



FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS DE SERGIPE - FANESE
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

JEAN LUCAS SANTOS MONTEIRO

CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO NA FABRICAÇÃO DE BOBINAS
PLÁSTICAS: Estudo de caso na indústria Plasfort no município de Aracaju/SE

ARACAJU
2019

JEAN LUCAS SANTOS MONTEIRO

**CONTROLE ESTATISTICO DO PROCESSO NA FABRICAÇÃO DE BOBINAS
PLÁSTICAS: Estudo de caso na indústria Plasfort no município de Aracaju/SE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia de Produção da Fanese como
requisito parcial e obrigatório para a obtenção do
Grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Douglas Rafael Mendes
Alves

**ARACAJU
2019**

M772c MONTEIRO, Jean Lucas Santos

CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO NA FABRICAÇÃO DE BOBINAS PLÁSTICAS: Estudo de caso na indústria Plasfort no município de Aracaju/ / Jean Lucas Santos Monteiro; Aracaju, 2019. 53p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe. Coordenação de Engenharia de Produção.

Orientador(a) : Prof. Dr. Douglas Rafael Mendes Alves.

1. Controle estatístico do processo 2. Capacidade produtiva 3. Paradas não programadas 4. Indústria de plásticos.

658.511.3: 677
(813.7)

Elaborada pela bibliotecária Lícia de Oliveira CRB-5/1255

JEAN LUCAS SANTOS MONTEIRO

**CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO NA FABRICAÇÃO DE BOBINAS
PLÁSTICAS: ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA PLASFORT NO
MUNICÍPIO DE ARACAJU/SE**

Monografia apresentada à Coordenação do curso de Engenharia de Produção da FANESE, como requisito parcial e elemento obrigatório para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção, no período de 2019.2.

Aprovado (a) com média: 9,5

Douglas Rafael M. Alves

Prof. D. Sc. Douglas Rafael Mendes Alves

Heloísa Thais Rodrigues de Souza

Prof. D. Sc. Heloísa Thais Rodrigues

Larissa Alves Secundo White

Prof. D. Sc. Larissa Alves Secundo White

Aracaju (SE), 5 de dezembro de 2019.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela conquista importante na minha vida que é a graduação na área de Engenharia de Produção.

Agradeço e destino mais esse triunfo a minha Mãe Cleomacia, ao meu Pai Uênes, a minha irmã Crislaine, ao meu irmão Jonathan e aos demais componentes da família pelo incentivo e apoio incondicional passado a mim durante minha jornada.

Agradeço e dedico, esse trabalho e minhas vitórias passadas e futuras, a minha Avó, Guerreira, Maria Lucia dos Santos, que sempre me incentivou, apoiou, me deu forças nessa trajetória acadêmica e vibrou com cada conquista minha.

Sou grato ao orientador e a equipe de professores da FANESE pelo apoio, confiança e dedicação.

RESUMO

A capacidade de uma indústria é imprescindível para atender, dentro de um prazo, a demanda dos consumidores. No caso de uma linha de produção como a da empresa analisada, Plasfort, onde consta um setor restritivo, cujo desempenho está abaixo dos demais do processo, à vista disto acaba por gerar prejuízos a confiabilidade dos procedimentos e etapas da produção do produto. A finalidade do estudo de caso é a diminuição das paradas não programadas e a melhora no quadro produtivo do setor restritivo. Os dados analisados foram todos gerados nesta investigação e aplicadas ferramentas da qualidade como Controle Estatístico do Processo (carta de controle), o CEP é uma ferramenta de monitoramento e controle que identifica as não conformidades do processo. Também foram utilizados fluxograma, gráfico de Pareto, folha de verificação, diagrama de Ishikawa, 5w1h, e os indicadores de performance de tempo médio de reparo (MTTR), e tempo médio entre falhas (MTBF). Com a aplicação deste estudo ocorreu o avanço produtivo de 5,69%, proveniente do monitoramento e registro de espessura, e posteriormente com aquisição da máquina, em comparação aos valores iniciais do estudo, um crescimento de 14,44% na impressão das bobinas, tendo uma Estimativa de 20,13% no desempenho do posto gargalo. Apesar destes resultados podemos concluir que, embora o desenvolvimento e a ascensão dos índices de produtividade de uma empresa sejam de extrema importância, nem sempre o ambiente é propício à execução de algumas atividades, assim, procedimentos como coleta de número de amostras e dados, que são essenciais para a confiabilidade do estudo, se tornam mais complexas com relação a sua execução.

Palavras chaves: Controle estatístico do processo. Capacidade produtiva. Paradas não programadas. Indústria de plásticos.

ABSTRACT

The capacity of an industry is essential to meet consumer demand within a time frame. In the case of a production line such as the one of the company analyzed, plasfort, where there is a Restrictive sector, whose performance is below the others of the process, in view of this, the reliability of the procedures and stages of the product's production Leads to damages. The purpose of the case study is to reduce unscheduled downtime and improve the productive frame of the Restrictive sector. The analyzed data were all generated in this investigation and scenario quality tools such as statistical process control(control chart), CEP is a monitoring and control tool that identifies nonconformities of the process, Flowchart, Pareto chart, check sheet, Ishikawa diagram, 5w1h and mean repair time(MTTR) and mean time between failures(MTBF) performance indicators were also used. With the application of this study there was a 5,69% production advance, from monitoring and record thickness, and later with the acquisition of the machine, compared to the initial values of the study, an increase of 14,44% in the printing of the coils, have an Estimated 20,13% In The performance of the Bottleneck. Despite these results we can conclude that, although the development and rise of the productivity of a company are extremely important, the environment is not always conducive to the execution of some activities, thus, procedures such as collection of samples and data, which essential for the reliability of the study, become more complex with respect to its execution.

Keywords: statistical process control. Productive capacity. Unscheduled stops. Plastics industry.

LISTA DE QUADROS

Quadro 01- Modelo de 5W1H	18
Quadro 02- Orientação para interpretação da capacidade do processo	25
Quadro 03- Variáveis e indicadores	31
Quadro 04- Plano de ação (5W1H)	41

LISTAS DE FIGURAS

Figura 01 – Folha de Verificação	14
Figura 02 – Gráfico de Pareto.....	15
Figura 03 – Diagrama de Ishikawa.....	16
Figura 04 – Passos a serem tomadas quando escolhe controle estatístico do processo	19
Figura 05 – Carta de controle básica.....	20
Figura 06 – Regras de aplicação do controle estatístico do processo	22
Figura 07 – Perspectiva de um processo estável e não estável ao longo do tempo	23
Figura 08 – Ilustração do MTTR e MTBF	24
Figura 09 – Fluxograma do processo	32
Figura 10 – Produção planejada em comparação a realizada	33
Figura 11 – Frequência de paradas não programadas no setor de impressão.....	34
Figura 12 – Produção diária média das máquinas do setor de extrusão	35
Figura 13 – Comparação da máquina três em relação as demais do setor	36
Figura 14 – Diagrama de Ishikawa das possíveis causas.....	37
Figura 15 – Carta de controle X(média) em milímetro	39
Figura 16 – Carta de controle para a amplitude da espessura	39
Figura 17 – Desempenho do processo de impressão	42
Figura 18 – Indicador atual da linha de produção.....	43
Figura 19 – Carta de controle da variação média da espessura	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 Conceito Qualidade	13
2.2 Folha de verificação	13
2.3 Gráfico de Pareto	13
2.4 Diagrama de causa e efeito	15
2.5 Fluxograma.....	16
2.6 Plano de ação (5W1H)	17
2.7 Controle estatístico do processo	13
2.7.1 Cartas de controle	19
2.7.2 Gráfico de variáveis	21
2.7.3 Gráficos de média e amplitude.....	21
2.7.4 Interpretação para carta de controle	22
2.7.5 Estabilidade do processo.....	23
2.7.6 Capacidade do processo	24
2.7.7 Limites de tolerâncias naturais de um processo contendo variações	24
2.8 Cálculo de capacidade potencial (Cp) e cálculo de capacidade efetiva (CpK)	24
2.9 Tempo médio entre falhas e tempo médio para reparo	25
3 METODOLOGIA	28
3.1 Tipo, abordagem, tratamento e método da pesquisa	28
3.2 Técnicas e procedimentos de coleta	28
3.3 Unidade, universo e amostras da pesquisa.....	30
3.4 Definições de variáveis e indicadores	30
3.5 Plano de registro e análise de dados	31
4 ANALISE DE RESULTADOS	32
4.1 Processo produtivo	32
4.1.2 Diagnostico da produtividade	33
4.1.3 Identificação de informações do processo	34
4.2 Controle do processo de fabricação dos volumes	38
4.3 Aplicação carta de controle X(média) e amplitude; capacidade potencial e efetiva	38
4.4 Proposta de plano de ação	40
4.4.1 Conclusões do plano de ação	41
4.5 Consideração do processo atual	42
4.5.1 Carta de controle X(média); Cp e CpK; MTTR e MTBF	43

5 CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS	48
APÊNDICE	50
Apêndice A - Folha de verificação em relação as medidas de espessura em milímetros coletados na extrusora 03, do setor das extrusoras.....	51
Apêndice B -Estrutura de formação das cartas de controle X (média) R (amplitude) e base para cálculos de capacidade potencial e efetiva.....	52
Apêndice C – Estrutura de formação das cartas de controle X (média) e base para cálculos de capacidade potencial e efetiva pós melhorias.....	53

1 INTRODUÇÃO

Com advento da revolução industrial cuja finalidade era a transição de operações manuais para procedimentos mecanizados com a utilização de máquinas de fiar, assim, substituindo o manejo artesanal.

Esse marco temporal fez com que a produção adequasse ao ritmo de grandes produções diárias, porém com pouca distinção entre o que estava sendo produzido, assim, sendo, favorável aos empresários da época por não custear com artigos diferenciados.

Ao decorrer do tempo técnicas de produção foram sendo implantadas e ajustando-se cada vez mais as exigências que iam surgindo oriundas do mercado consumidor, com isso muitas empresas, como, por exemplo a Ford, que para atender sua demanda teve que investir na padronização do processo de fabricação.

Para conquistar e permanecer com uma porção do mercado as empresas iniciaram projetos inovadores voltados para melhoria do produto e assim trazendo não só mais variedades como também mais segurança e confiabilidade ao produto, e diretamente fortalecendo a imagem da empresa.

Produzir de forma eficiente, monitorando o desempenho de suas atividades e o rendimento de suas máquinas foi o ponto de partida para o controle do processo de produção.

Com um mercado cada vez mais globalizado a necessidade de se desenvolver métodos e procedimentos com melhor desempenho e produtos com custos competitivos.

Em consequência, surgiu a necessidade de redução da probabilidade de paradas não programadas, ou seja, quebras, falhas e ajustes desnecessários. Para que as empresas se mantenham competitivas no mercado são de fundamental importância o gerenciamento constante dos processos.

Os polos industriais do Brasil foram sendo deslocado do eixo sudeste, já que empresas internacionais conseguiram o advento do incentivo fiscal, e isso contribuiu para que o Nordeste, comessem a acolher essas empresas. Essa movimentação que ocorreu ajudou o Nordeste a se desenvolver industrialmente.

Em possuir uma demanda consideravelmente alta chegando a atender vários estados do Norte e Nordeste, as empresas deve ser fiéis aos seus planejamentos, e consolidar seus controles de produção, para conseguir atender a todos os seus clientes.

Na empresa estudada apresenta produção abaixo do planejado por interrupções no

processo, em um dos seus postos de trabalho, agregando a isso, perdas no material oriundo de volumes com baixa qualidade no item de processo espessura. Diante do que foi exposto, questiona-se: **O que fazer para melhorar a produção e diminuir as paradas não programadas no posto restritivo?**

O objetivo geral designa-se avaliar a produtividade e as paradas no posto de trabalho restritivo da empresa de bolsas e sacolas plásticas, para tanto, foram avaliados o processo de fabricação das bobinas de filme, identificar a variação do item de processo espessura e propor ações de melhorias.

O motivo deste estudo de caso está atrelado a baixa eficiência produtiva e as paradas não programadas do posto de trabalho impressão que acarreta atraso na entrega do produto ao cliente final.

É uma oportunidade de melhoria nas operações da empresa, sempre haverá algum ponto com possibilidade de aprimorar ainda mais a condição existente. Foi exatamente essa premissa norteadora que impulsionou essa investigação, diante de uma empresa consolidada, com gestores voltados para metodologias de qualidade e melhorias contínuas, viabilizando um cenário propício para aplicação prática do conhecimento acadêmico e agregando um ganho no crescimento profissional.

A indústria analisada neste trabalho é do ramo plástico que surgiu na década de 90, as produções da empresa consistiam somente nas bobinas (volumes) e de forma bruta enviar para os clientes. Atualmente, também pode ser prestado esse serviço, mas a variedade de opção cresceu, podendo apresentar e entregar produtos com mais complexidade.

Desta forma, o presente estudo de caso desperta o interesse em elaborar e implementar uma metodologia para cooperar com os objetivos da empresa, possibilitando o avanço em melhorias dos indicadores operacionais e, conseqüentemente, diminuição de custos.

Os melhores resultados são compreendidos como ganhos de produtividade e diminuição de paradas não programadas. Em consequência é esperado o aumento da eficiência da linha em relação ao valor médio atual e outro ponto importante é a diminuição das perdas devido a fabricação defeituosa, sendo esta consideravelmente significativa para o custo e retrabalhos da empresa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Conceito Qualidade

Segundo Robert; Wayne (2006, p. 14), “[...] qualidade dos produtos será assegurada principalmente com a minimização da variabilidade das características importantes”.

Segundo Wayne (2006, p. 14), um acompanhamento eficiente do processo junto com o monitoramento da qualidade, é um diferencial competitivo para a empresa, por apresentar produtos com custo unitário baixo, também maior aceitação e satisfação.

As vertentes da qualidade para a indústria, onde a melhor forma de produção com baixo custo e cumprindo com as normas de segurança, são as premissas básicas de satisfação de ambas as partes (fabricante do produto / cliente final). O produto bolsa ou sacola plástica, ao ser apresentado ao mercado, deve possuir características compatíveis às exigências como desempenho, confiabilidade, durabilidade, estética, conformidade e assistência técnica, Segundo Wayne (2006, p. 17).

No início, pela busca da qualidade, existem elementos fundamentais para o produto ou serviço que são confiabilidade, durabilidade, operacionalidade, conformidade, estética e qualidade percebida, logo determinará se possui aceitabilidade e credibilidade, sendo um deles o próprio cliente e o outro são órgãos (regulador e fiscalizador). Então, caso não esteja conforme com esperado e desejado, o processo de adequação tem que ser feito o mais rápido, e para alguns colaboradores e gestores, há certa dificuldade de entendimento, e pensando nisso, Deming estabeleceu quatorze pontos (ideias básicas), segundo Paladini (2006, p. 12), para eliminar barreiras que impedem o aumento da qualidade e produtividade.

Os passos descritos são para nortear um gestor ou uma equipe multidisciplinar para os principais objetivos da qualidade de um produto ou serviço, assim, agregando importância para cada etapa do processo de produção.

2.2 Folha de Verificação

Segundo Hitoshi (1993, p.13), a necessidade da coleta de dados é importante, assim mensurar a real situação de um processo, a clareza e a confiabilidade desse

embasamento, é importante para que as demais etapas seguintes como, uma ação corretiva, tenham uma autenticidade.

Segundo Hitoshi (1993, p.13), para diminuir o fracasso nessa etapa de coletas, a folha de verificação é uma excelente ferramenta, suas principais finalidades são: facilitar a coleta de dados, organizar os dados simultaneamente à coleta, para que possam ser facilmente usadas.

Figura 01- Folha de verificação

Bobina:
Operador:
Data: / /
Setor:

Espessura(mm)	Amostras						Total
Observações	N1	N2	N3	N4	N5	N6	
1							
2							
3							
4							
5							
6							

Fonte: Petenate, Marcelo (2018).

Esse processo, para quem coleta, é o momento em que a garantia, a segurança e a precisão são de fundamental importância para que as próximas fases tenham um alto índice de confiança e com isso relatar a realidade do que está ocorrendo no processo.

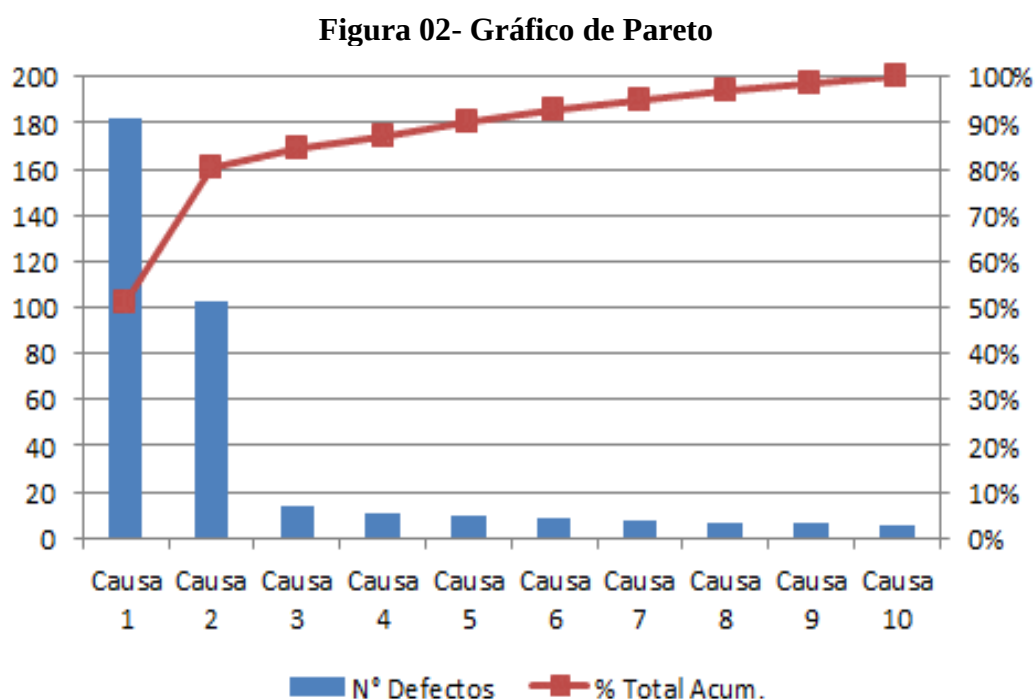
2.3 Gráfico de Pareto

A utilização dessa ferramenta Gráfico de Pareto permite indicar quais os parâmetros e interações têm influência significativa sobre cada variável resposta considerada. (MEDEIROS ,2009, p. 33).

Para Medeiros (2009, p. 33), através do diagrama tornasse visível a relação ação e benefício, ou seja, priorizar a ação que trará o melhor resultado. Ele consiste num gráfico de barras que ordena as frequências das ocorrências da maior para a menor e

permite a localização de problemas vitais e a eliminação de perdas. (Ver Figura 02)

Segundo Pozzuto *et al.* (2016, p. 36), a elaboração do gráfico segue esses passos: Selecionar os problemas a serem comparados e estabelecer uma ordem de prioridades para sua análise; selecionar um padrão de comparação; selecionar um período para ser analisado; reunir os dados necessários dentro de cada categoria; comparar a frequência ou custo de cada categoria com relação a todas as outras; listar as categorias da esquerda para a direita no eixo horizontal, em ordem decrescente; acima de cada classificação ou categoria deve-se desenhar um retângulo ou barra cuja altura corresponda ao valor dessa variável na classificação escolhida.



Fonte: Petenate, Marcelo (2018).

Segundo Pozzuto *et al.* (2016, p. 36), o processo final resulta em uma ilustração simples e que facilita a concentração de esforços para a análise de problemas.

2.4 Diagrama de Causa e Efeito

O Diagrama de Causa e Efeito foi criado por Kaoru Ishikawa, é conhecido por diagrama de espinha de peixe ou Ishikawa, no qual define-se uma ferramenta útil de análise de causas de não conformidade de um produto ou serviço. (GUERREIRO, 2012, p. 55).

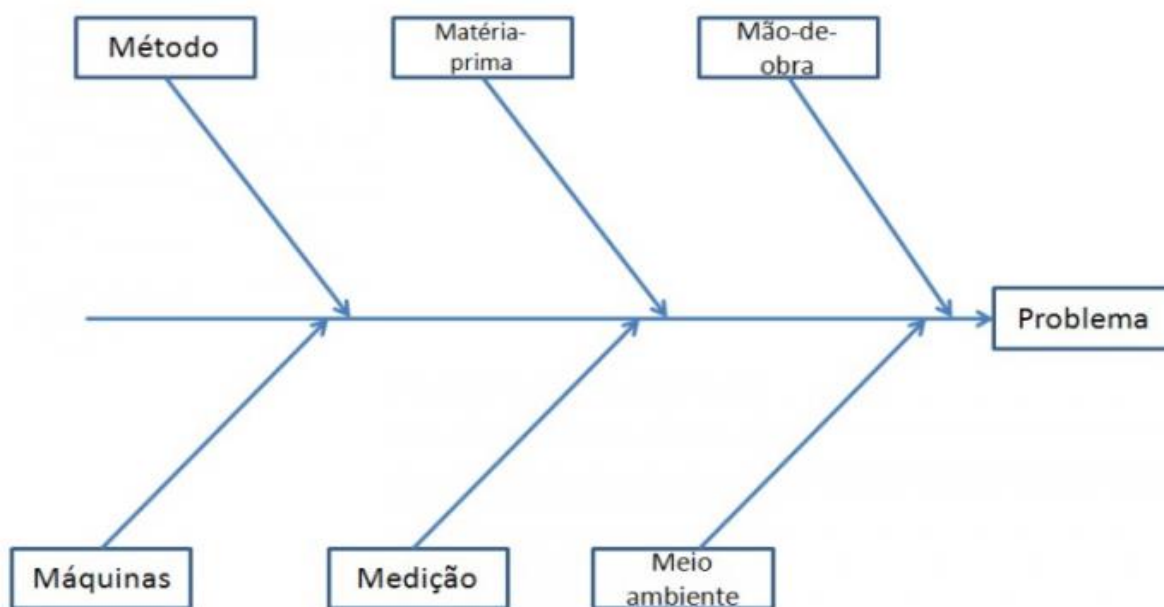
[...]. É uma representação gráfica de relacionamento entre um efeito (problema) e sua causa potencial. Esta é uma ferramenta extremamente útil em processos de planejamento, ajudando a estimular o raciocínio sobre determinado tema, favorecendo a organização de pensamentos de maneira racional e gerando discussões produtivas. (ARAÚJO, 2012, p. 158-159).

Conforme Barros (2014, p. 39), “[...] é usado para identificar a relação entre as causas e os efeitos de um processo, buscando-se as circunstâncias e analisando aquilo que se convencionou chamar de 6Ms”.

Percebe-se que ele relata as possíveis causas e efeitos em relação a um determinado problema, ou seja, ele estrutura seu problema em questão subdividindo em 6 aspectos (materiais, mão de obras, método, meio ambiente, medição e máquina), no qual pode-se ter um amplo entendimento sobre o problema. (BARROS, 2014, p. 39).

Conforme Barros (2014, p. 40), em relação a estrutura em questão, pode-se dizer que o diagrama se divide em quatro etapas, sendo elas: identificação do problema específico, diagnóstico das possíveis causas geradoras, descrição em relação aos objetivos (descrição das causas) e a seleção destes objetivos descritos (nem todo problema geral será composto pelos 6Ms) como ilustrado na figura 03.

Figura 03- Diagrama de Ishikawa



Fonte: Miranda, Edson (2018).

2.5 Fluxograma

Conforme Araújo (2012, p. 161), fluxograma consiste em representação dos

passos de um processo. É ferramenta útil quando se deseja determinar como um processo realmente funciona. Além disso, segundo Brito (2017, p. 18), “[...] fluxograma têm por finalidade colocar em evidência a origem, processamento e destino da informação. “Dentro desta circunstância, percebe-se que o fluxograma corresponde a um fluxo sequencial que representa um processo e/ou um trabalho, ou seja, mostra o desenho interno de um processo organizacional e suas ligações com os demais processos existentes.

Portanto, a utilização do fluxograma dentro das organizações atualmente pode trazer diversos benefícios, como: facilitar a visualização de cada etapa do processo, identificar as deficiências, facilitar a compreensão e seu funcionamento de toda a sistemática do processo e registrar o fluxo inteiro.

Para o desenvolvimento de um fluxograma é preciso seguir a sequência da operação em questão para facilitar a identificação e explicação de cada etapa do processo. A Figura 4 refere-se aos símbolos utilizados em um fluxograma global.

As simbologias têm o intuito de representar cada etapa do processo que a organização possui. Ao elaborar um fluxograma, é preciso obedecer a cada fase do processo, para facilitar o entendimento do processo descrito através da utilização desta ferramenta.

2.6 Plano de Ação (5W1H)

A ferramenta Plano de Ação 5W1H tem como base direcionar o gestor ou profissional responsável para o que fazer, como fazer, porque fazer, quem irá fazer, quando fazer e o local onde será feito, com isso agilizando e possibilitando para a empresa diretrizes solucionadoras para o problema ou situação desejada.

Conforme Guerreiro (2012, p. 50), descreve que o 5W1H é “uma ferramenta de análise cujo objetivo é direcionar a discussão a um único foco, evitando dispersão das ideias.”

[...] traduz a utilização de perguntas (elaboradas na língua inglesa) que se iniciam com as letras W e H [...]. As perguntas têm como objetivo gerar respostas que esclareçam o problema a ser resolvido ou que a organizem as ideias na resolução de problemas. (SELEME, 2012, P. 42)

Quadro 01- Modelo do 5W1H

5W					1H
What? "O que fazer"?	Why? "Porque"?	Where? "Onde"?	Who? "Quem"?	When? "Quando"?	How? "Como"?

Fonte: Ávila, Alexandre (2017).

É um apontamento de forma organizada que identifica as ações a serem tomadas e o gestor ou profissional competente que terá a responsabilidade de seguir as diretrizes descritas na ferramenta 5W1H.

2.7 Controle Estatístico do Processo (CEP)

Conforme Barros (2014, p. 40), esta ferramenta controle estatístico do processo tem base estatística e é uma forma de controle e acompanhamento mais eficiente para identificação de não conformidades e prevenção de processos, CEP envolve técnicas que analisam as alterações no processo produtivo.

O princípio de funcionamento do CEP em sua essência é trabalhar com dados do processo por mais que esta abordagem seja difícil para uma avaliação precisa, o CEP está restrito a áreas bem determinadas do processo produtivo. (PALADINI, 2006, p. 261).

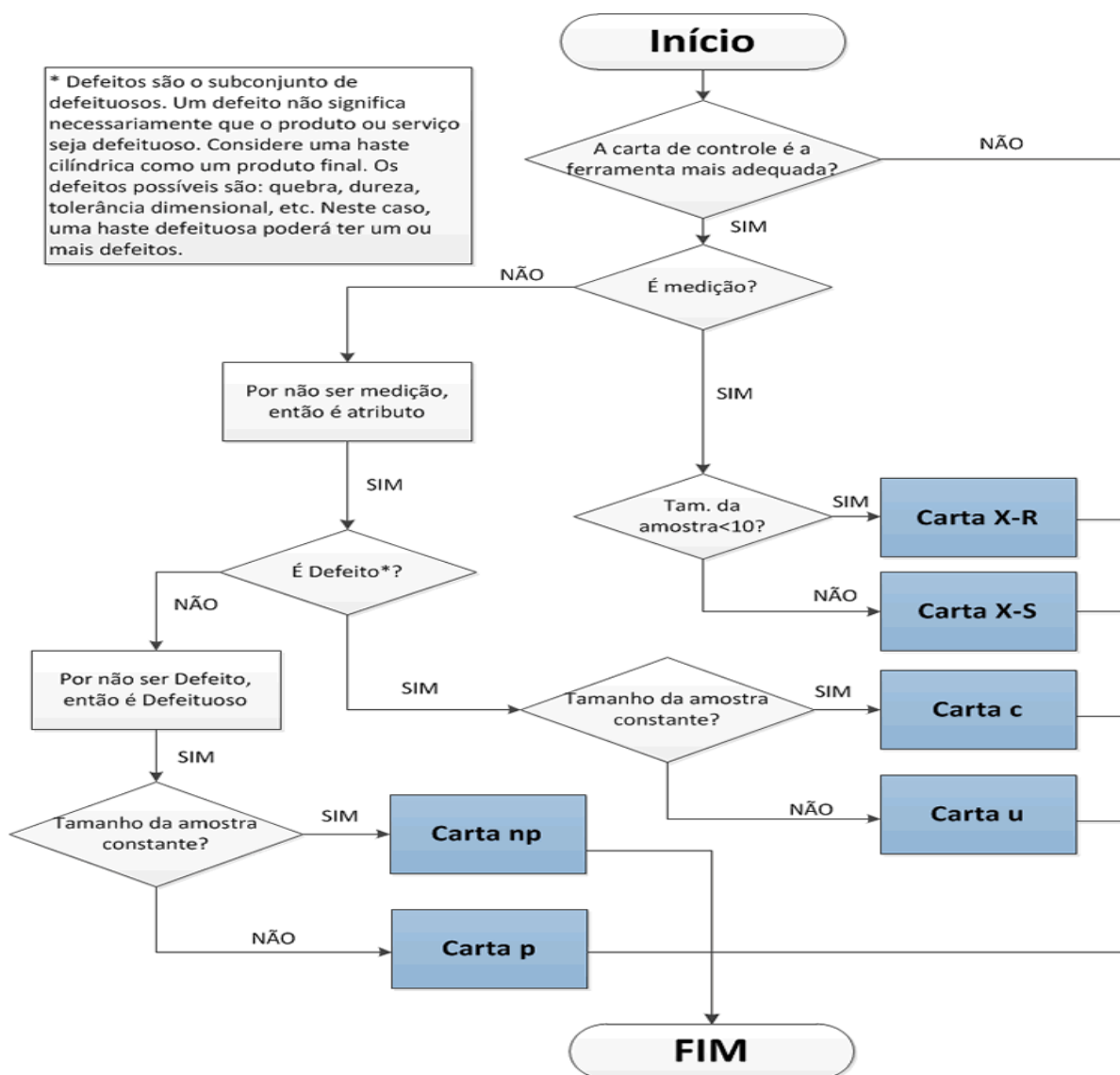
Para Wayne (2006, p. 275), “[...] o controle estatístico do processo é responsável por controlar a variação da produção indicando a necessidade de revisão quando ela se manifestar”.

Razão pela qual a aplicação de controle estatístico de processo é impulsionar os custos para baixo, é que o número e a porcentagem de peças defeituosas produzidas na fábrica vão diminuir com as melhorias na linha de produção. Portanto com menos refugo e menos retrabalho. (WAYNE, 2006, p. 263).

O CEP, segundo Dacal (2017, p. 18), consiste em coletar informações do

processo, verificar ou inspecionar e direcionar esses dados para a ferramenta de controle. Assim o processo terá as informações necessárias para avaliar de que forma será a ação e medidas a serem tomadas para que o processo volte para o limite de controle estipulado, sabendo que pode ocorrer uma causa comum ou, em casos mais elevados, causas especiais, como ilustrado na Figura 04.

Figura 04 - Passos a serem tomados quando se decide aplicar o CEP



Fonte: Bertulucci, Cristiano (2017, p. 25).

2.7.1 Cartas de controle

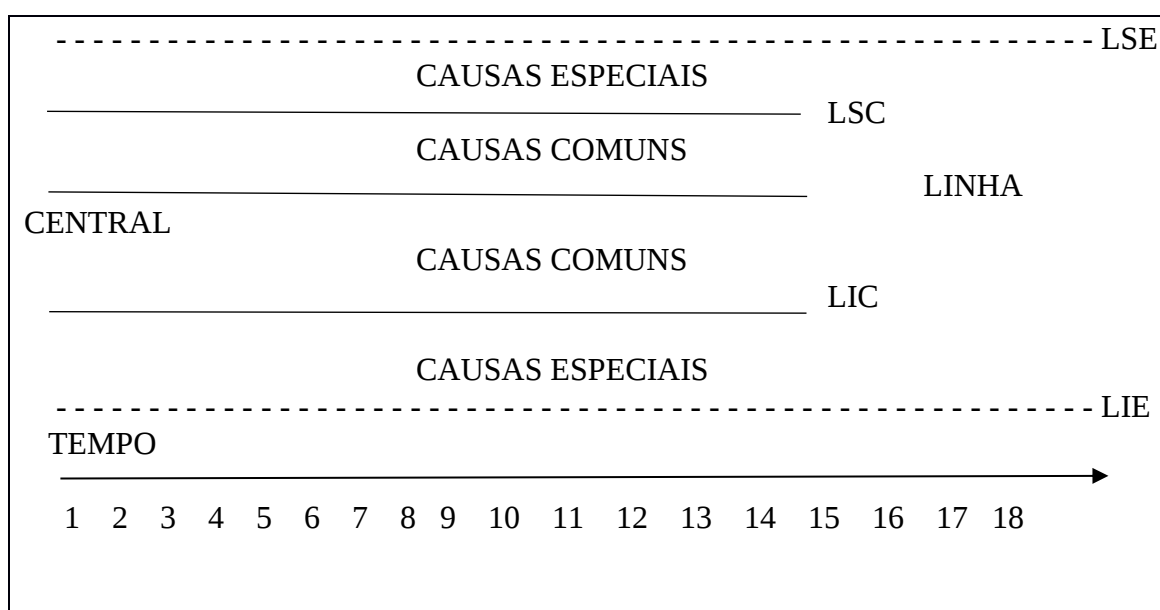
A carta de controle é a principal ferramenta quando envolve o CEP. Ela tem base estatística e são nada mais que gráficos onde ocorre a coleta de dados com base no estudo

cujas finalidades é avaliar o comportamento das variáveis que estão em observação a partir dos dados coletados. (PALADINI, 2006, p. 274).

Os gráficos de controle usados com base nas variáveis são a média aritmética, para avaliar a tendência central do processo, o gráfico de amplitude e do desvio padrão, ambos avaliam a dispersão dos dados obtidos em torno da média, (PALADINI, 2006, p. 276).

De acordo com Dacal (2017, p. 19), em um processo de fabricação sempre tem variação, podendo ser por causas comuns que são inerentes ao processo ou especiais que está afetando negativamente ele.

Figura 05 – Carta de controle básica



Fonte: Dacal, Bárbara (2009, p.20).

Segundo Dacal (2017, p 20), o que pode ser medido em relação a uma população caracterizasse como variável, enquanto os atributos diferem das variáveis, pois são todas as características de uma população que não podem ser medidas. No caso dos atributos, os indivíduos ou objetos são colocados em categorias ou tipos e contasse a frequência com que ocorrem.

Conforme Dacal (2017, p. 21), antes do desenvolvimento das cartas de controle é necessário definir quais características de interesse serão analisadas. Essas características podem ser de natureza qualitativa ou quantitativa e são diferenciadas em variáveis ou atributos.

De forma sucinta, logo definir que dados como tempo, peso, volume, comprimento, queda de pressão, concentração etc., são considerados contínuos e são chamados de dados de variáveis. E quando contasse números de itens defeituosos em uma

amostra ou números de defeitos associados com um tipo particular de item, os dados são denominados de atributos. As cartas de controle são divididas entre variáveis e atributos. (DACAL, 2017, p. 27).

2.7.2 Gráficos de variáveis

De acordo com DACAL (2017, p. 21), os gráficos de controle por variáveis podem ser:

- $\bar{X}$ e R (gráficos da média e da amplitude): costumam ser os mais utilizados e devem ser usados simultaneamente, pois se complementam. O gráfico $\bar{X}$ controla a variabilidade no nível médio do processo e suas mudanças. É importante analisar a dispersão do processo que gera variabilidade e isso pode ser detectado pelo gráfico R das amplitudes.

De acordo com DACAL (2017, p. 21), gráficos de Pré-Controle: São baseados nos limites de especificação do produto e limites naturais de variação do processo. Esse tipo de gráfico é utilizado quando se deseja detectar, de forma rápida, mudanças significativas no processo. Trata-se de um sistema rápido, econômico e que pode ser utilizado pelo próprio operador. Porém a sua aplicação exige que o processo atenda a alguns requisitos, tais como elevadas capacidades do processo.

2.7.3 Gráficos média e amplitude

Conforme Dacal (2017 p.23), para estimar a capacidade de um processo aplica o método do 6σ , onde calculam-se os limites naturais, considerando a extensão de seis desvios-padrão (6σ) em torno da média e, assim, o processo apresenta distribuição normal de probabilidades.

De acordo com Ribeiro e Caten (2012, p. 32), a equação para o cálculo do desvio-padrão é:

$$S = \sqrt{\sum (xi - \bar{x})^2 / (n - 1)} = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2 - nx^2 / (n - 1)} \quad \text{Equação (1)}$$

O limite de controle superior (LCS) e o limite de controle inferior (LCI) da média são calculados usando:

$$LCS = \bar{x} + A3\bar{S} \quad \text{Equação (2)}$$

$$LCI = \bar{x} - A3\bar{S} \quad \text{Equação (3)}$$

Onde A_3 é uma constante que depende do tamanho da amostra e é uma informação tabelada. Os limites de controle do desvio-padrão são calculados usando:

$$LCS = B_4 \bar{S} \quad \text{Equação (4)}$$

$$LCI = B_3 \bar{S} \quad \text{Equação (5)}$$

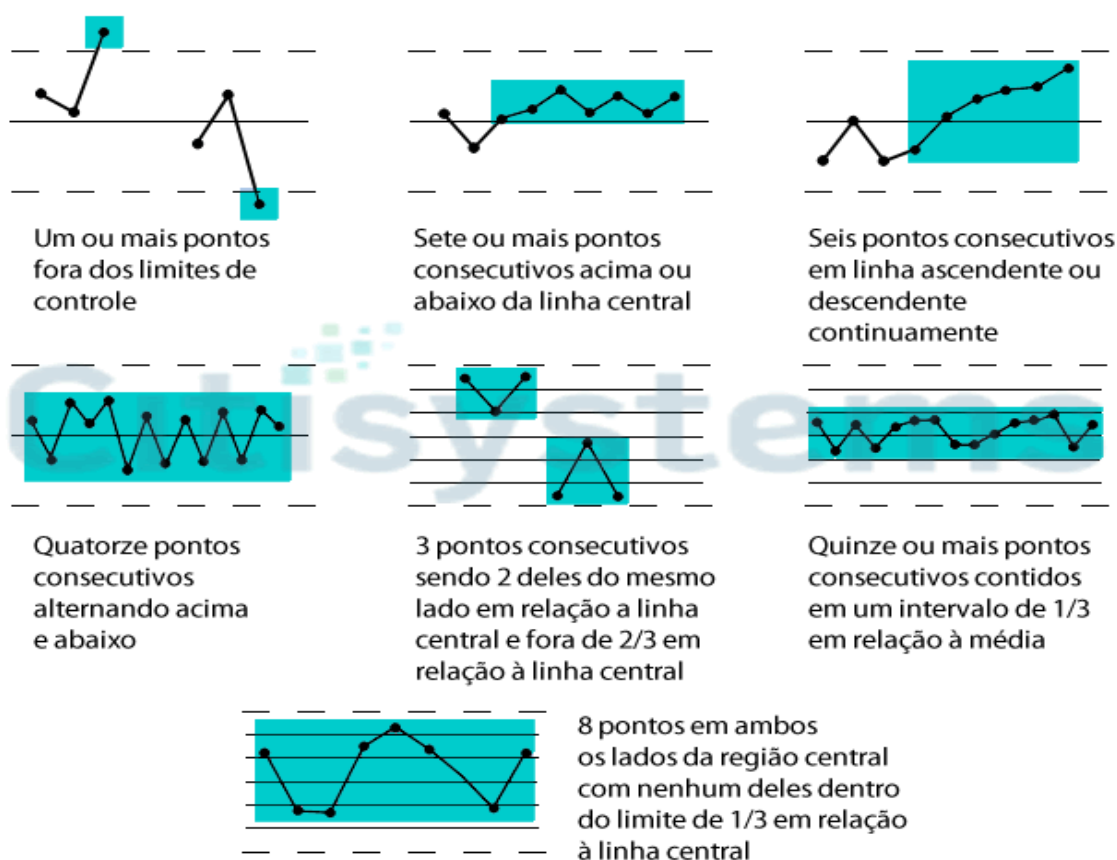
Onde B_4 e B_3 são constantes que dependem do tamanho da amostra, cujos valores são apresentados.

2.7.4 Interpretação para Carta de Controle

Segundo Cardoso *et al.* (2013 p.20), o ponto fora dos limites de controle ou qualquer outro padrão de não aleatoriedade for encontrado, é indício de causas especiais de variação que pode estar presente no processo.

Segundo Bertulucci (2017, p. 29), existem formas de saber se as informações coletadas estão estatisticamente estáveis, formas de determinar, como ilustrado na figura 06.

Figura 06- Regras aplicadas ao controle estatístico do processo



Fonte: Bertulucci, Cristiano (2017, p.30).

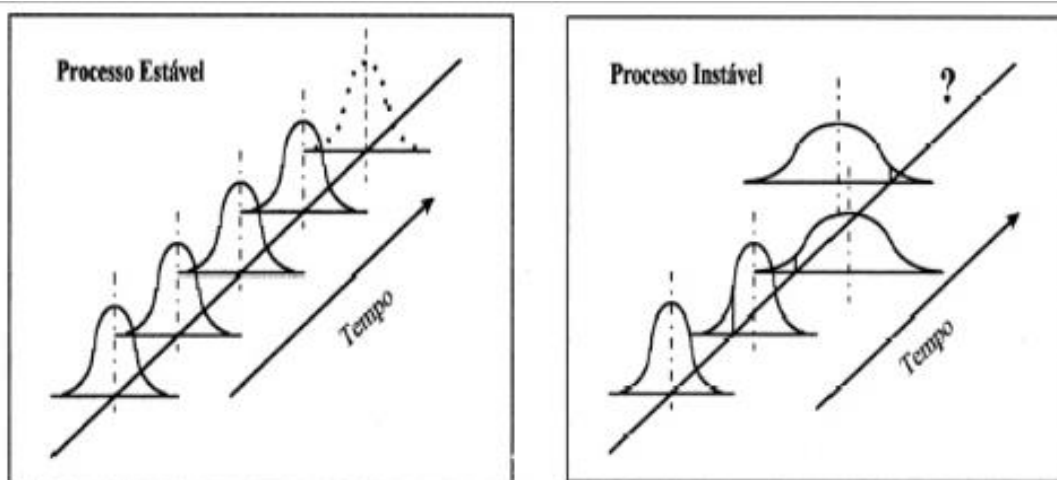
Dacal (2017, p. 26), a verificação do controle estatístico do processo pode ser feita de acordo com vários testes que detectam pontos fora de controle.

2.7.5 Estabilidade do processo

De acordo com Dacal (2017 p. 26), se um processo apresenta apenas causas comuns de variação, ele será estável ao longo do tempo, ou seja, está sob controle estatístico. Caso apresente causas especiais de variabilidade ele não será estável ao longo do tempo.

A estabilidade é um fator muito importante na análise de um processo. Se um processo é instável, consequentemente, é imprevisível e isso torna difícil a análise da sua capacidade de gerar produtos dentro do padrão esperado como ilustrado na Figura 07.

Figura 07 - Perspectiva de um processo estável e não estável ao longo do tempo



Fonte: Horvart *et al.* (2013, p. 12).

Para Dacal (2017 p. 27), com o aparecimento de causas normais é bem provável que a situação real do processo esteja boa, isso quer dizer que tanto a média como amplitude do produto fabricado estão em conformidade com o padrão exigido. Quando surgir pontos fora dos limites normais se enquadrar como uma situação especial.

Segundo Dacal (2017, p. 27), encontrar as causas especiais é fundamental para melhorar o processo de fabricação do produto, pois é esse fator que pode estar causando grande oscilação do desempenho do setor ou mesmo da linha produtiva.

2.7.6 Capacidade do processo

A capacidade do processo é conceituada como um estudo estatístico utilizado, para quantificar a variabilidade do processo, analisar a variabilidade em relação às exigências ou especificações do produto e ajudar no desenvolvimento e fabricação deste, e na eliminação ou redução da variabilidade. (SILVA, 2015, p. 06).

Dacal (2017, p. 28), afirma que “somente após a eliminação das causas especiais, é possível avaliar se um processo é capaz de atender às especificações de uma determinada característica de qualidade”.

2.7.7 Limites de tolerância naturais de um processo contendo variações

Segundo Toledo (2004, p. 28), o desvio padrão natural de um processo é a unidade de referência para a determinação do que pode ser chamada de tolerância natural de um processo ou os limites naturais de tolerância de um processo. O cálculo dessa tolerância consiste na determinação do desvio padrão natural a partir das amplitudes das amostras que vem sendo coletadas na produção.

$$\text{Desvio-padrão: } \sigma = \bar{R}/d_2 \quad \text{Equação (6)}$$

Onde, $\bar{R}$ é a média das amplitudes amostrais e d_2 é um fator de correção que depende exclusivamente do tamanho (n) das amostras, a variabilidade natural ou o limite natural de tolerância do processo será o equivalente a 6σ . (TOLEDO, 2004, p. 29).

2.8 Cálculo de Capacidade potencial (Cp) e efetiva (Cpk)

Segundo Silva (2015, p. 07), o Cp é um índice usado para avaliação de características do processo com seus limites, é uma medida da habilidade potencial do processo de produzir um produto que esteja dentro da tolerância do projeto ou exigências do cliente. Ele indica a capacidade potencial do processo, mas não verifica a centralização, considerando-se capaz um processo sempre que $Cp \geq 1$. Já o índice Cpk mede a capacidade real do processo.

$$Cp = Te / 6\sigma \quad \text{Equação (7)}$$

Onde, Te é definido como a tolerância de especificação dada pelo fabricante e σ

é a média dos desvios-padrão.

Silva (2015, p. 07), o C_p é um índice usado para avaliação de características do processo com seus limites, é uma medida da habilidade potencial do processo de produzir um produto que esteja dentro da tolerância do projeto ou exigências do cliente. Ele indica a capacidade potencial do processo, mas não verifica a centralização, considerando-se capaz um processo sempre que $C_p \geq 1$. O índice C_{pk} mede a capacidade real do processo.

Conforme Silva (2015, p. 08), quando os resultados de C_{pk} e C_p são iguais demonstra que o processo está centrado. Na indústria de bolsas e sacolas plásticas, o C_{pk} exigido para o processo ser considerado centralizado é $C_{pk} < 1,33$, como ilustrado no Quadro 02, para máquinas antigas.

Quadro 02 - Orientação para interpretação da capacidade do processo

Cp ou Cpk	Nível	Conceito/Interpretação
Maior que 1,33	A	CAPAZ – Confiável, os operadores do processo exercem completo controle sobre ele, pode-se utilizar o pré-controle.
Entre 1 e 1,33	B	RELATIVAMENTE CAPAZ – Relativamente confiável, os operadores do processo exercem controle sobre as operações, mas o controle da qualidade deve monitorar e fornecer informações para evitar a deterioração do processo.
Entre 0,75 e 0,99	C	INCAPAZ – Pouco confiável, requer controle contínuo das operações, pela fabricação e pelo controle da qualidade, visando evitar descontroles e perdas devido a refugos, retrabalhos, paralisações, etc.
Menor que 0,75	D	TOTALMENTE INCAPAZ – O processo não tem condições de atender às especificações ou padrões, por isso, é requerido o controle, revisão e seleção de 100% das peças, produtos ou resultados.

Fonte: Toledo; Alliprandini (2004 p. 30).

Ao constatar o nível do processo significa que a qualidade dos produtos e processos oriundos do setor não está ótima ou segue com qualidade.

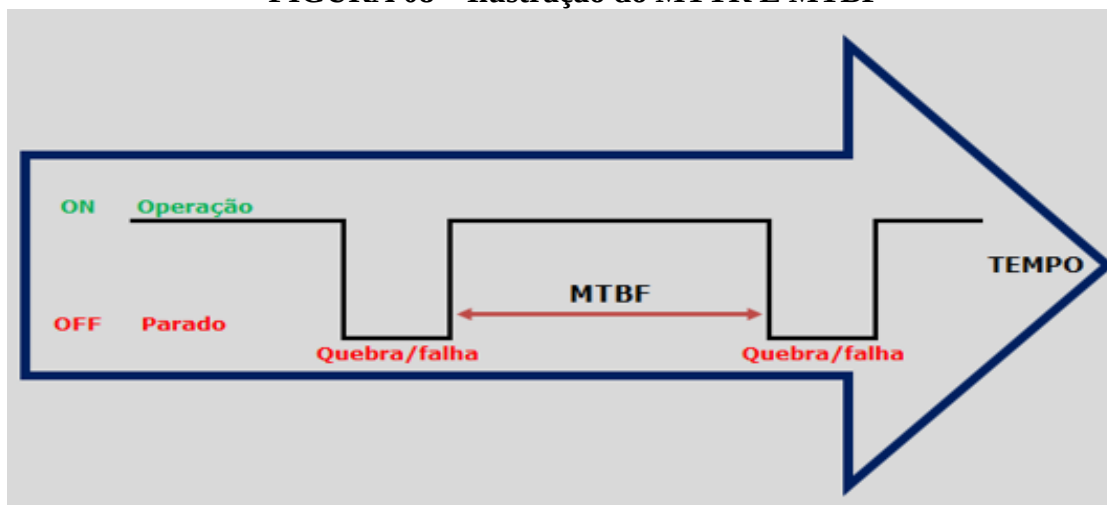
2.9 Tempo médio para reparo e Tempo médio entre falhas

Dois dos principais indicadores de performance de um sistema, estão diretamente ligados a manutenção preventiva, MTBF (tempo médio entre falhas) e MTTR (tempo médio para reparo) são dois indicadores relacionado à disponibilidade de uma aplicação.

Conforme Gomes (2015), apesar de sua relevância no desempenho de processos, muitos gestores subutilizam esses indicadores de desempenho (KPIs) em suas atividades de controle.

Para Gomes (2015), o MTBF é a métrica que se refere à média de tempo transcorrido entre uma irregularidade e o próximo lapso. Essas falhas de tempo podem ser prognosticadas por meio de uma fórmula. Já o indicador de MTTR refere-se ao prazo médio que demora a realizar uma correção depois da eventualidade, o erro. Ou seja, é o tempo gasto durante a intervenção em um determinado processo. (Ver figura 08).

FIGURA 08 – Ilustração do MTTR E MTBF



Fonte: CYRINO, LUIS (2017).

O MTBF quanto maior for os seus valores melhores são para produção, com isso, ocorre um tempo maior em que a máquina está operando, e mede a confiabilidade de um sistema que segundo Gomes (2015), é calculado pela fórmula:

$$MTBF = \frac{TD - TM}{P} \quad \text{Equação (8)}$$

O MTTR, quanto menor for o valor melhor, logo os valores estão relacionados ao tempo que permanece parado por reparo, em seguida, a máquina ou equipamento retorna as suas funções, então o MTTR mede a eficácia da ação de reparo, que segundo Gomes (2015), é calculado aplicando a média de tempo que demora para desempenhar uma reparação após o episódio da falha. Veja a fórmula:

$$MTTR = \frac{TM}{P} \quad \text{Equação (9)}$$

Deve aplicar o tempo total do desempenho natural durante um ciclo preestabelecido sob o número de erros ocorridos durante esse tempo.

Para calcular MTTR e MTBF é necessária somente três métricas básicas, são

elas:

- TD= Tempo total de disponibilidade que a máquina ou o equipamento deveria estar funcionando caso não houvesse nenhuma parada ou intervenção.
- TM= Tempo total de manutenção que é período que a máquina ou equipamento ficou parado devido a uma manutenção.
- P= Números de paradas é quantidade de vezes em que o equipamento passou parado.

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo, abordagem, tratamento e método de pesquisa.

Todo processo deste trabalho foi realizado na indústria Plasfort, a pesquisa quanto à sua natureza considera-se como aplicada, pois está relacionada a geração de conhecimento sobre a problemática levantada e com de medida de ação, assim, em toda a extensão do trabalho foi feito um acompanhamento antes, durante e depois, da aplicação da carta de controle.

Com base nos objetivos apresentados, este estudo classifica-se como exploratório, por ter sido uma pesquisa realizada em campo, em meio a produção das bolsas e sacolas plásticas, e coletando dados sobre o processo de fabricação das bobinas plásticas e é descritiva, no qual o objetivo é estabelecer as causas ligadas a variação do item espessura.

Dessa forma, em relação à classificação da pesquisa realizada foram empregadas a pesquisa documental, no qual trata-se de uma investigação de fontes da própria organização. Na pesquisa de campo, foi aplicada folha de verificação para levantar e registrar dados do processo de produção das bobinas plásticas em relação a oscilação da espessura, além de quantificar as paradas para ajuste na medida do setor de impressão.

A forma de abordagem da pesquisa tem caráter qualitativo e quantitativo, ou seja, constitui-se da união de ambas as abordagens. Considerando a abordagem quantitativa, a própria é evidenciada devido a utilização de formas estatísticas e matemáticas para o processo de dados na utilização da ferramenta carta de controle, a abordagem qualitativa em virtude da identificação, investigação, percepção e intuição durante a pesquisa.

O método utilizado é o dedutivo, devido a ocorrência de uma análise das informações, utilizando de raciocínio lógico e dedução para obter ideias de procedimentos de pesquisa assim partindo de uma visão ampla para específica da real situação do processo.

3.2 Técnica e Procedimentos de coletas de dados

A técnica de observação direta foi escolhida devida a dinâmica da indústria, pois possui uma demanda alta no qual induz ela a usar sua capacidade instalada, com produção em grandes quantidades e jornada *full time*, sendo a melhor forma vista pelo pesquisador de coletar dados sem atrapalhar os procedimentos dos operadores e das máquinas.

O procedimento do referente estudo teve início decorrente de observação diária

das capacidades produtivas dos setores de extrusão, impressão e corte solda. No qual gerou um questionamento sobre o posto restritivo acerca do desempenho em comparação aos demais setores, o posto de trabalho da impressão encontrava-se abaixo do planejamento diário feito pela equipe de PCP (planejamento e controle de produção).

Diante desta situação o primeiro passo foi ir até o setor e dialogar com o supervisor, com isso, levantar informações necessárias para um entendimento básico e inicial do problema, assim, alçar informações sobre quais os fatores que influenciam diariamente na produção, sendo elas, manutenção corretiva, ausência de material, oscilação da espessura das bobinas, erros na pigmentação e falha no *checklist*.

Assim dando início a uma questão investigativa, quais das situações anteriormente citadas, ocasionam maior frequência de paradas não programadas no setor. Na busca de uma coleta de dados mais precisa, foi usada a folha de verificação, na qual constava a frequência de paradas da máquina, os dados desta ferramenta alimentaram o gráfico de Pareto, o qual dimensionou o foco da pesquisa e direcionou os esforços das análises, este processo de investigação foi executado com jornada de cinco horas diárias durante duas semanas.

De acordo com o gráfico de Pareto a situação mais pontual estava no ajuste de medidas, tornando possível a constatação de que as paradas não programadas do setor de impressão eram para ajuste nos cilindros, em virtude da espessura da bobina, dificultando o procedimento de estampagem das sacolas e bolsas plásticas durante a passagem nos cilindros.

Para relevância e controle foram utilizadas as ferramentas de tempo médio de reparo (MTTR), e tempo médio entre falhas (MTBF), para abranger quanto tempo médio a máquina passou produzindo e o tempo médio para retorno à produção, neste caso quanto menor o (MTTF) e maior o (MTBF) melhor, mesmo sendo um indicador de manutenção.

Levando em consideração que a variável espessura estava diretamente ligada as paradas do posto restritivo e como o mesmo recebe bobinas do setor das extrusoras, mais especificamente a máquina três, por ser a única que alimenta a impressora gargalo, para identificar as causas que ocasionavam a distorção de espessura das bobinas plásticas foi utilizado o diagrama de causa e efeito no setor das extrusoras.

Para coletar a espessura foi feito, pelo próprio pesquisador, outra folha de verificação só que esta era para registro de espessura, consta no apêndice A, para confiabilidade e realidade dos dados foi registrado cento e vinte amostras durante dez dias e com jornada de cinco horas dia, com isso, o intuito é retratar as oscilações medias de

espessura.

Com os dados registrados na ferramenta folha de verificação foi alimentada a carta de controle de média e amplitude ambas utilizam base estatística do seis sigma para traçar os limites de tolerâncias superiores e inferiores da variação de espessura ao longo dos dez dias de coleta.

Neste caso para controle e monitoramento de processo o mais indicado é que os dados estejam mais próximos da linha central da carta de controle de média que no caso das observações de espessura é de 2 milímetros. Para a carta de controle de amplitude a própria empresa estabeleceu que a variação de amplitude adequada é de 0,2 milímetros para mais ou para menos nas bobinas plásticas, assim, abrangendo uma oscilação de 1,80 milímetros como limite inferior de controle (LIC) e 2,2 milímetros para o limite superior de controle (LSC).

3.3 Unidade, universo e amostras da pesquisa

A unidade de pesquisa para composição do estudo foi na indústria de embalagens e sacolas plásticas situada no Inácio Barbosa, Aracaju (SE).

O universo no qual foi realizado o estudo em questão possui um total de 8 pessoas composto por um supervisor da área e os demais são os colaboradores. Já em relação a amostragem da pesquisa está relacionado as frequências de paradas não programadas da máquina de impressão e coleta com análise do item de processo espessura das bobinas fabricadas na máquina três do setor das extrusoras.

3.4 Definição das Variáveis e Indicadores da Pesquisa

A definição das variáveis e os indicadores ambos são ligados aos objetivos específicos da pesquisa, assim, norteados o estudo de caso para alcançar o objetivo geral de diminuir as paradas de ajuste de medida e de forma direta influência no desempenho produtivo do setor.

Portanto, definido pelos objetivos específicos abordados no trabalho, segue as variáveis e indicadores aprestados no quadro abaixo.

Quadro 03 - Variáveis e indicadores da pesquisa

Variável	Indicador
Paradas não programadas	Gráfico de Pareto; MTBF e MTTR
As causas da variação no item do Processo	Diagrama de Ishikawa
Acompanhamento do processo	Carta de controle e Folha de verificação
Plano de Ação	5W1H

Fonte: Próprio Autor (2019)

3.5 Plano de Registro e Análise dos Dados

Os dados quantitativos da carta de controle, refere-se ao diagnóstico efetuado dentro do processo de produção. Esses dados foram tabulados na planilha no Microsoft Excel, para análise posterior.

Com o auxílio da ferramenta Word, o diagrama de causa e efeito e o plano de ação foram criados a partir de tabelas e figuras.

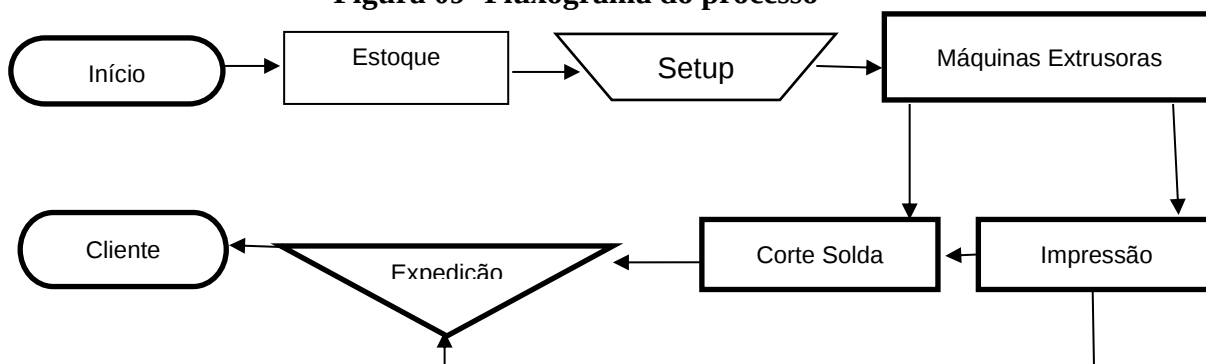
4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Nesta seção, os dados que foram coletados, na empresa Plasfort, nos setores de impressão e extrusão, foram feitos de manual, com auxílio da ferramenta folha de verificação quando em campo.

4.1 Processo Produtivo

A sequência processo de fabricação das bobinas plásticas, impressão e corte solda está ilustrado através do fluxograma abaixo, transmitindo informações amplas dos procedimentos.

Figura 09- Fluxograma do processo



Fonte: Próprio Autor, (2019).

A produção das sacolas tem seu início, com o recebimento dos critérios do cliente. Assim a produção é realizada a partir destes pedidos, feitos semanalmente e coletados pela gerência de produção. Alicerçado a isso, são emitidas as ordens de serviço, para que seja realizado o planejamento da produção. Posteriormente é feita, pelo colaborador, uma vistoria do estoque, visando confirmar os dados do sistema.

Outra etapa é o *setup* das extrusoras. O procedimento requer um trabalho manual, não envolve somente a pigmentação, mas também à operação de levantar o balão, cujo material plastificado é forçado a passar por uma matriz com dimensões pré-estabelecidas para a composição em pré-forma, a qual é inflada com ar comprimido até atingir o diâmetro que corresponde a largura estabelecida para a bobina de filme a ser produzido. Esse processo leva em torno de 45 minutos.

Depois dos volumes serem extrusados, eles vão para a impressão ou corte solda. Antes de iniciar a impressão ocorre um *setup*, que serve para ajuste da chata flexível de foto polímero, cilindro compressor, das bobinas filmes e as pigmentações que serão usadas. Neste setor é feita a impressão rotativa, de relevo e tinta de secagem rápida, tendo

como seu funcionamento básico um carimbo.

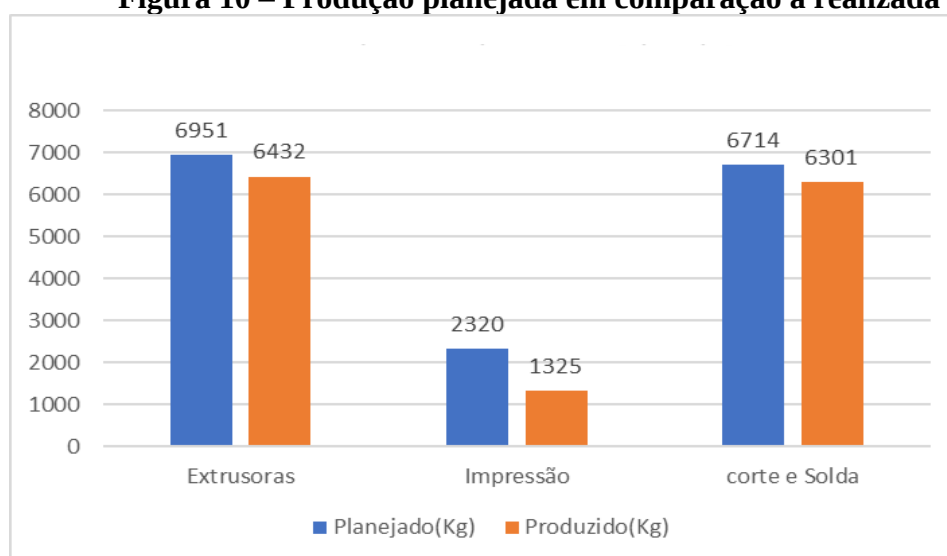
4.1.2 Diagnóstico da produtividade

Todos os processos da empresa possuem indicadores de desempenho, que foram fundamentais para nortear o estudo. Porém somente eles não concretizavam o ideal da baixa produtividade do posto restritivo, logo os indicadores só sinalizaram que algo não estava dentro dos parâmetros desejados.

A eficiência produtiva na impressão das bobinas plásticas é indispensável para a empresa, pois a entrega no prazo dos pedidos solicitados pelo cliente depende do ritmo de produção deste setor. Vale ressaltar que base do estudo é também a máquina três da extrusão, já que as bobinas que passam pelo posto gargalo são oriundas dela, então a visão é sistemática para entender que a baixa produtividade do setor pode estar também relacionada com o setor anterior.

A produção média diária dos setores de extrusão, impressão e corte solda da indústria. Abaixo está apresentado o desempenho e ilustrada de forma abrangente a deficiência relatada no parágrafo anterior.

Figura 10 – Produção planejada em comparação a realizada



Fonte: próprio autor (2019)

A Figura 10 estabelece um comparativo entre a produção média planejada e o real médio produzido, assim, mostra o desempenho produtivo médio diário, esclarece de forma ampla que o posto de trabalho impressão apresenta uma produção longínqua em comparação às atividades de extrusoras e corte e solda, sendo para a equipe de

planejamento a atividade mais cautelosa. Este desempenho causa instabilidade e desconfiança ao processo.

Com o acompanhamento diário pode se observar a diferença nas eficiências de cada posto da indústria como é o caso do setor de extrusão com 92,53%, impressão com 57,11% e corte solda com 93,84%, assim dando início ao estudo, pois foi com esta informação que o autor dirigiu-se até o local para levantar mais informações do processo.

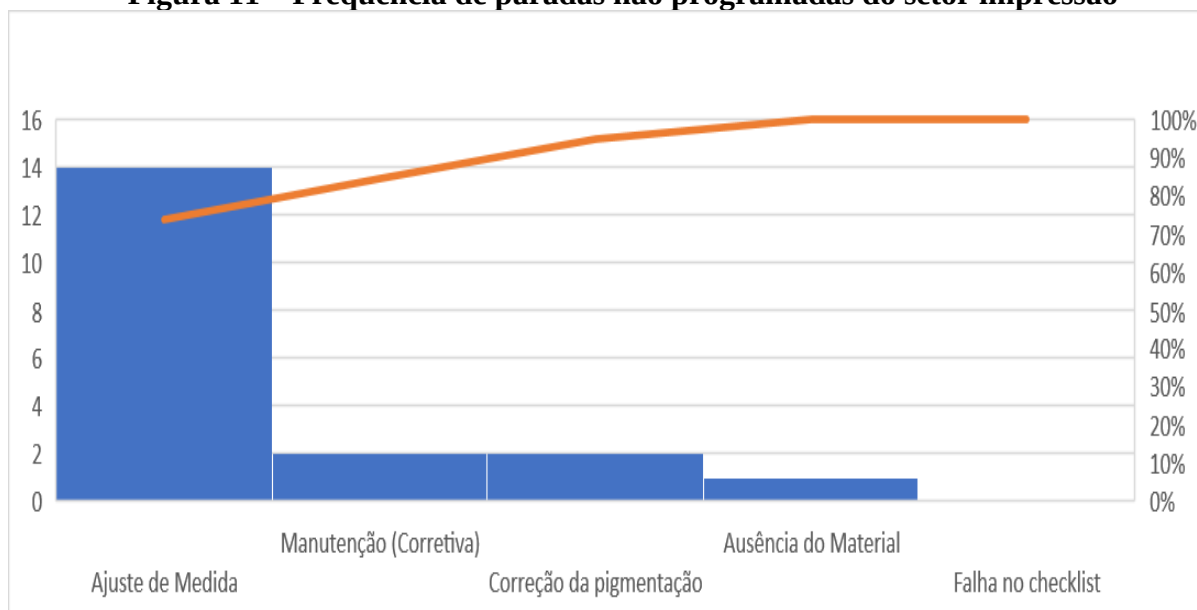
Com a produção diária de 57,11% do setor impressão os pedidos dos clientes atrasavam causando frustração da entrega do produto ao cliente e de forma direta influenciando na qualidade dos serviços prestados.

Com base no cenário atual da empresa é importante que algo seja feito para melhorar a produtividade, neste posto, ter diagnóstico da situação é importante. Portanto, inicialmente, foi utilizado o gráfico de Pareto para dimensionar as ações que podem trazer umas melhorias significativas, sinalizando entre os motivos o qual relaciona-se com a produção inferior ao planejado.

4.1.3 Identificação de informações do processo

O gráfico de Pareto e os dados coletados do posto restritivo, em relação aos possíveis causadores deste indicativo preocupante, para direcionar os esforços do estudo, como visto na Figura 11.

Figura 11 – Frequência de paradas não programadas do setor impressão



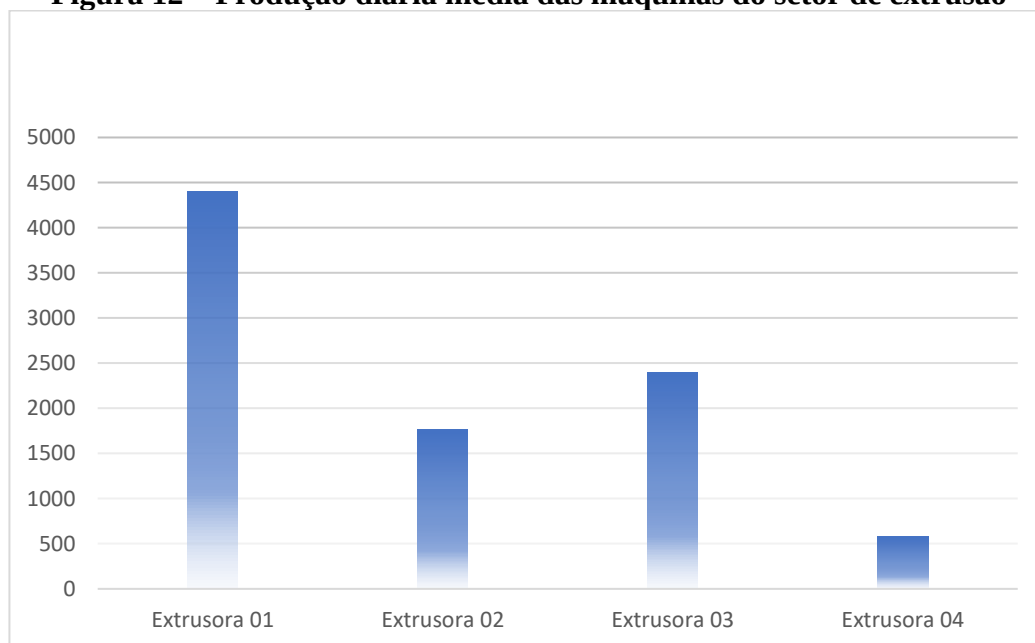
Fonte: Próprio autor (2019).

O gráfico de Pareto ilustra que as paradas não programadas estão relacionadas, em sua maior parte, ao ajuste de medidas. Com isso, o processo tem que se adaptar constantemente durante a jornada de trabalho, para que a chapa polimérica, o cilindro e bobina de filme estejam o mais ajustado para que a impressão seja feita. Essa situação influencia no desempenho do setor e no rendimento do material, e tendo esta informação durante o período de estudo foi que norteou o presente estudo, em relação a direção do estudo e como coletar os dados e onde procurar mais dados.

O ajuste de medida é feito com base nas bobinas filmes do setor anterior, já com a medida de espessura, com variação de amplitude acentuada. Este fato ocasiona para os trabalhos do posto gargalo uma preocupação ainda maior, pois ficam regulando a máquina a favor da espessura, para poder atender as necessidades da produção.

Como relatado, o que também influencia o desempenho do setor de impressão são as bobinas filmes procedentes do setor das extrusoras, mais especificamente, a máquina 03 desse setor, onde apresenta uma produção satisfatória na quantidade, porém, sem muito acompanhamento, acarretando volumes extrusados com desvio em seus itens. A Figura 12 apresenta a produção diária média das máquinas que constituem o setor das extrusoras.

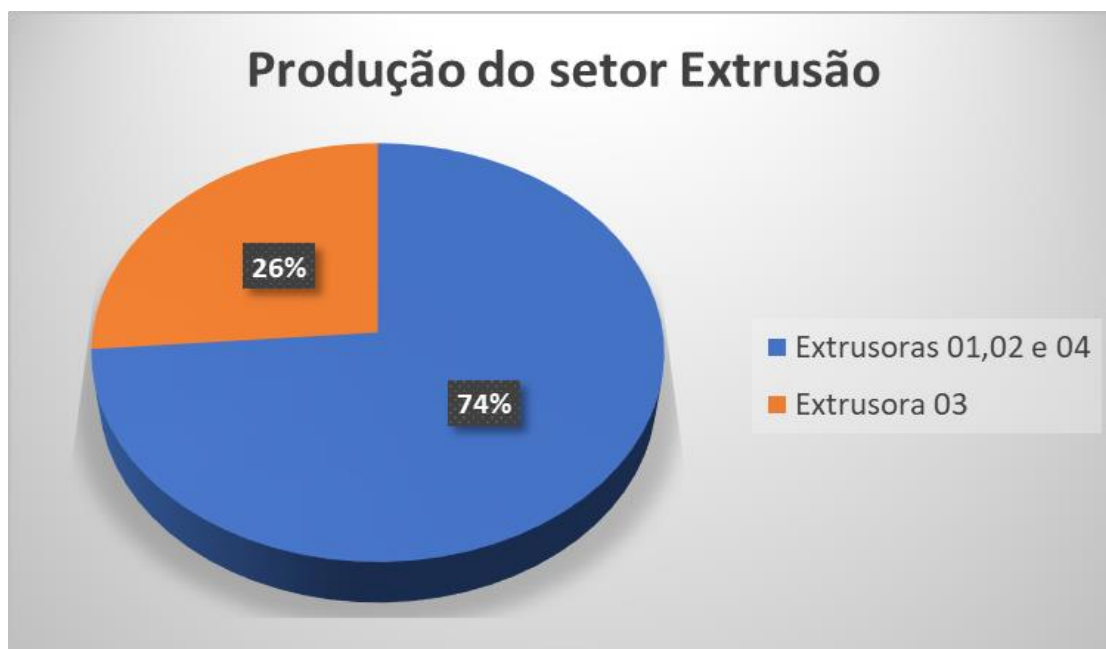
Figura 12 – Produção diária média das máquinas do setor de extrusão



Fonte: próprio autor, (2019).

A máquina três apresenta 26% da produção diária entre as máquinas do setor de extrusão.

Figura 13 – Comparação da máquina três em relação as demais do setor



Fonte: Próprio Autor, (2019).

Observa-se nas Figuras 12 e 13, a produção da máquina três é a segunda maior do setor das extrusoras, e são os volumes produzidos por ela que alimentam a máquina de impressão com baixa eficiência produtiva, pois a máquina 01 toda sua produção vai direto para o corte solda, a produção da máquina 02 mesmo recebendo tratamento suas bobinas filmes vão para terceiros, assim, não precisando passar pela impressora.

Os dois itens do processo que podem ser inspecionados são espessura (em milímetro), que é a base desse estudo, e largura (em milímetro) que não apresenta relação com os problemas identificados, isso em relação à distorção da amplitude. Os itens do processo atendem as exigências do cliente.

O diagrama de Ishikawa, através do conceito de pontos críticos para entender as causas de um problema, foi utilizado para gerar informações dos motivos pelos quais influenciam no processo de fabricação das bobinas e a uma variação do item de espessura.

O levantamento dessas informações foi embasado nas observações e interações da equipe de produção. As principais informações coletadas durante este período estão apresentadas na Figura 14.

Figura 14 - Diagrama de Ishikawa de possíveis causas



Fonte: Próprio Autor, (2019).

Pela ausência do equipamento de regulagem dos itens do processo, agregando a desmotivação dos funcionários junto as altas temperaturas, e um acompanhamento do processo deficiente conduzem a variação de espessura das bobinas fabricadas.

A falha de comunicação no processo gera erros que atrapalham o bom andamento da produção, dificultado o trabalho em equipe, logo um colaborador não auxilia o outro, e por isso os erros de monitoramento do processo se acumulam, influenciando na qualidade das bobinas.

O tempo médio entre falhas (MTBF) do processo de impressão de bobinas é importante para dimensionar o tempo de produção da máquina antes de sofrer outra parada não programada, logo, é importante entender o comportamento da máquina na jornada de trabalho e a desempenho do processo, essa informação pode ser ilustrada através de da fórmula abaixo.

$$MTBF = \frac{3000MIN - 153,10MIN}{14PARADAS} =$$

$$MTBF = 203,35 MIN OU 3,39 HORAS$$

O tempo de produção das máquinas antes de ter uma parada não programada, sabendo que essa informação é uma média dentro dos dias estudados, é de 203, 35 minutos ou 3,38 horas para que se repita outra interrupção na produção para ajuste de medida.

O tempo médio entre reparos (MTTR) no processo é fundamental, pois a intenção

no caso de uma parada é colocar a máquina para voltar a funcionar o mais rápido possível, logo, entendendo o comportamento da máquina na jornada de trabalho é importante para a performance do processo, essa informação pode ser ilustrada através da conta abaixo.

$$MTTF = \frac{153,10 \text{ MIN}}{14 \text{ PARADAS}} = 10,94 \text{ MIN, aproximadamente, 11 MIN.}$$

Esse valor de 11 minutos dimensiona que a cada parada não programada do processo para ajuste de medida a máquina somente retorna suas atividades após 11 minutos.

4.2 Controle do Processo de Fabricação dos Volumes

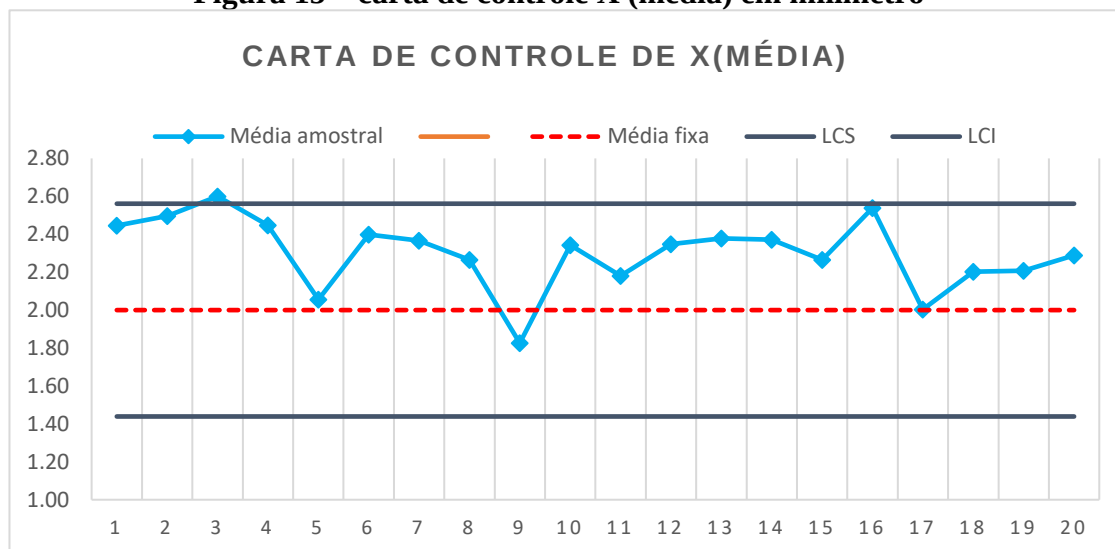
Para que o controle fosse preciso e confiável foi utilizado à folha de verificação para espessura que foi aplicada na máquina três, no horário diurno. A coleta teve duração de cinco horas, durante cinco dias para coletar a quantidade necessária de no mínimo 120 amostras, que consta no Apêndice A. O intuito é organizar e analisar, de forma mais segura, as informações coletadas em relação à variação que a espessura dos volumes produzidos apresenta.

Com base na folha de verificação, as informações foram alimentadas na carta de controle para média e amplitude, essa ferramenta que apresentam na coluna vertical espessura e na horizontal os subgrupos de amostragens. O objetivo da carta é apresentar o comportamento da espessura em relação ao tempo do processo de fabricação.

4.3 Aplicação da Carta de Controle X (média), R (amplitude) e a Capacidade Cp e CpK

Todo processo possui variações e elas podem ser comuns ou especiais. As causas comuns são aquelas que advêm de variações naturais que existem em máquinas, materiais e pessoas. Já as causas especiais, ou causas associadas, advêm de desgastes excessivos de ferramentas, novos operadores, mudanças de materiais, novo alimentador, entre outros. Ainda, uma das finalidades dos gráficos de controle é localizar e, se possível, eliminar as causas especiais de variação. Assim é ilustrado na Figura 15, o comportamento médio de espessura ao longo do tempo.

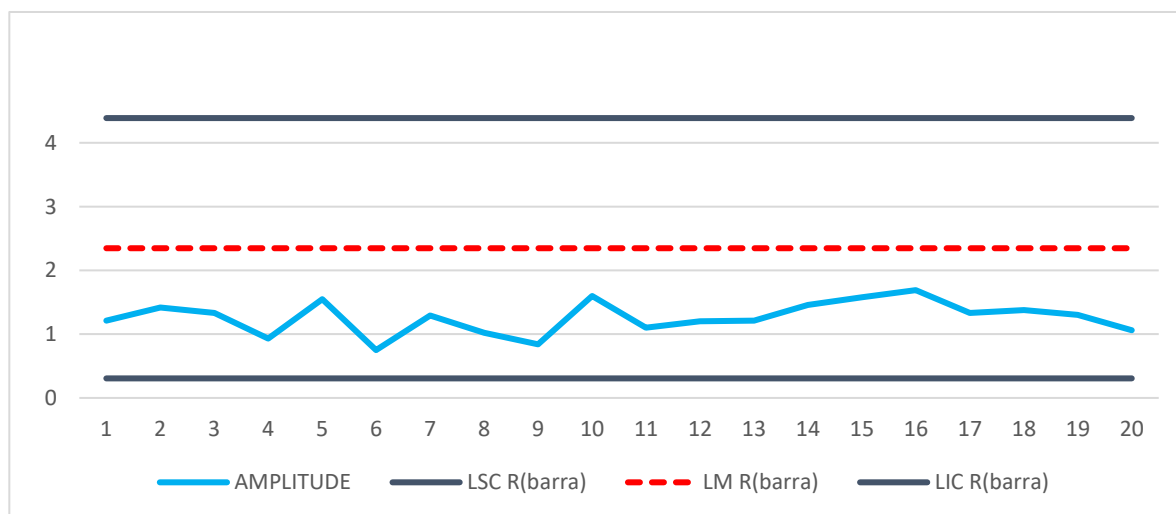
Figura 15 – carta de controle X (média) em milímetro



Fonte: Próprio autor, (2019).

O acompanhamento dos dados de amplitude coletados é de adequação e ajuste conforme as necessidades, a figura 16 apresenta os picos de amplitude da espessura média.

Figura 16 – Carta de controle para amplitude da espessura



Fonte: Próprio autor, (2019).

Na Figura 16 está ilustrado que essa variação da espessura está acarretando uma maior entrada de matéria prima no processo de fabricação, significando que está usando mais matéria prima do que o necessário. Em relação à figura 18, foi verificado que a variação na amplitude de espessura é acentuada, sendo de 1,26 milímetro, como visto no Apêndice B, com isso, essa amplitude reflete no posto restritivo, influenciando nas paradas não programadas para ajuste na medida dos volumes, que neste estudo é a

espessura.

Em relação à capacidade potencial (C_p) e capacidade efetiva (C_{pk}), ambas têm como base analisar se processo é capaz ou incapaz. Logo, respectivamente, a capacidade potencial e efetiva traz uma confiabilidade para processo.

Calculando o C_p :

$$C_p = \frac{LSC - LIC}{6 * desvio\ padrão} = \text{Equação (10)}$$

$$C_p = \frac{2,50 - 1,5}{6 * 0,17} = 0,96$$

Calculando o C_{pk} :

$$C_{pK} = \frac{\min(LSC - X)}{3 * desvio\ padrão}$$

$$C_{pK} = \frac{\min(X - LIC)}{3 * desvio\ padrão}$$

$$C_{pK} = \min \frac{2,50 - 2,35}{3 * 0,17} = 0,87$$

$$C_{pK} = \min \frac{2,35 - 1,50}{3 * 0,17} = 1,63$$

Logo esses dados configuram-se entre 0,75 e 0,99, classificado como nível C, e assim tendo como interpretação que é incapaz, pouco confiável, requer controle contínuo das operações, pela fabricação e pelo controle da qualidade, visando evitar descontroles, perdas devido ao refugo, retrabalhos, paralizações. (TOLEDO; ALLIIPRANDINI, 2004, p. 42).

4.4 Proposta de Plano de Ação

O plano de ação desenvolvido neste trabalho não possui todas as sugestões de alterações necessárias no processo, pois algumas necessitavam de estudos mais específicos em outras áreas. Mas com aquelas que afetam de fato o bom andamento do processo, como ações que direcionam uma padronização e um melhor gerenciamento do controle do processo, que devem resultar em procedimentos melhores na produção, foram estudados nessa proposta de plano de ação. Assim, o plano está voltado ao setor das extrusoras, mais específico a máquina três, como visto no Quadro 04.

Quadro 04 – Plano de ação

<u>O QUE?</u>	<u>POR QUÊ?</u>	<u>ONDE?</u>	<u>QUANDO?</u>	<u>QUEM?</u>	<u>COMO?</u>
Inspeção Periódicas durante o processo de fabricação	Controle da amplitude da variação do item espessura	Máquina 03	Imediatamente	Contratar um supervisor técnico	Medição do item espessura e comparar com o do BDP
Revisão preventiva	Segurança e confiabilidade no processo	Máquina de Impressão	O ideal a cada 1440 horas contando da última revisão	Equipe de manutenção	Verificação das peças e intervenção caso necessário
Investir em um equipamento de regulagem de espessura	Padronizar o processo de fabricação das bobinas	Máquina 03	Quando oportuno e conveniente para a empresa	Setor de compras	Avaliando qual equipamento atende as necessidades em relação ao controle dos itens do processo.

Fonte: Próprio Autor, (2019).

O plano de ação é uma ferramenta muito utilizada na elaboração de sugestões de melhoria, o detalhamento de como serão elaboradas estas melhorias, por quem deve ser feito, quando precisa ser realizado e por que deve ser melhorado.

No caso do plano de ação elaborado nesse estudo, o foco é no acompanhamento do item do processo espessura para ter um maior controle do comportamento dele, com isso, melhorando a qualidade das bobinas filmes fabricados pela extrusora três, assim, tendo reflexo também nas paradas não programadas no setor de impressão, pois recebe bobinas do setor das extrusoras.

A revisão preventiva na máquina de impressão está relacionada com a estabilidade e confiança na produção e a aquisição do equipamento de regulagem de espessura. Nesse caso ele é fundamental para padronizar os volumes fabricados em relação aos itens do processo como espessura e largura.

4.4.1 Conclusões do plano de ação

Diante da colocação em relação a implementação do plano de ação, foi possível verificar pontos negativos e positivos, onde culminou em sugestões para otimização de variáveis com as seguintes ações:

- Implantação de inspeção periódica- Foi acatada a ação, porém a contratação de um supervisor técnico não foi realizada, sendo alegado custo não necessário e que o quadro de funcionários poderia se adequar.

- Revisão preventiva na máquina impressão- Essa ação não foi adotada, pois foi alegado que a equipe de manutenção é modesta e que a demanda da fábrica é alta, já ocupando o período de trabalho dos colaboradores.
- Compra do equipamento de regulagem de espessura- Essa ação foi adotada, levou um certo tempo, e foi feita diante os dados deste estudo e pelo custo de aquisição ser compatível com a realidade da empresa.

4.5 Considerações do processo atual

Esse estudo tem como seu objetivo melhorar a eficiência produtiva do posto de trabalho restritivo, pois ele apresentava muitas paradas não programadas, assim, fazendo que o processo perdesse a confiabilidade.

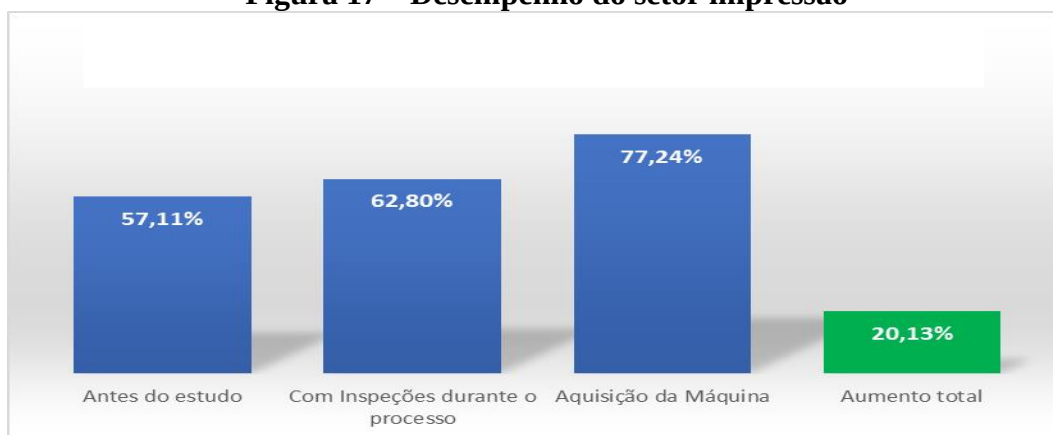
De forma simplificada, foi possível resumir estas mudanças:

- Inspeção durante o processo de fabricação das bobinas de filme plástico;
- Melhora do planejamento de produção;
- Previsão de entrega mais precisa.

Um melhor desempenho do setor gargalo traz para a administração uma estabilidade que no momento é considerada boa, já que, previa-se substituir por uma máquina nova, e também para a equipe de PCP (Planejamento e Controle de Produção), até para conseguir entregar o que estava sendo programado de forma mais segura e confiável e passar para equipe de vendas prazos de entrega mais justos.

O desempenho, como será observado na Figura 17, mostra o comportamento do setor ao longo da aplicação das medidas estabelecidas.

Figura 17 – Desempenho do setor impressão



Fonte: Próprio Autor, (2019).

A Figura 17 ilustra que no início do estudo o desempenho produtivo do setor era

preocupante com 57,11%, com isso, caracterizando o setor como o gargalo da empresa. Diante deste fato, a primeira aplicação de melhoria foi inspeção com registro durante o processo de fabricação dos volumes acarretou um aumento na produção de 5,69% saindo de uma produção média de 1325 Kg/ dia para 1458 Kg/dia. Isto mostrou os primeiros indícios de resultados e que o direcionamento do estudo estava gerando melhorias. Depois, com esse avanço produtivo significativo, teve a aquisição da máquina de regulagem de espessura, e esta ação novamente apresentou uma melhora no desempenho que foi de 14,44% em relação com as inspeções durante o processo, com isso, acarretando com tudo uma melhora de 20,13%. Com isso, o setor começou a produzir mais, em relação ao início do estudo, em torno de 467 Kg a mais do que antes, conseguindo manter mesmo com alguma variação próximo a 77, 24%.

Figura 18 – indicador atual da linha de produção



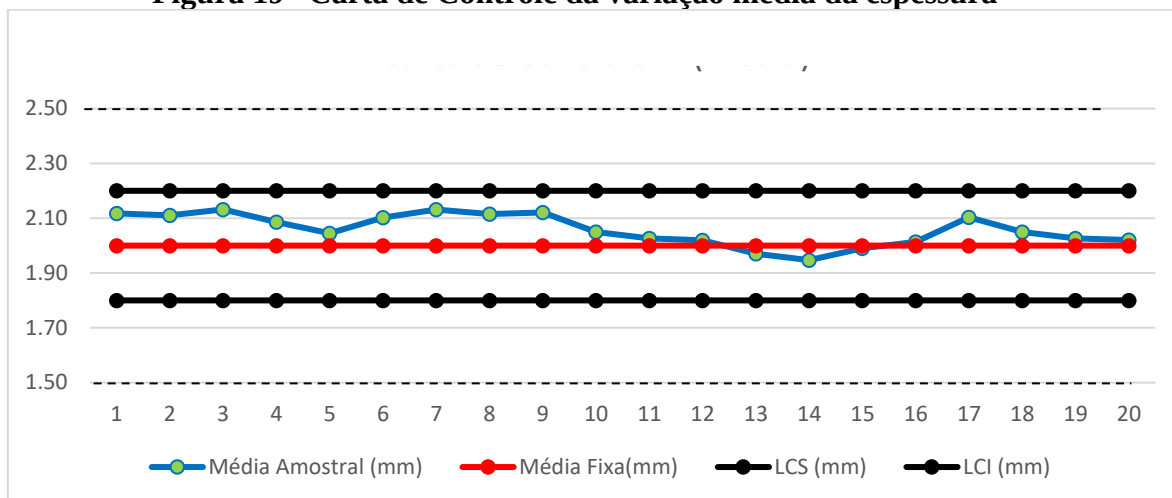
Fonte: Proprio Autor, (2019).

O crescimento da produção do setor impressão consolidou a confiabilidade do processo e também dos prazos de entrega da indústria para os clientes.

4.5.1 Carta de controle X (média); Capacidade de Cp e Cpk; MTTR e MTBF

A utilização da carta de controle para esse estudo foi fundamental, já que por causa dela a informação de variação de espessura das bobinas foi mais bem ilustrada e a partir dela também foram tomadas medidas para melhorar o processo. A Figura 18 apresenta a carta de controle com as variações de espessura entre os dias 27/05/2019 e 31/05/2019, e com ela foi novamente analisado o comportamento do item.

Figura 19– Carta de Controle da variação média da espessura



Fonte: Próprio autor, (2019).

A variação do item se apresenta dentro dos parâmetros planejados, seguindo uma distorção de 0,2 milímetro para mais ou para menos do valor fixo de 2. Assim, é bem provável que a produção das bobinas plásticas esteja dentro do padrão estabelecido, logo tendo uma qualidade expressiva.

Em relação a capacidade potencial (C_p) e capacidade efetiva (C_{pk}), ambas têm como base analisar se processo é capaz ou incapaz. Logo, respectivamente, a capacidade potencial e efetiva traz uma confiabilidade para processo.

Calculando o C_p :

$$C_p = \frac{LSC - LIC}{6 * desvio padrão} =$$

Equação (11)

$$C_p = \frac{2,50 - 1,50}{6 * 0,148} = 1,13$$

Calculando o C_{pk} :

$$C_{pK} = \min \frac{LSC - X}{3 * desvio padrão} =$$

$$C_{pK} = \min \frac{X - LIC}{3 * desvio padrão} =$$

$$CpK = \min \frac{2,50 - 2,06}{3 * 0,148} = 0,99$$

$$CpK = \min \frac{2,06 - 1,50}{3 * 0,148} = 1,24$$

Logo esses dados configuram-se para Cp (Capacidade Potencial), como pode ser visto no apêndice C e no cálculo realizado acima, sendo igual a 1,13 e entre (1 e 1,33) é de nível B, logo, sua interpretação é relativamente capaz– relativamente confiável, os operadores do processo exercem controle sobre as operações, mas o controle da qualidade deve monitorar e fornecer informações para evitar a deterioração do processo. (TOLEDO; ALLIPRANDINI, 2004, p. 42).

O Cpk (Capacidade Efetiva), apresentando no apêndice C e no cálculo realizado acima, foi de 0,99 e classifica-se entre (0,75 e 0,99) sendo este parâmetro de nível C, logo, tendo sua interpretação que é incapaz, pouco confiável, requer controle contínuo das operações, pela fabricação e pelo controle da qualidade, visando evitar descontroles, perdas devido ao refugo, retrabalhos, paralizações. (TOLEDO; ALLIPRANDINI, 2004, p. 42).

Em relação ao tempo médio entre falhas (MTBF) e o tempo médio de reparo (MTTR) ambos são indicadores de performance da produção, logo quanto maior for o MTBF relaciona-se a produção confiável, já o MTTR o ideal é diminuí-lo, pois ele mede a eficácia da ação de reparo.

Calculando o MTBF:

$$MTBF = \frac{3000 \text{ MIN} - 17,6 \text{ MIN}}{3 \text{ PARADAS}} = 994,13 \text{ MIN ou } 16,56 \text{ HORAS}$$

O tempo médio entre falhas tem como sua metodologia o conceito de que quanto maior for o a informação encontrada melhor, como neste caso, que o MTBF anterior era de 3,18 horas e passou para 16,56 horas, estabelecendo, assim, o melhor nível de confiança do processo.

Calculando o MTTR:

$$MTTF = \frac{17,6 \text{ MIN}}{3 \text{ PARADAS}} = 5,86 \text{ MIN}$$

O tempo médio de reparo tem como sua metodologia o conceito de que quanto menor for o a informação encontrada melhor, como neste caso, que o MTTR anterior era de 11 minutos e passou para 5,86 minutos, estabelecendo, assim, nível de eficácia na ação de reparo.

5 CONCLUSÃO

No cenário atual, muitas empresas buscam melhores estratégias, para garantir seu diferencial competitivo e atender da melhor forma as necessidades dos clientes. O estudo foi aplicado no setor de produção da indústria de sacolas plásticas com o objetivo melhorar a produtividade do posto restritivo do processo. Diante disto, a metodologia da ferramenta de controle estatístico do processo (CEP) e com suas cartas de controle, apresentou bastante versatilidade na empresa, pois mostrou resultados satisfatórios para o sucesso do setor produtivo.

Ao comparar o processo mapeado inicialmente como o novo através de gráficos de desempenho produtivo e da carta de controle, foi possível verificar melhorias relacionadas ao monitoramento do processo. No campo de monitoramento, foi possível desenvolver controles, para eliminar bobinas não conformes.

A maior dificuldade encontrada ao desenvolver este estudo, ocorreu na ação de recolher as amostras de espessuras, pois foi feita uma investigação interna para melhorar o controle destes. A partir disto, a empresa consolidou o registro da carta de controle como ferramenta de monitoramento do processo.

Conclui-se que com a aplicação da ferramenta utilizada no escopo do estudo, foram identificadas variáveis oportunidades de melhorias, implantação do plano de ação que garanta confiabilidade na tomada de decisão por parte dos líderes acreditando no alcance dos resultados esperados.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Luis César G de. **Organização, sistemas e métodos e as tecnologias de gestão organizacional**. 4.ed. São Paulo: Atlas, (2012, p. 161).

AVILA, Alexandre. **Plano de ação**. Disponível em: <http://www.gestaoproducaocomalexandro.com/plano-de-acao-planejar-e-nao-cumprir/>. Acesso em 28 nov. 2019.

BARROS, Elsimar; BONAFINI, Fernanda (org.). **Ferramentas da Qualidade**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.

BERTULUCCI, Cristiano. **Interpretação da Carta de controle**. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/interpreta%C3%A7%C3%A3o%20de%20carta%20de%20controle>. Acesso em 28 nov. 2019.

BRITO, José. **Estudo de caso sobre aplicação das ferramentas da qualidade para redução do índice de horas extras de uma indústria de panificação**. Aracaju/Se (2018, p.18)_acesso_disponível_em:_file:///C:/Users/15102013/Downloads/Re%20Estágio%20-2018.2%20José%20Anderson%20da%20. Acesso em: 25 nov. 2019.

CARDOSO, Camila; GRANATO, Daniel. **Manual para elaboração de carta de controle para monitoramento de processos de medição quantitativos em laboratório de ensaio**. São Paulo, 2013. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/manual-carta-controle_ial_2013.pdf. Acesso em: 28 nov. de 2019.

CYRINO, LUIS. **MTBF e MTTR**. Disponível em: <https://www.manutencaoemfoco.com.br/mtbf-mean-time-between-failures/>, 2017. Acesso em: 28 nov. de 2019.

DACAL, Bárbara. **Controle Estatístico de processos: Estudo de caso em uma Indústria de produção de bandejas de ovos**. São Paulo, 2017. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8920/1/GP_COEME_2017_2_01.pdf. Acesso em: 25 fev. 2019.

GOMES, PEDRO. **MTTR e MTBF, o que são e quais suas diferenças**. Disponível em: <https://www.opservices.com.br/mttr-e-mtbf/>. Acesso em 14 de outubro de 2019. Porto Alegre, 2015. Acesso em: 28 nov. 2019.

GUERREIRO, Karen M da S. **Qualidade e produtividade**. Curitiba: Instituto Federal do Paraná, 2012.

HITOSHI, Kume. et al. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade**. São Paulo, editora Gente, (1993, p. 13).

HORVAT, Debora et al. **Controle estatístico do processo**. (slides eletrônicos) LinkedIn, 2013. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/emc5714/cep-16654915>. Acesso em: 28 nov. de 2019.

MEDEIROS, Janaina. **Dissertação de mestrado PPGCEP/UFRN**. Rio grande do Norte, (2009, p.33), disponível em: file:///C:/Users/15102013/Downloads/Janaina%20Medeiros%20Dantas%20Barbosa_DISSERT_51_168.pdf.

MIRANDA, Edson. Diagrama de causa e efeito, 2018. Disponível em: <https://www.gp4us.com.br/diagrama-de-causa-e-efeito-ishikawa-na-pratica/>. Acesso em 28 nov. de 2019.

PALADINI, Pacheco; MONTEIRO, Marly. et al. **Gestão da qualidade teoria e casos**. Rio de janeiro. Editora Campus.2006.

POZZUTO, Fabrício et. al. **Aplicabilidade das ferramentas da qualidade: Estudo de caso em uma pequena empresa de tintura**. São Paulo, (p. 36), disponível em: <file:///C:/Users/15102013/Downloads/70-277-1-PB.pdf>.

RIBEIRO, Duarte; CATEN, Carla. **Controle estatístico do processo**. (Série Monográfica Qualidade), Porto Alegre/RS, FEENG/UFRGS, 2012. Disponível em: http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/388_apostilacep_2012.pdf. Acesso em: 28 nov. de 2019.

SAMOHYL, Wayne. et al. **Gestão da qualidade teoria e casos**. Rio de janeiro. Editora. Campus. 2006.

SANTOS, Sidney. **Uso do controle estatístico do processo (CEP) na gestão de operações produtivas em uma indústria do polo industrial de Manaus**. Belém, 2015. Disponível em: <http://ppgep.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/Dissertacao2015-PPGEP-MP-SidneydosSantosOliveira.pdf>. Acesso em: 10 março 2019.

SELEME, Robson; STADLER, Humberto. **Controle da qualidade: as ferramentas essenciais** [livro eletrônico]. Curitiba: InterSaberes, (2012, p.42). (Série Administração da Produção).

SILVA, Cassia; GOMES, Rafael. **Aplicação do CEP em um processo de usinagem de peça em uma indústria metal mecânica**. Paraíba. (2015, p. 06), SIMEP, disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/simep3/55760-aplicacao-do-cep-em-um-processo-de-usinagem-de-peca-em-uma-industria>. Acesso em: 28 nov. de 2019.

APÊNDICES

APÊNDICES

Apêndice A - Folha de verificação em relação as medidas de espessura em milímetros coletados na extrusora 03, do setor das extrusoras.

FOLHA DE VERIFICAÇÃO										
LOCAL: PLASFORT IND. ONDE: EXTRUSORA 03 DATA: 18/03/19 até 22/03/19 Especificado: 2mm Obs.: Amplitude de 0,2 mm para mais ou para menos.										
CARTA DE CONTROLE DE MÉDIA (XMÉDIA) E AMPLITUDE (RMÉDIA)										
DADOS COLETADOS NA EMPRESA PLASFORT (Espessura em mm)										
	AMOSTRAS									
Observações	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
1	2,15	2,87	2,16	1,89	2,61	3,1	2	3,1	2,1	2,37
2	2,75	3,19	2,24	2,97	1,92	2,01	1,77	1,9	3,1	3,11
3	2,78	1,88	2,54	2,78	2,55	3,21	2,69	2,56	2,4	2,71
4	2,19	2,59	2,19	2,74	2,84	2,94	2,16	2,19	2,01	2,62
5	1,89	2,9	1,69	2,5	3,1	1,94	1,52	1,87	1,55	1,59
6	2,1	2,34	2,8	2,47	2,59	2,47	2,05	2,09	2,47	2,61
7	2,44	2,92	2,54	2,31	2,13	2,31	2,01	2,1	3,1	1,81
8	2,8	1,88	1,96	2,9	2,06	2,09	2,14	2,19	2,28	2,35
9	1,67	1,8	2,15	1,4	1,99	2,24	1,87	1,69	1,84	1,61
10	1,54	3,05	1,68	3,14	2,1	2,95	2,32	2,1	2,45	2,09
11	2,4	1,77	1,89	1,94	2,87	1,89	2,14	2,03	2,1	2,78
12	2,45	2,78	2,16	2,2	3,19	2,31	2	2,17	2,14	2,08
13	1,99	1,99	2,14	2,5	2,64	2,51	2,1	2,51	3,2	2,21
14	2,47	1,64	2,19	2,16	3,1	2,31	2,22	2,9	2,21	2,51
15	1,87	2,08	1,81	3,1	1,52	2,68	2,19	1,99	3,1	2,31
16	2,28	2,47	3,1	3,21	1,96	2,14	2,51	1,81	2,4	3,5
17	1,48	1,52	2,1	2,15	1,87	2,18	2,33	1,54	2,45	2,42
18	1,57	1,79	2,22	2,84	1,66	2,09	2,31	2,28	3,16	2,1
19	1,88	2,09	2,3	1,87	1,87	1,94	3,15	1,85	3,08	2,04
20	2,54	2,31	2,13	2,47	2,87	2,1	1,87	1,81	2,44	2,35

Fonte: Próprio Autor, (2019)

Apêndice B -Estrutura de formação das cartas de controle X (média) R (amplitude) e base para cálculos de capacidade potencial e efetiva.

<

Fonte: Próprio autor, (2019).

Folha de Verificação										Registro de Espessura em milímetro									
Data: 27/05/2019 até 31/05/2019																			
Amostras																			
Observações	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	Média Amostral (mm)	Média Fixa (mm)	LCS (mm)	LCI (mm)	Desvio Padrão	LCS:	2,5		
1	2	2,2	2,14	2,23	2,2	2,19	2,18	2,15	1,89	2	2,12	2	2,5	1,5	0,11	LIC:	1,5		
2	1,79	2,09	2,15	2,25	2,25	2,25	2,2	2,13	1,99	2,01	2,11	2	2,5	1,5	0,15	M.G:	2,06		
3	1,78	2,1	2,15	2,25	2,25	2,25	2,2	2,13	2,2	2,01	2,13	2	2,5	1,5	0,15	D.p:	0,148		
4	1,79	2,03	2,1	2,2	2,16	2,25	2,2	2,13	1,99	2,01	2,09	2	2,5	1,5	0,14				
5	1,8	1,87	2,06	2,09	2,01	2,15	2,15	2,01	2,19	2,12	2,05	2	2,5	1,5	0,13				
6	1,99	2,2	2,19	2,18	2,2	2,2	2,18	2	1,89	1,99	2,10	2	2,5	1,5	0,12				
7	1,99	2,2	2,21	2,18	2,21	2,2	2,18	2,15	1,89	2,1	2,13	2	2,5	1,5	0,11				
8	1,99	2,2	2,19	2,3	2	2,15	2,18	2,15	1,89	2,1	2,12	2	2,5	1,5	0,12				
9	1,99	2,2	2,18	1,99	2,14	2,39	2,18	2,15	1,89	2,1	2,12	2	2,5	1,5	0,14				
10	1,99	2,2	2,22	2,3	2,01	2	1,87	2,15	1,89	1,87	2,05	2	2,5	1,5	0,16				
11	1,78	1,87	2,01	2,1	1,79	2,39	2,18	2,15	1,89	2,1	2,03	2	2,5	1,5	0,19				
12	1,99	2	1,87	1,85	1,78	2,2	2,18	2,15	2,18	1,99	2,02	2	2,5	1,5	0,15				
13	1,86	1,87	1,89	1,84	1,8	2,1	2,18	2,15	1,89	2,12	1,97	2	2,5	1,5	0,15				
14	1,86	1,82	1,85	1,84	1,8	2,1	2,03	2,15	1,89	2,13	1,95	2	2,5	1,5	0,14				
15	2	2,01	1,87	1,85	1,78	2,3	2,18	2,15	1,89	1,87	1,99	2	2,5	1,5	0,17				
16	1,99	2,2	1,86	1,82	1,79	2,39	2,18	2,15	1,89	1,87	2,01	2	2,5	1,5	0,20				
17	2,08	2,11	2,14	2,06	2,2	2,17	2,18	2,1	1,89	2,1	2,10	2	2,5	1,5	0,09				
18	1,99	2,2	2,22	2,3	2,01	2	1,87	2,15	1,89	1,87	2,05	2	2,5	1,5	0,16				
19	1,78	1,87	2,01	2,1	1,79	2,39	2,18	2,15	1,89	2,1	2,03	2	2,5	1,5	0,19				
20	1,99	2	1,87	1,85	1,78	2,39	2,18	2,15	1,89	2,1	2,02	2	2,5	1,5	0,19				
										M.G:	2,06				DESV.PAD:	0,1475			
																	CAPACIDADE:		
																	Cp:	1,13	Capacidade Potencia
																	Cpk		
																	Cpi:	1,24	
																	Cps:	0,99	Capacidade Efetiva

Fonte: Próprio Autor, (2019).