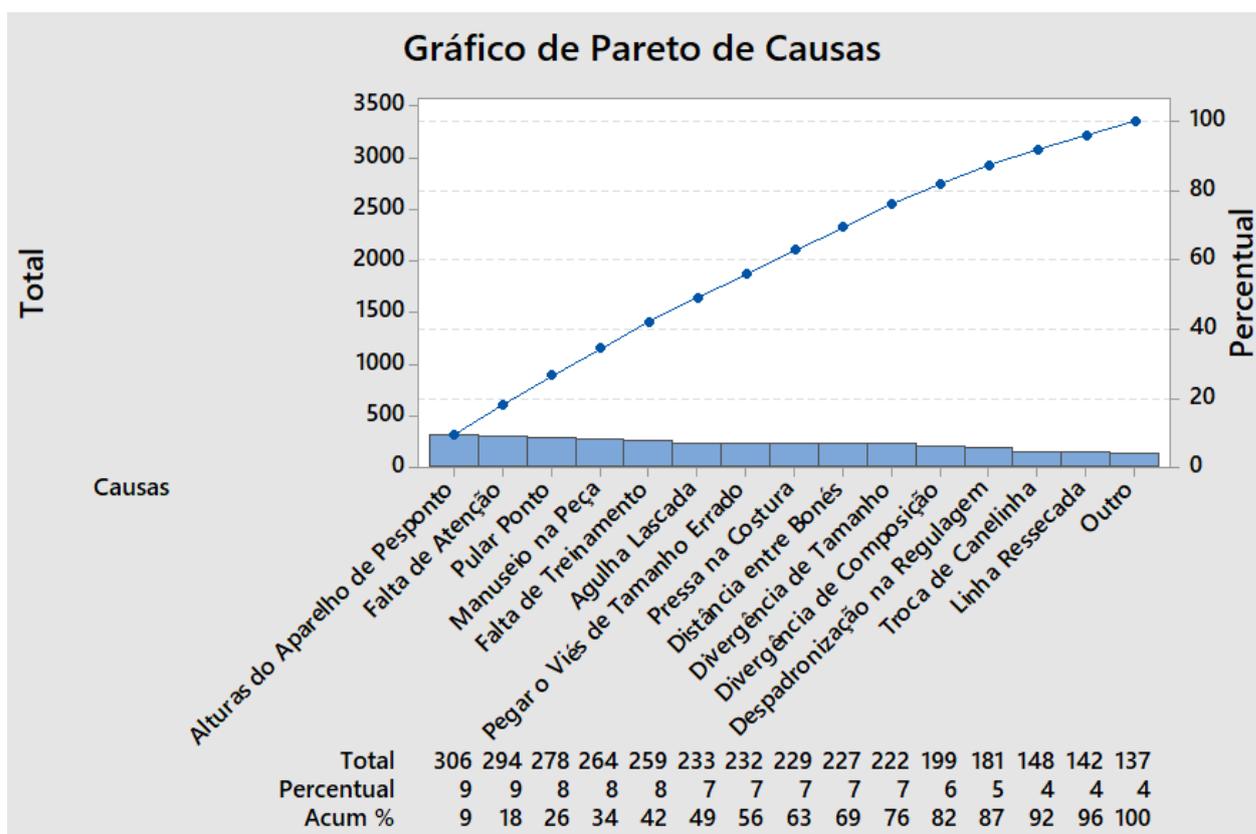
FONTE: Autor (2020).

4.3.3 Gráfico de Pareto

A realização dos Diagramas de Causa e Efeito permitiu a quantificação de cada causa, no qual foi necessária para a realização dos gráficos de Pareto, no intuito de priorizar as causas mais importantes que serão o foco da próxima etapa.

A figura 41 apresenta o gráfico de Pareto das causas do desperdício de viés.

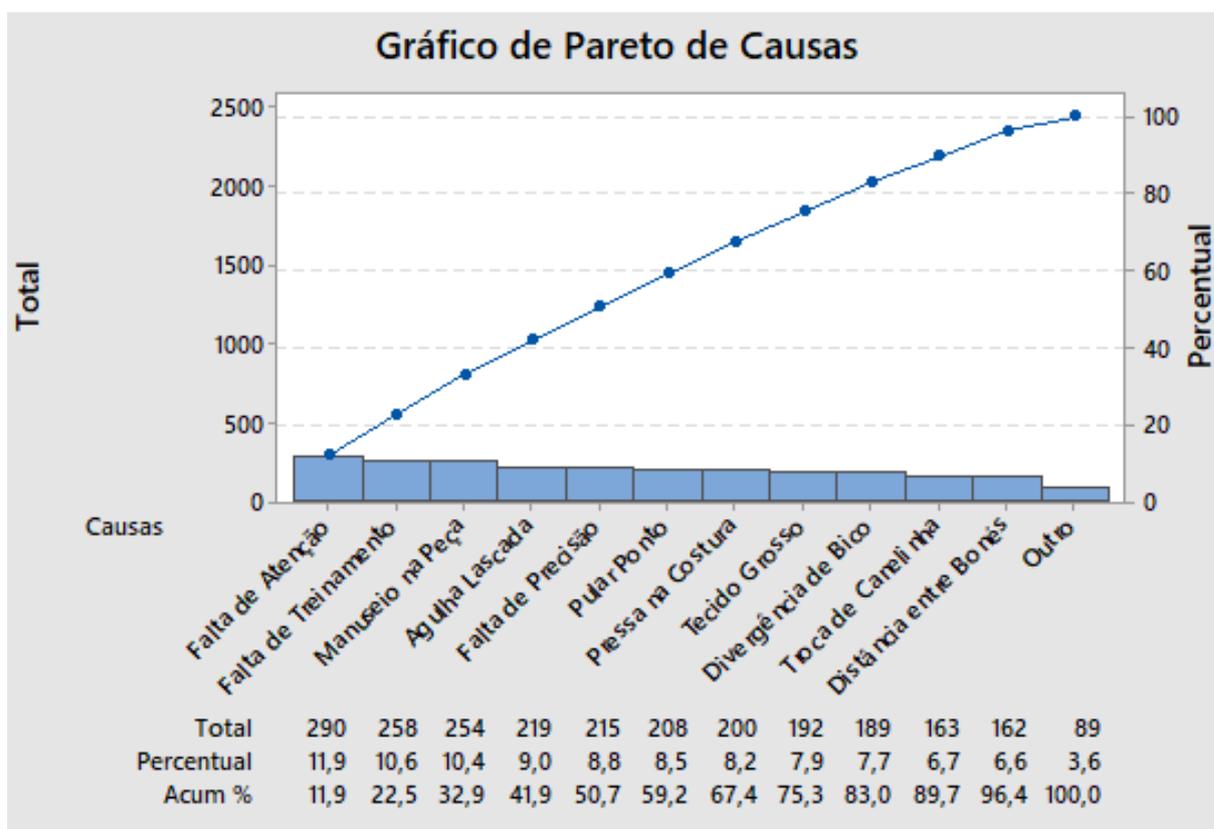
FIGURA 41 – GRÁFICO DE PARETO DO VIÉS



FONTE: Autor (2020).

É possível observar na figura 41 que as causas que mais se destacaram no desperdício de viés foram: As alturas do aparelho de pesponto; Falta de atenção do operador; Pular ponto; Manuseio da peça; Falta de treinamento; Agulha lascada e pegar o viés do tamanho errado. Também é possível visualizar o gráfico de Pareto do desperdício de carneira por meio da figura 42.

FIGURA 42 – GRÁFICO DE PARETO DA CARNEIRA



FONTE: Autor (2020).

As causas que mais se destacaram no gráfico de Pareto do desperdício de carneira (figura 42), foram: Falta de atenção; Falta de treinamento; manuseio da peça; Agulha lascada; Falta de Precisão e pular ponto.

Com as causas já priorizadas, foi possível seguir para a próxima etapa que é melhorar. Portanto o foco desta presente monografia foi a redução ou a eliminação dessas causas pertinentes.

4.4 MELHORAR

Posteriormente a etapa de análise das causas do problema, está a etapa de melhoria com o foco em planejar e estruturar formas de solução para as causas principais. Para isso, foi importante a realização de um *brainstorming* em que inclui as operadoras de máquinas, as auxiliares da costura e o diretor da empresa.

Com a utilização do *brainstorming*, foi permitido adquirir algumas ideias e realizar o plano de ações. A primeira causa discutida, foi a falta de atenção. De acordo

com as funcionárias, a causa ocorre pela dispersão mental ao longo da jornada de trabalho. A jornada possui dois turnos sem pausas, excluindo o horário de almoço.

Como proposta para esse problema foi elaborado um descanso de 10 minutos a cada turno, com o propósito de reduzir essa dispersão. Seguindo com a troca de ideias sobre as causas, foi discutido em relação a falta de treinamento, manuseio da peça e falta de precisão.

As causas mencionadas ocorrem devido aos métodos empíricos decorrentes ao longo do tempo, em que foram desenvolvidos por cada uma sem que haja um treinamento padronizado. Portanto, cada costureira pode desperdiçar de modo e quantidade diferentes por realizar manuseios diferentes. O plano de ação para tais causas, foram a elaboração de um *benchmarking* com uma empresa próxima, também do setor de confecção.

A empresa escolhida não possui concorrência com a empresa desta pesquisa, devido ela possuir *mix* de produção diferente. Foi realizado um dia de troca de conhecimentos com as costureiras das duas empresas. Além disso, a líder do setor de costura, separou um dia de treinamento com as operadoras de cada maquinário analisado, com o propósito de padronizar a linha de produção.

Com a padronização foi possível reduzir erros também devido à falta de precisão relacionados a junção das abas com a cabeça dos bonés. Dando continuidade as análises das causas, seguimos para aos problemas de pular ponto e agulha lascada. As causas mencionadas decorrem pela falta de manutenção autônoma.

Esse tipo de manutenção se refere as tarefas de manutenção de maquinários que podem ser realizadas pelos operadores como limpeza e lubrificação. O problema de pular ponto decorre devido à falta de lubrificação frequente dos maquinários, no qual faz o motor ficar com atrito na sua rotação e a agulha não fira nos momentos adequados.

Já as agulhas lascadas se referem ao alto uso das mesmas agulhas das maquinas e que não são posteriormente trocadas, fazendo com que seu furo não seja preciso e uniforme. Durante o *brainstorming*, as operadoras relatam que as trocas de agulha e lubrificação da máquina, só era exclusivamente feito pelo mecânico, no qual é terceirizado

O mecânico só aparece na empresa quando uma operadora relata um problema de maquinário. Durante o período de relato do problema para o mecânico

até o momento da chegada dele, faz com que seja desperdiçado muito aviamento nos processos.

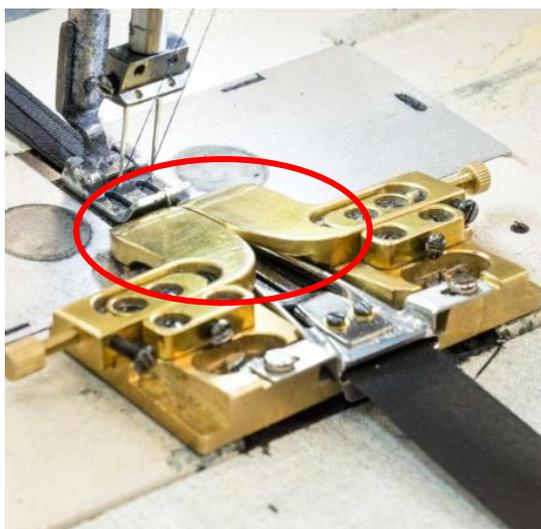
Portanto, foi solicitado ao mecânico a elaboração de treinamento de manutenção autônoma para as costureiras e auxiliares, com o propósito que seja realizada essas manutenções superficiais, sem que haja dependência do terceiro.

Em relação ao problema de pegar o viés do tamanho errado, é decorrido através das costureiras, no qual pegam o rolo de viés na prensa do tamanho errado, e durante os processos do produto, costuram-no sem perceber.

Como sugestão para o problema, foi pedido para que as auxiliares da costura pegassem os rolos ao invés das costureiras. Além disso foi pedido para o responsável do estoque adicionar um adesivo identificador de cores diferentes com o intuito de melhorar a visualização dos diferentes aviamentos na produção.

Por fim, os desperdícios relacionados as alturas do aparelho de pesponto, decorrem pelo seguinte fator, caso o aparelho seja comprado com uma alta angulação em relação ao plano, os tecidos do boné entrarão com maior facilidade pelas fissuras do aparelho, conseqüentemente fazendo com que muitos bonés sejam costurados enrugados e com muito tecido. Segue a figura 43 para melhores visualizações da fissura do aparelho.

FIGURA 43 – FISSURA DO APARELHO DE PESPONTO



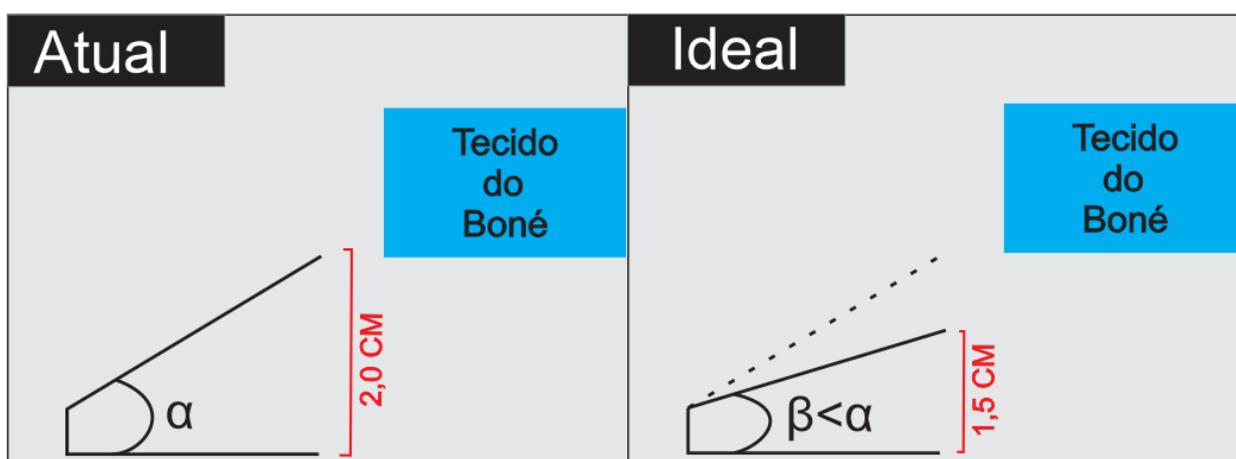
FONTE: Autor (2020).

Seguindo o mesmo princípio anterior, caso a angulação do aparelho de pesponto seja menor, pouco tecido entrará no aparelho e menos falhas com

descosturar irão ocorrer. Diante do atual problema, percebesse pela mensuração feita que a máquina de pesponto (E08), têm uma média de desperdício unitário muito menor de viés em relação as outras máquinas, devido ao fato que a máquina possui o aparelho de pesponto com a angulação menor que as outras.

Baseado nessa evidencia empírica, esta causa foi melhorada pela troca do aparelho de pesponto das máquinas (E07 e E12) que possuem alturas de 2,0 cm para 1,5 cm. A figura 44 mostra uma ilustração desenvolvida pelo pesquisador sobre o aparelho de pesponto atual e ideal para a costura do viés no boné.

FIGURA 44 – COMPARAÇÃO DA ANGULAÇÃO IDEAL



FONTE: Autor (2020).

Além das ideias já mencionadas, o pesquisador achou necessário a realização de um treinamento ministrado por ele com todos os funcionários do setor, com a temática do programa 8S. Com o seguinte treinamento, ficou mais esclarecido os porquês das realizações de melhorias relacionadas aos desperdícios e também mudará a conscientização cultural da empresa.

Com as ideias e planejamentos sobre as ações a serem tomadas, já realizadas, foi preciso o implanta-las e posteriormente realizar uma nova coleta de dados, com o propósito de mostrar se as melhorias feitas, realmente foram eficazes.

4.5 CONTROLAR

Com as ações da etapa melhorar aplicadas, foi possível seguir para a etapa controlar, em que consiste na análise das implementações realizadas. Nesta etapa foi

realizado uma nova coleta de dados, no intuito de comparar cenários, para verificar a eficiência do estudo. As ações implantadas são estratégias de curto prazo e com facilidade no seu método.

4.5.1 Planilha de Dados

A nova coleta de dados dos desperdícios de aviamentos foi realizada de maneira semelhante a que foi feita na etapa medir. Porém os dados coletados enfatizam parte do efeito da aplicação desta estratégia de rápida ação. A planilha de dados de desperdício pode ser vista na figura 45.

FIGURA 45 – DADOS DAS MELHORIAS

Data	Corte	Material	Composição	Máquina	Costureira	Peso por Comprimento (kg/m)	Desperdício (kg)	Desperdício (M)	Tipo	Quantidade de Itens	Desperdício Unitário (kg/un)	Desperdício Unitário (M/un)
02/abr	5410	Viés	Algodão	E07	OP1	0,003	0,14	46,66666667	Boné	1000	0,00014	0,046666667
02/abr	5410	Viés	Algodão	E08	OP2	0,002	0,15	75	Boné	1000	0,00015	0,075
02/abr	5410	Viés	Algodão	E12	OP3	0,0025	0,25	100	Boné	1000	0,00025	0,1
02/abr	5410	Carneira	Algodão	I01	OP4	0,007	0,462	66	Boné	1000	0,000462	0,066
06/abr	5440	Viés	Poliester	E07	OP1	0,0035	0,61	174,2857143	Boné	2500	0,000244	0,069714286
06/abr	5440	Viés	Poliester	E08	OP2	0,002	0,45	225	Boné	2500	0,00018	0,09
06/abr	5440	Viés	Poliester	E12	OP3	0,003	0,437	145,6666667	Boné	2500	0,000012	0,058266667
06/abr	5440	Carneira	Poliester	I01	OP4	0,0065	1,428	219,6923077	Boné	2500	0,000026	0,087876923
09/abr	5451	Viés	Algodão	E07	OP1	0,0035	0,065	18,57142857	Boné	300	1,16667E-05	0,061904762
09/abr	5451	Viés	Algodão	E08	OP2	0,003	0,07168	23,89333333	Boné	300	0,00001	0,079644444
09/abr	5451	Viés	Algodão	E12	OP3	0,002	0,054	27	Boné	300	6,66667E-06	0,09
09/abr	5451	Carneira	Algodão	I01	OP4	0,007	0,148	21,14285714	Boné	300	2,33333E-05	0,07047619
15/abr	5456	Viés	Algodão	E07	OP1	0,003	0,1971	65,7	Boné	1000	0,000003	0,0657
15/abr	5456	Viés	Algodão	E08	OP2	0,0035	0,243	69,42857143	Boné	1000	0,0000035	0,069428571

FONTE: Autor (2020).

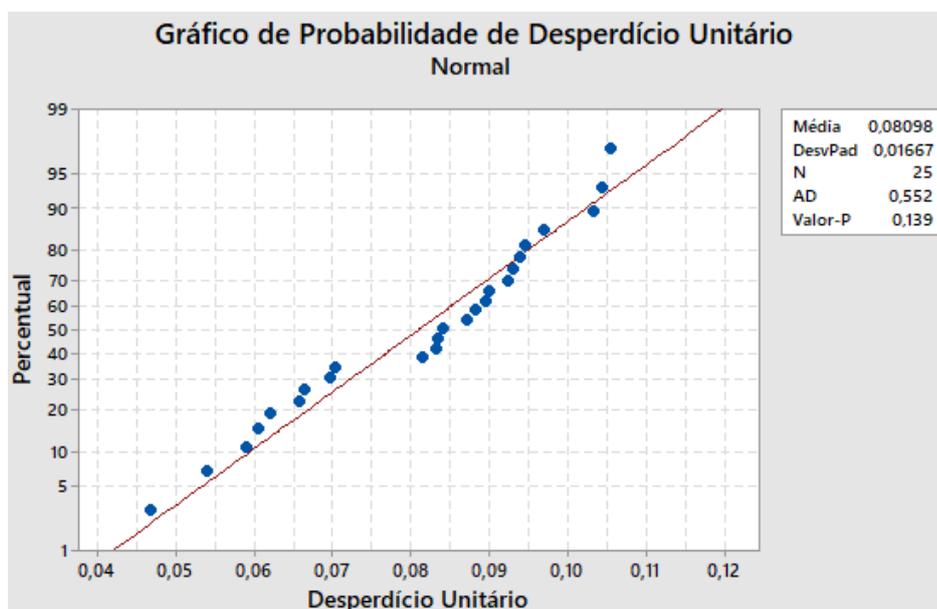
Como demonstrado na figura 45, os dados foram coletados da mesma forma que na etapa antecedente.

4.5.2 Teste de Normalidade

A partir da nova coleta de dados, novamente foi utilizado o *software* Minitab® para as novas análises. Primeiramente foi realizado o teste de normalidade de cada maquinário e assim verificar se os dados são normais ou não.

A figura 46 a seguir mostra a análise feita com a máquina pespontadeira (E07), no qual percebe que ela segue uma distribuição normal devido ao valor p ser maior que 0,05.

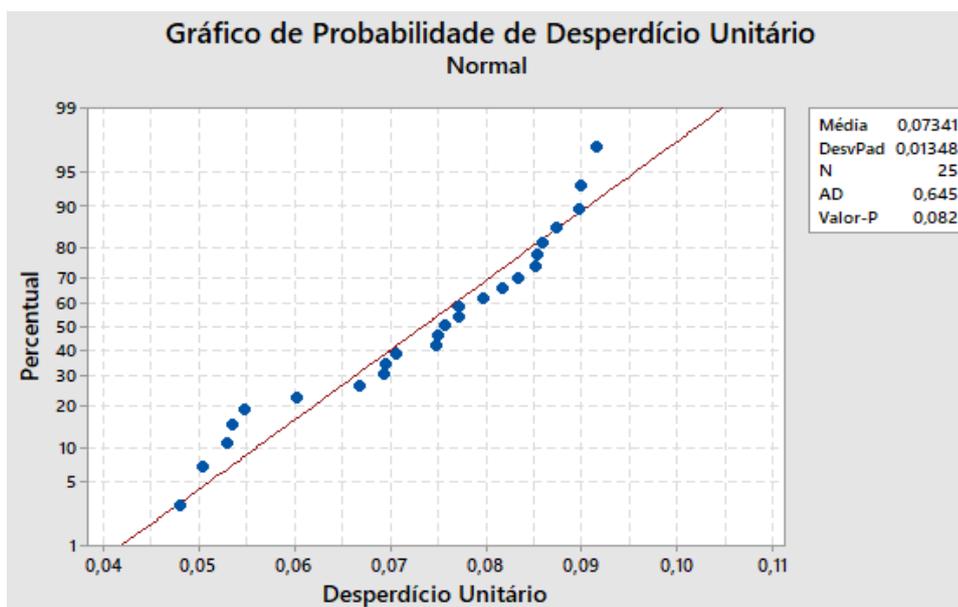
FIGURA 46 – TESTE DE NORMALIDADE MÁQUINA I01



FONTE: Autor (2020).

Posteriormente seguimos para análise da máquina pespontadeira E08. A figura 47 apresenta os resultados encontrados.

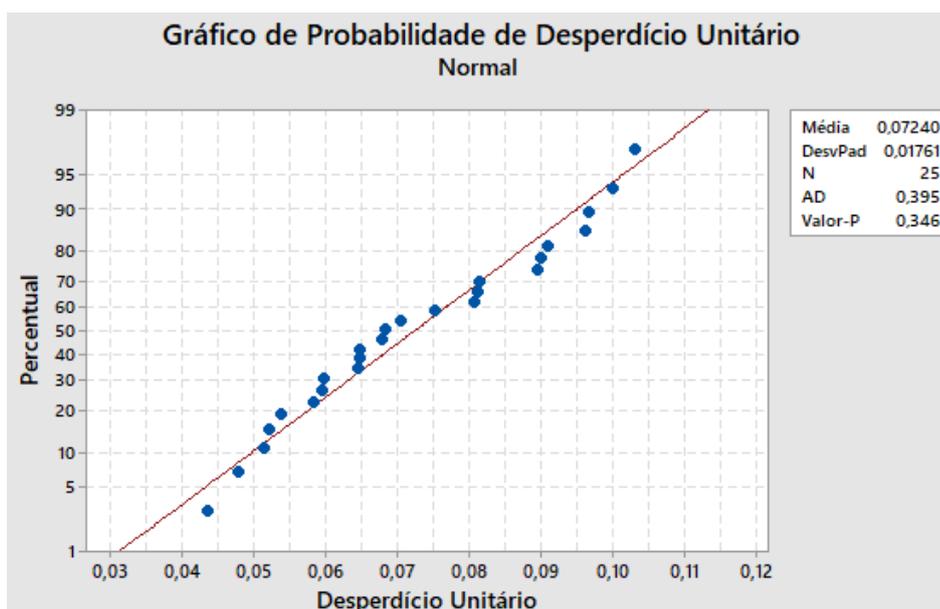
FIGURA 47 – TESTE DE NORMALIDADE MÁQUINA E08



FONTE: Autor (2020).

Foi observado que o valor de p ficou a cima de 0,05, assim significando que os dados de coleta da máquina são normais, sendo assim a maioria dos dados estão muito próximos da média, em que consequentemente apresentam pouca variação no processo. Na figura 48 a análise da máquina pespontadeira E12 pode ser observada.

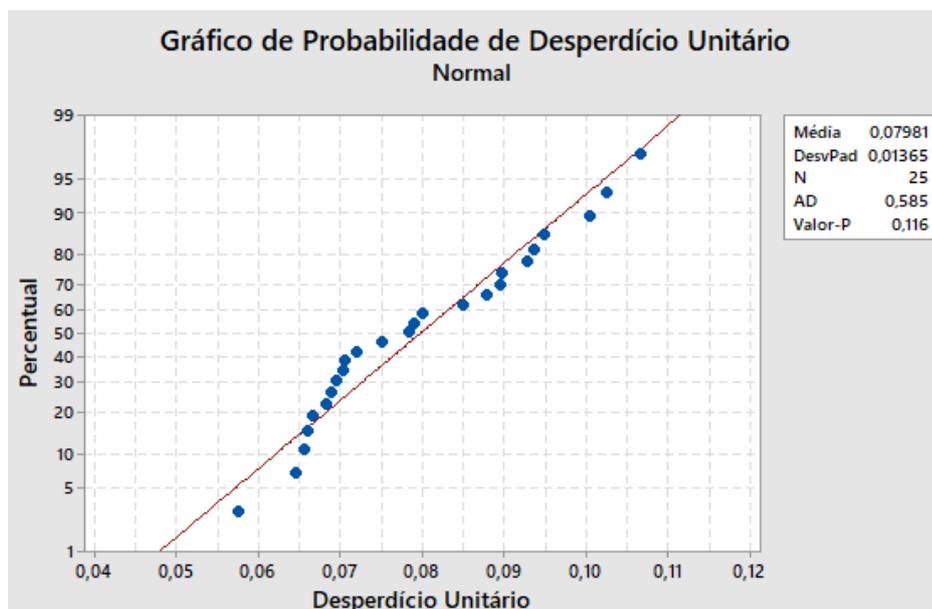
FIGURA 48 – TESTE DE NORMALIDADE MÁQUINA E12



FONTE: Autor (2020).

Os dados da figura 48 apresentam distribuição normal devido ao valor p, no qual apresentou pouca variação do processo. Dando continuidade, foi realizada a análise da Máquina de Coluna I01, apresentada na figura 49. A análise apresentou uma distribuição normal.

FIGURA 49 – TESTE DE NORMALIDADE MÁQUINA I01



FONTE: Autor (2020).

Na análise da figura acima foi obtido o valor de p ficou maior que 0,05, conseqüentemente os dados da máquina são também normais, no qual estão muito próximos da média, no qual apresenta também pouca variação no processo.

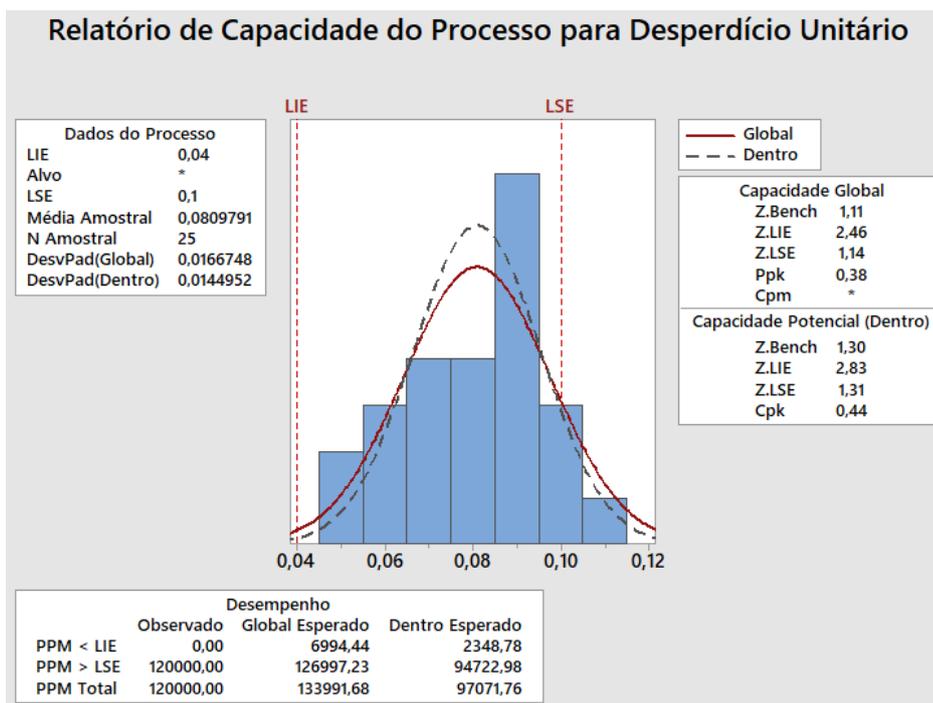
Os valores obtidos nas figuras 46, 47, 48 e 49 sinalizam melhorias na dispersão dos dados o que diretamente sinalizam a real possibilidade de melhorias nas variáveis de controle.

4.5.3 Análise de Capacidade

Após os novos testes de normalidade de cada maquinário, é necessário seguir novamente para a análise de capacidade individual, e assim, identificar quais foram os novos níveis sigma e também os valores de capacidade global e dentro.

A análise de capacidade da pespontadeira (E07) mostrou alguns resultados como o nível sigma (tanto global quanto potencial) e os valores de PPM. Para demais resultados segue a figura 50.

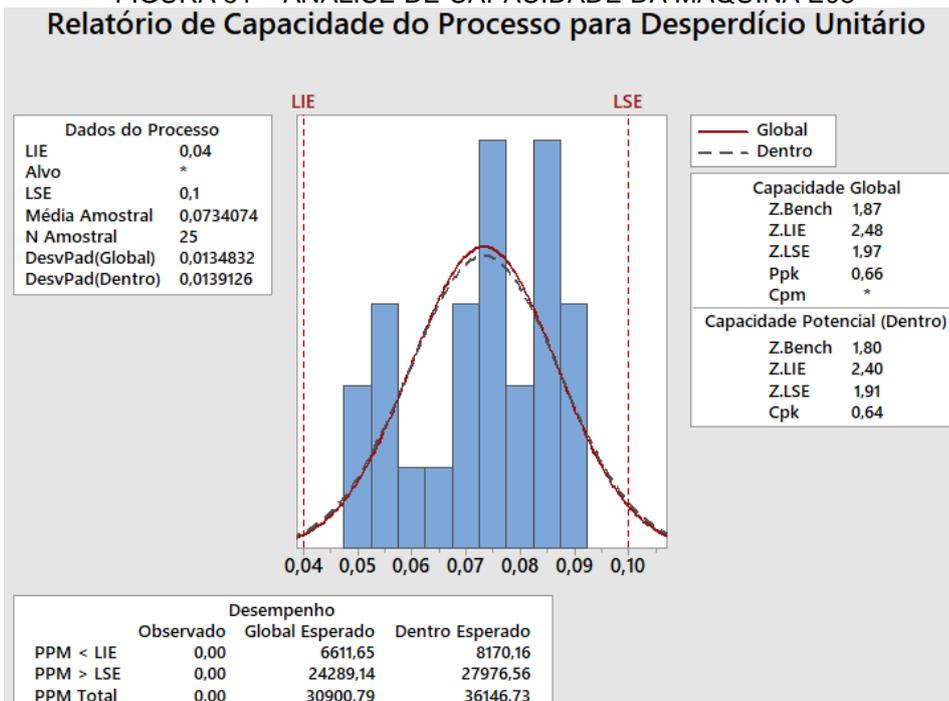
FIGURA 50 – ANÁLISE DE CAPACIDADE DA MÁQUINA E07



FONTE: Autor (2020).

Os resultados da análise da pespontadeira (E08) são demonstrados na figura 51.

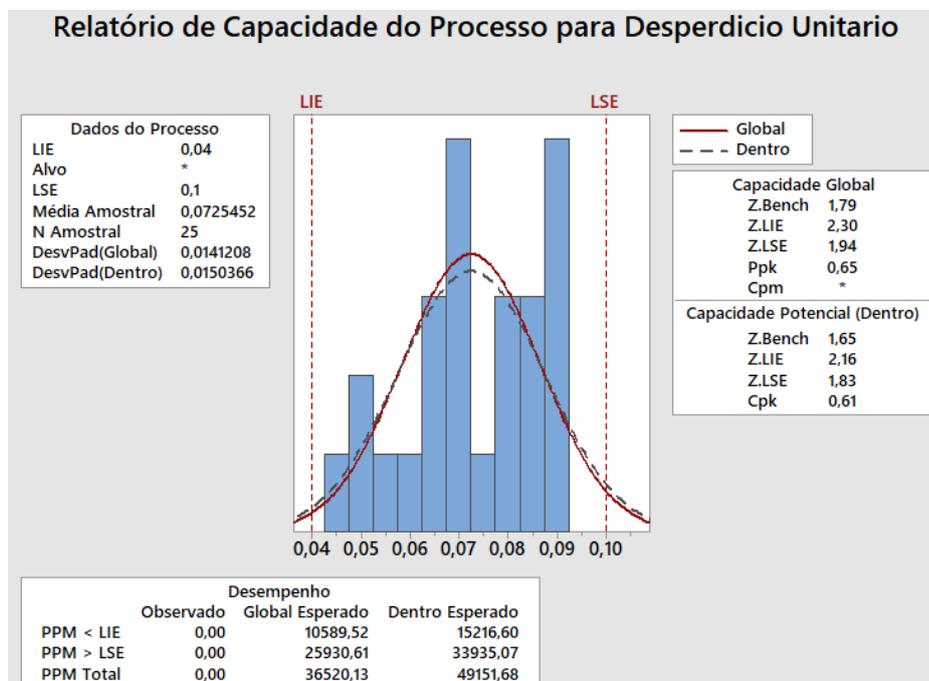
FIGURA 51 – ANÁLISE DE CAPACIDADE DA MÁQUINA E08



FONTE: Autor (2020).

Para a máquina de pesponta E12, sua análise é composta por dados normais. O resultado pode ser visto na figura 52.

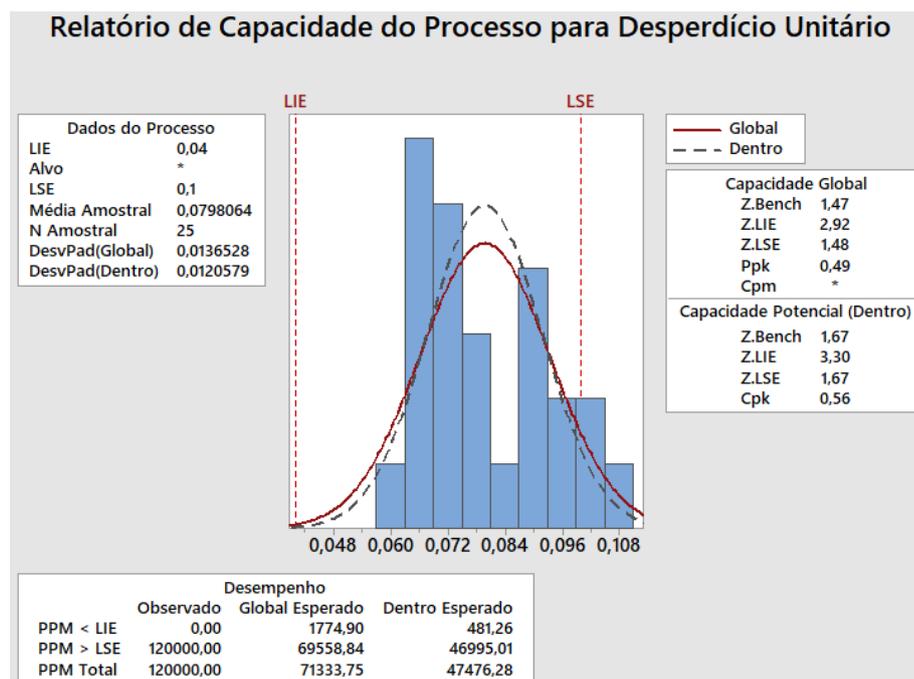
FIGURA 52 – ANÁLISE DE CAPACIDADE DA MÁQUINA E12



FONTE: Autor (2020).

O resultado da máquina de coluna (I01) está apresentado na figura 53.

FIGURA 53 – ANÁLISE DE CAPACIDADE DA MÁQUINA I01



FONTE: Autor (2020).

Em linhas gerais, se observou que a máquina de coluna (I01) (figura 53), apresentou dados normais, com isso, sua distribuição pode ser ajustada a normalidade. Na figura acima, são obtidos os novos valores de PPK, PPM (LIE e LSE) e também o novo valor de nível sigma.

Os valores obtidos nas figuras 50, 51, 52 e 53 sinalizam melhorias na centralização dos dados, no qual ocorrem menor variabilidade e sinalizam a real possibilidade de melhorias nas variáveis de controle.

4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou reduzir o desperdício de aviamentos do principal produto produzido, que no caso foi o boné, por meio da aplicação da ferramenta DMAIC. O primeiro ciclo de melhorias com a ferramenta foi realizado em cinco fases estruturadas e o setor escolhido para tal aplicação foi o de costura devido a inexistência de controle de desperdícios.

Durante a implementação ocorreram alguns empecilhos que interferiram ocasionalmente no progresso mais eficiente da pesquisa, dentre eles podem ser mencionados a conscientização e resistência dos colaboradores.

4.6.1 Comparações

Conforme as ações propostas no plano de ação da etapa melhorar, durante a execução do projeto houve um foco em aplicações e seu acompanhamento, capacitando e orientando os colaboradores para que o controle do processo fosse feito de maneira assertiva.

Durante a pesquisa foram criadas rotinas para o controle de qualidade, padrões para modelos de planilhas e treinamentos a partir de dúvidas encontradas no dia a dia da organização, com o objetivo de orientar os colaboradores envolvidos de como seria realizado as análises de dados. Estas ações visam dar a continuidade das melhorias mesmo após o término da pesquisa de modo a manter o engajamento dos operadores e dos resultados observados.

Em termos de análise do efeito que os desperdícios de viés e carneira causavam na produtividade de boné, podem ser visualizadas nas tabelas 6, 7, 8 e 9, em que farão uma análise individual de cada maquinário. Os dados para comparação serão o nível sigma, PPM, PPK e média unitárias total.

As categorias para as análises de comparações foram escolhidas devido aos seus poderes de cálculos de variabilidade a longo prazo. A utilização dos dados a longo prazo é uma avaliação mais próxima as necessidades dos clientes, pois são incluídas as causas comuns e especiais.

O nível sigma servirá como o sistema de medida que mostra a frequência de erros que ocorrerão. O PPM (mostrará de peças fora de especificação seu processo

irá gerar. O PPK medirá o quão perto um processo está sendo executado dentro de seus limites de especificação. A média unitária total mostrará a média unitária total de desperdícios que máquina produziu ao longo da coleta das etapas medir e controlar.

Na sequência as próximas tabelas apresentam informações sobre as comparações entre as etapas medir e melhorar, no intuito de deixar de forma fácil e claro o entendimento sobre os resultados proporcionados pelo projeto de melhoria da qualidade.

As cores foram colocadas para melhores visualizações sobre as porcentagens, em que os representados por verde mostram os crescimentos da categoria, já as cores azuis representam a queda da categoria. A tabela 6 abaixo sintetiza as comparações na máquina pespontadeira E07.

TABELA 6 – COMPARAÇÃO DA MÁQUINA PESPONTADEIRA E07

Pespontadeira (E07)			
Categorias	Medir	Controlar	Porcentagem
Nível Sigma	0,34	1,11	226,47%
PPM	367446,69	133991,68	63,53%
PPK	0,2	0,38	90,00%
Média Uni.Total	0,08999	0,08097	10,02%

FONTE: Autor (2020).

Os dados apresentados na tabela 6 mostraram resultados prósperos, pois antes os dados não eram normais e após a implantação do plano de ação eles se tornaram normais. Na tabela 7 é possível verificar a análise da pespontadeira E08.

TABELA 7 – COMPARAÇÃO DA MÁQUINA PESPONTADEIRA E08

Pespontadeira (E08)			
Categorias	Medir	Controlar	Porcentagem
Nível Sigma	0,92	1,87	103,26%
PPM	178113,98	30900,79	82,65%
PPK	0,31	0,66	112,90%
Média Uni.Total	0,08257	0,073407	11,10%

FONTE: Autor (2020).

Os resultados foram favoráveis da pespontadeira E08 que também possuía dados não normais e que logo passaram a ser. Dando continuidade, foi analisada a máquina de pesponta E12 na tabela 8.

TABELA 8 – COMPARAÇÃO DA MÁQUINA PESPONTEIRA E12

Pespontadeira (E12)			
Categorias	Medir	Controlar	Porcentagem
Nível Sigma	1,2	1,33	10,83%
PPM	115363,14	91442,94	20,73%
PPK	0,44	0,52	18,18%
Média Uni.Total	0,07657	0,072545	5,26%

FONTE: Autor (2020).

O desperdício gerado na máquina de pesponta E12 foi melhorado. E por fim é possível verificar a comparação da máquina de coluna na tabela 9.

TABELA 9 – COMPARAÇÃO DA MÁQUINA DE COLUNA I01

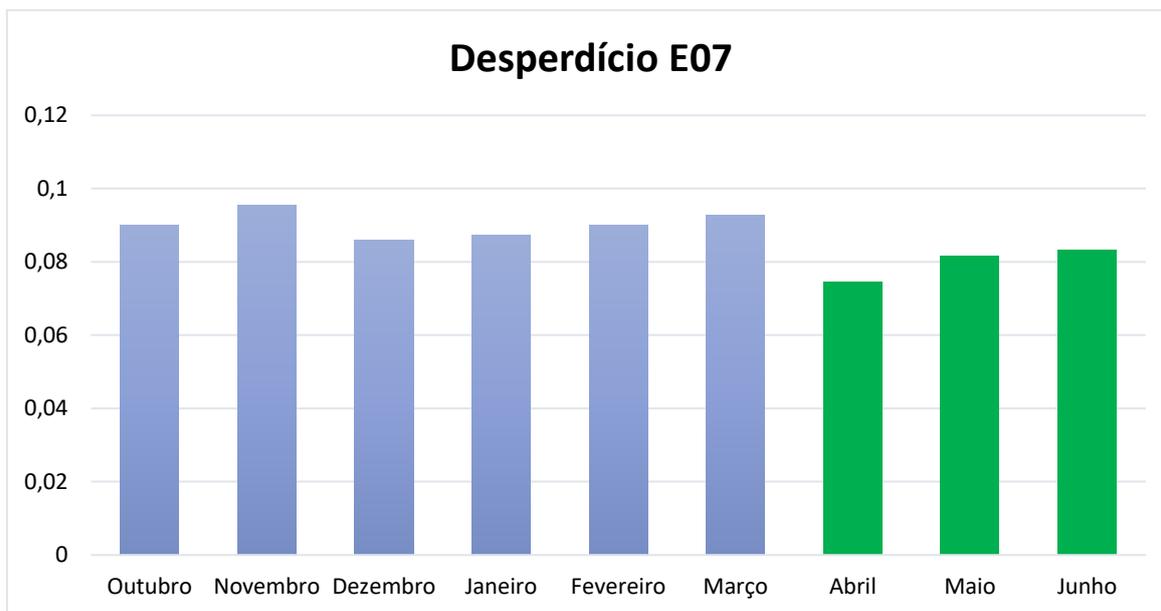
Máquina de Coluna (I01)			
Categorias	Medir	Controlar	Porcentagem
Nível Sigma	0,91	1,47	61,54%
PPM	209446,45	71333,75	65,94%
PPK	0,27	0,49	81,48%
Média Uni.Total	0,08578	0,079806	6,96%

FONTE: Autor (2020).

De acordo com os resultados demonstrados anteriormente, é possível observar que as ações implantadas após a execução do projeto *Lean Seis Sigma* tiveram resultados satisfatórios, uma vez que foi possível reduzir os níveis de PPM e da Média Unitária Total, além de aumentar o nível Sigma e PPK de todas as máquinas analisadas.

Para melhor entendimento sobre as proporções que o projeto de melhoria continua acarretou ao longo do tempo analisado, foram montados os gráficos nas figuras 54, 55, 56 e 57. As cores representadas em azul transmitem a ideia do desperdício unitário dos meses antes das melhorias implantadas, enquanto as representadas em verde mostram as médias unitárias dos meses após as melhorias.

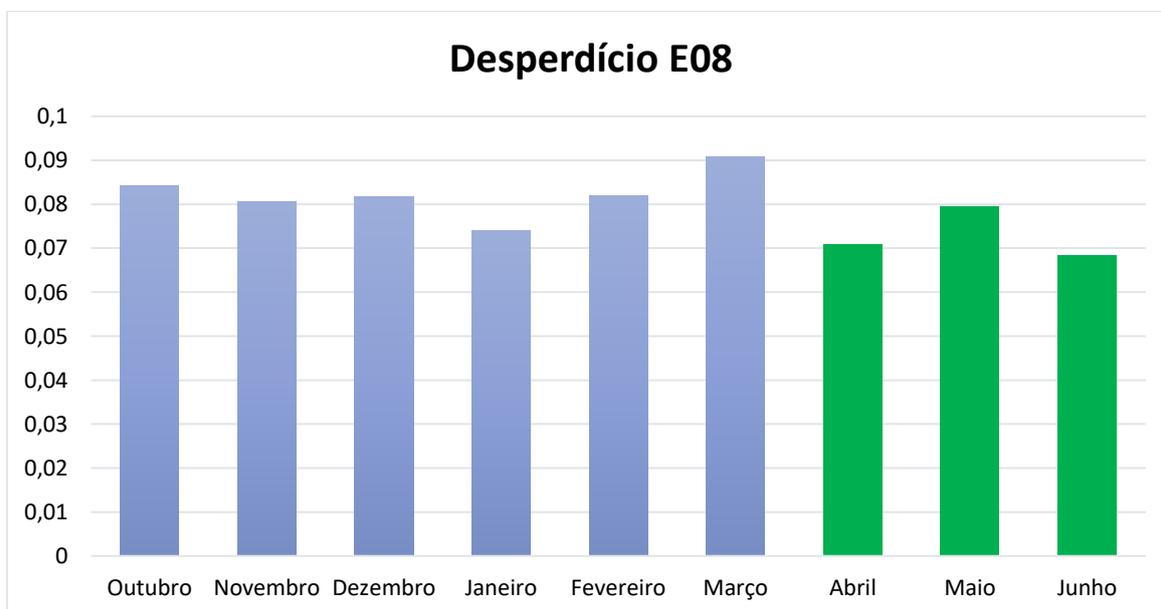
FIGURA 54 – DESPERDÍCIOS DA MÁQUINA E07



FONTE: Autor (2020).

A figura 54 mostrou uma perceptível comparação dos desperdícios da máquina E07 antes e após as melhorias implantadas.

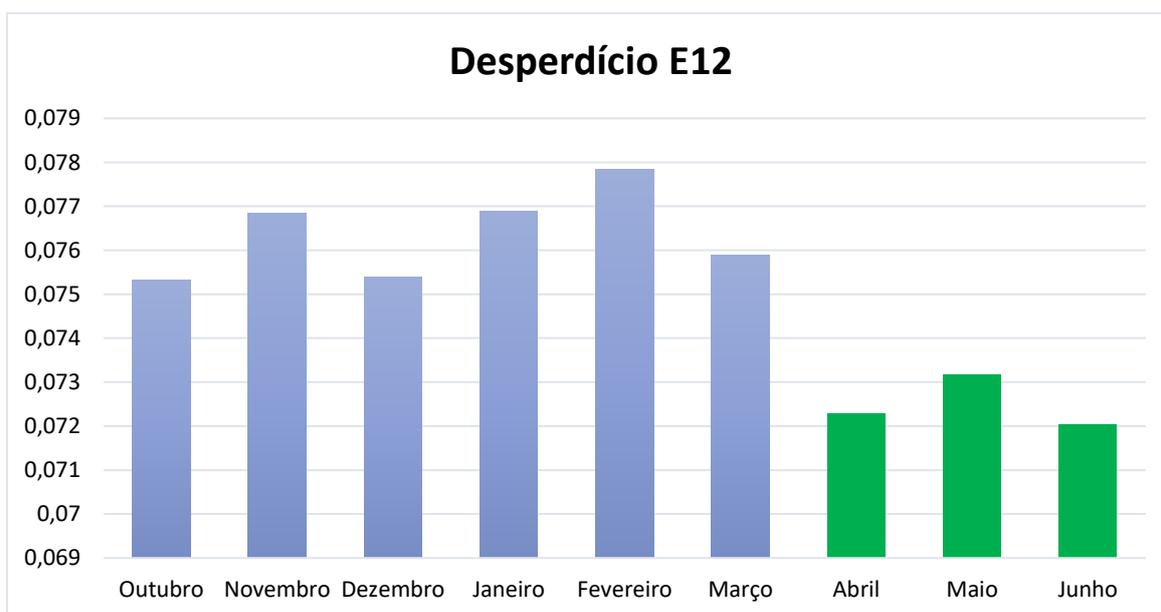
FIGURA 55 – DESPERDÍCIOS DA MÁQUINA E08



FONTE: Autor (2020).

Na figura 55 ficou nítido comparação dos desperdícios da máquina E08 antes e após as melhorias implantadas.

FIGURA 56 – DESPERDÍCIOS DA MÁQUINA E12

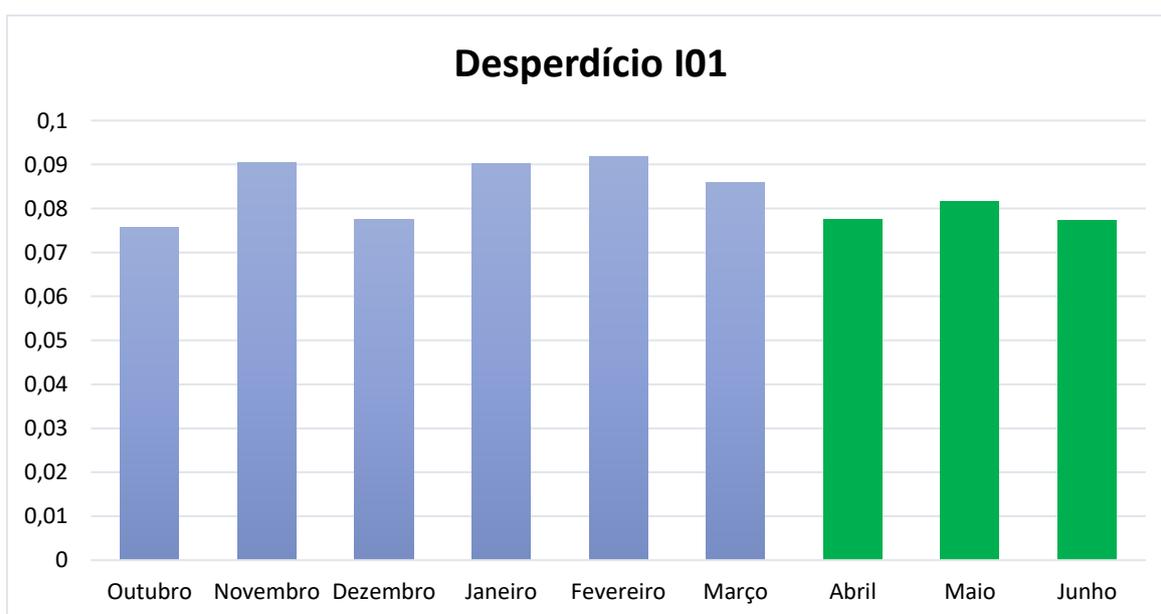


FONTE: Autor (2020).

A figura 56 também mostrou uma notável relação dos desperdícios da máquina E12 antes e após as melhorias implantadas.

Na figura 57 é possível notar uma comparação visível dos desperdícios da máquina I01 antes e após as melhorias implantadas.

FIGURA 57 – DESPERDÍCIOS DA MÁQUINA I01



FONTE: Autor (2020).

Para melhores visualizações sobre quais foram as proporções que cada maquinário tomou para empresa, em níveis de redução de desperdício, foi montado a tabela 11.

Na sua construção foi utilizado o tamanho de viés (Máquina E07, E08 e E12) e carneira (Máquina I01) de cada maquinário necessário para a produção dos bonés, em que pode ser visualizado na tabela 10.

TABELA 10 – METROS NECESSÁRIOS PARA OS BONÉS

	Insumo por Boné (Metros)
E07	0,38
E08	0,38
E12	0,3
I01	0,51

FONTE: Autor (2020).

Com as medidas de viés e carneiras necessários para a produção dos bonés tabelados, foi possível calcular a quantidades de aviamentos economizados e a quantidade de bonés que podem ser produzidos em cada maquinário caso o lote de produção fosse 10 mil bonés.

TABELA 11 – ECONOMIA DE INSUMOS DOS BONÉS

	Economia por Boné (Metros)	Economia a cada 10000 Bonés (Metros)	Unidades produzidas a mais (Unidade)
E07	0,0090	90,2	237,4
E08	0,0092	91,63	241,1
E12	0,0040	40,25	134,2
I01	0,0060	59,74	117,1

FONTE: Autor (2020).

Por meio do método DMAIC, os objetivos específicos foram atacados, o método proporcionou a classificação dos desperdícios identificados no processo, a definir as ações de melhoria para os principais agentes causadores de desperdícios, a comparação os indicadores de controle, antes e após as melhorias implantadas e além disso, avaliar os efeitos finais das melhorias.

Quanto aos colaboradores envolvidos com o projeto, é possível dizer que houve alguns momentos que dificultaram o progresso projeto, como a resistência dos trabalhares e supervisores.

A resistência acontece devido à dificuldade de se desvencilhar de dogmas antigos da organização, além da falta de otimismo sobre o projeto. Assim, em várias ocasiões o pesquisador precisou demonstrar proatividade e espírito liderança para que os colaborados aderissem ao projeto.

Outra dificuldade encontrada se refere ao baixo nível de conscientização dos colaboradores sobre os geradores de desperdícios. Foi organizado um treinamento sobre esta questão, por se tratar de um tópico de suma importância no processo de implantação de um programa *Lean Seis Sigma* em uma organização.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho foi aplicado em uma empresa de confecção ao norte do Paraná considerada de pequeno porte que possui como foco o mercado de licitações brasileiro.

Deste modo a pesquisa teve como objetivo a implantação de ferramentas de melhoria continua com o intuito de reduzir os desperdícios de aviamentos do principal produto na linha de produção. Para tal, foram analisados todos os fatores envolvidos no processo para identificação dos que possuem maior influência no desperdício de aviamentos e qualidade da peça.

A redução no consumo de aviamentos conquistada com o novo padrão nos processos foi capaz de incrementar a produção de mais 117 bonés a cada 10 mil unidades produzidas. Em outras palavras, no mínimo estavam sendo desperdiçados aviamentos suficientes para a produção de mais de 100 bonés a cada 10 mil produzidos.

As classificações dos desperdícios identificados no processo, foram sistematizadas com auxílio de ferramentas da qualidade, tais como, nos Diagramas de Ishikawa, indicadas na figura 39 (Viés) e figura 40 (Carneira).

Também foram definidas as ações de melhoria para os principais agentes causadores de desperdícios, em que podem ser vistos no subcapítulo 4.4 na etapa melhorar. Na etapa foram feitos o *Brainstorming*, um *Benchmarking* e um treinamento de 8S para solucionar os problemas de desperdício. Os problemas foram esmiuçados relevando a contribuição qualitativa que cada um representava sobre o desperdício.

Em relação à utilização do viés, os problemas encontrados foram: as alturas do aparelho de pesponto; Falta de atenção do operador; Pular ponto; Manuseio da peça; Falta de treinamento; Agulha lascada e pegar o viés do tamanho errado. E os problemas envolvidos na carneira foram Falta de atenção; Falta de treinamento; manuseio da peça; Agulha lascada; Falta de Precisão e pular ponto.

O projeto obteve melhorias nos níveis sigmas, PPK e PPM antes e após as melhorias implantadas em cada maquinário. Sobretudo após a primeira fase do projeto DMAIC realçam-se que as ações de correção e melhoria proporcionaram a redução no consumo de aviamentos nos maquinários da linha do boné, na ordem de redução de 10,02%, 11,1%, 5,26% e 6,96%.

5.1 TRABALHOS FUTUROS

O presente trabalho apresentou a implantação de um projeto de melhoria contínua no processo produtivo em uma empresa de confecções, com o objetivo de minimizar e eliminar as falhas do processo produtivo de um de seus principais produtos.

Como sugestão à trabalhos futuros, recomenda-se à continuidade no monitoramento do processo pós alterações implantadas, pois, caso ao contrário as melhorias feitas não serão perpetuáveis ao longo prazo.

Além disso, outra proposta plausível para realizações futuras seria a aplicação de gráficos ou cartas de controle e além disso o desenvolvimento de novos ciclos de aplicações dos métodos de melhorias contínuas como o Ciclo PDCA, MASP e DMAIC.

Estas são apenas algumas sugestões para trabalhos futuros, porém outras metodologias e técnicas também podem ser aplicadas seguindo essa forma de disciplina com a qualidade.

REFERÊNCIAS

ABIT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO. **Confecções já podem vender ao varejo com Cartão BNDES**, 2017. Disponível em: <<https://www.abit.org.br/noticias/confecoes-ja-podem-vender-ao-varejo-com-cartao-bndes>>. Acesso em: 2 fev. 2020.

ABRANTES. J. **Programa 8S. Da alta administração à linha de produção: o que fazer para aumentar o lucro**. Uma base para a filosofia Seis Sigma. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.

APL – Arranjo Produtivo Local do Vestuário de Maringá e Cianorte, 2015. Disponível em www.desenvolvimento.gov.br. Acessado em: 01 de Maio de 2020.

AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Nova Lima: INDG, 2006

ALVES, J. R. X.; ALVES, J. M. Production management model integrating the principles of lean manufacturing and sustainability supported by the cultural transformation of a company. **International Journal of Production Research**, v. 53, n. 17, p. 5320–5333, 2015.

ARAÚJO, M. **Tecnologia do Vestuário**. 1.ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1996.

BARAKA, J.M; DEWA, M.; SINGH, R. The use of DMAIC six-sigma methodology for disputes resolution in a packaging company. Department of Industrial Engineering. In: SAIIEneXXXt Proceedings, Porth Elizabeth. Anais... Porth Elizabeth: Durban University of Technology, 2019.

BELU. N, BONDOC. M.D. **Continuos Improvement of the quality using the 5s method**. Universitatea Pitesti, 2007.

BERNARDINO, L. L.; TEIXEIRA, F.; JESUS, A. R.; BARBOSA, A.; LORDELO, M.; LEPIKSON, H. A. After 20 years, what has remained of TQM? **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 65, n. 3, p. 378 - 400, 2016.

BIÉGAS, S.; CARDOSO, P. M. M. O sistema de qualidade na indústria de confecção. In: VII EPCC - Encontro Nacional de Produção Científica CESUMAR. **Anais...** Maringá: CESUMAR – Centro Universitário de Maringá, 2011.

BIZAGI PROCESS MODELER. Disponível em: <www.bizagi.com>. Acesso em 03 abril 2020.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento pelas Diretrizes**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 2014

CAMPOS, V F. **Padronização de empresas**. Belo Horizonte: Editora FALCONI, 1999.

CAMPOS, V. F. **TQC: Controle da Qualidade Total**. 8. ed. Nova Lima: Editora FALCONI, 2004.

CARDOSO, R.T. **Análise da percepção da importância e implantação dos elementos do *quick response manufacturing* em uma empresa do setor de cosméticos: um estudo exploratório**. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos (SP), 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/11696>>. Acesso em: 25 mar. 2020.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade – conceitos e técnicas**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.

CORRÊA, H.; CORRÊA, C. **Administração de Produção e de Operações**. São Paulo: Atlas. 2011.

COSTA, I.C. Sistema de gestão da qualidade: impulsionando a melhoria nos processos de uma indústria gráfica. 83 f. Monografia de graduação (Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.

COUTINHO, T. **As 7 ferramentas da Qualidade**. Disponível em <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/as-7-ferramentas-da-qualidade>> Acesso em: 06 de Abril de 2020.

COUTINHO, T. **Nível 7 Sigma**. Disponível em <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/nivel-sigma>>. Acesso em: 03 de Abril de 2020.

CUNHA, C.; DOMINGUEZ, C. DMAIC project to improve warranty billing's operations: a case study in a Portuguese car dealer. **Procedia Computer Science**. v. 64, p. 885-893, Portugal, 2015.

DEPNER, R. F. Uso dos programas "5S" e "8S" na indústria de alimentos. Portal educação. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/financas/uso-dos-programas-5s-e-8s-na-industria-de-alimentos/39327>>. Acesso em 21 maio de 2020.

DOMENECH, C. **Estratégia Lean Seis Sigma**. 1ª Edição. São Paulo: M. I. Domenech, 2015.

FARIA, L. Redução de desperdícios utilizando os conceitos lean em uma construtora de pequeno porte. 79 f. Monografia de graduação (Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2016.

FERRAZ JUNIOR, S.; PICCHIAI, D.; SARAIVA, N. I. M. Ferramentas Aplicadas à Qualidade: Estudo Comparativo entre a Literatura e as Práticas das Micro e Pequenas Empresas (MPes) . **Revista de Gestão e Projetos**, v. 6, n. 3, p. 84-97, 2015.

FERENHOF, H. A. **Uma sistemática de identificação de desperdícios de conhecimento visando à melhoria do processo de criação de novos serviços.** 107 f. Dissertação (Mestrado em Gestão do Conhecimento) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 2011. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/94998>>. Acesso em 25 mar de 2020.

FILHO, M. **Gestão da Produção Industrial.** Curitiba: Ibpex. 2007.

FIRJAM, A. A. FERRAZ, F. T. Uma breve análise acerca do segmento industrial têxtil e de confecção brasileiro pós década de 80 e a competitividade do setor no mercado de Juiz de Fora, MG. **Revista Redige**, Belo Horizonte, ed. 2, n.3, dez. 2011.

FONTES. E.G., LOOS. M.J. Aplicação da metodologia Kaizen: um estudo de caso em uma indústria têxtil do centro oeste do Brasil. **Revista Espacios**, v. 38, n. 21, Pág. 6, 2017.

FUJITA, R. L. A Indústria Têxtil no Brasil: uma perspectiva histórica e cultural. **Revista ModaPalavra e-Periódico**. vol. 8, n. 15, 2015.

GARVIN, D. A. **Gerenciando a qualidade - a visão estratégica e competitiva.** Rio de Janeiro: Editora Atlas, 1992.

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

GIL, ANTONIO CARLOS. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1991.

GIROTTI.A.A. **As Eras da Gestão da Qualidade.** Portal educação. Disponível em : <https://siteantigo.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/administracao/as-eras-da-gestao-da-qualidade/73490>. Acesso: 09 maio de 2020.

GUPTA. R. K, KHARE. M. 5S Methodology Implementation in the laboratories of University. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, Vol 8. 2019.

INSTITUTO DE ESTUDOS E MARKETING INDUSTRIAL. **Press release:** IEMI lança relatório setorial da indústria têxtil brasileira. São Paulo: IEMI, 2013. Nota sobre o Brasil Têxtil, 2013: relatório setorial da indústria têxtil brasileira. Disponível em: <http://www.iemi.com.br/pres-release-iemi-lanca-relatorio-setorial-da-industria-brasileira/>Acesso em: 28 abr. 2020.

IRWANTO, M. M.; HAMSAL, M.; PURBA, H. H. Filling Capability Analysis For Shampoo Production: A Case Study in Manufacture Industry. **Advances in Economics, Business and Management Resarch**. V. 72, p. 73-39, 2019.

KRISHNAN. K.B, PRASATH. K.A. Six sigma concept and DMAIC implementation. **International Journal of Business Management & Research**. v. 3, n. 2, p. 111-114, 2018.

LEME, T. S. Aplicação de um método de análise e melhoria de processo em uma empresa automobilística. 54f. Monografia de Graduação (Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.

LIMPERT, E.; STAHEL, W. A.; ABBT M. Log-normal Distributions across the Sciences: Keys and Clues. **BioScience**, v. 51, P.341, 2001.

LOPES, J. C. **Gestão da Qualidade: Decisão ou Constrangimento Estratégico**. Lisboa: Universidade Europeia, 2014.

LOPES, N. R. **Os fatores críticos para a sustentabilidade do lean manufacturing: revisão sistemática da literatura, estudo de caso e opinião de especialistas**. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos (SP), 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/11545>>. Acesso em 26, mar de 2020.

MALHARIA INDUSTRIAL. **Aviamentos – 6 tipos de para usar na sua confecção**. Disponível em: <<https://www.malhariaindaial.com/aviamentos-6-tipos-de-para-usar-na-sua-confeccao/>>. Acesso em 12 abril de 2020.

MARCELO, C.V. **Vestuário de moda de luxo no Brasil: um estudo sobre a qualidade e a terceirização no processo produtivo**. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo (SP), 2016. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100133/tde-30112016-004750>>. Acesso em 25 mar de 2020.

MAXIMIANO, A. C. A. **Introdução à Administração**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MARTINS, M. M. C.; PROTIL, R. M.; DOLIVEIRAS, S. L. Utilização do benchmarking na gestão estratégica das cooperativas agroindustriais paranaenses. **Revista de Contabilidade e Organizações**, v. 4, n. 10, art. 7, p. 127-151, 2010.

MOREIRA, E. G.; MOREIRA, T. G; MARTINS, D. D. S. Aplicação da ferramenta de qualidade PDCA para solução de problemas críticos em empresa panificadora. In: IX SIMPÓSIO ACADÊMICO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 9 , 2014. Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, 2014.

MTU CONSULTORIA ASSESSORIA E GESTÃO. **A prática dos 5s**. Disponível em: <http://www.mtuconsultoria.com.br/5S.htm>. Acesso em 23 mar de 2020.

MYTELKA, L. K. Technological Change and the Global Relocatwn of Production in Textlies and Clothing Stndies in Political Economy. **Studies in Political Economic: A socialist review**, v. 36, p. 109-143, 1991.

NASCIMENTO, S. A. **Sistema de Custos em Pequenas e Médias Empresas de Confecção de Vestuário com o Uso de Planilhas Eletrônicas**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2002. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/83313/225912.pdf?seuence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 20 mar 2020.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

PANWAR, A. et al. On the adoption of lean manufacturing principles in process industries. **Production Planning & Control**, v. 26, n. 7, p. 564–587, 2015.

PAVÃO, J. A. Influência da estratégia, tecnologia e inovação na gestão dos custos da qualidade e no desempenho: um levantamento em empresas do APL de confecções. **Revista Contemporânea de Contabilidade**, v. 15, n. 34, p. 03-20, 2016.

QUEIROZ, E. K. R. **Qualidade segundo Garvin**. 1 ed. São Paulo: Annablume, 1995.

QUTAISH, R.; SARAYREH, K. Applying Six-Sigma Concepts to the Software Engineering: Myths and Facts. In: 7 WSEAS International Conference on Software Engineering, Cambridge. **Anais...** Cambridge: University of Cambridge, 2008.

Q&P Qualidade & Produtividade. Disponível em: <https://sites.google.com/site/qualidadeeprodutividade>. Acesso em: 07 abr. 2020.

RAMOS, D. **A 5ª Era da Qualidade e o papel do profissional da qualidade**. Blog da Qualidade. Disponível em : <https://blogdaqualidade.com.br/a-5a-era-da-qualidade-e-o-papel-do-profissional-da-qualidade/>. Acesso em: 04 maio de 2020.

RIBEIRO, M. L. S. **Green Belt Six Sigma**. RL&Associados. Disponível em: <www.rlassociados.com.br>. Acesso em: 04, abr., 2020.

ROCHA, M. A. V.; RAMOS, F. S. **Análise Estratégica da Indústria do Vestuário Brasileira**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE. 1999. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999_A0402.PDF> Acesso em: 20 mar. 2020.

ROTONDARO, R. G. *et. al.* **Seis sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas, 2008.

ROVAI, G. A.; ROCCO, E.; FRANCISCATO, L. S. Aplicação da filosofia para redução no índice de refugo em uma linha de montagem de uma estamperia. um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35., 2015, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2015.

SAAD, N. A. Deployment of Lean Six Sigma in Strategic Inventory Management. **Journal of Advanced Research in Business and Management Studies**. v. 13, n. 1, p. 39-54, 2018.

SANKAR, S. **Lean Six Sigma**, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/215576248_Lean_Six_Sigma>. Acesso em: 03 abr 2020.

SANTOS, IVAIR ALVES DOS. **DMAIC aplicado à utilização racional de ferramentas para o setor de usinagem em indústria de grande porte**. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia mecânica) – Universidade de Taubaté, Taubaté, 2015.

SELEME, R.; STADLER, H. **Controle de Qualidade: As Ferramentas Essenciais**. 2ª ed. Curitiba: Ibplex. 2010.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, V. **Matriz de Causa e Efeito: Confira os passos para sua aplicação**. Disponível em <<https://www.kitemes.com.br/2017/07/31/matriz-de-causa-e-efeito-confira-os-passos-para-sua-aplicacao/>> Acesso em: 08 de Abril de 2020.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4 ed. Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

SINGH. M. M. Different Quality tools in hospitals & its implementation. In: 63rd RFHHA Sunday Panel discussion. 2017.

SIX SIGMA INSTITUITE. **DMAIC Process – Measure Phase – Measurement System**. Disponível em: <https://www.sixsigma.institute.org/Six_Sigma_DMAIC_Process_Measure_Phase_Measurement_System.php>. Acesso em 03 abr. 2020.

SLACK, N.; JOHNSTON, R.; CHAMBERS, S. **Operations management**. 5th. ed Harlow: Pearson Education, 2007.

SMĘTKOWSKA. M.; MRUGALSKA. B. Using Six Sigma DMAIC to improve the quality of the production process: a case study. **Procedia – Social and Behavioral**. v. 238, p. 590-596, 2017.

STOJCETOVIC, B.; MISIC, M.; SARKOCEVIC, Z. **Quality Tools in Project Management**. 7th International Quality Conference, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/305462997_QUALITY_TOOLS_IN_PROJECT_MANAGEMENT>. Acesso em 04, abr. 2020.

TELES, R. R. Análise de desperdício de matéria-prima no setor de corte em uma Indústria de Confecção: estudo de caso. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Tecnologia Departamento de Engenharia de Produção. Maringá. 2015

TOLEDO, J. C. de. et AL. **Qualidade: Gestão e Métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

TUPKAR. R. S, LANDE. M.S, JAWALEKAR.S.B. Implementation of Lean Six Sigma. **International Research Journal of Engineering and Technology**. v. 03, n. 5, p. 1754-1760, 2016.

WECKENMANN, A.; AKKASOGLU, G.; WERNER, T. Quality management - history and trends. **The TQM Journal**, v. 27, n. 3, p. 281-293, 2015.

WERKEMA, M. C. C. **Criando a cultura Seis Sigma**. Nova Lima: Werkema, 2004.

WESOLOWSKI, B.; MUSSELWHITE, D. J. Normal Distribution. The SAGE Encyclopedia of Educational Research, Measurement, and Evaluation. 2018