

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

PALOMA POLO PAGANHIN

CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO APLICADO EM UMA EMPRESA DE
EMBALAGEM DE PAPELÃO ONDULADO

Caçador - Santa Catarina

2022

PALOMA POLO PAGANHIN

CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO APLICADO EM UMA EMPRESA DE
EMBALAGEM DE PAPELÃO ONDULADO

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Produção do câmpus de Caçador do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do diploma de graduação.

Orientador: Dr. Steffan
Macali Werner

Caçador - Santa Catarina
2022

P128c Paganhin, Paloma Polo
Controle estatístico do processo aplicado em uma empresa de
embalagem de papelão ondulado / Paloma Polo Paganhin ; orientador:
Steffan Macali Werner. -- Caçador, SC, 2022.
62 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Curso de
Engenharia de Produção.

Inclui bibliografias

1. Engenharia de produção. 2. Controle de Processo. 3. Estatística
industrial. I. Werner, Steffan Macali. II. Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. Curso de Engenharia de
Produção. III. Título.

CDD 658.5

PALOMA POLO PAGANHIN

CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO APLICADO EM UMA EMPRESA DE
EMBALAGEM DE PAPELÃO ONDULADO

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Bacharel em Engenharia de Produção, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Caçador, 15 de dezembro de 2022.

Documento assinado digitalmente
 STEFFAN MACALI WERNER
Data: 02/02/2023 10:18:10-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Steffan Macali Werner
Orientador
Instituto Federal de Santa Catarina

Documento assinado digitalmente
 ERIC COSTA CARVALHO
Data: 03/02/2023 18:00:44-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Eric Costa Carvalho
Instituto Federal de Santa Catarina

Documento assinado digitalmente
 SAYONARA VARELA
Data: 03/02/2023 17:55:00-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Me. Sayonara Varela
Instituto Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus, por sempre me dar oportunidades de crescimento e força nos momentos mais difíceis. Posteriormente, minha gratidão enorme é para minha família, por me apoiar em todas as decisões, nunca ter me deixado passar por dificuldades e me dar amor incondicional. Não poderia deixar de agradecer aos meus amigos, amigas e colegas de faculdade, pois sem eles nada disso seria possível, a troca de experiências e auxílio nesta etapa é fundamental. Também gostaria de agradecer ao meu orientador pela paciência e auxílio em todas as etapas desse estudo, assim como a todos os professores que tive a oportunidade de aprender e evoluir, não só como profissional, mas também como pessoal. Por fim, mas não menos importante, agradeço aos meus colegas de trabalho que me apoiaram e me ajudaram na execução deste estudo.

RESUMO

Com o crescente mercado de embalagens de papelão ondulado e a competitividade no ramo, as empresas estão buscando alternativas que promovam a melhoria dos seus processos e garantam a posição da organização no mercado. Neste cenário, identificou-se diversos problemas que afetam a qualidade do produto final no processo produtivo em uma empresa de grande porte na região do meio oeste catarinense. Desta forma, este trabalho tem objetivo de propor melhorias no processo de fabricação de embalagens de papelão ondulado em uma empresa do meio oeste de Santa Catarina. Para realizar este trabalho, inicialmente foram realizadas inspeções amostrais no setor de Impressoras, baseadas nas Normas NBR 5425 e 5426. A sequência deu-se por cálculos estatísticos para a construção da carta de controle “p”, que mostrou o quanto o processo varia ao longo do tempo. As falhas identificadas foram priorizadas e posteriormente foram identificadas as possíveis causas originárias das falhas nas caixas. Estes cálculos e dados coletados foram analisados e serviram para a proposta de melhoria, resultando em um plano de ação baseado na ferramenta 5W2H.

Palavras-Chave: Controle Estatístico de Processo. Inspeção por amostragem. Carta de controle “p”.

ABSTRACT

With the growing corrugated cardboard packaging market and competitiveness in the field, companies are looking for alternatives that promote the improvement of their processes and guarantee the organization's position in the market. In this scenario, several problems were identified that affect the quality of the final product in the production process in a large company in the midwest region of Santa Catarina. In this way, this work aims to propose improvements in the manufacturing process of corrugated cardboard packaging in a company in the midwest of Santa Catarina. To carry out this work, sample inspections were initially carried out in the Printer sector, based on the NBR 5425 and 5426 Standards. The sequence was based on statistical calculations for the construction of the "p" control chart, which showed how much the process varies over over time. The identified failures were prioritized and later the possible causes of failures in the boxes were identified. These calculations and collected data were analyzed and served for the improvement proposal, resulting in an action plan based on the 5W2H tool.

Keywords: Statistical Process Control. Sampling inspection. "P" control chart.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Simbologia para fluxograma padrão ASME.....	20
Figura 2 - Simbologia adotada no Padrão ANSI.....	21
Figura 3 - Exemplo de Diagrama de Ishikawa	22
Figura 4 - Exemplo de Diagrama de Pareto	23
Figura 5 - Método do 5W2H.....	24
Figura 6 - Gráfico de controle.....	29
Figura 7 - Cálculo de P	32
Figura 8 - Etapas da Metodologia.....	39
Figura 9- Fluxograma do processo de fabricação de chapas e caixas de papelão ondulado	45
Figura 10 - Reclamações por Impressoras	47
Figura 11- Reclamações por motivo	48
Figura 12- Diagrama de Pareto por impacto	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Codificação de amostragem	27
Quadro 2 - Plano de amostragem simples - Normal	28
Quadro 3 - Análise índices Cp e Cpk	35
Quadro 4 - Planilha de inspeção de colagem.....	42
Quadro 5 - Planilha de inspeção nas impressoras.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ANSI – *American National Standards Institute* (Instituto Nacional de Padrões Americano)
- ASME – *The American Society of Mechanical Engineers* (Sociedade Norteamericana de Engenheiros Mecânicos)
- CEP – Controle Estatístico de Processo
- EMPAPEL – Associação Brasileira de Embalagens
- IBPO – Índice Brasileiro de Papelão Ondulado
- IFSC – Instituto Federal de Santa Catarina
- ISO – “International Organization for Standardization” (Organização Internacional de Normalização)
- LIC – Limite inferior de controle
- LSC – Limite superior de controle
- NBR – Norma Brasileira
- NQA – Nível de qualidade aceitável
- PIB – Produto Interno Bruto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA DO TEMA	14
1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	14
1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	15
1.4 OBJETIVOS	15
1.4.1 Objetivo Geral	15
1.4.2 Objetivos Específicos.....	15
1.5 Organização do Trabalho.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 QUALIDADE	17
2.1 FERRAMENTAS DA QUALIDADE.....	18
2.1.1 Fluxograma	18
2.1.2 Diagrama De Ishikawa.....	21
2.1.3 Diagrama De Pareto	22
2.2 5W2H.....	23
2.3 CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS (CEP).....	24
2.3.1 Inspeção Por Amostragem.....	25
2.3.2 Cartas De Controle.....	28
2.3.2.1 Limites De Controle.....	30
2.3.2.2 Cartas Por Variáveis	30
2.3.2.3 Cartas Por Atributos	31
2.3.2.3.1 Carta “p”	31
2.3.3 Capabilidade	33
2.3.3.1 Índice Cp E Cpk	34
2.4 VARIABILIDADE DO PROCESSO	35
2.4.1 Causas Comuns.....	36
2.4.2 Causas Especiais	36
2.5 TENDÊNCIA.....	37
2.6 PROCESSO INSTÁVEL.....	37
3 METODOLOGIA	38
3.1 UNIDADE DE ANÁLISE	38
3.2 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS E PROCEDIMENTOS	39

SUMÁRIO

3.2.2 Definição Da Problemática	39
3.2.3 Definição Do Plano De Amostragem	40
3.2.4 Coleta De Dados No Processo	41
3.2.5 Construção da Carta “p”	43
3.2.6 Análise Da Variabilidade	43
3.2.7 Priorização De Falha	43
3.2.8 Diagrama De Ishikawa	43
3.2.9 Plano De Ação Desenvolvido Com A Ferramenta 5w2h	44
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 FLUXOGRAMA DA EMPRESA	45
4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS	47
4.3 PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO	50
5 CONCLUSÃO	52
REFERÊNCIAS	54
APÊNDICE A - Carta “p” impressora A	59
APÊNDICE B - Carta “p” impressoras A, B, C e D	60
APÊNDICE C - Ishikawa	61
APÊNDICE D - 5W2H	62

1 INTRODUÇÃO

O mercado de embalagens no Brasil é o quinto maior do mundo, sendo dividido por classes de materiais: papel, papelão, cartão, plástico, metal, vidro e madeira (MACHADO *et al.* 2018). De acordo com Jankavski (2021), o setor de embalagens cresceu historicamente junto ao Produto Interno Bruto (PIB) e o “Boletim Estatístico Mensal da EMPAPEL aponta que o Índice Brasileiro de Papelão Ondulado (IBPO) subiu 1% em julho deste ano na comparação com o mesmo mês do ano anterior” (GOUVEI; PACINI; ABJAUD, 2022, p.23). Os autores também apontam que do mesmo modo, a expedição de chapas, acessórios e caixas de papelão ondulado também superou o volume despachado no mês de julho em comparação com os anos antecedentes, chegando a 355.686 toneladas no mês, o que representa uma alta de 4,9%. Visto o crescimento no setor de embalagens de papelão ondulado, Rosário (2004) concorda que para as organizações se manterem nesse mercado competitivo atual, evitem desperdícios e retrabalho, faz-se necessário adotar ferramentas da qualidade que auxiliem na melhoria e controle dos processos, como é o caso do Controle Estatístico de Processos (CEP).

Rosário (2004) também afirma que o CEP, por meio de suas cartas de controle, permite monitorar e distinguir as causas dos problemas que ocorrem na empresa, tornando possível identificá-las antes de chegar no cliente final e direcionando a empresa a tomar as ações devidas. Conforme Machado *et al.* (2018) as cartas de controle mostram a tendência dos pontos avaliados em um intervalo de tempo determinado, onde são calculados os limites de controle, para descobrir se o processo está sob controle estatístico. Caso os dados estejam sob controle estatístico, é possível calcular o índice de capacidade do mesmo.

Para Bayeux (2001) a análise de capacidade atua como um procedimento que visa analisar se o processo está atendendo as especificações de qualidade exigidas. Para isso, demanda uma investigação na variabilidade do processo, bem como sua posição em relação aos limites de controle, para garantir uma melhor estabilidade nas características do produto. Werkema (1995) acredita que os dados estatísticos possibilitam chegar a conclusões confiáveis sobre algum fenômeno observado e diminuir esta variabilidade do processo, que pode ter causas comuns ou especiais.

As causas comuns, também chamadas de aleatórias, segundo Machado *et al.*

(2010), referem-se a variações (valores diferentes entre si) oriundas de diversas fontes, mas que se comportam de forma estável no processo. Por sua vez, as causas especiais, para o autor, são aquelas que não podem ser explicadas por uma distribuição simples e podem tornar o processo instável, afetando a qualidade do produto final. Isso é, quando existem causas comuns em sua variabilidade, pode significar que o processo está sob controle estatístico (dentro dos limites de controle).

1.1 Justificativa do tema

Apesar da empresa em questão estar atuando no mercado há 80 anos, o Controle Estatístico de Processo aplicado é algo promissor e necessário, visto que o número de reclamações por embalagens fora das especificações é consideravelmente alto e está afetando diretamente o desempenho da empresa frente aos clientes. Além do mais, é fundamental colocar em prática o conhecimento obtido no curso de Engenharia de Produção de forma a proporcionar melhorias no processo de fabricação da empresa. Tendo ciência das diversas e constantes mudanças a nível de preferências e exigências de clientes, questões econômicas, fatores tecnológicos, políticas governamentais e concorrência, compreende-se necessário que as organizações alinhem sua capacidade e melhorem a performance do processo de maneira contínua (GAVIOLI, 2012).

1.2 Definição do problema

Em uma empresa de caixas de papelão ondulado reciclado situada na região Oeste de Santa Catarina, o cliente preza pelos requisitos de qualidade do produto, como por exemplo a colagem correta, impressão conforme, caixas sem refile aderido, dimensões e medidas sem variações, vincos corretos, entre outros. Esses requisitos acabam não sendo atingidos pela organização, resultando em reclamações por parte dos clientes, que exigem um retorno da organização e uma tratativa da causa do problema. Porém, ao buscar mitigar esses problemas, não foi identificado na organização um histórico de dados para detectar o fator originador dos mesmos, impossibilitando uma resolução eficaz que não gere a recorrência dos fatos.

Isso acaba por gerar devoluções, retrabalho e custos adicionais para repor o

material, além do tempo decorrido que os colaboradores levam para resolver os problemas. Um controle estatístico do processo aliado a métodos de inspeção e a utilização de outras ferramentas de qualidade auxiliará na identificação da causa raiz dos problemas e uma posterior proposta de melhorias. Ferramentas de controle estatístico são utilizadas na resolução de problemas, no sentido de entender a causa raiz dos mesmos, e atuam no planejamento, controle e otimização dos processos produtivos (WERKEMA, 1995).

1.3 Delimitação do estudo

O estudo foi realizado nas 4 máquinas impressoras que mais apresentam problemas nas caixas, por se tratar de uma iniciativa pioneira dentro da organização, a qual precisa ser testada para depois ser replicada para outros processos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Propor melhorias no processo de fabricação de embalagens de papelão ondulado em uma empresa do meio oeste de Santa Catarina.

1.4.2 Objetivos Específicos

- a) Elaborar um fluxograma com todas as etapas de fabricação;
- b) Coletar os dados através de inspeções por amostragem no processo;
- c) Elaborar a cartas de controle;
- d) Identificar as causas comuns e as causas especiais dos problemas por meio de ferramentas da qualidade;
- e) Medir a variabilidade do processo;
- f) Definir a capacidade do processo (caso o processo não apresenta causas especiais em sua variação);
- g) Propor as melhorias para o processo mediante ferramentas de gestão da qualidade.

1.5 Organização do Trabalho

O trabalho está dividido em 5 capítulos, em que no primeiro capítulo apresenta-se a contextualização do tema proposto no ambiente econômico, buscando expor a problemática encontrada na organização em questão e a justificativa para o desenvolvimento da proposta do estudo. Neste capítulo também é apresentado o objetivo geral e os objetivos específicos, bem como a organização do trabalho.

O segundo capítulo é o desenvolvimento do trabalho, onde os principais tópicos trabalhados estão explicados, como o surgimento da qualidade e suas ferramentas (Fluxograma, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto, 5W2H), o Controle Estatístico de Processo (CEP), a inspeção por amostragem que irá auxiliar na coleta de dados, as cartas de controle, os cálculos necessários para o CEP (limites de controle, capacidade, índice cp e cpk , variabilidade), a descrição do que é causa comum e causa especial de variação, bem como a tendência e a instabilidade do processo.

O capítulo 3 apresenta a metodologia do estudo, ou seja, como ele foi feito e qual é o caráter metodológico, abordando a forma de coleta de dados, como a carta de controle “p” e os índices do processo foram calculados e de que forma são tratados no trabalho.

A análise e discussão dos resultados obtidos com o estudo estão no capítulo 4, onde foi possível determinar a variabilidade do processo com a elaboração da carta de controle “p”, as possíveis melhorias desenvolvidas com o auxílio de ferramentas de gestão da qualidade e a análise do efeito desses dados na organização.

Por último, no capítulo 5 consta as conclusões obtidas através da realização do presente estudo, assim como as implicações e dificuldades encontradas durante o trajeto, as contribuições geradas para a organização e as sugestões para pesquisas futuras de CEP.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste tópico, serão fundamentados os principais assuntos abordados neste trabalho.

2.1 Qualidade

Conforme Corrêa (2019), a qualidade surgiu tempos atrás ainda quando o homem fabricava seus bens de consumo de forma manual e cuidava com a qualidade final de cada um deles. No entanto, Gomes (2004) relembra que o mundo passou por um extenso período de guerra, o qual trouxe grandes danos a nível mundial, como a crise econômica. O autor também cita que a crise foi como um alavanque para a economia, visto que era necessário produzir cada vez mais de forma mais rentável, a fim de melhorar o cenário econômico. Com isso, a escala de produção aumentou progressivamente e segundo Corrêa (2019), a concorrência também foi crescendo e o homem já não tinha mais um controle total sobre o seu processo, dessa forma foram aparecendo mais defeitos nos produtos fabricados. O mesmo autor enfatiza que nesse momento a preocupação com a qualidade era um bem necessário para a empresa manter-se no mercado competitivo, evitar desperdícios no processo e atender os clientes que por sua vez, exigiam mais dos seus fornecedores.

Um importante nome para a história da qualidade, Crosby (1979), sempre defendeu a preocupação com a qualidade como um investimento para a empresa, desde que se garanta que o processo irá produzir bem da primeira vez ("*right first time*") e todos se conscientizem e adotem essa preocupação em busca da melhoria contínua. Ainda sobre produzir com qualidade evitando desperdícios, outro renomado guru da qualidade, Juran (1951) em seu livro "Quality control handbook" ganhou destaque neste meio quando apresentou o modelo de custos da qualidade, o qual explicou como investir em um sistema de qualidade preventivo, através de ferramentas de inspeção no produto e outras, pode reduzir os custos causados por falhas internas (produtos defeituosos) e falhas externas, como exemplo os custos com garantia.

Desse modo, a preocupação com o cliente passou a ser prioridade para as organizações, Wood Junior e Urdan (1994) tratam a qualidade como a conformidade do produto ou serviço e a adequação ao uso para atender às necessidades e

satisfação dos clientes. Ou seja, sistematizar a qualidade nas empresas inteirando 3 variáveis principais: o produto, o cliente e o uso. A qualidade é definida segundo Montgomery (2009) como uma vantagem competitiva, na qual os produtos e serviços devem atender aos requisitos dos clientes. Paladini (2010) aborda a qualidade como uma orientação dos processos da empresa com vistas ao melhor atendimento dos consumidores, na entrega de produtos, serviços e métodos sem defeitos. Sendo que para Carpinetti (2003, p.97) “defeito é toda falta de conformidade da unidade do produto em relação a uma especificação”.

De acordo com a norma ABNT NBR ISO 9000:2015, a qualidade dos produtos e serviços pode ser medida pela capacidade de satisfazer os clientes e pelo impacto gerado. E ainda afirma que, além de análise de função e desempenho, também envolve valor percebido e análise de custo x benefício. Carpinetti (2003) considera que para atingir a qualidade dos processos, deve-se ter um controle, o qual deve seguir um fluxo de atividades com 4 etapas básicas, são elas: coleta de dados, avaliação do processo, diagnóstico do problema e ação corretiva.

2.2 Ferramentas da Qualidade

Para atingir o controle da qualidade, tem-se as ferramentas que servem de auxílio na resolução de problemas e são estruturadas a partir de gráficos, tabelas, diagramas e fluxos (CORRÊA, 2019). As principais ferramentas seriam: Fluxograma, Estratificação, Folha de Verificação, Gráfico de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, Histograma, Diagrama de dispersão, Gráfico de Controle (CARPINETTI, 2003).

Dentro destas ferramentas, algumas servem também como método de monitoramento dos dados e para Korzenowski (2014) as ferramentas mais utilizadas no monitoramento de qualidade do processo são as cartas de controle. Para Cortivo (2005) o fluxo do processo é baseado em conhecimento, estabilização e ajustes. Sendo assim, o autor ainda afirma que é imprescindível utilizar ferramentas que ajudem a identificar as causas especiais que prejudicam o processo a fim de ajustar o mesmo.

2.1.1 Fluxograma

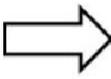
O fluxograma é uma das ferramentas da qualidade capaz de demonstrar de

maneira visual cada etapa do processo através de símbolos específicos (AZEVEDO, 2016). O autor ainda descreve a técnica como essencial para visualizar a realidade da empresa e as informações necessárias para realizar um estudo do processo da organização. Mello (2008, p.29) relata que: "O fluxograma é uma técnica de mapeamento que permite o registro de ações de algum tipo e pontos de tomada de decisão que ocorrem no fluxo real". O autor também cita algumas vantagens na sua utilização, como a facilidade na localização das falhas do processo, tendo em vista que o fluxo é visualizado desde a entrada de matéria-prima até a entrega do produto final, bem como permite analisar como cada etapa se conecta, relacionando os componentes e facilitando verificar sua eficácia.

"Os padrões de fluxogramação mais utilizados no mapeamento de processos são os padrões ASME e ANSI. Eles são internacionalmente reconhecidos, o que facilita a análise e interpretação dos fluxos por pessoas de qualquer lugar do mundo que venham a interagir sobre o processo" (RAIMUNDO, 2016, p.32).

Em 1947, a ASME – *The American Society of Mechanical Engineers* (Sociedade Norte-americana de Engenheiros Mecânicos) padronizou os cinco símbolos que se encontram na Figura 1, para demonstrar o fluxo do processo, a fim de facilitar a construção e entendimento do mesmo (BARNES, 1977). Esse tipo de fluxograma foi bem aceito por ser capaz de demonstrar de maneira simples o passo a passo de um trabalho, facilitando sua análise analítica do processo (Peinado e Graeml, 2007). O padrão ASME é um fluxograma vertical usado para representar rotinas simples de trabalho executado dentro de uma mesma unidade operacional (MENDONÇA, 2012).

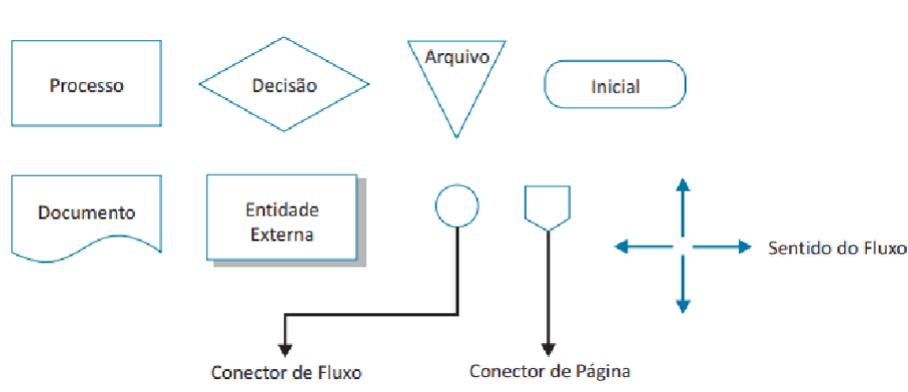
Figura 1 - Simbologia para fluxograma padrão ASME

símbolo	descrição	exemplo
	Operação: ocorre quando se modifica intencionalmente um objeto em qualquer de suas características físicas ou químicas, ou também quando se monta ou desmonta componentes e partes.	Martelar um prego, colocar um parafuso, rebitar, dobrar, digitar, preencher um formulário, escrever, misturar, ligar e operar máquina etc.
	Transporte: ocorre quando um objeto ou matéria prima é transferido de um lugar para o outro, de uma seção para outra, de um prédio para outro. Obs: apenas o manuseio não representa atividade de transporte.	Transportar manualmente ou com um carrinho, por meio de uma esteira, levar a carga de caminhão, levar documento de um setor a outro etc.
	Espera ou demora: ocorre quando um objeto ou matéria prima é colocado intencionalmente numa posição estática. O material permanece aguardando processamento ou encaminhamento.	Esperar pelo transporte, estoques em processo aguardando material ou processamento, papéis aguardando assinatura etc.
	Inspeção: ocorre quando um objeto ou matéria-prima é examinado para sua identificação, quantidade ou condição de qualidade.	Medir dimensões do produto, verificar pressão ou torque de parafusadeira, conferir quantidade de material, conferir carga etc.
	Armazenagem: ocorre quando um objeto ou matéria prima é mantido em área protegida específica na forma de estoque.	Manter matéria-prima no almoxarifado, produto acabado no estoque, documentos arquivados, arquivos em computador etc.

Fonte: ASME (1947) apud Peinado e Graeml (2007).

Outro padrão de fluxograma muito utilizado até hoje foi desenvolvido pelo ANSI – American National Standards Institute (Instituto Nacional de Padrões Americano) e segundo Mendonça (2012), esse padrão serve para fluxogramas horizontais e representa atividades mais complexas, com o envolvimento de várias áreas da empresa. Rodrigues (2009) concorda que esse modelo, apresentado na Figura 2, permite uma análise mais crítica das ligações entre as atividades paralelas, onde os retângulos representam as atividades dos processos, os losangos são usados onde tem decisão, os triângulos são empregados quanto existe arquivamentos, o retângulo com cantos arredondados para início e fim do fluxograma e as setas para orientar o fluxo.

Figura 2 - Simbologia adotada no Padrão ANSI

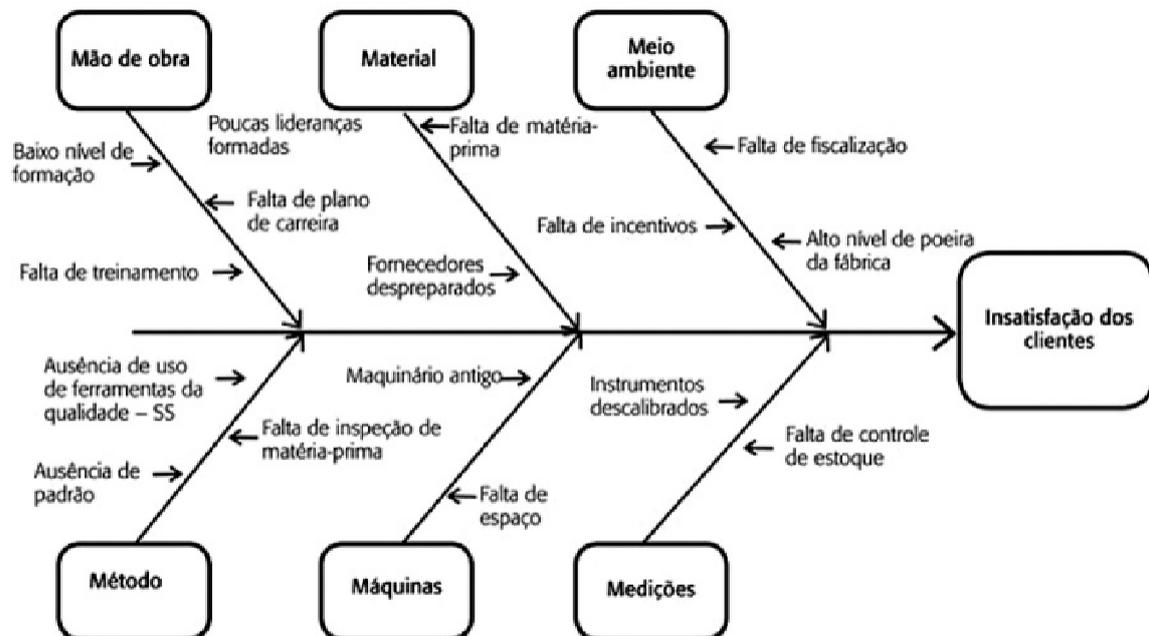


Fonte: Mendonça (2012, p.54).

2.1.2 Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de Ishikawa, ou Diagrama de causa e efeito ou até mesmo Espinha de peixe foi, segundo Gomes (2004), criado por Kaoru Ishikawa com o propósito de chegar à causa raiz dos problemas, explorando as possíveis causas da falha e assim, facilitando na resolução delas. Rocha (2019) explica que o Diagrama de Ishikawa tem sua lógica fundamentada no brainstorming (tempestade de ideias), em que os participantes se reúnem com foco no problema principal e lançam as ideias sobre os fatores geradores do problema separados por categorias, os chamados 6 M's: medidas, material, mão de obra, máquina, meio ambiente e métodos, conforme demonstrado na Figura 3. Isto é, um problema pode ser causado pela manipulação incorreta do material, bem como por falha mecânica de máquinas ou até mesmo por falta de incentivos aos colaboradores, como exemplos.

Figura 3 - Exemplo de Diagrama de Ishikawa



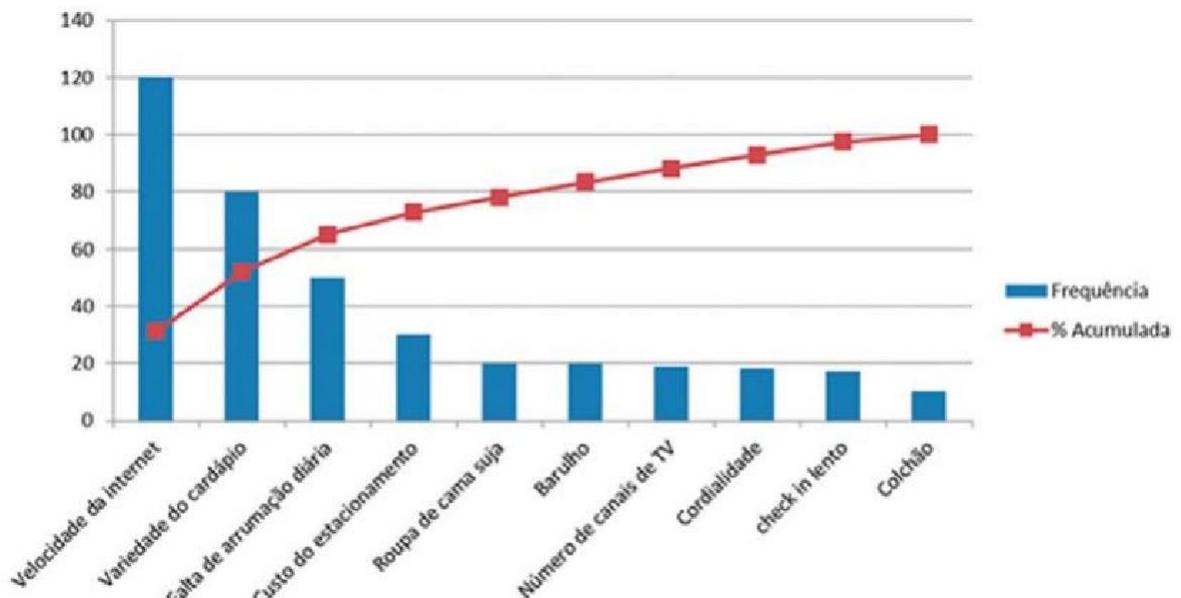
Fonte: Rocha *et al* (2014).

Após a realização do brainstorming, o próximo passo de acordo com Carpinetti (2003) é a equipe questionar o porquê de cada causa levantada ocorrer e assim por diante, até chegar a possível causa raiz. Posteriormente, o grupo deve relacionar um grau de importância para cada causa, baseado em dados quantitativos quando possível, os quais podem ser apoiados por outras ferramentas, como o Diagrama de Pareto.

2.1.3 Diagrama de Pareto

“Este diagrama também é conhecido como regra 80/20, pois seu criador, Vilfredo Pareto, o utilizou para explicar que 80% da riqueza estava na mão de 20% da população” (Corrêa, 2019, p.156). O mesmo autor explica que a ideia de Pareto é baseada na afirmação que para a maioria dos eventos, aproximadamente 80% dos efeitos vêm de 20% das causas, portanto, essa ferramenta pode auxiliar na priorização dos problemas, ordenando as causas em função de suas frequências através de um gráfico de barras. Isso é, deve-se levantar as causas e em seguida a frequência com que elas ocorrem na empresa, demonstrado na Figura 4.

Figura 4 - Exemplo de Diagrama de Pareto



Fonte: Corrêa, 2019, p.158.

Em resumo, conforme Machado *et al.* (2010), o Diagrama de Pareto é uma ferramenta gráfica útil para estabelecer uma ordenação decrescente nas causas de um determinado problema ou não conformidade e como é um instrumento baseado em dados mensuráveis, é esclarecedor no momento da empresa desenvolver um plano de ação para resolver os problemas mais críticos, oriundos de 20% das causas.

2.2 5W2H

Nas palavras de Grosbelli (2014), a ferramenta 5W2H foi criada por profissionais japoneses do ramo automobilístico como uma ferramenta auxiliar na fase do planejamento, ou seja, com o intuito de elaborar planos de ações dentro da organização. O método é estruturado por 7 perguntas, conforme a Figura 5.

Figura 5 - Método do 5W2H

Método do 5W2H			
5W	What	O que?	Que ação será executada?
	Who	Quem?	Quem irá executar/participar da ação?
	Where	Onde?	Onde será executada a ação?
	When	Quando?	Quando a ação será executada?
	Why	Por que?	Por que a ação será executada?
2H	How	Como?	Como será executada essa ação?
	How much	Quanto custa?	Quanto custará para executar a ação?

Fonte: Grosbelli, 2014, p.23.

Grosbelli (2014) também declara que o objetivo básico desta ferramenta é permitir que todas as tarefas planejadas possam ser discutidas em grupo e incluídas no cronograma da empresa, assegurando a implantação de forma clara e organizada. Para Polacinski (2012) essa ferramenta nada mais é que um plano de ação de atividades que necessitam ser desenvolvidas com prazos e responsáveis definidos.

2.3 Controle Estatístico de Processos (CEP)

Quando se fala em CEP, Gomes (2004) relembra que um importante guru da qualidade nesse assunto foi o William Edwards Deming. O mesmo autor cita que Deming foi convocado pela Universidade de Stanford no início da II Guerra para contribuir com seu conhecimento, o qual propôs aplicar princípios do controle estatístico da qualidade à produção do material bélico em empresas dos Estados Unidos e Japão, a fim de controlar a qualidade que as guarnições eram produzidas, diminuindo os riscos de falhas nas batalhas.

Lima (2017) define o CEP como um conjunto de ferramentas capaz de monitorar o processo para obter-se seu comportamento, podendo identificar sua variabilidade e facilitar seu controle. Corrêa (2019) afirma que o desenvolvimento de técnicas estatísticas nasceu com o intuito de viabilizar a inspeção em grandes lotes de produção, de maneira que fossem capazes de acompanhar os processos. Em relação a inspeção dos lotes, para Rocha (2019), o CEP se trata da junção do acompanhamento dos resultados dos processos com a prática das medidas por

amostragem.

O acompanhamento dos resultados é útil na busca pela estabilidade do processo e redução de variabilidade (MONTGOMERY, 2009). Tendo em vista o amplo cenário do CEP, para Hermenegildo (2017) essa ferramenta contempla análise estatística do processo, desenvolvimento de cartas de controle, monitoramento das cartas de controle e análise das causas especiais. Os gráficos e cartas de controle são o tipo mais simples de procedimento de controle estatístico, e estarão sob controle estatístico quando for possível presumir os resultados, através da análise de dados históricos (CARPINETTI, 2003).

O CEP tem por objetivo acompanhar a qualidade durante todo o ciclo produtivo, ao invés de controlá-la ao final do processo, de tal forma, diminuindo os custos com retrabalho (HERMENEGILDO, 2017). O autor ainda aponta que associar qualidade apenas ao produto final, reduz a confiabilidade de entregar excelência; além de diminuir a probabilidade de padronização e estabilidade do processo. Para implementar o CEP, Montgomery (2009) afirma que se deve se basear nos seguintes princípios: liderança gerencial, gestão de equipe e colaboradores, foco na redução da variabilidade, mecanismos confiáveis de avaliação e comunicação eficiente dos resultados. O mesmo autor complementa que em qualquer fluxo produtivo, sempre haverá algum nível de variabilidade inerente ao processo. Essa variabilidade é o efeito cumulativo de causas pequenas e inevitáveis. E de acordo com Carpinetti (2003) é justamente porque todo processo apresenta um certo grau de variabilidade em seu resultado que se justifica utilizar o Controle Estatístico de Processo.

2.3.1 Inspeção por Amostragem

Tendo em vista que todo processo possui uma certa variabilidade que precisa ser estabilizada para garantir a qualidade dos produtos e serviços, Pereira Neto *et al.* (2013, p.2) afirmam que “quanto menor, melhor será a confiabilidade e a aceitação do produto ou serviço”. Segundo os autores, é imprescindível realizar inspeções por amostragem ao decorrer do processo para verificação da conformidade dos produtos.

Assim, de acordo com a ABNT (2005, p. 25) “inspeção é a avaliação da conformidade pela observação e julgamento, acompanhada, se necessário, de medições, ensaios ou comparação com padrões”. Baily (2000) afirma que a

checagem de todos os itens de um grande lote é tediosa e muitas vezes inviável para a empresa, portanto torna-se mais eficaz a verificação de uma amostra selecionada na base estatística. Para definir o tamanho da amostra a ser inspecionada, bem como a quantidade de produtos defeituosos que será aceita ou rejeitada, em 1985 foi criada a Norma NBR 5425: Guia para inspeção por amostragem no controle e certificação de qualidade, que tem como objetivos “descrever procedimentos de amostragem, explicar os princípios da inspeção por amostragem e demonstrar a maneira pela qual os planos de amostragem são usados, para que as formas adequadas de inspeção e decisão fiquem convenientemente definidas” (ABNT, 1985, p.1).

Antes de escolher um plano de amostragem, deve-se definir o Nível de Qualidade Aceitável (NQA) da empresa, ou seja, a máxima porcentagem de produtos defeituosos que a organização declara inerente ao seu processo, isto é, a porcentagem de defeituosos que a organização aceita em seu lote. Para a escolha de um NQA conveniente é necessário levar em consideração diversos fatores como: requisitos de clientes e de produtos, custo da qualidade e da inspeção, histórico dos dados, quantidade de possíveis defeitos, entre outros (ABNT, 2015). Para complementar a NBR 5425 e conduzir melhor a inspeção por atributos, em outras palavras, inspeção para dados qualitativos, em 1985 também foi criada a NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos. Nesta norma estão tabelados os planos e os níveis de inspeção que servirão como base para o presente trabalho, como demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1 - Codificação de amostragem

Tamanho do lote	Níveis especiais de inspeção				Níveis gerais de inspeção		
	S1	S2	S3	S4	I	II	III
2 a 8	A	A	A	A	A	A	B
9 15	A	A	A	A	A	B	C
16 25	A	A	B	B	B	C	D
26 50	A	B	B	C	C	D	E
51 90	B	B	C	C	C	E	F
91 150	B	B	C	D	D	F	G
151 280	B	C	D	E	E	G	H
281 500	B	C	D	E	F	H	J
501 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 3200	C	D	E	G	H	K	L
3201 10000	C	D	F	G	J	L	M
10001 35000	C	D	F	H	K	M	N
35001 150000	D	E	G	J	L	N	P
150001 500000	D	E	G	J	M	P	Q
Acima de 500001	D	E	H	K	N	Q	R

Fonte: NBR 5426, ABNT (1985).

De acordo com a ABNT (1985) o tamanho é a quantidade de produtos na qual a amostra é retirada e inspecionada durante um período. Ainda de acordo com a norma, a diferença entre os níveis especiais de inspeção e os gerais é a sua criticidade, o primeiro tende a ser mais crítico que o segundo (na ordem crescente do S1 ao S4) e o mesmo para o nível geral, do I ao III. Quanto maior é o nível selecionado, mais amostras serão inspecionadas. Essa decisão deve partir da própria empresa que fará a escolha do nível baseado no tempo que será decorrido para a inspeção, bem como os recursos que serão disponibilizados e principalmente pelo grau de exigência dos clientes. Com o nível escolhido e o tamanho do lote identificado, é necessário levar esses dados para o Quadro 2, a fim de encontrar o tamanho da amostra correspondente e a quantidade de produtos defeituosos que serão aceitos ou rejeitados no lote inspecionado.

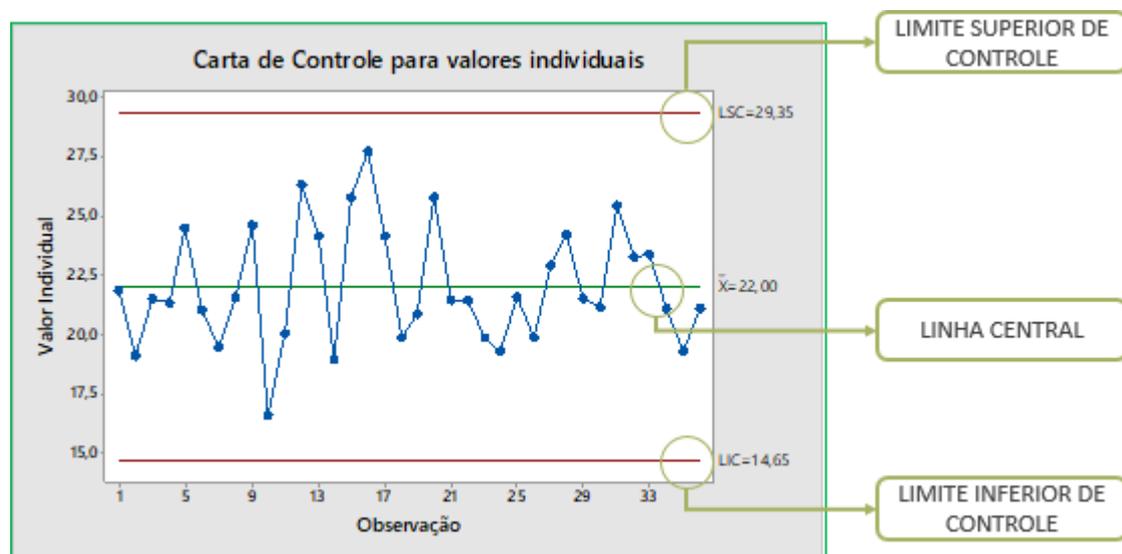
fundamentais de uma ferramenta de controle gráfico seriam: Redução da variabilidade do processo; Monitoramento e vigilância de um processo; e estimativa de parâmetros de produto ou processo (MONTGOMERY, 2009).

Silveira (2013) lista os passos para construção de uma carta de controle: definição do que será controlado, definição do tamanho da amostra, definição da periodicidade de coleta dos dados amostrais, e por último, cálculo da média, desvio padrão, o limite superior e o limite inferior de controle.

Rocha (2019) e Cortivo (2019) definem dois tipos de gráficos de controle: os que lidam com variáveis contínuas (gráficos/cartas de controle por variáveis) e os que tratam de variáveis discretas (gráficos/cartas por atributos). O autor ainda exemplifica os gráficos por variáveis, que tratam de unidades quantitativas de medida como peso, altura, comprimento, etc. Em contrapartida aos gráficos por atributos que tratam características da qualidade como cor, tipo de acabamento, entre outros.

Um gráfico de controle é estruturado conforme a Figura 6.

Figura 6 - Gráfico de controle



Fonte: Voitto (2020).

Onde para HENNING *et al.* (2014), os gráfico de controle são tipicamente compostos pela linha central (LC) que constitui o valor médio da característica da qualidade quando do processo estar sob controle estatístico e 2 limites de controle: o limite inferior (LIC), localizado abaixo da linha central e o limite superior de controle

(LSC) acima da linha central, portanto os pontos dentro desses limites estão em controle, enquanto os que ficarem fora podem ser devido às causas especiais de variação.

2.3.2.1 Limites de Controle

De acordo com Corrêa (2019, p.152) “limites intermediários, denominados limites de controle são utilizados para que as variações no processo sejam detectadas antes que uma peça seja reprovada.” Rocha (2019) argumenta que o princípio fundamental dos gráficos de controle é que as variações de um processo estão sob controle e não variaram muito, e para se considerarem aceitáveis devem respeitar limites, geralmente ± 3 desvios-padrões, isso é, os dados devem apresentar-se dentro dos limites de controle. Para Peinado e Graeml (2007) geralmente é estabelecido uma variação de três desvios padrões acima e três desvios padrões abaixo da média, o que representa um processo 99,74% conforme.

Nas palavras de Carpinetti (2003, p.22) “as comparações das médias e das amplitudes são base para analisar como o processo está variando”. Segundo Cortivo (2005), quaisquer pontos que ultrapassem os limites de controle devem ser investigados e se forem encontradas causas especiais, deverão ser descartados e novos limites de controle devem ser definidos.

2.3.2.2 Cartas por Variáveis

Um dos tipos das cartas de controle é a carta por variável, a qual Cortivo (2005) define variável como uma característica que é percebida em uma escala numérica contínua, e que para seu monitoramento as principais estratégias estão associadas às violações de normalidade e independência. Sendo assim, para Carpinetti (2003) as variáveis são valores contínuos como dimensão, pressão, peso etc.

Rocha (2019) lista as principais cartas de controle de variáveis:

- Cartas de controle para a média e a amplitude;
- Carta de controle para o desvio-padrão;
- Carta de controle para a mediana;
- Carta de controle para valores individuais.

2.1.3.2.3 Cartas por atributos

A outra classificação de carta de controle é a carta por atributo, a qual Cortivo (2005) define atributo como uma característica ou propriedade da unidade de um produto. Para Carpinetti (2003), os atributos são, no contexto da análise da qualidade de processos, valores discretos como passa/não passa, aceita/não aceita. Ainda para o mesmo autor, as Cartas de Controle de Atributos são usados para controlar características que não podem ou não convém serem quantificadas ou representadas numericamente.

Korzenowski (2014) destaca que cartas por atributos tem limitação das ferramentas tradicionais para monitorar processos de alta qualidade. E Cortivo (2005) afirma que cartas padronizadas para atributos permitem a combinação de diferentes medidas, em uma única carta de controle. Dado o exposto, para tal cenário seria melhor classificar cada item como conforme ou não conforme as especificações (MONTGOMERY, 2009).

Rocha (2019) ainda diz que se o interesse for que as medidas estejam dentro ou fora dos valores especificados ou as peças terem ou não algum dano superficial de qualidade, o mais apropriado é a utilização dos gráficos por atributos. Por fim, o mesmo autor lista as principais cartas de controle de atributos:

- Carta "p" para % de não conformes;
- Carta "np" para número de não conformes;
- Carta "c" para número de não conformidades;
- Carta "u" para número de não conformidades por unidade.

Dentre estas, destaca-se a carta "p" que será empregada neste trabalho.

2.3.2.3.1 Carta "p"

De acordo com Rocha (2019), uma carta de controle por atributo "p" representa uma análise de proporção de itens defeituosos produzidos, ou seja, mede a fração de produtos não conformes em uma dada amostra. E dá dois exemplos:

- Percentual de componentes defeituosos produzidos em uma hora de produção;
- Percentual de componentes com diâmetro fora do especificado produzidos em um turno de trabalho.

Para Carpinetti (2003), a probabilidade P em um processo produzir uma peça

defeituosa não é apurada de antemão, e só pode ser estimada a partir dos dados disponíveis. Segundo Castro *et al.* (2012) para a construção da carta “p” deve-se primeiramente calcular a porcentagem média de produtos defeituosos (P) através da fórmula da Expressão 1.

(1) Cálculo de P

$$P = \frac{\text{Número de peças defeituosas}}{\text{Número total de peças na amostra}}$$

Fonte: Castro *et al.* (2012, p.9)

Em seguida calcular a linha central e os limites de controle. Portanto, para m amostras de tamanho n, a linha central (LC) para a carta p é calculada conforme a Expressão 2.

(2) Cálculo limite central para carta “p”

$$\bar{p} = \sum_{i=1}^m \frac{p_i}{m} = \frac{\sum_{i=1}^m d_i}{\sum_{i=1}^m n_i}$$

onde $p_i = \frac{d_i}{n_i}$. Para a *i*-ésima amostra.

Fonte: Carpinetti, 2003, p.100.

Sendo assim, os limites inferiores e superiores de controle para essa carta, são dados pela Expressão 3:

(3) LIC e LSC para carta “p”

$$L.I. = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$L.S. = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

Fonte: Carpinetti, 2003, p.100.

Por sua vez, o desvio padrão é calculado conforme a Expressão 4.

(4) Cálculo desvio padrão para carta p

$$\sigma_P = \sqrt{\frac{P \times (1 - P)}{N}}$$

Fonte: Castro *et al.* (2012, p.9)

2.3.3 Capabilidade

Paladini (2010) aborda a gestão estratégica de processos, em que esse modelo de gestão prioriza o processo produtivo, e criam o diferencial competitivo, gerando impacto, sobretudo diante da concorrência. Em um ambiente industrial, sob a ótica do controle estatístico da qualidade, a análise da capabilidade pode transmitir uma ideia equivocada sobre os resultados reais dos processos. Rocha (2019, p.336) afirma que para essa correção surgiu com o termo “capability”, que se refere “à facilidade ou potencialidade do processo para produzir peças conforme as especificações estabelecidas”.

Para Carpinetti (2003, p.124), através de estudo de capabilidade é possível avaliar a capacidade do processo para atender às especificações. E o mesmo autor define que “o estudo de capabilidade envolve a avaliação estatística da dispersão em torno de um valor central de comparação e o confronto desta medida com o

limite máximo estipulado para um determinado parâmetro”. Montgomery (2009) considera que somente é possível prever o desempenho do processo quando ele está sob condições estáveis, isto é, quando a média e também o desvio padrão são constantes.

Conforme Carpinetti (2003), a capacidade pode ser conduzida através do levantamento da frequência de distribuição dos resultados, como histograma ou gráfico de probabilidade Normal. O autor ainda aponta que esses recursos não evidenciam o comportamento do processo ao longo do tempo, exigindo outros recursos.

2.3.3.1 Índice Cp e Cpk

Os índices de cálculo da capacidade podem ser calculados e indicam a tolerância de especificação em comparação com a variação do processo (GOUVÊA, 2018). Capinetti (2003) e Cortivo (2005) concordam que os índices mais usados para quantificar a capacidade de processos são o Cp e Cpk.

Para Carpinetti (2003) e Rocha (2019) o índice Cp mensura somente a dispersão e Cpk mensura a dispersão e a centralização. Em que, o Cp mede a capacidade potencial do processo, já o Cpk mede a capacidade real. Ou seja, um mede o grau de adequação potencial, e o outro mede o efeito da dispersão e descentralização. Por sua vez, Carpinetti (2003) e Rocha (2019) caracterizam Cpk como sensível à desvios da média do processo em relação ao valor meta, enquanto que CP considera apenas a variabilidade do processo. E afirma também que um processo com valor médio centrado na meta apresentará índices de CP e Cpk iguais.

Os índices de capacidade são válidos somente se o tamanho da amostra usado for grande o suficiente. E ainda afirma que as estatísticas Cp, Cpk supõem que a população de valores de dados é normalmente distribuída. Os índices se mostram extremamente eficientes, já que pode-se usar estatísticas de capacidade para comparar a capacidade de um processo com outro (GOUVÊA, 2018). Esses índices podem ser analisados conforme Figura 11.

Quado 3 - Análise índices Cp e Cpk

Índice	Descrição	Cálculo
Cp	Mede a capacidade de maneira simples, para processos centrados. Mede o potencial do processo.	$C_p = (LSE - LIE) / 6\sigma$ Sendo LSE e LIE os limites de especificação do processo (superior e inferior, respectivamente)
Cps	Diferença do centro da distribuição e a especificação superior.	$C_{ps} = (LSE - \mu) / 3\sigma$
Cpi	Diferença do centro da distribuição e a especificação inferior.	$C_{pi} = (\mu - LIE) / 3\sigma$
Cpk	Mede a capacidade de processos que não estão centrados.	$C_{pk} = \min \{C_{ps} ; C_{pi}\}$

Fonte: Voitto, 2020.

2.4 Variabilidade do Processo

A definição genérica da variabilidade para Carneiro (2017, p.6) é dada por uma “oscilação da média ou de um ponto referência do processo, e está presente em todos os sistemas de produção”. Brown (1996) afirma que uma quantidade de variabilidade sempre existirá, isto é, é inerente ao processo, porém as empresas que conseguem controlar os processos e minimizar essa variabilidade ganham destaque na qualidade de seus produtos e serviços. A variabilidade do processo surge como um dos fatores importantes no processo de monitoramento do nível de qualidade. Carpinetti (2003) aponta a variabilidade excessiva como indesejável, já que acarreta perda da qualidade; perda de eficiência, produtividade e previsibilidade; e aumento de custos. Nesse sentido, Hermenegildo (2017, p.18) concorda que “quando se tem uma variabilidade frequente em relação às especificações, manifesta-se o risco de produzir não conformidades”. Este fato representa um dos motivos da existência do controle do processo”.

Como aponta Carpinetti (2003) a variabilidade do processo pode ser analisada através de medidas de dispersão, como o cálculo da variância e do desvio padrão, conforme as Expressões 5 e 6, onde x é o valor analisado, n é o número de dados do conjunto e μ a média aritmética do mesmo.

(5) Cálculo da variância

$$\sigma^2 = Var(x) = E(x - \mu)^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2$$

Fonte: Carpinetti (2003, p.25)

Para o mesmo autor, a variância representa quanto cada valor encontrado nos gráficos de controle varia em relação à média, ou seja, a distância dos pontos em relação à LC do gráfico. Já o desvio padrão, calculado a partir da raiz quadrada da variância, representa a dispersão dos dados (a distância um do outro), em outras palavras, o quanto o processo varia ao longo do tempo.

(6) Cálculo do desvio padrão

$$\sigma = \sqrt{Var(x)}$$

Fonte: Carpinetti (2003, p.25)

2.4.1 Causas Comuns

Para Rocha (2019) causas comuns são fatores que causam mínimo impacto. E de acordo com Corrêa (2019), as causas comuns têm efeito acumulativo de causas não controláveis, e possuem pouca influência individualmente. Já Carpinetti (2003) chama as causas comuns de causas crônicas e afirma que são as causas de variabilidade inerentes e crônicas do processo. Em geral, as causas comuns são fontes de variabilidade que são embutidas no sistema ou processo em si e remover uma causa comum geralmente significa mudar o processo. Como um exemplo de causa comum de variabilidade; pode ser indicado o treinamento inadequado de pessoal (MONTGOMERY, 2009).

2.4.2 Causas Especiais

Para Rocha (2019), as causas especiais tratam de fatores de maior impacto,

que causam maiores diferenças e em geral levam a níveis que podem ser inaceitáveis. De acordo com Corrêa (2019), causas especiais são falhas ocasionais que ocorrem durante o processo, com grande influência individualmente.

Carpinetti (2003) aponta as causas especiais como causas e variações esporádicas e inesperadas que se devem a problemas momentâneos e que desajustam o processo. Montgomery (2009) afirma que as causas que ele atribui como significativas, geralmente surgem de uma fonte externa, pode ser, por exemplo, uma falha de ferramenta em uma máquina. E a remoção de uma causa significativa geralmente envolve a eliminação desse problema específico. Cortivo (2005) amplia a análise e garante que faz parte do monitoramento a identificação e eliminação das causas especiais.

2.5 Tendência

Montgomery (2009) define tendência como o movimento contínuo em uma direção, geralmente se deve a um desgaste gradual ou deterioração de uma ferramenta ou de algum outro componente crítico do processo. Para Corrêa (2019), quando um processo segue uma tendência em direção aos limites inferior ou superior já indica que precisa de intervenção.

Sobre o processo de monitoramento, um dispositivo útil para atender essa demanda e analisar processos com tendências é o gráfico de controle de regressão (MONTGOMERY, 2009)

2.6 Processo Instável

Para Rocha (2019), um processo instável é considerado um processo fora de controle, contendo ocorrências de causas especiais. Carpinetti (2003) considera que, em geral, o processo estará fora de controle somente quando algum ponto ultrapassar os limites definidos (LIC E LSC). Entretanto, qualquer desvio dos pontos de uma distribuição normal deve indicar a presença de anormalidades.

Ainda de acordo com o mesmo autor, deve-se observar a tendência ou variação cíclica dos dados e a alta concentração de pontos perto ou além dos limites (CARPINETTI, 2003).

3 METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de uma pesquisa aplicada de caráter exploratório, pois tem como objetivo propor melhorias no processo de fabricação de embalagens de papelão ondulado em uma empresa de grande porte, por meio de um estudo de inspeções no processo, baseado no CEP. Neste trabalho, a extensão configura-se com o emprego dos conhecimentos adquiridos no curso de Engenharia da Produção para promover a melhoria no ambiente de trabalho produtivo de uma organização da região.

Markoni e Lakatos (2003) concordam que uma pesquisa aplicada tem como objetivo a aplicação prática que busca solucionar problemas envolvendo interesses locais. Por sua vez, Gil (2002) define pesquisa exploratória como aquela que busca encontrar as razões, os fundamentos, as causas e as consequências das coisas. Portanto, esse estudo se fará possível com a inspeção por amostragem, que irá auxiliar na investigação das causas inerentes e especiais do processo, possibilitando verificar a causa geradora das mesmas para propor as possíveis melhorias e o plano de ação. O setor de impressão foi escolhido pelos gestores em conjunto com o setor técnico como objeto de estudo e implementação das mudanças, pois a fábrica conta com 12 máquinas impressoras, as quais estão gerando um grande número de reclamações por produtos não conformes no último ano. E os clientes, por sua vez, estão cada vez mais exigentes em relação à cobrança para a resolução da causa desses problemas, para não gerar a recorrência dos mesmos.

3.1 Unidade de Análise

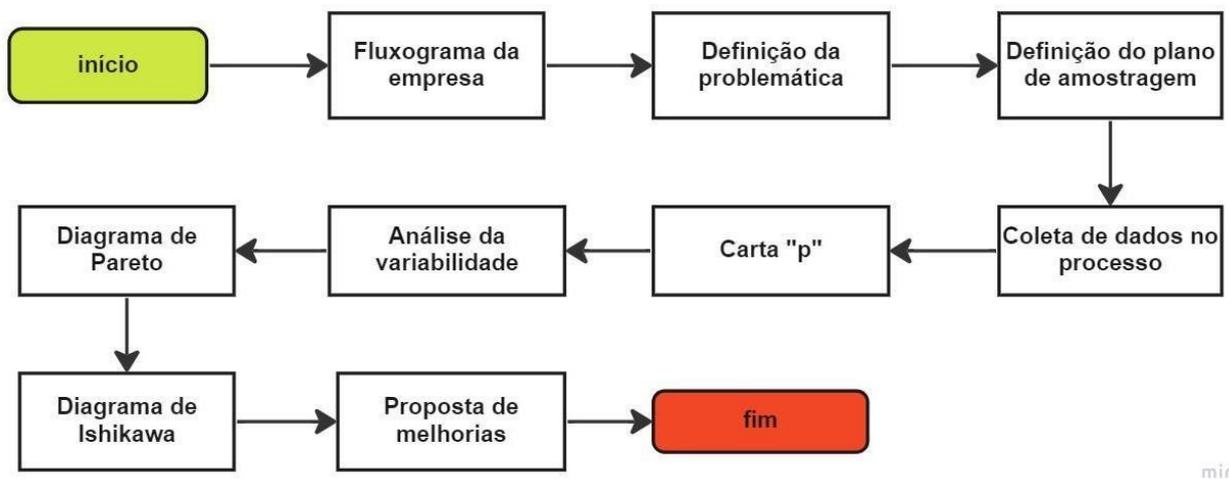
O setor das impressoras conta com a entrada das chapas, que passam pela impressão, seguido dos cortes e vincos que irão dar o formato às caixas, depois pela aplicação de cola para colar as laterais da caixa, seguido pelo empilhamento dos fardos e a amarração dos mesmos, até a saída da máquina para passar pela paletização. Dado o exposto, são vários subprocessos e todos dependem de fatores adversos, como ajustes na máquina, qualidade do papel recebido, fatores operacionais humanos, pois algumas etapas são manuais dependendo das máquinas, problemas no maquinário, velocidade de produção devido à alta na demanda, dentre outros. Fatores esses, que irão ser observados e analisados ao decorrer deste estudo para chegar-se a conclusões mais precisas. Neste cenário, o

aumento de produtos não conformes gerou transtorno na organização no último ano, que passou por um período de alta pressão por parte dos clientes, logo, o estudo será de suma importância para o futuro crescente da organização.

3.2 Descrição das Etapas e Procedimentos

Para o desenvolvimento deste estudo, seguiu-se os 9 passos mostrados na Figura 8:

Figura 8 - Etapas da Metodologia



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

3.2.1 Fluxograma da Empresa

Inicialmente foi necessário acompanhar o processo de fabricação e caixas de papelão ondulado e reciclado desde o início até o final, para possibilitar o entendimento do objeto de estudo. Com a observação in loco e a explicação dos responsáveis pelos setores de Onduladeira, Impressoras e Expedição, foi feita a construção do fluxo do processo e a descrição de cada etapa, mostrado na Figura 16.

3.2.2 Definição da Problemática

O próximo passo foi definir o problema que será estudado, através de observações de dados e gráficos gerados no sistema da empresa, valores gastos com devoluções de produtos defeituosos e conversas e reuniões com o pessoal envolvido, como supervisores e gestores da produção e da qualidade.

Com os dados observados, foi definido que a empresa precisa de um controle estatístico de processo, seguido por uma identificação das causas que são inerentes à ele e as que precisam de melhoria. Foi decidido junto à diretoria iniciar o estudo investigando o problema de colagem, pois é o que gera maior número de ocorrências na empresa, seguido pelos outros problemas em ordem decrescente.

3.2.3 Definição do Plano de Amostragem

Antes de iniciar a inspeção por amostragem, fez-se necessário definir um plano de amostragem e os níveis de inspeção para quantificar o tamanho das amostras e estabelecer a quantidade de amostras que será aceita ou rejeitada no lote segundo o plano, que foi baseado nas Normas NBR 5425 e 5426. Decidiu-se iniciar com o plano mais simples e monitorar os resultados para averiguar, posteriormente, se é o plano adequado. Então, foi definido utilizar o Nível I geral de inspeção com o NQA de 1%, ou seja, para um lote de caixas com tamanho entre 10001 e 35000, serão retiradas 125 amostras para inspeção, as quais poderão ter 3 caixas defeituosas para o lote ser aceito, um número maior que este, o lote será rejeitado.

3.2.3.1 Escolha do Plano de Amostragem

A escolha do nível de inspeção depende do grau de criticidade que a empresa almeja alcançar em seu processo, portanto, “a inspeção em nível I poderá ser adotada quando for necessário menor discriminação ou então o nível III, quando for necessária maior discriminação” (ABNT, 1985, p.5). Para a empresa estudada neste trabalho, o nível escolhido será o I na categoria de níveis gerais de inspeção, por se tratar de um processo de alta velocidade, o que se torna impraticável a inspeção de uma grande quantidade de amostras. Em relação ao Nível de Qualidade Aceitável, o setor técnico juntamente com os gestores das áreas responsáveis da produção, optaram pelo NQA de 1%, levando em conta o histórico de reclamações dos clientes, o qual demonstrou que a faixa de porcentagem de produtos defeituosos em relação ao total de volume produzido em m² no último ano ficou entre 0,57% e 2,23% no

último ano e também considerou-se um procedimento de qualificação de fornecedores do maior cliente da empresa que aceita 1% de produtos defeituosos por pedido.

3.2.4 Coleta De Dados No Processo

Definido o plano de amostragem, o passo seguinte foi acompanhar o processo primeiramente na máquina impressora A e coletar as amostras todos os dias durante o turno A (manhã) e B (tarde) durante o mês de junho para inspecioná-las na tentativa de identificar os defeitos de colagem e as possíveis causas deles. Com as amostras coletadas, foi quantificado quanto delas estava com problema de colagem inicialmente. Os dados foram anotados na planilha conforme o Quadro 4. Nos meses subsequentes (de julho a setembro) as inspeções estenderam-se a mais 3 máquinas impressoras, a fim de verificar se elas tinham os mesmos problemas de colagem identificados na impressora A e analisar o quanto o processo está variando com os demais problemas que afetam a organização e que seriam possíveis de verificar no momento de inspeção: impressão incorreta, refile aderido, vincos errados, caixas fora do esquadro e dimensões incorretas. Os dados coletados foram descritos de acordo com o Quadro 5, onde "FP" é a ordem de produção, o código da amostra é o código gerado através da tabela da ABNT do Quadro 1, o campo "Ac/Re" representa se o lote foi aceito ou não seguindo o plano de inspeção definido pela empresa e o campo "observações" serve para anotar todas as informações observadas durante a inspeção e julgadas necessárias para analisar as falhas posteriormente, como se os procedimentos estavam sendo seguidos, se houve problemas na máquina, se foi percebida alguma falha humana, entre outros.

Quadro 4 - Planilha de inspeção de colagem

Plano de Inspeção													
Data	Turno	Pedido	FP	Qtd.Lote	Código da amostra	Nº amostras	Problemas				Ac/Re	Nº NC	Observações
							Descoladas	Coladas internamente	Sem cola	Coladas entre si			

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

A tabela do Quadro 5 foi adaptada para coletar as informações das demais impressoras e ter mais precisão dos dados. O campo "problema detalhado" serve para colocar mais informações da falha e o "número inspeção/quantidade inspecionada" tem a finalidade de inserir a sequência da inspeção, ou seja, se o problema identificado foi na primeira amostra de inspeção do pedido, por exemplo, ou na última e a quantidade de caixas que haviam sido produzidas até o momento da inspeção.

Quadro 5 - Planilha de inspeção nas impressoras Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Plano de Inspeção										
Data	Máquina/turno	Pedido/FT	Cliente	Qtd.Lote/Cód.amostra	Nº amostras	Tipo problema	Problema detalhado	Qtd.Defeitos	Nº insp./qtd. Insp.	Observações

O campo "observações" das duas planilhas serve para anotar todas as informações julgadas necessárias para analisar as falhas posteriormente, como se os procedimentos estavam sendo seguidos, se houve problemas na máquina, se foi percebida alguma falha humana, entre outros.

3.2.5 Construção da Carta “p”

Nesta etapa, foram calculados os dados necessários para construção da carta “p”. A escolha da carta “p” foi apropriada pelos problemas serem qualitativos, visto que esta carta trata dos dados por atributo. Para construir ela, deve-se calcular as médias dos dados coletados (linha central), bem como o seu desvio padrão, para então chegar nos resultados dos limites inferior e superior de controle, possibilitando a elaboração do gráfico que mostrará se todos os pontos estão seguindo uma distribuição normal, ou seja, estão dentro dos limites de especificação, ou existe causas especiais fora desses limites que precisam ser estudadas e tratadas.

3.2.6 Análise Da Variabilidade

Nesta fase foi possível analisar a variação do processo através do desvio padrão, calculado anteriormente para a construção da carta “p”, com isso, tornou-se possível verificar o quanto o processo varia ao longo do tempo.

3.2.7 Priorização De Falha

Para priorizar as falhas as quais a empresa deveria agir por primeiro, ou seja, aquelas que apresentam maior impacto na organização, foi construído um Diagrama de Pareto por impacto, relacionando a frequência com que cada causa aparecia na empresa, representada pelo valor de devolução gerado no último ano. O Diagrama deve ser validado com a Diretoria para dar sequência aos próximos passos.

3.2.8 Diagrama De Ishikawa

Neste momento, foi construído o Diagrama de Ishikawa em reunião com a equipe técnica de produção para encontrar as causas que originaram as falhas para depois, agir sobre elas. Primeiro, foi mostrado todas as falhas encontradas no período e a variação dos pontos das amostras. Então, a equipe fez um brainstorming das possíveis causas dessas falhas, separando-as conforme os 6 M's (mão de obra, máquina, método, meio ambiente, medida e material) e sempre questionando o porquê de cada falha, possibilitando que o diagrama fosse construído com as causas raízes dos problemas identificados.

3.2.9 Plano De Ação Desenvolvido Com A Ferramenta 5w2h

Com o máximo de dados coletados e cálculos obtidos pelo período de tempo designado para isso no cronograma do projeto, a etapa deu-se pela junção de todos esses resultados para propor as possíveis melhorias à empresa, sejam elas referente às máquinas, aos processos e procedimentos, aos fatores operacionais, matéria-prima, dentre outros. Com isso, definida a priorização do problema, foi desenvolvido um plano de ação claro baseado na ferramenta 5W2H, que demonstra o objetivo final do plano, o que será feito, a justificativa de cada atividade, onde serão realizadas, quem é o responsável por cada ação, a data de início e fim da execução, o valor necessário, e o status de execução de cada ação

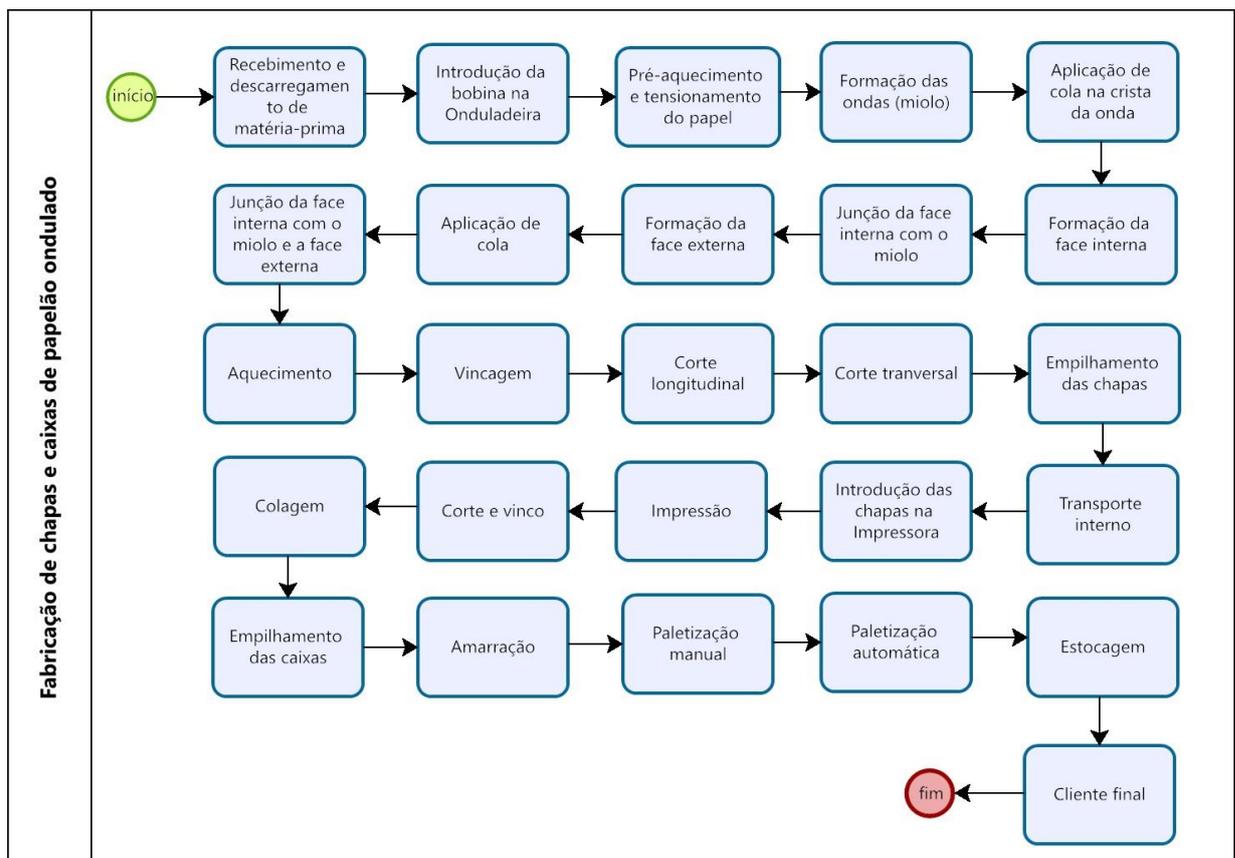
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo foi dividido em três fases. A primeira (Tópico 4.1) abordou a formalização dos processos produtivos, por meio da elaboração de um Fluxograma, para entendimento do processo no qual foi realizada a inspeção dos produtos. A segunda fase (Tópico 4.2), consistiu na análise dos resultados obtidos por meio dos cálculos estatísticos e ferramentas da qualidade. Por fim, a terceira fase (Tópico 4.3) foi composta pela proposta de melhoria elaborada através de um plano de ação com a ferramenta 5W2H.

4.1 Fluxograma da Empresa

O fluxo do processo de fabricação de chapas e caixas de papelão ondulado foi formalizado, representado na Figura 9.

Figura 9 - Fluxograma do processo de fabricação de chapas e caixas de papelão ondulado



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Seu início ocorre com o recebimento e descarregamento de matéria-prima em

local apropriado. Após isso, as bobinas de papel são retiradas do estoque e introduzidas na onduladeira, que fabricará as chapas. O processo da onduladeira inicia-se com o pré-aquecimento e tensionamento do papel com o objetivo de ser aquecido e preparado para ser conformado no rolo corrugador. No rolo corrugador, acontece a formação das ondas e este papel ondulado recebe o nome de miolo. Na saída do mesmo, o papel recebe a cola na crista da onda e o contato com a face interna, ou seja, aquela que ficará do lado interno da caixa. A face interna colada com o miolo é aquecida para receber mais uma aplicação de cola e se juntar com a face externa, que está sendo formada ao mesmo tempo deste processo em um rolo adiante na onduladeira. Após a junção das 3 camadas de papel, o material é submetido à mesa quente, onde irá sofrer aquecimento até equilibrar a umidade do papelão formado e secar toda a cola. A próxima etapa é a formação dos vincos (dobraduras) e dos cortes longitudinais para delimitar a largura da chapa. Posteriormente, as chapas passam pelo facão, onde são realizados os cortes transversais para determinar o comprimento das mesmas. Em seguida, as chapas passam pelo empilhador, que realiza a formação das pilhas de chapas na saída da onduladeira até atingir a quantidade determinada na programação. Por fim, as chapas são colocadas sob os paletes, recebem a etiqueta de identificação e transportadas até a Impressora que formará a caixa.

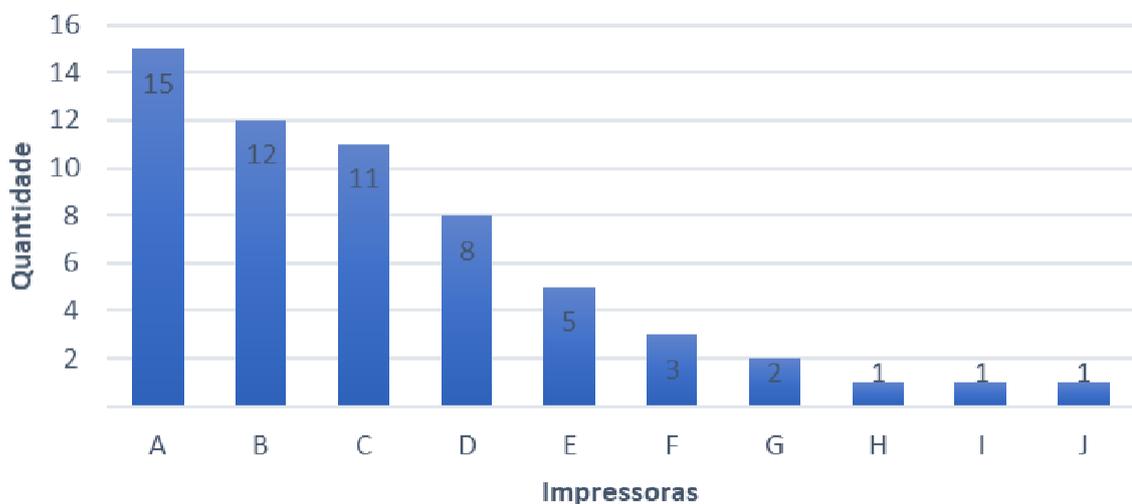
Por conseguinte, as chapas são inseridas na Impressora, e após isso, passam pela impressão através de clichês. Depois, são realizados os vincos (dobraduras) e cortes através de formas, formando a caixa. As caixas recebem a aplicação de cola na lateral (lap) para serem montadas através de um bico aplicador de cola, que é recarregado com a cola na temperatura necessária e é programado para colar a área do lap. Em algumas impressoras existe um sensor de cola que serve para avisar por meio de uma sirene se alguma parte do lap ficou sem cola ou com excesso. Após a colagem, são encaminhadas para o empilhador, que irá formar as pilhas de caixas conforme a quantidade programada na máquina. Então, as pilhas de caixas são amarradas com fita de polipropileno e nesta etapa, são retiradas algumas amostras para inspeção e testes físicos no laboratório da empresa. A seguir, os amarrados são acondicionados em paletes de madeira forrados com chapas de proteção e recebem as cantoneiras de papelão, a etiqueta de identificação, as chapas de proteção na parte superior do palete e após, são estrechadas manualmente com filme stretch. Os paletes são levados até o

Transferir, que transporta os mesmos até a paletizadora. Esta máquina irá finalizar a paletização automática com mais camadas de filme stretch e fita de arquear em volta do palete. Por fim, os paletes são alocados no estoque e aguardam a programação da Logística para serem transportados até o cliente final.

4.2 Análise dos Resultados

O processo de inspeção por amostragem iniciou-se no setor das impressoras, por apresentar o maior número de reclamações dos clientes nos últimos 3 meses. Para iniciar a inspeção, foi construído o gráfico da Figura 10, que relaciona a quantidade de problemas reclamados separados por impressora.

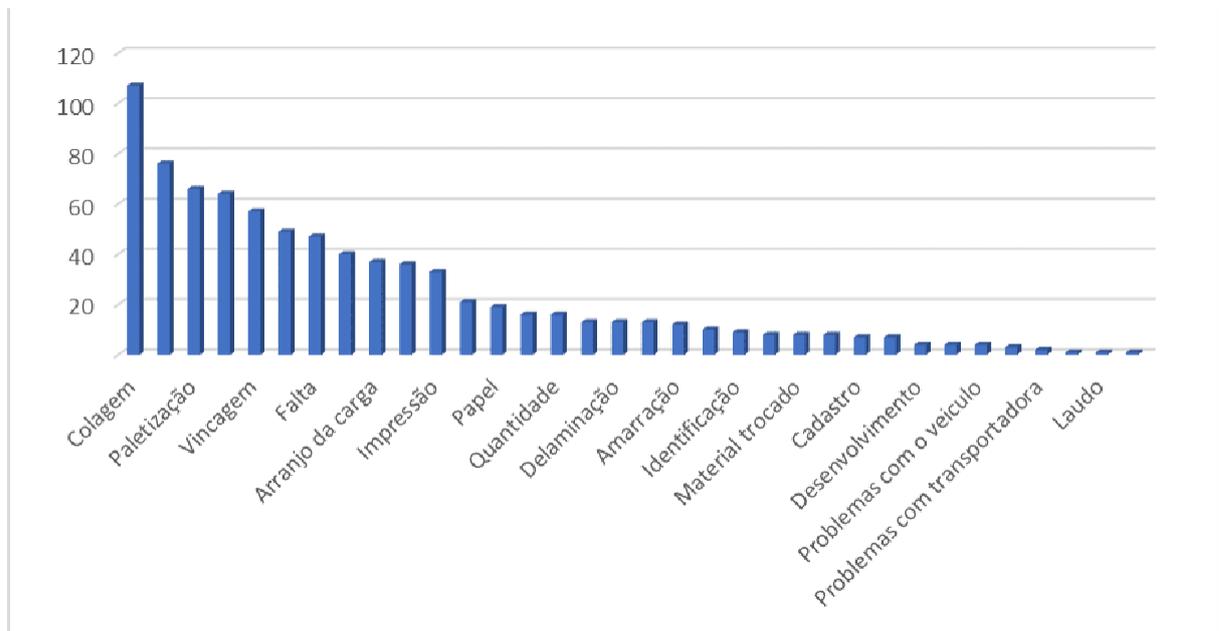
Figura 10 - Reclamações por Impressoras



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

A figura acima demonstrou que a impressora A apresentava o maior número de reclamações por colagem incorreta. Também foi analisado através do gráfico da Figura 11, que o defeito de colagem era o maior recorrente, representando 20,90% do total de reclamações no último ano.

Figura 11 - Reclamações por motivo



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Como a impressora A apresentou o maior número de reclamações, a coleta de dados do mês de junho foi feita na mesma, a fim de quantificar os problemas de colagem encontrados. Foram coletados dados de 65 pedidos diferentes, resultando em 5.089 caixas inspecionadas (tamanho do lote), das quais 155 apresentaram falhas na colagem. Essas falhas podem resultar em 4 tipos de problemas: caixas descoladas, caixas coladas internamente, caixas coladas entre si e falta de cola. Seguindo o plano de inspeção escolhido pela empresa, com Nível I geral de inspeção e com o NQA de 1%, 57 (86,4%) desses pedidos seriam aceitos e 9 (13,6%) deveriam passar por uma nova inspeção de amostragem antes de ser entregue ao cliente para verificar se o lote estava em condições de uso. Com os dados coletados, foi calculado o índice P para cada amostra, a média dos pontos, os limites de controle, o desvio padrão do processo e assim, foi construída a carta “p” apresentada na Apêndice A.

O desvio padrão dos pontos apresentou-se em 0,24% apenas, com 5 pontos variando fora dos limites de controle por apresentarem possíveis causas especiais de variação. Como o resultado da variação baseado no desvio padrão foi considerado baixo (menos que 1%) e as inspeções estavam limitadas a um único problema e a uma única máquina, limitando o estudo, decidiu-se iniciar as inspeções em mais 3 máquinas impressoras nos meses de julho, agosto e setembro, e conferir

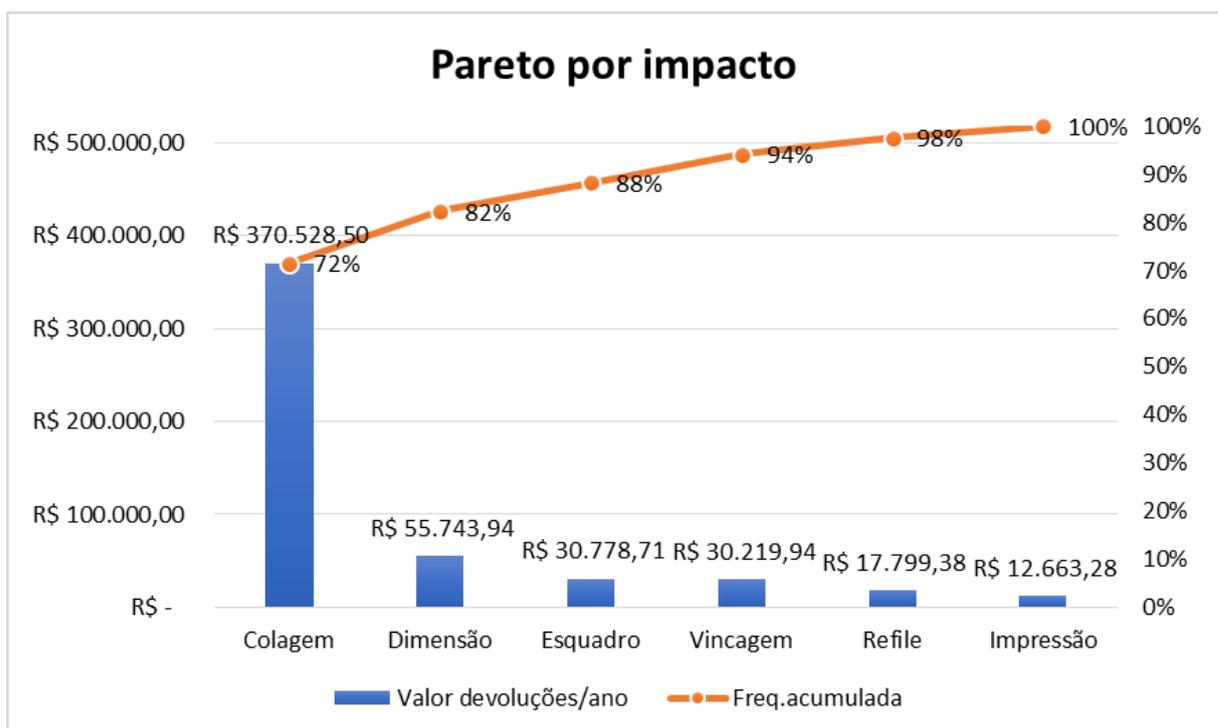
não somente o defeito de colagem, mas também, falha de refile aderido nas caixas, impressão incorreta, vincos errados, caixas fora de esquadro e problemas nas dimensões, além da colagem.

Então, nesses 3 meses seguintes foi feita a coleta de dados em 52 pedidos, resultando em 4.060 caixas inspecionadas (n), das quais 486 apresentaram falhas, resultando em um desvio padrão de 4,07%. A carta “p” foi construída conforme a Apêndice B e apresentou 29 pontos fora dos limites de controle.

Nas duas cartas “p” construídas, foi possível verificar que existiam pontos fora dos limites, oriundos de causas especiais de variação, sendo assim, impossibilitando o cálculo da capacidade do processo, que só é possível calcular quando o processo está sob controle estatístico (MONTGOMERY, 2009). Visto a tendência dos pontos, o processo foi considerado instável, ou seja, não segue uma distribuição normal dos pontos, necessitando assim de intervenções para melhorar seus resultados (CARPINETTI, 2003).

Como o processo, segundo a amostra, variou em 4,07%, consideravelmente acima do NQA de 1% estabelecido pela empresa, foi criado o Diagrama de Pareto por impacto conforme mostra a Figura 12, relacionando os problemas encontrados com o valor de devolução por problema no mesmo período, a fim de selecionar qual falha a empresa deve agir de imediato.

Figura 12 - Diagrama de Pareto por impacto



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

O Pareto demonstrou que na proporção de 80/20, a falha relacionada à colagem representou 72% dos defeitos no total de 6 causas, ou seja, um pouco menos de 80% dos defeitos totais são oriundos de 20% da falha de colagem. Tendo em vista o resultado apresentado acima, o passo seguinte deu-se por montar o Diagrama de Ishikawa e encontrar as causas reais do problema de colagem. O Ishikawa, apresentado na Apêndice C, foi construído juntamente com a equipe técnica, levantando as possíveis causas para a falha identificada, reunindo o conhecimento técnico da equipe com os dados do campo "observações" da planilha utilizada na coleta dos dados no período inspecionado.

4.3 Plano de Implementação

Por fim, a proposta de melhoria apresentada baseou-se em todas as informações e observações coletadas no período do estudo, bem como acompanhamento diário com os funcionários que trabalham no processo produtivo e pessoal técnico.

Foram identificadas 23 causas geradoras dos problemas de colagem no processo, das quais a empresa decidiu tratar inicialmente 3 delas e futuramente averiguar se era necessário tratar todas as outras. Então foi possível elaborar o plano de ação, apresentado no Apêndice D, baseado na ferramenta 5W2H, em reunião com os Supervisores da produção e a Diretoria, que por sua vez, aprovou as atividades com prazo e responsável definidos e inseridos no sistema da empresa, o qual enviou as ações para cada usuário responder e colocar evidências da realização da atividade antes de exceder o prazo. Os valores de cada ação não foram definidos por falta de informação por parte dos responsáveis. O plano de ação estruturado no 5W2H apresenta as 3 primeiras ações definidas em conjunto com a empresa e mais 11 ações sugeridas para alcançar o objetivo do presente trabalho.

A proposta é primeiramente monitorar as ações planejadas, a fim de verificar se houve melhorias no processo após a execução das mesmas. Assim como dar continuidade ao processo de inspeção amostral já iniciado, designando um funcionário para acompanhar diariamente as variações de cada parte do processo, identificando assim, as possíveis melhorias, a fim de diminuir a quantidade de

defeitos encontrados nas caixas. Para isso, é necessário rever o plano de inspeção para identificar se o mesmo continua adequado à realidade da empresa. Para ter um efeito mais significativo para a organização, separar os lotes que apresentarem certa quantidade de falhas, de acordo o plano de amostragem, para uma nova inspeção feita pelo setor de qualidade e de acessórios, com o intuito de impedir que o lote defeituoso chegue até o cliente final e gere uma devolução, o que acarreta custos de valores altos para a empresa, pois ela acaba gastando com o frete da devolução, além de todo o custo de retrabalho e novo frete de envio da mercadoria ao cliente. Outro passo, é seguir o plano de manutenção das máquinas elaborado pelo setor de manutenção, pois muitas das falhas podem ser geradas pelo atraso nas manutenções preventivas.

Uma das questões levantadas na análise de falhas foi a falta de cumprimento do procedimento de inspeção dos fardos pelos operadores das máquinas, porém, seria fundamental revisar não somente este procedimento, como também os padrões de qualidade que a empresa aceita, pois não há um padrão definido sobre a qualidade dos materiais a serem enviados para o cliente. Outro ponto crucial a ser revisado no procedimento de conferência das caixas é incluir a verificação dos fardos após as paradas de máquina, pois muitas vezes essas paradas acabam gerando falhas de impressão, colagem, entre outros. Depois de revisado o procedimento e definido com clareza esses padrões, realizar treinamentos com os colaboradores do processo produtivo, apresentando os padrões e enfatizando a qualidade do produto como prioridade no dia a dia da fábrica. Outra sugestão é criar um *checklist* de conferência dos ajustes que devem ser realizados na máquina antes de iniciar um pedido, com o objetivo de evitar que algum passo seja esquecido e atrapalhe o processo já iniciado, diminuindo assim as paradas de máquinas.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo geral propor melhorias no processo de fabricação de embalagens de papelão ondulado em uma empresa do meio oeste de Santa Catarina. Foi necessário um conjunto de objetivos específicos para que o objetivo geral fosse alcançado.

Inicialmente, a construção do fluxograma de processo da empresa possibilitou o entendimento do processo produtivo da mesma e foi fundamental para iniciar as inspeções amostrais, pois sem entender o processo, os dados coletados poderiam ser ineficientes. O método de inspeção seguido pela construção das cartas “p” foi algo inovador na empresa, porém não foi cumprido conforme o planejado inicialmente, pois os lotes considerados defeituosos não foram revisados novamente e foram enviados ao cliente. Com as cartas construídas, foi possível analisar a variabilidade de processo, que no segundo momento de inspeção (julho a setembro) variou consideravelmente em relação aos limites de controle. O cálculo da capacidade que estava previsto no estudo não pode ser realizado devido ao processo não estar sob controle estatístico, apresentando instabilidade. A variabilidade do processo foi apresentada ao nível estratégico da organização, que se mostrou surpreso e concordou em tratar os principais problemas, porém seria inviável tratar todos eles no momento. Portanto, foi utilizado o Diagrama de Pareto por impacto gerado na organização, relacionando o valor de devoluções por problema e identificando assim que a colagem deveria ser o problema priorizado para a tratativa inicial. Essa ferramenta já havia sido utilizada na empresa, porém estava negligenciada. Houve uma dificuldade para os passos seguintes devido a alta na produção e pela troca no quadro de alguns funcionários, o que atrasou as reuniões para analisar as causas do problema escolhido e o desenvolvimento do plano de ação. A reunião para analisar as possíveis causas de colagem baseada no Diagrama de Ishikawa serviu para identificar 23 causas geradoras dos problemas, porém a empresa só decidiu tratar 3 delas e não analisou com mais cautela as demais, nem mesmo quis desenvolver um plano de ação futuro para as causas restantes, o que gerou dificuldade para o atingimento do objetivo principal sobre gerar melhorias no processo. Apesar disso, os resultados obtidos com o uso de todas as ferramentas de qualidade, conseguiu demonstrar para a empresa que havia a necessidade de diversas melhorias, a qual considerou dar uma maior atenção

quando após o período de alta na produção.

A realização deste trabalho possibilitou a proximidade dos conceitos de CEP e tornou possível a aplicação das ferramentas estatísticas e de qualidade para gerar propostas de melhorias e assim alcançar resultados melhores no processo, como a diminuição dos custos com devolução. Recomenda-se para trabalhos futuros dessa área averiguar se a empresa está realmente disposta a alinhar o seu processo às metodologias propostas e aplicar as mudanças na rotina, pois há dificuldade na execução das ações se o foco da empresa não está alinhado à qualidade.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISO 9001:2015, **Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos**. CARPINETTI, L. C. R.; MIGUEL, A. C.; GEROLAMO, M. C. Gestão da Qualidade ISO 9001:2008: princípios e requisitos. São Paulo: Atlas, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5425**: Guia para inspeção por amostragem no controle e certificação de qualidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1985. 30 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5426**: Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos. Rio de Janeiro: ABNT, 1985. 63 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9000**: Sistemas de gestão da qualidade — Fundamentos e vocabulário. 3 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2015. 59 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001**: Sistemas de gestão da qualidade — Requisitos. 3 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 32 p.

AZEVEDO, Irene Conceição Gouvêa de. FLUXOGRAMA COMO FERRAMENTA DE MAPEAMENTO DE PROCESSO NO CONTROLE DE QUALIDADE DE UMA INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO: área temática: gestão da qualidade. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 12., 2016, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: CNEG, 2016.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. Tradução da 6ª edição americana. São Paulo: Blucher, 1977.

BROWN, Mark Graham. **Por que o TQM falha**. NBL Editora, 1996.

CARNEIRO, Ana Fátima Maia. **Análise de Variabilidade num Processo Industrial de Produção de bolachas**. 2017. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Gestão Industrial, Feup - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2017. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/143410538.pdf>. Acesso em: 5 out. 2022.

CASTRO, Denyse Roberta Correa *et al.* A APLICABILIDADE DOS GRÁFICOS DE CONTROLE NAS EMPRESAS COMO MODELO DE INSPEÇÃO PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 32., 2012, Bento Gonçalves. **Anais [...]**. Bento Gonçalves: ENEGEP, 2012.

CROSBY, Phillip. **Quality is free**. New York: Mentor/New American Library, 1979.

CARPINETTI, Luiz C.R. **Controle Da Qualidade De Processo**. São Carlos: Publicado em: Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos, 2003.

CORRÊA, Fernando Ramos. **Gestão Da Qualidade**. Rio de Janeiro: Fundação Cecierj, 2019.

CORTIVO, Zaudir Dal, **Aplicação Do Controle Estatístico De Processo Em Seqüências Curtas De Produção E Análise Estatística De Processo Através Do Planejamento Econômico**. Dissertação (Mestrado em Ciências, pelo Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/3119/arquivo%20completo%20IV.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 05 de maio de 2022.

DE ANDRADE MARCONI, Marina; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia científica**. Atlas, 2007.

GAVIOLI, Giovana. **ESTUDO DE ALINHAMENTO ENTRE ESTRATÉGIA E CAPABILIDADE E SUA RELAÇÃO COM O DESEMPENHO NA CADEIA DE SUPRIMENTOS DE EMPRESAS DO SETOR DE BENS DE CAPITAL**. 2012. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2012. Disponível em: https://www.lareferencia.info/vufind/Record/BR_009eaaa82567597dd65e7303100930e2/Description. Acesso em 31 de abril de 2022.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo 5 (2002): 61.

GOMES, Paulo J. P. **A evolução do conceito de qualidade: dos bens manufacturados aos serviços de informação**. Cadernos BAD, 2004, vol. 2004, n. 2, p. 6-18.

GOUVEI, Anna Carolina; PACINI, Stefano; ABJAUD, João Vitor. **IBPO – ÍNDICE BRASILEIRO DO PAPELÃO ONDULADO**. O Papel, p. 23-25, 22 set. 2022. Disponível em: http://www.revistaopapel.org.br/noticia-anexos/1663855871_65df142e0709fbd4ec8416d7234125a7_1257755203.pdf. Acesso em: 12 nov. 2022.

GOUVEIA, Marco Aurélio da Cruz. **Controle Estatístico Da Qualidade**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018.

GROSELLI, Andressa C. **Proposta de Melhoria Contínua em um Almoarifado 6 utilizando a Ferramenta 5W2H**, 2014. 53 F. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

HENNING, Elisa; WALTER, Olga Maria Carvalho Formigoni; SOUZA, Nadine Santos de; SAMOHL, Robert Wayne. **UM ESTUDO PARA A APLICAÇÃO DE GRÁFICOS DE CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO EM INDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA POTÁVEL**. **Sistemas & Gestão**, Joinvile, v. 9, n. 1, p. 2-13, nov. 2014. Disponível em: <https://docs.ufpr.br/~taconeli/CE21917/Grupo1.pdf>. Acesso em: 17 de maio de 2022.

HERMENEGILDO, Gabriela De Araújo. **Proposta De Implementação Do Gráfico De Controle Em Uma Empresa De Pequeno Porte No Paraná**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Ponta Grossa, 2017. Disponível em:

https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/16140/1/PG_DAENP_2017_2_20.pdf. Acesso em: 05 de maio de 2022.

JANKAVSKI, André. E-commerce dá fôlego ao setor de embalagens, que cresce acima da média do PIB. **O Estado de S. Paulo**. São Paulo, p. 0-0. 26 jun. 2021.

JURAN, Joseph. **Quality control handbook**. New York: McGraw-Hill, 1951.

KORZENOWSKI, André Luis; MULLER, Wagner Augusto; VACCARO, Guilherme Luis Roehe; VIDOR, Gabriel. Desenvolvimento De Cartas De Controle Da Qualidade: Motivações E Indicativos De Pesquisas Futuras. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 34., 2014, Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba: ENEGEP, 2014.

LIMA, Diesley Victor. Análise da Capacidade do Processo de Fabricação de Frascos Plásticos: Um Estudo de Caso em uma Empresa de Embalagens. **Revista Fsa**, Teresina, v. 14, n. 5, p. 128-145, set. 2017.

MACHADO, Jose Fernando Albuquerque *et al.* **CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO – METODOLOGIA DE GESTÃO DA QUALIDADE APLICADA AO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS SOPRADAS**. 2010. TCC (Graduação), São Paulo, 2010. Disponível em: <http://revista.universo.edu.br/index.php?journal=2013EAD1&page=article&op=viewArticle&path%5B%5D=7590>. Acesso em 04 de maio de 2022.

MELLO, Ana Emília Nascimento Salomon de. **APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DE PROCESSOS E DA SIMULAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE PROCESSOS PRODUTIVOS**. 2008. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2008. Disponível em: https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1695/dissertacao_0034092.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 05 jun. 2022.

MENDONÇA, Ricardo Rodrigues Silveira de. **Processos administrativos**. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração / UFSC, 2012.

MONTGOMERY, Douglas, C. **Introduction To Statistical Quality Control**, Sixth Edition, Publicação do WILEY, 2009.

PALADINI, Edson Pacheco. **Competências Produtivas E Visão Estratégica: Um Modelo De Gestão Interativa**, Florianópolis, n. 20, junho. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/48wzYpB4VPkjnK6LzHy9Frg/?lang=pt>. Acesso em: 05/04/2022.

PEINADO, J., & GRAEML, A. R. **Administração da produção (operações industriais e de serviços)**. Curitiba: Unicenp, 2007.

PEREIRA NETO, Antonio Luiz; CAMPOS, Marianna Cruz; SILVEIRA, Roseane Rodrigues da; ALMEIDA, Mariana Rodrigues de. CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE: PLANEJAMENTO DE AMOSTRAGEM PARA DIMINUIÇÃO DE ERROS DE INSPEÇÃO. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 33., 2013, Salvador. **Anais** [...]. Salvador: ABEPRO, 2013.

RAIMUNDO, Alethéia. **ANÁLISE DE CONTROLE DE DADOS E PROCESSOS: estudo de caso em um instituto de pesquisas público na cidade de são josé dos campos - sp.** 2016. 58 f. Monografia (Especialização) - Curso de Gestão Pública Municipal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/21297/1/CT-GPMS-2014-15.pdf>. Acesso em: 11 set. 2022.

ROCHA, Henrique Martins. **Controle Estatístico De Qualidade.** Volume único. Rio de Janeiro: Fundação Cecierj, 2019.

ROCHA, A, V.; COSTA, F. S.; NOGUEIRA, J. F.; BELMIRO, T. R. **Gerenciamento da qualidade em projetos.** Rio de Janeiro: FGV, 2014.

RODRIGUES, Alessandra Matias. **Modelagem de Processos.** 2009. 44 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: https://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/K211224.pdf. Acesso em: 11 set. 2022.

ROSA, Jaqueline Aparecida; SANTOS, Camila Mayra Aparecida; PAULISTA, Paulo Henrique. **APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA ANÁLISE DE FALHAS FREQUENTES NAS PLACAS DE IDENTIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DO SETOR ELÉTRICO DE UMA EMPRESA.** 2012. 1 f. TCC (Graduação em Engenharia de Produção) - Centro Universitário de Itajubá - Fepi, Itajubá, 2012. Disponível em: <http://revista.fepi.br/revista/index.php/revista/article/view/32/30>. Acesso em: 01 de maio de 2022.

ROSÁRIO, Marcelo Bueno do. **CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO: um estudo de caso em uma empresa da área de eletrodomésticos.** 2004. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/5663>. Acesso em: 04 de maio de 2022.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. **Carta de Controle.** Publicado em 19 de fevereiro de 2013. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/carta-de-controle/>. Acesso em: 05/05/2022.

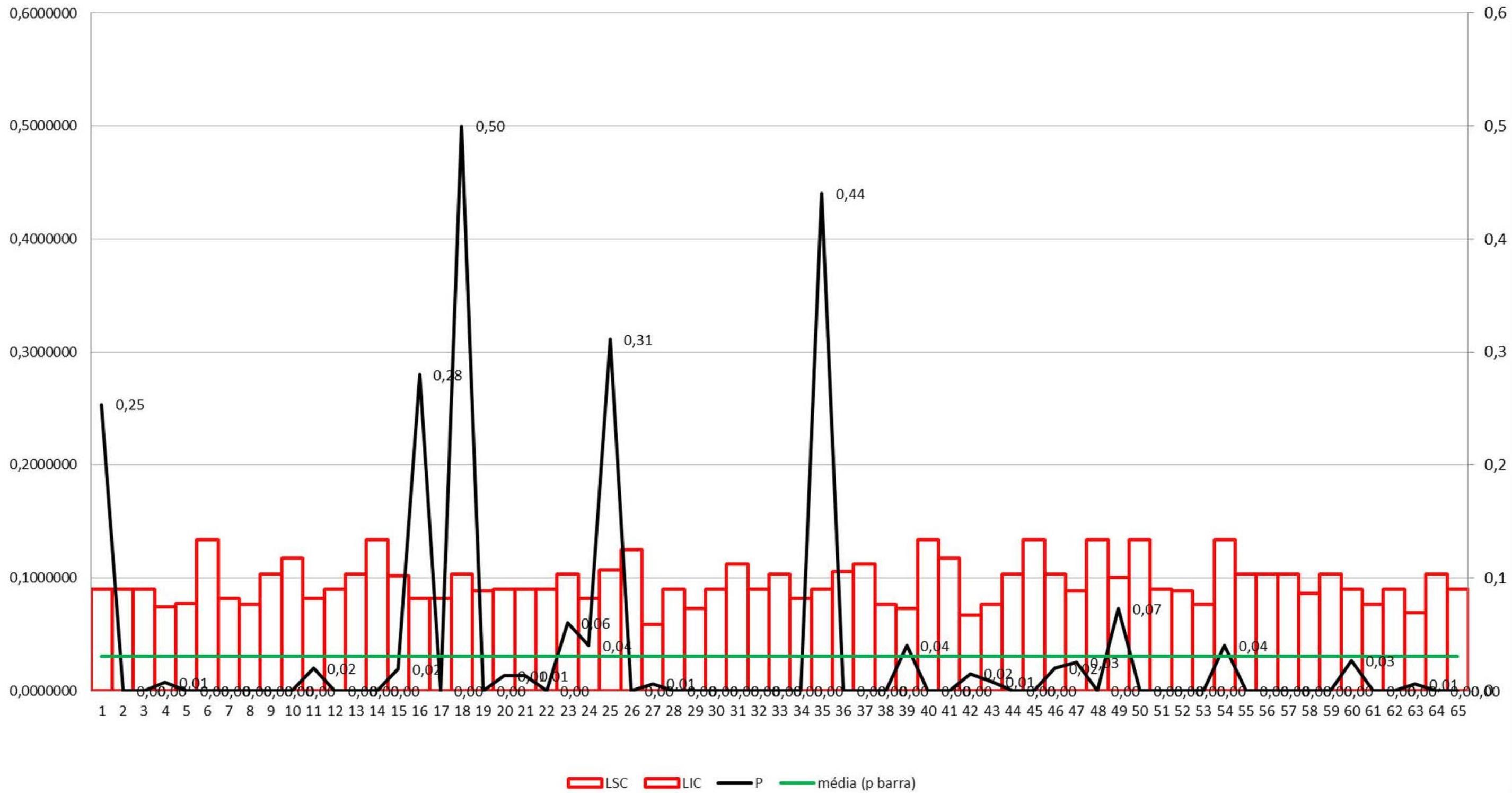
SOUZA, John César de; CARVALHO, Lucas Vidotti de; MIRANDA, Marcelo A. Santos; SANTIM, Matheus Eduard; JUNIOR, Roberto Lopes da Silva; COTRIM, Syntia Lemos. **APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO: ESTUDO DE CASO.** In: SIMPÓSIO MARINGAENSE DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - UEM, 7., 2014, Maringá. **Anais [...].** Maringá: UEM, 2014.

VARELA, Leandro Afonso; AZAMBUJA, Leonardo Flores. **VARIABILIDADE ESPACIAL E QUALIDADE DE SEMEADURA DO MILHO SAFRINHA.** 2016. TCC (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/3416>. Acesso em: 03 de maio de 2022.

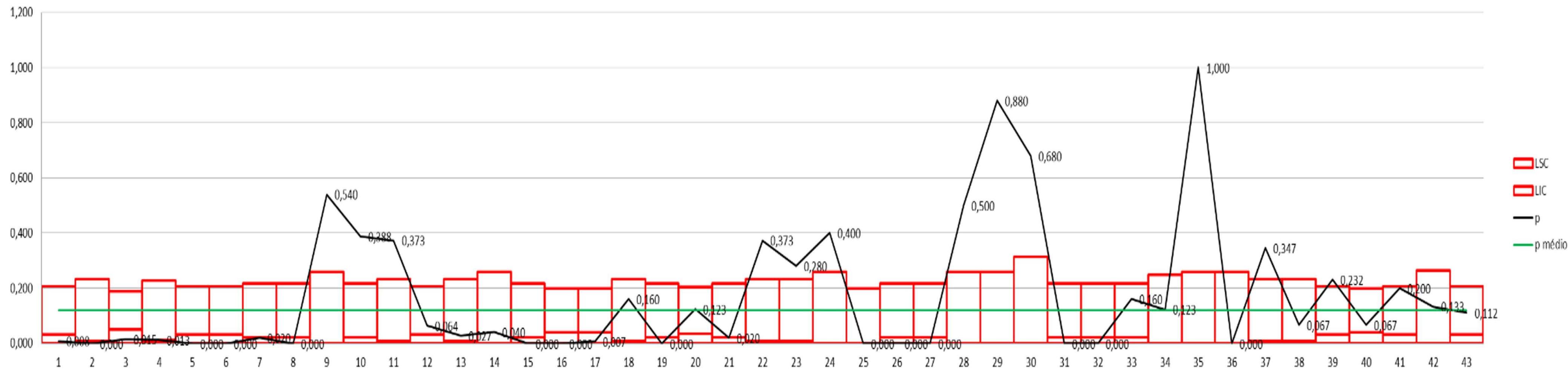
WOOD JUNIOR, Tomaz; URDAN, Flávio Torres. GERENCIAMENTO DA QUALIDADE TOTAL: UMA REVISÃO CRÍTICA. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 34, n. 6, p. 46-59, nov. 1994.

ZVIRTES, Leandro; CHIAVENATO, Patrícia. Implantação do controle estatístico do processo em uma indústria de bebidas destiladas. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 26., 2006, Fortaleza. **Implantação do controle estatístico do processo em uma indústria de bebidas destiladas**. Fortaleza: ENEGEP, 2006.

FRAÇÃO DEFEITUOSA - CARTA P



APÊNDICE B - Carta "p" impressoras A, B, C e D



APÊNDICE C - Ishikawa

Efeito	Método	Máquina	Material	Medida	Meio Ambiente	Mão de obra
Problemas de colagem nas Impressoras	Falta de manutenção	As impressoras são abertas- gera poeira e cai na máquina, prejudicando a colagem	Caixas com hidro prejudicam a colagem	-	As variações de temperatura provocam problemas na cola (cristaliza ou seca rapidamente) e geram falsa colagem.	Caixas atravessadas na introdução
	O pó da lixadeira prejudica a máquina	As 2 coladeiras não tem sensor de cola	Estruturas de papel acima de A15 são pesadas, o ideal seria que fossem lixados	-	Falta de espaço no Estoque, ocasionando mistura de material NC (segunda e terça)	Falta de revisão (principalmente depois de paradas e antes de fechar o pedido)
	Vem chapas com hidro sem necessidade	Sistema de descarte da impressora A não funciona por problema mecânico	Papel seco com delaminação dobra fora do vinco, ocasionando colagem incorreta	-	-	Falta de pessoas
	Os fardos não são conferidos a cada 70 como o procedimento fala	Estruturas acima de A15 e/ou com hidro necessitam de lixante, porém a impressora A não tem lixadeira e para instalar perde muita área útil na máquina	Chapas encanoadas, ocasionando colagem incorreta.	-	-	Pessoas desqualificadas e desinteressadas
	Falta de incentivo para a produção nos finais de semana	Caixas cortadas causam erro na leitura do bico aplicador de cola	-	-	-	Mistura de caixas para revisar e/ou que precisam de cola e as que precisam ser refugadas.
	Falta de ajustes salariais	As Impressoras não colam 100% das caixas, segundo parecer técnico do fabricante				

APÊNDICE D - 5W2H

Objetivo Final	5W						2H				
	O quê?	Por que?	Onde?	Quem	Início	Fim	Como?	Quanto custa?	Concluído?	Status	Comentário
Diminuir os problemas de colagem nas caixas.	Ajustar o sensor do coleiro da impressora A.	Porque o sensor avisa a maioria dos fardos que contém problemas de colagem.	Impressora A	Manutenção	19/9/2022	31/10/2022	Arrumando o sensor.	-R\$ - -	Sim	Concluído	-
	Avaliar a possibilidade de realizar testes do coleiro novo.	Porque o coleiro existente pode estar ocasionando alguns problemas de colagem.	Impressora A	Supervisor produção	19/9/2022	31/10/2022	Alugando um coleiro com tecnologia mais avançada.	-R\$ - -	Não	Atrasado	Aguardadno parecer do fornecedor.
	Avaliar a necessidade de revisão da metodologia da conferência das caixas.	Porque atualmente o procedimento diz que os operadores são responsáveis por inspecionar 1 a cada 70 fardos, porém não está sendo cumprido.	Setor de impressoras	Supervisor produção	19/9/2022	31/10/2022	Revisando o procedimento, alterando e treinando os colaboradores, se necessário.	-R\$ - -	Não	Atrasado	-
Assegurar que o plano de ação foi cumprido.	Monitorar as ações planejadas.	Para verificar se houve melhorias no processo.	Setor de impressoras	Controle da Qualidade	31/10/22	Indeterminado	Verificando se foram cumpridas e coletando dados no processo para averiguar as melhorias.	-R\$ - -	Não	Pendente de aprovação.	-
Promover melhorias no processo.	Dar continuidade nas inspeções amostrais no processo.	Para identificar as variações do processo.	Setor de impressoras	Controle da Qualidade	01/11/2022	Indeterminado	Designando um colaborador para inspecionar diariamente o processo nas impressoras.	-R\$ - -	Não	Pendente de aprovação.	-
Impedir que o cliente receba lotes defeituosos.	Revisar todos os lotes considerados rejeitados pelas inspeções.	Para identificar se o lote apresenta grande quantidade de defeitos ou não.	Setor de impressoras	Controle da Qualidade e Setos de Acessórios	01/12/2022	Indeterminado	Separando os lotes rejeitados nas inspeções e revisando uma quantidade maior de caixas, ou seja fazendo uma nova seleção do que será enviado ao cliente.	-R\$ - -	Não	Pendente de aprovação.	-
Adequar o método de inspeção à realidade da empresa.	Revisar plano de inspeção escolhido.	A fim de adequar as inspeções a realidade atual da empresa e as exigências dos clientes.	Setor de impressoras	Diretoria, Supervisão da produção e Controle da Qualidade	01/11/2022	Indeterminado	Reunindo a equipe responsável e verificando através das tabelas da ABNT se o plano escolhido anteriormente continua sendo ideal e alterá-lo, se necessário.	-R\$ - -	Não	Pendente de aprovação.	-
Promover melhorias no processo.	Analisar mensalmente os dados coletados nas inspeções.	Para identificar as causas das variações.	Setor de impressoras	Equipe técnica e Controle da Qualidade	01/12/2022	Indeterminado	Através de reuniões com a equipe responsável, utilizando ferramentas da qualidade, como o Ishikawa.	-R\$ - -	Não	Pendente de aprovação.	-
Promover melhorias no processo.	Desenvolver planos de ações através dos dados obtidos.	Para resolver os problemas identificados.	Setor de impressoras	Diretoria, Supervisão da produção e Controle da Qualidade	10/12/2022	Indeterminado	Através de reuniões com a equipe responsável, analisando os dados obtidos e utilizando ferramentas da qualidade, como o Pareto e o 5W2H.	-R\$ - -	Não	Pendente de aprovação.	-
Diminuir os defeitos nas caixas por falhas de maquinário.	Cumprir com os planos de manutenções preventivas das máquinas.	Para diminuir as falhas mecânicas e elétricas nas máquinas.	Setor de impressoras	Supervisão da produção	01/11/2022	Indeterminado	Através do acompanhamento dos prazos dos planos de manutenções preventivas.	-R\$ - -	Não	Pendente de aprovação.	-
Promover melhorias no processo.	Definir um padrão de qualidade dos produtos enviados aos clientes.	Para evitar diferentes interpretações de produtos defeituosos.	Setor de impressoras	Supervisão da produção, equipe técnica e Controle da Qualidade	01/11/2022	Indeterminado	Revisando o procedimento de qualidade dos produtos.	-R\$ - -	Não	Pendente de aprovação.	-
Aperfeiçoar métodos.	Realizar reciclagem com os envolvidos na produção.	Para explicar os padrões de qualidade dos produtos definidos.	Setor de impressoras	Treinamento operacional	01/11/2022	31/12/2022	Fazendo um cronograma para realizar o treinamento de reciclagem, a fim de atender todo o pessoal da fábrica.	-R\$ - -	Não	Pendente de aprovação.	-
Impedir que o cliente receba caixas defeituosas.	Revisar o procedimento de conferência das caixas e treinar o pessoal envolvido.	Para incluir a verificação das caixas após paradas de máquinas.	Setor de impressoras	Treinamento operacional e Supervisão da produção.	01/11/2022	31/12/2022	Revisando o procedimento já existente, adicionando a questão de conferência das caixas após as paradas de máquinas e treinando o pessoal envolvido.	-R\$ - -	Não	Pendente de aprovação.	-
Impedir que o cliente receba caixas defeituosas.	Criar um checklist de conferência dos ajustes que devem ser realizados antes de iniciar o processo nas máquinas.	Para evitar as paradas de máquinas.	Setor de impressoras	Equipe técnica e Supervisão da produção.	01/12/2022	31/12/2022	Criando um checklist de conferência de todos os ajustes que devem ser feitos ou conferidos por máquina.	-R\$ - -	Não	Pendente de aprovação.	-