



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

MAILSON ARAÚJO FEITOZA FILHO

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE ENVASE NA PRODUÇÃO DE POLPAS:
UM ESTUDO DE CASO**

**SUMÉ - PB
2021**

MAILSON ARAÚJO FEITOZA FILHO

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE ENVASE NA PRODUÇÃO DE POLPAS:
UM ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientadora: Professora Ma. Fernanda Raquel Roberto Pereira.

Coorientadora: Esp. Fernanda Ferreira Santos.

**SUMÉ - PB
2021**



F311o Feitoza Filho, Mailson Araújo.

Otimização do processo de envase na produção de polpas : um estudo de caso. / Mailson Araújo Feitoza Filho. - 2021.

55 f.

Orientadora: Professora Mestra. Fernanda Raquel Roberto Pereira; Coorientadora: Esp. Fernanda Ferreira Santos.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Produção.

1. Otimização de processo. 2. Controle estatístico de processos. 3. Envase de polpas. 4. Compatibilidade de processo. 5. Planejamento e controle da produção. 6. Estudo de caso. 7. Empresa de polpas. 8. Melhorias de controle contínuo. 9. Gráfico de Controle. 10. 5W2H. I. Pereira, Fernanda Raquel Roberto. II. Santos, Fernanda Ferreira. III. Título.

CDU: 658.5(043.1)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

MAILSON ARAÚJO FEITOZA FILHO

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE ENVASE NA PRODUÇÃO DE POLPAS:
UM ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

BANCA EXAMINADORA:

Professora Me. Fernanda Raquel Roberto Pereira.
Orientadora - UAEP/CDSA/UFCG

Professor Me. Josean da Silva Lima Junior.
Examinador I - UAEP/CDSA/UFCG

Professor Me. Fabíola Renata Alves Roberto.
Examinador II - Secretaria do Estado da Paraíba/Curso Técnico

Trabalho aprovado em: 26 de novembro de 2021.

SUMÉ - PB

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por realizar meu sonho, não é apenas um curso e sim um sonho, obrigado Deus por toda o conhecimento adquirido ao longo dessa jornada. Mantive-me de pé quando parecia que eu não iria conseguir, me ensinou que ir no meu tempo é o melhor caminho, ter fé e acreditar que tudo dará certo pois Deus sabe de todas as coisas. Gratidão!

Agradeço aos meus pais (Maria de Lourdes e Maílson Araújo), por todo o apoio que me deram, mesmo com as dificuldades jamais deixaram faltar qualquer coisa, lutaram bravamente para que eu pudesse finalizar o curso, esse diploma é dedicado a vocês, grato por tudo que fizeram, e por jamais deixar de acreditarem que a educação é o ponto chave para alçar nossos objetivos; aos meus irmãos Thâmara e Diogo que me acompanharam nessa jornada e me deram tanto apoio, vocês foram essenciais na minha jornada, minha família, minha base, obrigado por tanto.

A minha avó (Lena) que infelizmente não se encontra mais entre nós, porém deixou uma marca de grande importância na minha vida, tanto ela quanto minha tia (Marta), as duas sempre foram da educação e me deram apoio, obrigado por tudo que fizeram. A dona Vera Araújo e Patrícia, foram pessoas que contribuíram muito na minha jornada, serei eternamente grato por todo o apoio que me deram.

Aos professores do curso de Engenharia de Produção da UFCG–CDSA, em especial a minha orientadora Fernanda Raquel e Coorientadora Fernanda Ferreira Santos, foram pessoas que me inspiraram, com toda a sua disponibilidade para fazer acontecer esse trabalho de conclusão de curso, serei eternamente grato, obrigado por tudo, vocês foram o combustível para fazer tudo isso acontecer.

Aos professores da UFCG-CDSA, por toda a disponibilidade e atenção que vocês têm para nós alunos, grato por todo conhecimento passado, sem vocês nada disso aconteceria.

Agradeço ao meu grupinho de sempre o MUDMMA, Ulysses, Maria, Vinicius Ferreira, Aurélio e Danton, eles caminharam comigo em grande parte da jornada, as noites em claro foram muito mais fáceis com vocês ao meu lado, obrigado por todo o apoio que me deram, por me ouvirem sempre que eu precisei, levarei cada um no meu coração.

A minha amiga/irmã Laís Vaz, foi uma das pessoas que mais me deu apoio dentro e fora da Universidade, obrigado por está ao meu lado sempre, obrigado por torcer tanto por mim e vibrar por todas as minhas conquistas, sempre estarei com você. A Priscilla Kelly, por ter me escutado tantas vezes, pelas noites de “virote” e por sempre me receber tão bem em sua residência.

Agradecimento em especial para os amigos que me acompanharam nessa jornada, Nina, Lucielly, Lucas Matheus, Debora, Tamires, Junior, Maitala, Danny Silva, Isadora, entre outros. Aos meus amigos de Teixeira-PB, que sempre estiveram comigo.

RESUMO

Perante o cenário atual, extremamente competitivo, resultado em maior parte da exigência do consumidor final, as organizações vêm buscando cada vez mais qualidade e rapidez em seus atendimentos, requisitos estes impostos pela demanda, confiabilidade nos seus processos produtivos e redução de custos. Portanto, investir em melhorias de controle contínuo, aspirando exceder as expectativas do cliente é a forma como as empresas se destacam no mercado. Diante disso, o objetivo desse trabalho é otimizar o processo de envase na produção de polpas em uma empresa do sertão paraibano. Para tanto, esse estudo aconteceu através de um estudo de caso, com visitas *in loco*, com o intuito de coletar os dados com pesos das polpas após o envase, sistematização e análise destes, identificação do problema e proposição da solução. Como resultado da pesquisa, identificou-se que o processo se encontra fora de controle e das especificações estabelecidas pela legislação, com uma taxa de 100% das amostras fora do padrão de qualidade, resultando em uma perda mensal, em torno de, R\$ 840,00. Oportunizando a mudança deste cenário, foi desenvolvido um plano de ação com as seguintes recomendações: utilização de um copo dosador para a medição das polpas e implantação de uma etapa de inspeção no processo logo após o envase, ambas de cunho emergencial. Também foi indicado no plano de ação, a compra de uma máquina dosadora, almejando o controle do processo, a padronização dos produtos finais, a redução de custos e, conseqüentemente, a garantia da qualidade dos produtos/processo.

Palavras-chave: otimização de processo; controle estatístico; capacidade de processo; envase de polpas.

ABSTRACT

Given the current extremely competitive scenario, resulting in most of the demand of the end consumer, organizations must seek quality and speed in meeting the requirements input by demand, efficiency and reliability in their production processes, as well as cost reduction. Therefore, investing in continuous control improvements, aspiring to exceed customer expectations is the way forward. Therefore, the objective of this work is to optimize the pulp production process in a company in the interior of Paraíba. Therefore, this study followed the following steps: collection of data on the weights of the pulps after filling, systematization and analysis of data, identification of the problem and proposition of the solution. As a result of the research, it was identified that the process is beyond the control and specifications of the legislation, with a rate of 100% of samples not complying with the quality standard, resulting in a monthly loss of around R\$ 840.00. With the opportunity to change this scenario, an action plan was developed with the following recommendations: use of a measuring cup to measure the pulps and implementation of an inspection step in the process, right after filling, both of which are of an emergency nature. At an opportune moment, also indicated in the action plan, the purchase of a dosing machine, aiming to control the process, standardize the final products, reduce costs and, consequently, guarantee the quality of the products/process.

Keywords: statistical process control; control chart; filling process.

LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Representação gráfica de processo sob controle.....	18
Gráfico 2 - Representação gráfica de processo fora de controle.....	18
Gráfico 3 - Regras para a detecção de causas especiais segundo a norma ISO 7870-2:2013.....	28
Gráfico 4 - Teste de normalidade.....	37
Gráfico 5 - Gráficos Xbarra-s.....	38
Gráfico 6 - Desempenho do processo.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores da distribuição normal (Z) de acordo com os níveis de confiança	17
Tabela 2 - Tolerâncias individuais admissíveis para massa e volume.....	29
Tabela 3 - Critério para a média.....	30
Tabela 4 - Critério individual.....	30
Tabela 5 - Pesos das polpas de frutas congeladas analisadas para a amostra, médias, amplitude e desvios.....	36
Tabela 6 - Amostra com base na legislação, média e desvio padrão.....	40
Tabela 7 - Parâmetros com base na legislação.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C_p - Índice de capacidade potencial do processo

C_{pk} - Índice de capacidade efetiva do processo;

P_p - Índice de desempenho potencial do processo;

P_{pk} - Índice de desempenho efetivo do processo;

Q_n - Conteúdo nominal;

CEP - Controle Estatístico do Processo;

ICP - Índice de Capacidade do Processo;

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia;

ISO - *International Organization for Standardization*;

KS - Kolmogorov-Smirnov;

LIC - Limite Inferior de Controle

LIE - Limite Inferior de Especificação;

LM - Linha Média;

LSC - Limite Superior de Controle;

LSE - Limite Superior de Especificação;

PPM - Partes por milhão.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	OBJETIVOS.....	12
1.1.1	Objetivo geral.....	12
1.1.2	Objetivos específicos.....	12
1.2	JUSTIFICATIVA.....	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1	CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS.....	14
2.2	AMOSTRAGEM.....	15
2.3	GRÁFICO DE CONTROLE.....	17
2.3.1	Tipos de Gráfico de Controle.....	19
2.3.2	Gráfico de controle $\bar{x} - s$	20
2.4	CAPACIDADE DO PROCESSO.....	21
2.5	SIPOC.....	22
2.6	MAPEAMENTO DO PROCESSO.....	23
2.7	OTIMIZAÇÃO DO PROOCESSE.....	24
2.8	5W2H.....	24
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	25
3.2	ETAPAS DA PESQUISA.....	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	31
4.1	DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	31
4.2	COLETA DOS DADOS.....	35
4.3	GRÁFICOS DE CONTROLE.....	37
4.4	ANÁLISE DA CAPACIDADE E DESEMPENHO DO PROCESSO.....	39
4.5	PROPOSTAS DE MELHORIAS.....	41
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
	REFERÊNCIAS.....	46
	ANEXO.....	52

1 INTRODUÇÃO

Frente a um cenário comercial cada vez mais competitivo, dinâmico e globalizado, as empresas precisam agir com maior velocidade no controle de sua produção (MARTINS *et al.*, (2013). Manter a produção sob controle segundo Camargo (2016), é oferecer produtos e serviços alinhados à satisfação total dos clientes e sua qualidade.

Montgomery (2004) afirma que a qualidade é inversamente proporcional à variabilidade, ou seja, quanto maior o nível de inconstância de um processo produtivo, menor será a qualidade do que é produzido por ele.

Segundo Estender *et al.*, (2017), para elevar a qualidade do produto, o método mais eficaz é investir no controle dos processos de produção. Para tal propósito, considera-se como uma das melhores ferramentas o Controle Estatístico do Processo (CEP) que, por meio de seus gráficos de controle, é possível uma rápida e fácil visualização do desempenho do processo ao longo do tempo, permitindo a identificação de variações indesejadas com o intuito de evitar a produção de produtos fora das especificações de qualidade estabelecidas pela empresa (FERNANDES *et al.*, 2011).

Diante disso, a necessidade de manter a padronização da produção é ainda maior no setor alimentício, visto que, há diversos órgãos nacionais e internacionais de controle e fiscalização, bem como, erros na produção podem acarretar sérios riscos à saúde da população. De acordo com Martins *et al.*, (2013) a comercialização de itens alimentícios fora das especificações prescritas no rótulo da embalagem ocasiona não só a perda de clientes, como também muitas por não atender aos padrões exigidos por lei. Segundo Matsuura (2002), o consumo de polpas de frutas congeladas vem aumentando no Brasil, motivado dentre outras coisas, pela praticidade no preparo, pelo seu valor nutritivo e pela preocupação com o consumo de alimentos saudáveis. De acordo com o Diário do Nordeste em 2019, o país ocupa o terceiro lugar na produção mundial de polpas, cerca de 10%, com um montante de 43 milhões de toneladas de frutas por ano, dessa produção, 65% é consumido internamente e 35% é exportado.

Em decorrência da rápida perecibilidade das frutas *in natura*, há uma dificuldade de comercialização a grandes distâncias e também no seu transporte e acomodação, levando em consideração que muitas dessas são danificadas durante o processo, acarretando perdas para o produtor. Por outro lado, as polpas de frutas congeladas possuem maior durabilidade em prateleira, como também possibilita que, mesmo durante o período entre as safras, haja comercialização do produto no mercado. Logo, a produção de polpas de frutas congeladas se tornou um meio favorável para o aproveitamento integral do produto (BUENO, 2002).

Dessa forma, melhorias realizadas e sugeridas em processo de produção são projetadas a fim de garantir que a organização esteja em conformidade com as especificações indicadas no rótulo das embalagens e dentro das especificações recomendadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), bem como verificar se conteúdo líquido está de acordo com a quantidade prevista no produto com o conteúdo nominal.

Diante do exposto e levando em consideração a avaliação do processo produtivo, propõe-se o uso do Controle Estatístico do Processo (CEP) para aferir a conformidade das polpas produzidas e às especificações de quantidade (peso) do material a ser comercializado em uma empresa localizada.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Otimizar o processo de envase na produção de polpas de frutas em uma empresa do sertão paraibano.

1.1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a empresa e o processo de produção;
- Monitorar o processo para coleta de dados;
- Identificar a etapa gargalo causadora da não qualidade dos produtos;
- Atuar no gargalo através de ferramentas de controle estatístico e capacidade do processo;
- Propor um plano de ação para aumentar a qualidade do processo/produtos na empresa estudada.

1.2 JUSTIFICATIVA

A rápida perecibilidade das frutas *in natura*, aliada aos fatores como a possibilidade de conservar polpa de frutos sazonais para comercialização nos períodos entressafra, tem levado os produtores a implementar novas estratégias como a produção de polpas de frutas congeladas.

De acordo com Amorim *et al.*, (2002), o comércio de polpas de frutas congeladas tem se mostrado promissor no Brasil e a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA) no ano de 2019.

Lima *et al.*, (2015) reforça essa tese, afirmando que existe um grande potencial

mercadológico para esse setor, pois o país conta com uma extensa variedade de espécies de frutas típicas que são produzidas em sazonalidades diferentes, o que justifica o bom desempenho nesse mercado. Além disso, a produção e comercialização da polpa da fruta permite que o mercado esteja aquecido durante todo o ano.

As pequenas e micro empresas de agricultura familiar são os grandes produtores de polpas de frutas congeladas (BUENO *et al.*, 2002). Isso acontece em decorrência não só da necessidade de aumentar a renda da família, como também pelo baixo investimento necessário para se iniciar um negócio desse tipo.

No entanto, como em toda atividade produtiva, as características do produto final dependem totalmente do processo ao qual ele é submetido. Logo, é necessário o controle do processo produtivo para que as polpas de frutas estejam de acordo não só com a legislação, mas também para que esteja de acordo com os padrões estabelecidos pela empresa.

Dessa forma, o controle é essencial para que esses padrões sejam alcançados, sendo esse, o principal objetivo e importância dessa pesquisa: analisar o processo de envase da produção de polpas e propor melhorias que contribuirão para o aumento da qualidade dos produtos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na literatura existem muitos trabalhos conceituais sobre Controle Estatístico de Processos (CEP), seus objetivos e sua importância. Neste capítulo são apresentados e discutidos os conceitos fundamentais sobre metodologias de CP. Além disso, são expostos conceitos sobre ferramentas de gráficos de controle, que foram utilizados para o desenvolvimento da metodologia proposta.

2.1 CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS

O controle estatístico de processos abarca uma série de ferramentas estatísticas que tem por finalidade revelar e amenizar as variações nas operações que constituem o procedimento operacional como um todo, reduzindo, dessa forma, a incidência de falhas que ocasionam inconformidades nos produtos (OSTADI; TAGHIZADEH YAZDI; MOHAMMADI BALANI, 2021; SORIANO; OPRIME; LIZARELLI, 2020). Alegar que um processo está sob controle estatístico é o mesmo que dizer que ele está sendo monitorado e regulado, ou seja, as variáveis controláveis estão sendo de fato controladas e, qualquer variabilidade no procedimento, será decorrente de alguma variável aleatória (DE ARAÚJO *et al.*, 2021).

Staff (2010) entende o CEP como a junção de três ramos do conhecimento: estatística, engenharia e economia. No entanto, à medida que a ciência avança, novos métodos são incorporados ao CEP, tornando-o mais amplo do que apenas a junção dessa tríade. Multinacionais líderes no ramo da tecnologia, por exemplo, têm despendido grandes esforços na área de inteligência artificial voltada para o controle estatístico do processo (MIRANKER, 2014).

O diferencial do controle estatístico de processo está justamente em fornecer métodos variados, flexíveis e adaptáveis para basicamente qualquer tipo de procedimento operacional (AMANCIO; ALFINETO; MACHADO, 2018; ALECRIM, 2015). Suas ferramentas vão desde as mais simples como cartas e gráficos de controle, até as mais sofisticadas que combinam diversas técnicas fornecendo até mesmo a análise dos dados e a melhor solução para o problema utilizando os cálculos da pesquisa operacional, por exemplo (LIM *et al.*, 2017; LIZARELLI *et al.*, 2016; PUTRI; YUSOF, 2009).

As ferramentas do CEP, se usadas apropriadamente, podem aumentar rápida e notavelmente a eficiência organizacional, já que seu objetivo converge no sentido de fornecer informações críticas sobre os processos para torná-los ainda mais eficazes.

Melhorar a qualidade do processo de produção é o mesmo que melhorar a qualidade do produto final e, além disso, diminuir custos, falhas e conseqüentemente aumentar a rentabilidade (ROHANI; YUSOF; MOHAMAD, 2010).

Sabendo que as técnicas e tecnologias empregadas na produção de bens estão cada vez mais sofisticadas e que a qualidade do processo afeta diretamente a qualidade do produto final, a utilização de ferramentas que garantam a eficiência e padronização deixa de ser um diferencial para se tornar uma necessidade (LJEVO; VUKOMANIVC; DŽEBO, 2017; OGWUELEKA, 2013). Portanto, as organizações que não investem na melhoria contínua de seus processos, por meio de ferramentas modernas de controle de qualidade, terão dificuldade em manter sua estabilidade no mercado, perdendo cada vez mais espaço para empresas que o fazem.

No entanto, apenas a utilização do CEP por si só não faz milagres, como afirma Hradesky (1995) “o CEP eficaz é 10% de estatística e 90% de ação gerencial”. Segundo Soriano, Oprime e Lizarelli (2017), apesar dos diversos casos de sucesso na sua aplicação, algumas organizações fracassam, pois não administram corretamente os fatores que são críticos para o sucesso de sua implantação.

Manter e melhorar a qualidade do produto é de suma importância no cenário organizacional, levando-se em consideração não só o aumento do grau de competitividade entre as empresas, mas também o fato de que a qualidade reverbera na redução de custos de produção e assegura um bom e duradouro relacionamento com os clientes (LJEVO; VUKOMANOVIC; RUSTEMPASIC, 2017; BERSSANETI; CARVALHO, 2015; OAKLAND, 2015).

2.2 AMOSTRAGEM

A amostragem é um processo de inferência estatística muito usado em indústrias, que se configura como uma inspeção em parte do que é produzido – chamado amostra – o que posteriormente serve para aferir ou tomar conclusões para o todo produzido – chamado de população (ALMEIDA *et al.*, 2013; SAMOHYL, 2009)

Segundo Guimarães e Cabral (2010), o uso da amostragem ganhou maior proporção no início do século XX, quando ocorreu um vertiginoso aumento da industrialização e conseqüentemente da produção em grande escala. Já não era vantajoso averiguar peça por peça, ou mesmo, cada bem produzido em um lote de milhares ou milhões, portanto, a inspeção de parte desses produtos, como representante do montante, veio a se tornar comum.

Vale ressaltar que cada processo possui especificidades que o distingue dos demais,

até mesmo de processos extremamente semelhantes, como no caso de empresas que produzem o mesmo tipo de produto; o que não quer dizer que apresentem o mesmo problema. Portanto, a ocorrência da variabilidade é natural e diferente para cada processo.

Costa; Epprecht; Carpinetti (2005) e Souza (2003) relatam que no mesmo processo a ocorrência da variabilidade também é comum, o que se tenta ou se empenha é torná-la cada vez menor. Logo, é impossível a produção de bens ou serviços completamente idênticos entre si

O processo de amostragem em si, apesar de não carregar muita complexidade, deve ser bem elaborado, pois, segundo Basilio e Antonio (2020, p. 780) “encontrar a melhor forma de realizar uma amostragem no setor produtivo é uma das maiores dificuldades encontradas pelas empresas”. Isso decorre do fato de que há muitas maneiras de realizar esse procedimento e, nem sempre é fácil, identificar a que melhor se enquadra no contexto específico de uma organização em particular (PALADINI, 2000).

Há empresas que utilizam a inspeção de 100%, no entanto, inspecionar todas as unidades produzidas, segundo Doane e Seward (2014), é custoso, demorado e pode acarretar, muitas vezes, em danos a muitos dos produtos analisados. Portanto, é comum nas empresas dos mais diversos setores o uso de algum tipo ou grau de amostragem para averiguar se os produtos estão em conformidade com o padrão de qualidade estabelecido (CASTRO; DE SOUZA, 2012).

As vantagens da utilização de um adequado processo de amostragem são, além da redução de custos com inspeção e aumento da confiabilidade em relação a entrega correta dos produtos; a maximização da probabilidade de acerto na oferta de produtos ao mercado com elevado nível de qualidade (GUIMARÃES, 2008; BAILY *et al.*, 2000). No entanto, como apontam BASILIO e ANTONIO (2020) não se pode jamais garantir que a avaliação de alguns produtos de um lote elimine a possibilidade de ainda existirem produtos não conformes.

No processo de amostragem existem algumas regras que se recomenda serem seguidas para um resultado assertivo. Primeiramente, a retirada da amostra deve ser aleatória, ou seja: a retirada das unidades do lote para inspeção, deve-se dar de modo que todas as unidades tenham chances iguais de serem escolhidas. Outra regra importante é que o tamanho da amostra retirada seja significativo em relação ao tamanho do lote. Essa questão de tamanho da amostra pode ser calculada usando fórmulas definidas, como as estabelecidas por Agronik e Hirakata (2011).

- Para populações finitas (<10000):

$$n = \frac{p(1-p)Z^2N}{\varepsilon^2(N-1)+Z^2p(1-p)} \text{ (Equação 01)}$$

- Para populações infinitas ou desconhecidas:

No qual:

$$n = \frac{p(1-p)Z^2}{\epsilon^2} \quad (\text{Equação 02})$$

n: tamanho da amostra; p: proporção esperada (desvio padrão);

N: tamanho da população;

ϵ : tamanho do intervalo de confiança (margem de erro);

Z: valor da distribuição normal para determinado nível de confiança .

Como a população usada neste trabalho é finita, a fórmula matemática usada é a equação 1. A constante Z necessária à fórmula pode ser obtida por meio de tabela padronizada. Um exemplo dessa tabela com valores de distribuição normal para três intervalos de confiança pode ser visto na Tabela 1, abaixo.

Tabela 1 - Valores da distribuição normal (Z) de acordo com os níveis de confiança

	Nível de confiança (%)		
	90	95	99
Z	1,645	1,96	2,575

Fonte: Agranonik e Hirakata (2011)

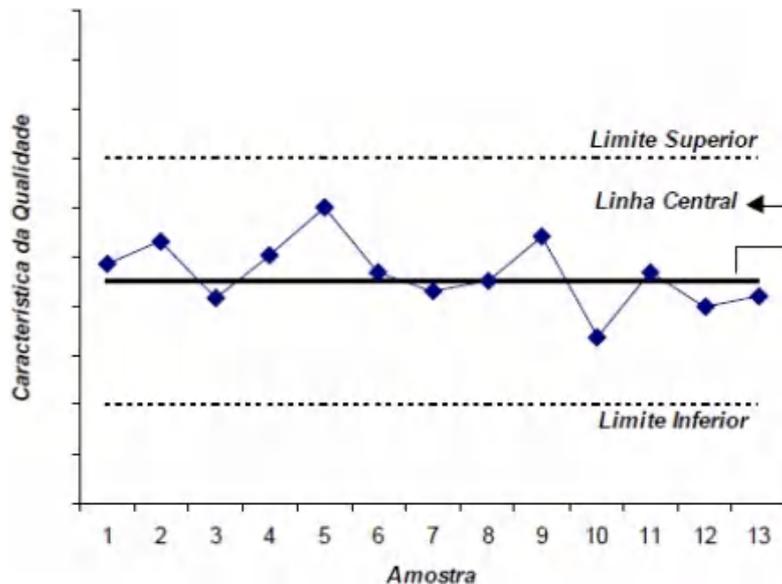
2.3 GRÁFICO DE CONTROLE

Afirmar que um processo está sob controle estatístico significa alegar que sua variabilidade decorre de causas aleatórias e que as variáveis analisadas estão dentro dos limites de controle pré-estabelecidos. Para acompanhar a mudança de tais variáveis passíveis de monitoração, usa-se, por exemplo, gráficos de controle, ou como também são conhecidos: cartas de controle ou cartas de Shewhart – pioneiro que concebeu inicialmente como funcionaria tal ferramenta (ROTONDARO, 2008; MAGALHÃES; PINHEIRO, 2007).

Portanto, as cartas de controle é uma ferramenta que promove a aplicação prática e com respostas rápidas de métodos de inferência estatística, por meio de recursos visuais utilizados para o acompanhamento, com o passar do tempo, de características de produtos e/ou processos. Geralmente, monitora-se o comportamento da média amostral e da variação de um índice específico de um dado intervalo de tempo, utilizando gráficos com características e de rápido entendimento.

Para tal, o gráfico elaborado por Shewhart funciona como mostrado no Gráfico 1. Uma linha intermediária funciona como o lugar ideal para o índice selecionado, ou seja, quanto mais próximo dela estão os valores das amostras recolhidas, melhor; duas outras linhas, conhecidas como limite inferior e limite superior estabelecem as margens de variação aceitável para as variáveis monitoradas.

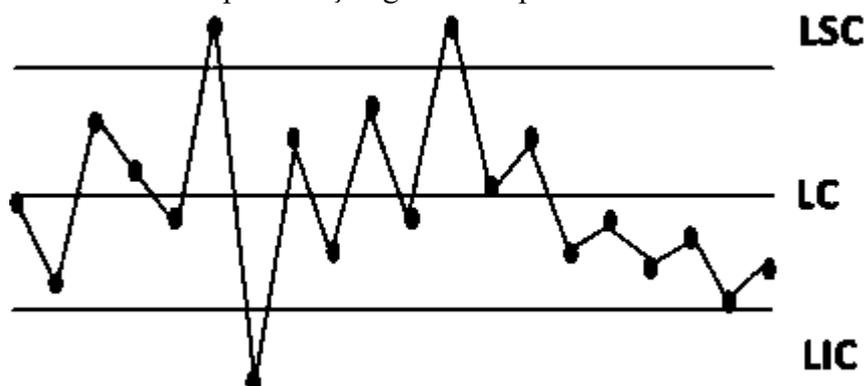
Gráfico 1 - Representação gráfica de processo sob controle



Fonte: Esteves (2012)

O Gráfico de controle acima, mostra no qual a variável medida se encontra, durante o tempo determinado, dentro dos limites de controle, ou seja, não há ocorrência de nenhuma variação percebida pelas medições que requeiram uma atenção especial. Por outro lado, exemplifica um gráfico de controle no qual foram percebidas variações que extrapolam os limites aceitáveis, como podemos observar no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Representação gráfica de processo fora de controle



Fonte: Oliveira (2014).

De acordo com Kazmier (2007), por se tratar de um gráfico que relata uma série temporal, no qual são plotados os níveis da característica da qualidade versus o período de tempo no eixo vertical e horizontal, respectivamente, quaisquer saídas que estão fora dos limites de controle sugerem a existência de uma causa de variação a ser investigada. Há muitos tipos de gráficos de controle, trataremos sobre no tópico a seguir.

2.3.1 Tipos de Gráfico de Controle

Os gráficos de controle são divididos em dois grandes grupos, a depender do tipo de variáveis de qualidade que estão sob foco de análise no processo, podendo ser, conseqüentemente, aquelas do tipo atributo ou do tipo variável (LIMA *et al.*, 2009; PEINADO; GRAEML, 2007).

A diferença entre esses dois grupos de cartas de controle consiste em algo bem simples. Enquanto os gráficos para variáveis do tipo atributo são usados para grandezas que não precisam de mensuração numérica com instrumento de medição, por exemplo; os gráficos para variáveis do tipo variável suprem esse papel, sendo utilizados para acompanhar uma escala de variação contínua, como a concentração de uma substância em um produto químico, por exemplo. Alguns exemplos de gráficos de controle para variáveis muito utilizados, segundo Montgomery (2009) e Werkema (1995), são:

- **Gráfico de Controle para Média (\bar{x}):** Cuja aplicação é, a partir da análise da variabilidade inerente às médias das amostras, monitorar o nível médio da qualidade de um processo específico;
- **Gráfico de Controle para Desvio Padrão (s) ou Amplitude (R):** Esses gráficos são semelhantes, já que ambos são usados em associação com o da média. A principal diferença consiste em que, no primeiro, sua utilização é recomendada quando a amostra é grande ($n > 10$), já que no segundo há perda de eficiência para estimar σ tratando-se de amostras grandes;
- **Gráfico de Controle para a Fração Não Conforme:** corresponde ao quantitativo de itens que não atendem ao padrão estabelecido do total de itens produzidos. Caso ele atenda ao padrão, é dito como conforme, caso o oposto aconteça, é dito como não-conforme.
- **Gráfico de Controle para Medidas Individuais:** É utilizado quando o tamanho da amostra do processo é igual a um, ou quando várias medidas consistem em uma mesma unidade.

As cartas de controle para atributos, como já mencionado, dizem respeito a fatores da

qualidade que não podem ser expressos em uma escala quantitativa, sendo, portanto, classificados como conforme ou não conforme, tal como a presença de manchas ou riscos, presença de etiqueta etc (RIBEIRO; TEN CATEN, 2012). De acordo com Montgomery (2009) e Werkema (1995), os de gráficos de controle para atributos mais utilizados são:

- **Gráfico de Controle para a Fração Não Conforme (p):** Trata-se da razão entre o número de elementos não-conformes em relação ao número total produzido. O elemento é categorizado como não-conforme se não atender aos parâmetros em um ou mais fatores.

- **Gráfico de Controle para a Fração Não Conformidades (Defeitos):** Diz respeito a quantidade média de ocorrências de não-conformidades por unidade de itens produzidos. É geralmente utilizado quando se precisa fazer um controle de defeitos por produto.

2.3.2 Gráfico de controle $\bar{x} - s$

Para a elaboração de um gráfico de controle do tipo $\bar{x} - s$, usado para monitorar a média e o desvio padrão, deve-se seguir algumas etapas. Segundo Montgomery (2013), primeiramente se calcula a média da amostra, por meio da fórmula:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_N}{N} \quad (\text{Equação 03})$$

Como o processo é feito, geralmente, usando-se várias amostras (M), no qual cada amostra possui uma quantidade (N) de medições da variável em estudo, deve-se então calcular a média geral do processo ($\bar{\bar{x}}$), por meio da fórmula:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_M}{M} \quad (\text{Equação 04})$$

Com a média das médias calculadas, segue-se o cálculo, de forma semelhante, a média dos desvios padrões, já que há um desvio padrão para cada amostra (N). Para tal, segue-se o uso das equações abaixo:

$$\sqrt{s} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N}} \quad (\text{Equação 5})$$

$$\bar{s} = \frac{s_1 + s_2 + \dots + s_M}{M} \quad (\text{Equação 06})$$

Em seguida, segue-se para o cálculo dos limites de controle do gráfico \bar{x} e também para o gráfico de s. As constantes A3, B3 e B4 são dadas a partir do número de observações

(N) e encontram-se na tabela do Anexo A.

- Para o gráfico \bar{x} :

$$LSC = \bar{\bar{x}} + A3\bar{s} \text{ (Equação 07)} \quad LC = \bar{\bar{x}} \text{ (Equação 08)}$$

$$LIC = \bar{\bar{x}} - A3\bar{s} \text{ (Equação 09)}$$

- Para o gráfico s :

$$LSC = B\bar{s} \text{ (Equação 10)} \quad LC = \bar{s} \text{ (Equação 11)}$$

$$LIC = B3\bar{s} \text{ (Equação 12)}$$

2.4 CAPACIDADE DO PROCESSO

Os gráficos de Shewhart, como já tratado neste trabalho, são indispensáveis quando se pretende verificar a variabilidade de algum processo, indicando causas especiais fora dos limites de controle. Entretanto, há também a necessidade de avaliar a variabilidade inerente ao processo – causas comuns. Para isso, utilizam-se os índices de capacidade do processo e/ou produto (ICP).

Essa ferramenta surgiu em 1974, sendo utilizada pela primeira vez por Joseph Moses Juran, conhecido como o “Guru da qualidade” (MIRANDA, 2005). Segundo Souza, Pedrini e Caten (2009) após este primeiro estudo, surgem os primeiros índices de capacidade, chamados de 1ª geração: Cp, Cpk, Cpk_i e Cpk_s.

Segundo Montgomery (2004), a capacidade do processo quantifica a variabilidade de um processo, possibilitando a comparação com o padrão estabelecido para um produto, por exemplo. Ainda segundo o autor, essa quantificação pode ser feita de modo instantâneo ou ao longo do tempo.

Najafi-Tavani *et al* (2018) entendem que a quantificação da variabilidade de um processo para aferir alguma determinação sobre seu desempenho é uma ação fundamental para melhor compreendê-lo, bem como operacionalizar de modo eficaz e eficiente políticas de melhoria de sua qualidade. A medição desse índice de capacidade é, segundo Vieira (2018), realizada por uma estimativa de sigma - dispersão natural.

Em seu trabalho, Corrêa e Chaves (2009) listam algumas das principais vantagens na utilização da análise da capacidade do processo: (I) Prever as tolerâncias do projeto; (II) Auxiliar os planejadores do produto na modificação de um projeto; (III) Auxiliar a criação de intervalos entre amostras para monitoramento do processo; (IV) Especificar as condições de desempenho para um equipamento novo; e (V) Reduzir a variação em um processo de

produção.

Como a análise da capacidade do processo considera o comportamento natural do processo, ou seja, sem a ocorrência de causas especiais, o processo deve estar em um estado gerenciado estatisticamente (CZARSKI, 2007; KOTZ; JOHNSON, 1993). Outro ponto importante que deve ser levado em consideração é que esse procedimento só se aplica a processos com variáveis do tipo mensuráveis (ARCIDIACONO; NUZZI, 2017).

Em relação ao índice de Cpk (Ppk) que mede a capacidade (desempenho), considerando sua centralização, a fim de indicar a capacidade que o processo possui em produzir efetivamente resultados aceitáveis, variando dentro dos limites especificados de controle, utiliza-se a fórmula:

$$Ppk = \min (Pps = LSE - \mu - 3\sigma LT, Ppi = \mu - LIE - 3\sigma LT) \text{ (Equação 13)}$$

No qual LES e LIE são os limites superior e inferior de especificação, μ se refere a média da amostra e σLT diz respeito ao desvio padrão total observado àquela característica.

2.5 SIPOC

A palavra SIPOC é um acróstico para Suppliers (fornecedores), Inputs (entradas), Process (processos), Outputs (Saídas) e Customers (Clientes); é uma ferramenta muito utilizada para visualizar e entender melhor os processos de uma empresa (SILVA; CARLETO, 2019). Por meio de seu uso, consegue-se não só descrever o processo como também suas interfaces com os clientes, proporcionando a detecção de elementos relevantes e que precisam ser melhorados.

A ferramenta permite, dessa forma, melhorar o atendimento as necessidades do cliente, otimizando os processos para elevar a qualidade dos produtos ou serviços, além de reduzir os custos e os desperdícios (ROMEIRO; DE ARAUJO; ARAUJO, 2017). Utilizando-se a ferramenta SIPOC é possível criar indicadores para controlar as entradas e saídas, com o intuito de medir a satisfação dos clientes e a performance dos fornecedores, dentre outros, sendo possível elencar os principais indicadores de eficácia e de eficiência (PETENATE, 2012).

Conforme a Figura 1, a SIPOC consiste em um mapa de elevado nível, sendo possível obter um controle maior de entradas e saídas durante o processo e, com isso, evitar falhas no resultado final (DO NASCIMENTO, 2019). Tal ferramenta é de suma importância quando as informações não estiverem claras: quem são os clientes do processo, quais são as exigências do

cliente, de onde vem as contribuições do processo e que especificações são necessárias (BRADY, 2013).

Figura 1 - Ferramenta SIPOC



Fonte: SWAN (2019).

2.6 MAPEAMENTO DO PROCESSO

O Mapeamento de Processos é uma técnica utilizada para a compreensão da forma como um trabalho flui dentro de uma organização ou sistema, utiliza-se de diagramas de fluxo de processos que fornecem detalhes sequenciais de como uma tarefa é executada (DOS SANTOS *et al.*, 2015). Além disso, permite o controle do fluxo de informações, materiais e documentos envolvidos no processo e esclarece tarefas, decisões e ações que são necessárias em determinados pontos no tempo. Além disso, mapas de processos representam os papéis de uma variedade de partes interessadas que impactam ou atuam no processo (BARBROW; HARTLINE, 2015).

Essa ferramenta permite um estudo de como o atual processo funciona, identificando problemas, limitações e oportunidades de melhoria através de diagramas de fluxo de processo, aumentando, dessa forma, o nível de entendimento de cada etapa (KIPPER *et al.*, 2011). Possibilitando assim a identificação de certos entraves que prejudicam o bom andamento da produtividade em questão, com isso sendo possível estudar propostas de melhorias onde foram encontrados determinados gargalos.

Os processos bem definidos contribuem para os gestores elaborarem projetos sólidos, estruturados e planejados, pois cada etapa da produção de um bem ou serviço a ser executado necessita de procedimentos implementados com devida rigorosidade, visando o ponto principal a atingir que são os resultados (KOHLBACHER; REIJERS, 2013).

Com isso, compreende melhor o funcionamento de cada etapa executada pelos colaboradores e o seu devido fluxo, com um objetivo claro e abrangente, permite atingir um resultado satisfatório.

2.7 OTIMIZAÇÃO DO PROOCESSO

Segundo Corrêa e Chaves (2009) otimizar processos, quer-se dizer: reduzir custos; aumentar a produtividade; elevar a eficiência do processo; melhorar a qualidade, entre outras melhorias no ambiente produtivo. Carvalho (2019) ainda afirma que existe uma crescente exigência da sociedade por transparência e qualidade dos serviços e produtos, fator esse que obriga as empresas a elevarem cada vez mais a qualidade de seus processos.

Como muitas vezes os processos são executados de forma não otimizada, ou seja, não alinhados aos objetivos estratégicos da empresa, ou até mesmo esses sendo desconhecidos pelos colaboradores, surgiram ferramentas que auxiliam a mudar esse cenário. Ademais, grandes sistemas de produção foram desenvolvidos com esse intuito, é o caso do sistema Toyota de produção e do Fordismo, criados após a segunda guerra mundial, mas tendo influência até hoje (SANTANA, 2019).

2.8 5W2H

A ferramenta 5W2H, também conhecida como plano de ação, objetiva realizar um *checklist* para tornar claro o resultado que se pretende alcançar realizando perguntas que permitirão, através das respostas, obter um planejamento geral para tomada de decisão quanto as ações que devem ser realizadas (MELLO, *et al.*, 2016).

Essa ferramenta identifica, segmenta e estrutura de forma organizada todas as ações de um projeto (GOMES, *et al.*, 2016). Gonçalves e Da Luz (2016) descrevem as perguntas da ferramenta 5W2H:

- *What*– O que será feito (etapas)
- *Why*– Por que será feito (justificativa)
- *Where*– Onde será feito (local)
- *When*– Quando será feito (tempo)
- *Who* – Por quem será feito (responsabilidade)
- *How*– Como será feito (método)
- *Howmuch*– Quanto custará fazer (custo).

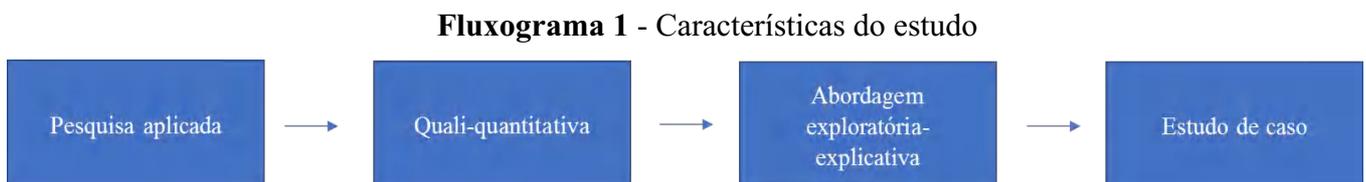
3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo apresenta as premissas metodológicas utilizadas para o desenvolvimento da pesquisa. Portanto, primeiro foi introduzida a caracterização da pesquisa quanto a sua natureza, métodos, objetivos e procedimentos técnicos da pesquisa. Em seguida, são definidas as etapas para a execução do trabalho.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Segundo Lakatos e Marconi (2007), a pesquisa científica compreende a elaboração de um caráter interpretativo, com o objetivo de atribuir as informações obtidas, sendo assim o intuito da pesquisa não é exclusivamente relatório ou descrição das informações levantadas empiricamente. Por isso, a pesquisa deve estar relacionada ao campo teórico, e um modelo teórico deve ser selecionado como base para explicar o significado dos dados e fatos coletados ou propostos.

O método de pesquisa de acordo com Araújo (2019), consiste em um conjunto de ações voltadas para a busca de respostas. A sua natureza, o método de resolução do problema, o seu objetivo e o procedimento técnico final podem ser qualitativos de acordo com as suas características, conforme ilustrado no Fluxograma 1 a seguir.



Fonte: Autoria própria (2021)

Em relação a natureza, a pesquisa classifica-se como aplicada ou básica. Conforme Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa aplicada visa gerar conhecimento para aplicações práticas que resolvam problemas específicos, envolvendo verdade e interesses locais. Portanto, a natureza desta pesquisa é aplicada, pois tem como objetivo utilizar os conhecimentos adquiridos para gestão da qualidade do processo. O objetivo é detectar o modo de produção, estabilidade do processo e possíveis erros e/ou perdas na linha de produção.

Quanto aos objetivos, Gil (2007) explica que uma pesquisa exploratória visa aprofundar a compreensão do problema para torná-lo mais claro ou estabelecer hipóteses, incluindo levantamentos bibliográficos e entrevistas com pessoas com experiência prática com o problema, que possui o objetivo de incentivar a compreensão e analisar exemplos.

Gil (2007) ainda relata que um estudo explicativo visa determinar quais fatores causam ou contribuem para a ocorrência de um fenômeno, ou seja, explica porque as coisas acontecem pelos resultados fornecidos. Com isso, o trabalho tem caráter exploratório-explicativo, pois se baseia em um levantamento bibliográfico e conhecer os motivos que interferem na variabilidade do processo.

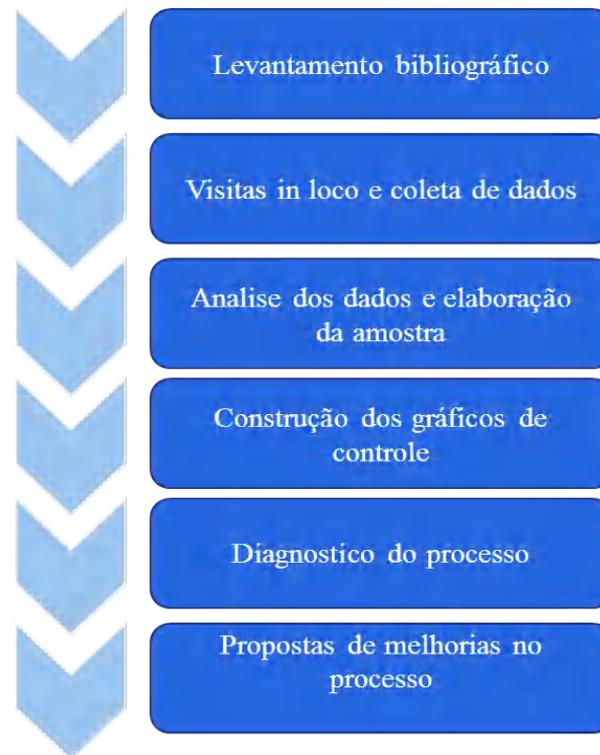
Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, pode ser classificado como pesquisa bibliográfica, pois é desenvolvida a partir de materiais preparados (principalmente livros e artigos científicos).

Também é enquadrada essa pesquisa como um estudo de caso, já que segundo Yin (2001), o estudo de caso representa uma investigação empírica e compreende um método, com a lógica do planejamento, da coleta e da análise de dados. De acordo com Ventura (2007), pode incluir tanto estudos de caso único quanto de múltiplos, assim como abordagens quantitativas e qualitativas de pesquisa. Deste modo, no que se refere a estudo de caso, esta pesquisa se caracteriza como estudo de caso por analisar o detalhamento por analisar detalhadamente um processo de envase, empregando procedimentos técnicos de pesquisas bibliográficas que possibilitaram compreender a situação do processo.

A respeito de sua abordagem, a pesquisa pode ser classificada como qualitativa, quantitativa ou quali-quantitativa. Conforme descrito por Deslauriers (1991) a pesquisa qualitativa visa gerar informações aprofundadas e descritivas e ser capaz de gerar novas informações. Para Fonseca (2002), a pesquisa quantitativa é definida como pesquisa com foco na objetividade, que usa linguagem matemática para descrever as causas dos fenômenos. Fonseca (2002) destacou também que essas combinações podem coletar mais informações do que isoladamente. Portanto, esta pesquisa é classificada como qualitativa e quantitativa porque utiliza a linguagem matemática como fator de tomada de decisão, além de categorizar situações reais a partir da compreensão e interpretação dos fatos.

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

As etapas da pesquisa foram segmentadas em fases. A Figura 2 mostra as etapas da pesquisa, no qual, foram divididas em 6 fases.

Figura 2 - Etapas da pesquisa

Fonte: Autoria própria (2021).

Para efetuar as análises, inicialmente, realizou-se pesquisas bibliográficas por meio de materiais já elaborados, tomadas como base para este projeto. Tais investigações foram desenvolvidas a partir de dissertações, artigos científicos, monografias e periódicos científicos que foram fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa,

Logo após o levantamento bibliográfico, ocorreu a coleta de dados por meio de visitas *in loco*, onde foi verificada, inicialmente, toda sua cadeia produtiva a fim de selecionar qual a atividade a ser estudada. Isso se deu através de conversas com os colaboradores, observações diretas com o principal objetivo de conhecer o processo das polpas de frutas. Com base nas informações coletadas, identificou-se que a polpa de fruta de maracujá era o carro chefe da fábrica, além de possuir um lote maior para o desenvolvimento da pesquisa, assim sendo escolhida para análise.

Para a realização deste trabalho foi determinado o cálculo do tamanho da amostra, com grau de confiança de 95%, margem de erro de próximo de 4% e desvio padrão de 50%, valor utilizado pelos pesquisadores (Ochoa, 2013) e para a população de 1000 itens. A partir da equação (1), foi obtido uma amostra com 385 unidades.

Para efetuar as pesagens foram determinadas amostras de modo aleatório, normalmente, um dia após a sua fabricação (onde a mercadoria fica acondicionada em um

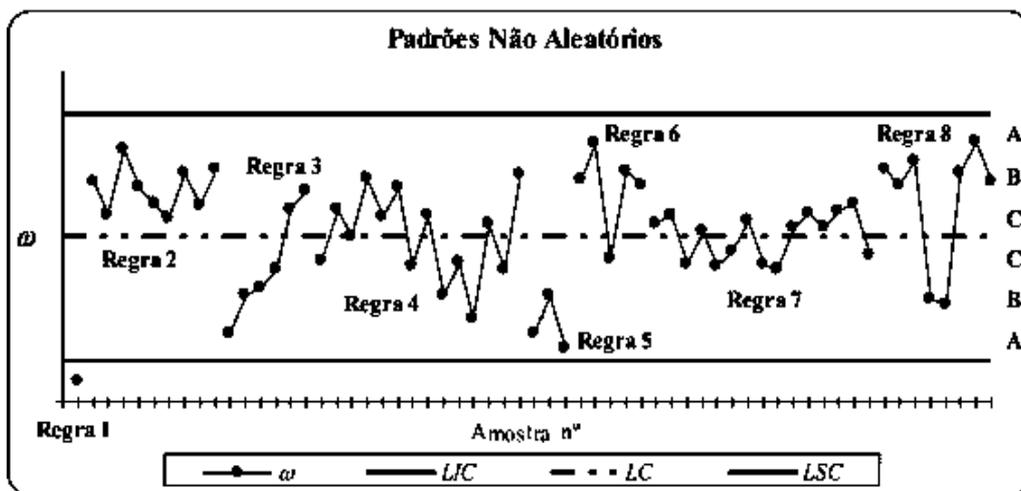
freezer). A pesagem era realizada três vezes na semana, no decorrer de 5 semanas. Para a coleta de dados foi necessário a utilização de uma balança de precisão digital, fornecida pela analista que coletou os dados, a balança possui uma precisão de 5 gramas.

Os dados coletados na pesagem, na etapa de envase, foram colocados em planilha Excel, que facilita na obtenção do valor médio, amplitude e desvio padrão e, ao mesmo tempo, para a criação do gráfico de controle, é utilizado o software MINITAB. A fim de avaliar os gráficos, utilizou-se os critérios de decisão de gráfico de controle padrão a ISO 7870-2:2013 para gráficos de controle da norma ISO 7870-2:2013 – Shewhart Control Charts:

- 3.2.1 Teste 1: 1 ou mais pontos acima do LSC ou abaixo do LIC;
- 3.2.2 Teste 2: 9 pontos consecutivos na zona C ou no mesmo lado do LC;
- 3.2.3 Teste 3: 6 pontos consecutivos, todos aumentando ou todos diminuindo;
- 3.2.4 Teste 4: 14 pontos consecutivos alternando para cima e para baixo;
- 3.2.5 Teste 5: 2 de 3 pontos consecutivos na zona A ou além dela;
- 3.2.6 Teste 6: 4 de 5 pontos consecutivos na zona B ou além dela;
- 3.2.7 Teste 7: 15 pontos consecutivos na zona C (tanto acima quanto abaixo do LC);
- 3.2.8 Teste 8: 8 pontos consecutivos sem nenhuma na zona C.

A conformidade dos dados do processo com alguns desses testes resulta que o mesmo esteja dentro de controle. O Gráfico 3, auxiliará no entendimento das zonas explicadas nos testes acima.

Gráfico 3 - Regras para a detecção de causas especiais segundo a norma ISO 7870-2:2013



Fonte: ISO 7870-2:2013 – Shewhart Control Charts (1991)

De acordo com o gráfico acima, a Portaria INMETRO nº 248 de 17 de julho de 2008, estabelece padrões para verificar o conteúdo líquido de produtos pré-medidos, o conteúdo

nominal equivalente e tem sido comercializado em quantidade e volume, tal regra refere-se à diferença tolerável entre o conteúdo real que existe dentro embalagem e conteúdo nominal, ou seja, o conteúdo indicado na embalagem. Regulamentos técnicos e diretrizes para tolerância individual (T), com base no conteúdo nominal, conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Tolerâncias individuais admissíveis para massa e volume

Tolerância Individual T		
Conteúdo Nominal Qn (g ou mL)	Percentual de Qn	g ou mL
5 a 50	9	-
50 a 100	-	4,5
100 a 200	4,5	-
200 a 300	-	9
300 a 500	3	-
500 a 1000	-	15
1000 a 10000	1,5	-
10000 a 15000	-	150
15000 a 25000	1	-

1Qn = conteúdo nominal do produto (referido no rótulo)

Fonte: INMETRO (2008)

As seguintes observações foram feitas por esta norma:

- Valores de T para Qn menor ou igual a 1000g ou ml devem ser arredondados em 0,1g ou ml para mais;
- Valores de T para Qn maiores do que 1000g ou ml devem ser arredondados para o inteiro superior em g ou ml.

Para que o lote avaliado seja aprovado sob os critérios do INMETRO, é necessário que obedeça às condições recomendadas nas Tabela 3 e Tabela 4, simultaneamente.

Tabela 3 - Critério para a média

Tamanho do lote	Tamanho da amostra	Critério de aceitação para a média
50 a 149	20	$\bar{x} \geq Qn - 0,640s$
150 a 4000	32	$\bar{x} \geq Qn - 0,485s$
4001 a 10000	80	$\bar{x} \geq Qn - 0,295s$

Fonte: INMETRO (2008)

Onde, \bar{x} é a média da amostra, Qn refere-se ao conteúdo nominal do produto e s é o desvio padrão da amostra.

Dado que o lote estudado possui 1000 unidades, a quantidade da amostra é de 32 itens atendendo assim os critérios específicos do INMETRO, essas informações foram retiradas de modo aleatório das 375 unidades apresenta 1000 unidades, o tamanho da amostra a ser analisada para atender os critérios individuais do INMETRO é de 32 itens, estes elementos foram retirados de forma aleatória das 375 unidades analisadas para elaboração dos gráficos de controle.

Tabela 4 - Critério individual

Tamanho do lote	Tamanho da amostra	Critério de aceitação individual (c)
50 a 149	20	1
150 a 4000	32	2
4001 a 10000	80	5

Fonte: INMETRO (2008)

Para o critério individual, é permitido um máximo de c unidades abaixo de $Qn - T$. As normas determinadas pelos órgãos competentes impõem, exclusivamente, o limite mínimo de volume ou massa que é aprovado pela legislação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são discutidos os resultados obtidos mediante a aplicação da metodologia proposta no capítulo anterior. Deste modo, para uma melhor compreensão da leitura, será subdividido em: Caracterização da empresa em estudo; Processo a ser avaliado; Análise dos dados; Recomendações de melhorias.

4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa atua no mercado há 7 (sete) anos no setor de polpas de frutas. Possui 4 (quatro) funcionários, sendo 1 (um) destes, o proprietário, que administra a empresa, e 3 (três) colaboradores para a produção. Os setores são divididos em: pré-seleção das frutas, lavagem, seleção, corte, despulpamento, envase e armazenamento, os quais são divididos em quatro espaços diferentes, conforme a planta baixa mostrada na Figura 3.

Figura 3 - Planta baixa do empreendimento



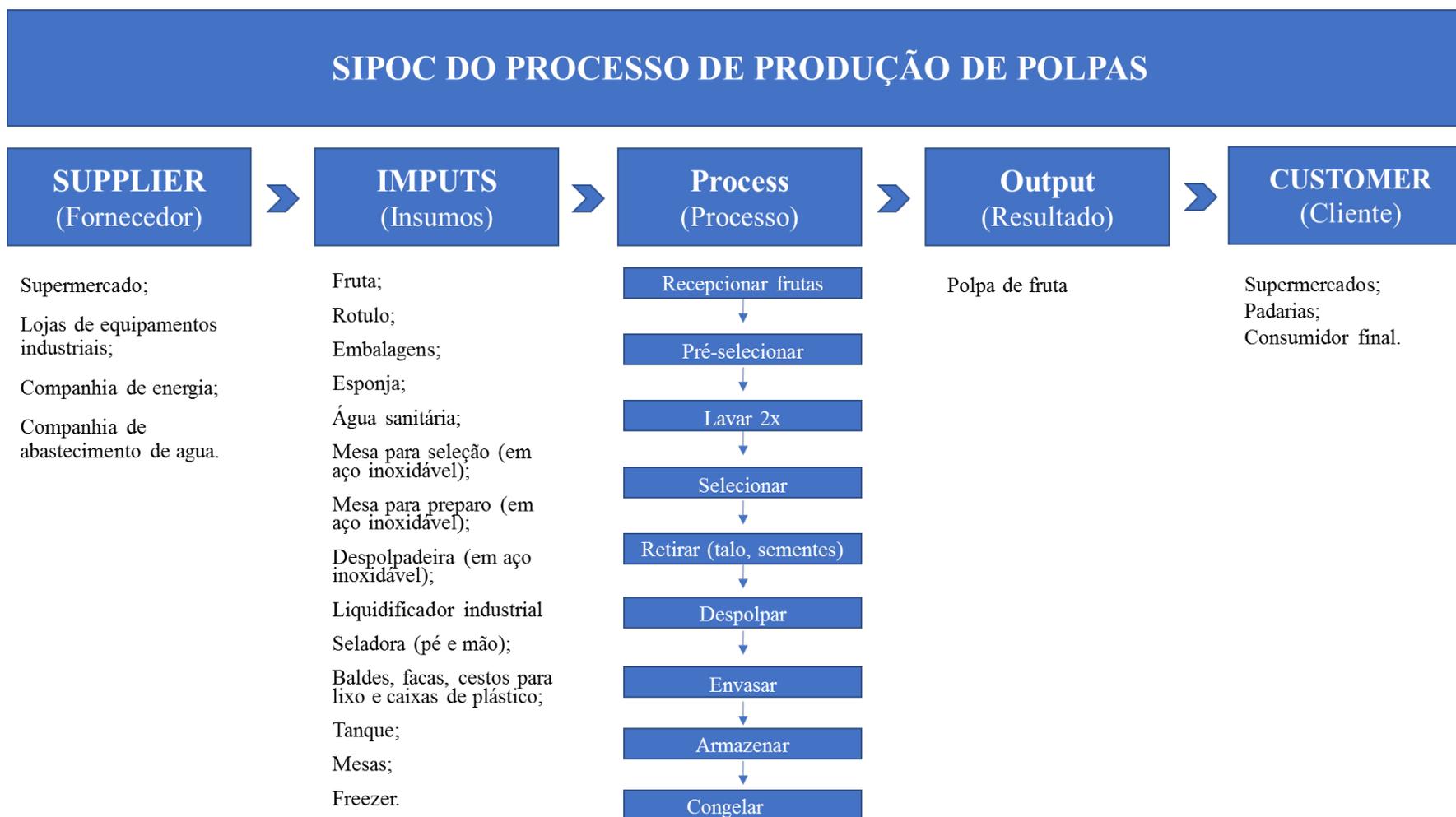
Fonte: Autoria própria (2021).

A fábrica produz polpas de frutas de oito sabores diferentes (Maracujá, umbu, abacaxi, goiaba, tamarindo, caju, acerola e manga), a qual possui um diferencial já que as polpas são 100% orgânicas. Dentre a produção, o “carro chefe” da empresa é a polpa de fruta de maracujá. O empreendimento conta com uma produção mensal de 6.000 unidades de polpas de 100g.

Atualmente, a fábrica fornece polpas para 5 municípios, sendo eles, Teixeira, Taperoá, Desterro, Maturéia e Cacimbas, as polpas são comercializadas para empresas como supermercados, padarias e para o consumidor final.

Com o grande crescimento da empresa, pretende ampliar ainda mais o fornecimento de polpas para supermercados, padarias, restaurantes, lanchonetes e fábricas de sorvetes. Para realizar o mapeamento do processo da empresa, primeiro passo foi construir um sipoc, como mostrado no Fluxograma 2.

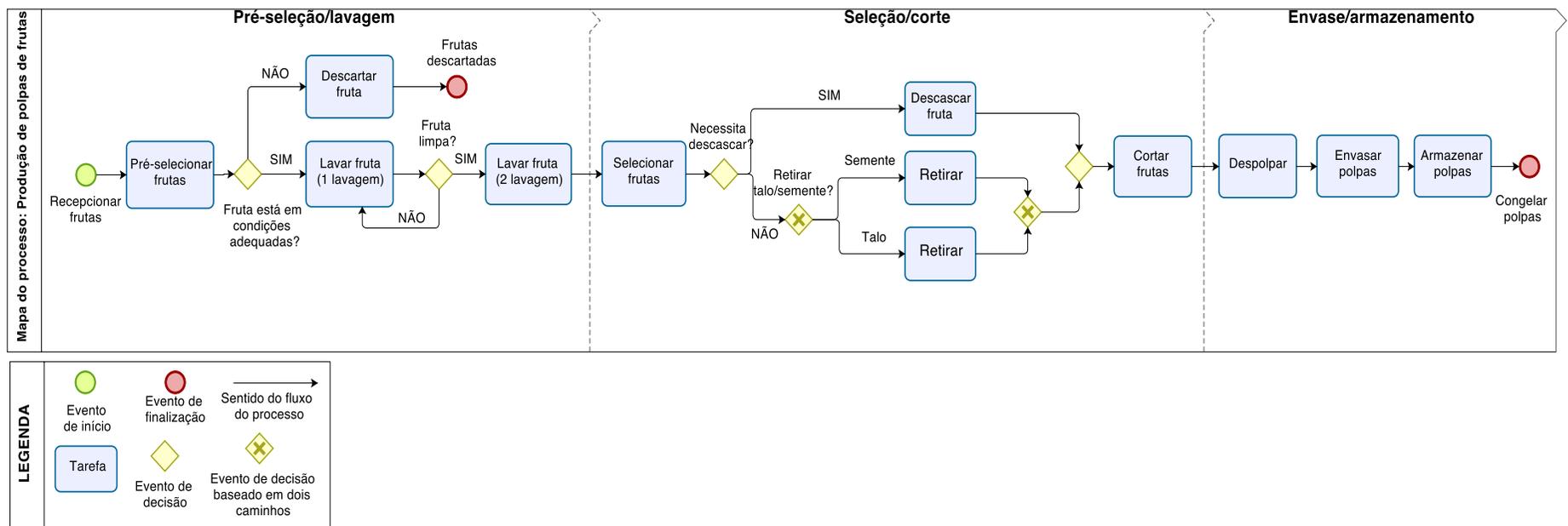
Fluxograma 2 - Sipoc do processo de produção de polpas



Fonte: Autoria própria (2021).

A produção é realizada três vezes na semana totalizando 12 dias por mês, diariamente é feita cerca de 500 polpas, dessas 500 unidades produzidas 35% são de polpas de maracujá, que equivale a cerca de, 175 unidades produzidas, para cada dia de produção. As fases do processo produtivo são mostradas no Fluxograma 3.

Fluxograma 3 - Mapeamento do processo da produção de polpas



O processo se inicia na recepção, onde as frutas são recebidas em caixas e mantidas em um local seco e ventilado para que não estragem, logo seguida há uma pré-seleção destas, com o intuito de manter a qualidade do produto, onde folhas e caules são descartados. As frutas selecionadas passam então, por uma primeira lavagem, de cerca de 30 minutos com uma solução de água sanitária, e em seguida por uma segunda lavagem, na mesa de aspersão, e novamente por uma nova seleção. Algumas frutas passam pelo descascamento, onde os talos e sementes são retirados, caso seja necessário.

O despulpamento é feito através de máquina chamada de despulpadeira, na qual separa a polpa do material fibroso e restos de cascas, logo após essa etapa, ocorre a trituração da fruta por meio de um liquidificador industrial. A polpa então é extraída e embalada em sacos plásticos de polietileno com capacidade de 100g e o envase é feito de forma manual com um copo de, aproximadamente, 200 ml que não possui unidade de medida e é feito a olho nú, sem nenhum padrão estabelecido. Após o envase, as embalagens são fechadas com uma seladora manual e armazenada em um freezer.

4.2 COLETA DOS DADOS

Para a utilização da ferramenta do CEP, utilizou-se de uma amostra de 375 polpas de frutas para um lote de 1000 unidades. A obtenção do resultado se deu através da equação (1), onde o nível de confiança foi determinado 95%, com um desvio padrão de 50% e margem de erro de 4%. A amostra foi classificada com 25 subgrupos contendo 15 observações em cada subgrupo. A Tabela 5 exibe os pesos apresentados por cada uma das amostras durante a aferição dessa característica, bem como as médias, amplitudes e desvios padrão geral para cada subgrupo.

Vale ressaltar que apesar de a empresa contar com tal equipamento, é indispensável para aferir as medidas de peso, mas não o faz, o que pode ser visto pela alta variabilidade nos pesos dos produtos, os quais deveriam estar, em torno de 100g. Os pesos das amostras podem ser visualizadas na Tabela 5, abaixo.

Tabela 5 - Pesos das polpas de frutas congeladas analisadas para a amostra, médias, amplitude e desvios

AMOSTRA	1X	2X	3X	4X	5X	6X	7X	8X	9X	10X	11X	12X	13X	14X	15X	MÉDIA	AMPLITUDE	DESVIO PADRÃO
1	124	139	127	132	132	129	127	121	125	128	131	126	136	134	131	129	18	5
2	125	131	134	124	133	135	120	121	137	128	121	127	131	117	134	128	20	6
3	129	133	136	132	125	125	130	132	126	134	128	130	138	135	122	130	16	5
4	137	134	129	128	126	130	131	140	120	132	124	127	130	125	136	130	20	5
5	134	123	126	130	143	130	145	130	128	128	136	128	134	138	132	132	22	6
6	133	126	148	138	130	131	132	133	131	132	134	131	134	133	138	134	22	5
7	129	140	129	140	127	139	139	130	138	125	136	135	133	124	140	134	16	6
8	133	136	136	126	129	135	129	132	131	128	139	137	134	134	120	132	19	5
9	116	126	131	125	125	130	130	146	133	134	131	125	147	143	129	131	31	8
10	127	132	138	134	130	137	155	131	129	133	124	123	132	129	148	133	32	9
11	145	135	137	147	129	143	131	123	131	118	130	122	127	132	119	131	29	9
12	137	125	124	126	137	123	130	125	119	140	141	129	119	137	130	129	22	7
13	130	127	129	130	137	134	129	143	147	128	131	140	136	132	137	134	20	6
14	132	125	134	138	131	134	132	136	131	138	129	140	123	136	133	133	17	5
15	147	136	133	147	136	140	144	136	122	134	135	127	130	130	137	136	25	7
16	135	134	125	144	126	130	137	131	135	132	147	131	138	132	124	133	23	6
17	128	131	137	131	124	128	127	131	138	129	136	139	124	110	112	128	29	8
18	122	124	126	131	115	133	131	125	136	133	124	130	131	120	132	128	21	6
19	129	134	138	133	133	132	127	138	117	134	134	129	136	114	127	130	24	7
20	136	118	119	127	149	115	133	142	160	121	146	148	142	137	142	136	45	13
21	147	151	138	143	131	127	139	144	136	132	139	125	121	132	130	136	30	8
22	131	136	136	132	142	129	138	136	133	130	126	139	146	131	138	135	20	5
23	134	128	134	136	133	135	130	128	140	134	135	139	141	132	132	134	13	4
24	139	135	133	139	138	140	120	142	118	140	122	131	142	137	145	125	27	8
25	137	134	124	133	132	141	136	133	143	141	133	135	133	139	127	135	19	5
																$\bar{x}= 132$	$\bar{R}= 32$	$\bar{S}= 7$

padrão

Fonte: Autoria própria (2021).

Como se pode observar, grande parte das medidas de peso obtidas estão muito acima das 100g, que deveria conter, por padrão, isso representa uma grande perda para o produtor que tem seu lucro e a capacidade produtiva diminuídas.

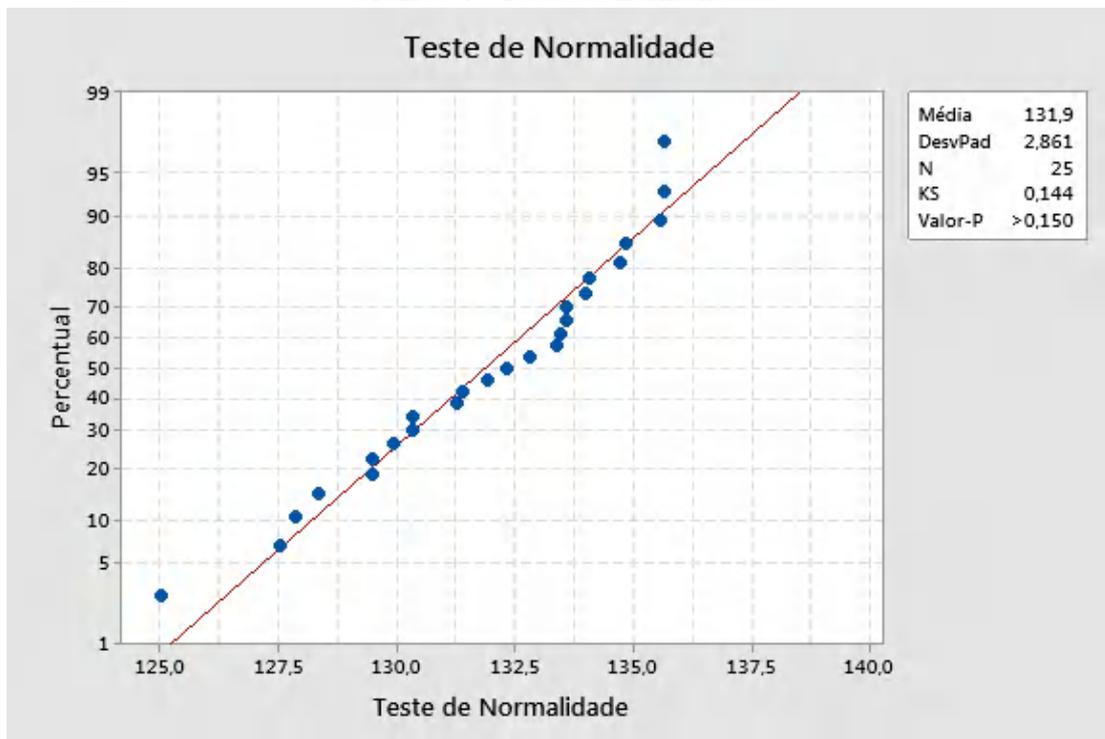
4.3 GRÁFICOS DE CONTROLE

Após a coleta dos dados e elaboração da tabela de pesos das polpas, é notório que o principal problema da empresa está no excesso da quantidade de polpa colocada em cada embalagem,mas, antes de explorar as causas e efeitos desse problema, é necessário realizar alguns procedimentos básicos do controle de processo.

Primeiramente, é necessário que os gráficos de controle tenham uma distribuição normal, levando-se em consideração que limites de controle, como mostrados no Gráfico 4 são obtidos a partir de dados outros que os normais não são confiáveis (Montgomery, 2004).

Deste modo, aplicou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov (KS) para averiguar a normalidade, observado no Gráfico 4, de todos os dados coletados, por meio do software MINITAB 18. Sendo assim, o valor da probabilidade (P) deve ser superior ao nível de significância, isto é, maior ou igual a 0,05 para que sua normalidade seja aceita (MUCIDAS, 2010).

Gráfico 4 - Teste de normalidade

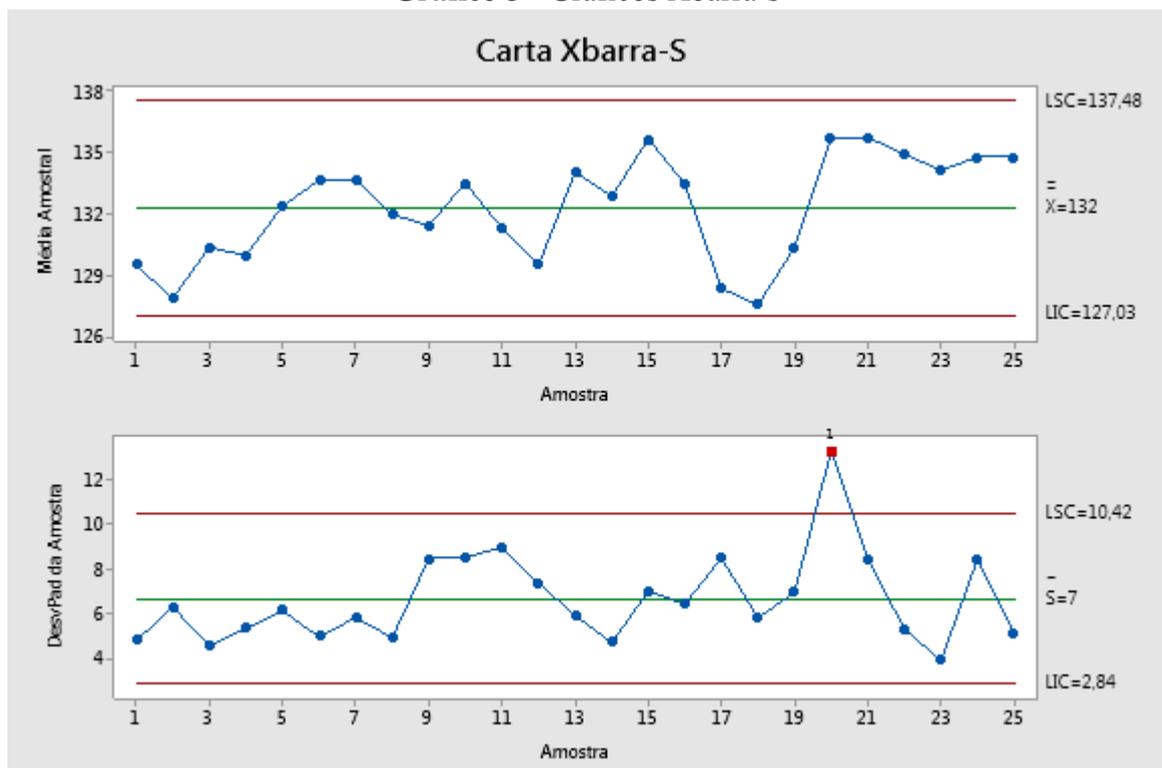


Fonte: Autoria própria (2021)

Logo, pode-se observar que no gráfico mostrado na Figura 5, a disposição das médias amostrais segue uma distribuição normal. Isso é confirmado pelo valor-P que é igual a 0,15, ou seja, maior do que o valor aceitável de 0,05 para ser considerado como uma distribuição normal.

Segue-se, então a elaboração dos gráficos \bar{x} e S, visto que é melhor adequação para amostras relativamente grandes, com subgrupos maiores ou iguais a 10. Os limites de controle foram, então calculados com a ajuda do software e podem ser observados no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Gráficos Xbarra-s



Fonte: Autoria própria (2021).

O Gráfico acima mostra que o processo está fora de controle já que cumpriu os requisitos de dois testes, apresentando um ponto fora dos limites de controle e 4 ou mais pontos consecutivos na zona B ou além dela. O gráfico também apresenta uma grande variabilidade do processo. Isso é, está relacionado sobretudo ao não uso de um utensílio ou máquina apropriada para a medição da quantidade de polpa colocada em cada embalagem.

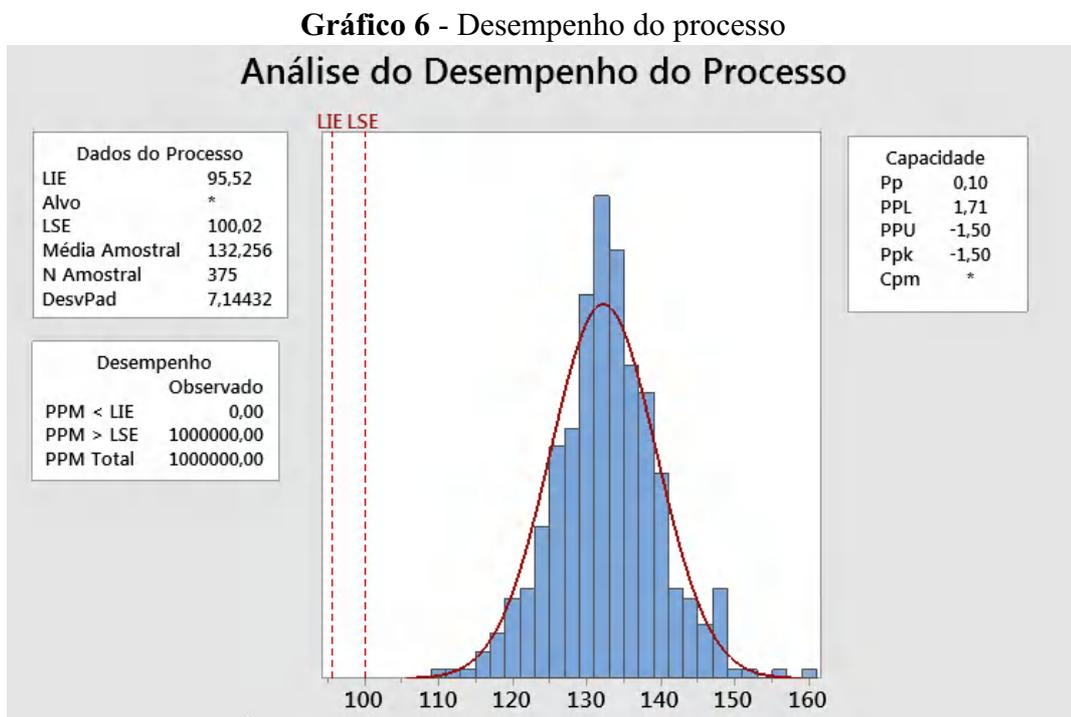
Vale salientar que, além do processo estar fora de controle, o mesmo não atende ao padrão estabelecido pela empresa, pelo INMETRO e que consta na embalagem (Q_n), visto que a média geral do processo está 32 gramas acima do peso ideal que é de 100g. Esse problema, acarreta consequências despercebidas pelo produtor, está não só reduzindo sua lucratividade, como limitando sua produção que poderia ser ainda maior.

Diante do exposto, é possível constatar que as principais causas para a falta de conformidade do produto com as três especificações ditas anteriormente, ocorrem em decorrência da falta de controle no processo de produção.

4.4 ANÁLISE DA CAPACIDADE E DESEMPENHO DO PROCESSO

A fim de diagnosticar a variabilidade do processo, primeiramente, deve-se saber a quantidade de itens fora do padrão.

Diante dessas análises, utilizando-se como base o preço da polpa de maracujá de 100g que é R\$ 1,25, temos que, para a produção mensal de polpas de maracujá que é de 2100 unidades, o valor arrecadado total é de R\$ 2.625,00. Levando em consideração, agora, que o cálculo do valor médio de peso das amostras está, em média, 32g acima do esperado, isso representa um valor sobressalente de R\$ 0,40 por polpa, ou seja, um valor mensal de, aproximadamente, R\$ 840,00 perdidos somente com esse tipo de polpa. O Gráfico 6 mostra o desempenho do processo.



Fonte: Autoria própria (2021).

É possível observar como os valores de peso das polpas estão fora tanto da especificação como dos limites de controle. A falta de controle no processo de produção das

polpas é crítico nesse tipo de situação, pois grande parte do lucro, tem sido perdido por falta de uma gestão da produção que vise corrigir esse tipo de problema.

O gráfico gerado no software MINITAB apresenta um histograma dos dados e Limite Inferior de Controle (LIE), Limite Inferior de Controle (LSC) correspondentes aos limites inferior e superior de especificação, com uma curva normal, plotada com base no desvio padrão geral e a média do processo, informando que a distribuição de dados possui uma variação inteiramente maior que a faixa do limite superior.

Os valores dos índices Pp e Ppk são menores que 1, sendo assim, o processo é considerado incapaz, exigindo que os operadores controlem todos os envases. Além disso, o gráfico exibe o valor calculado de PPM (partes por milhão), que se refere a parcela de produtos fabricados fora dos limites de especificação a cada milhão de partes produzidas. Desta forma, o número de defeitos por milhões observado no processo de envase do leite foi de 1.000.000, ou seja, o processo apresenta 100% de itens não conformes com os limites de especificação da empresa.

Examinando o comportamento do processo com base na legislação, temos que, para uma população entre 150 a 4000 unidades, o tamanho da amostra necessária é de 32 unidades, desta forma, foram escolhidos, de forma aleatória, 32 dados das pesagens das polpas de maracujá para compor a amostra a ser analisada. A Tabela 6 apresenta esta amostra.

Tabela 6 - Amostra com base na legislação, média e desvio padrão

Amostra (g)							
132	127	135	138	138	127	141	138
122	129	143	134	125	133	133	145
130	122	126	129	137	128	131	119
139	132	132	124	144	136	133	128
						$\bar{x} = 132$	$s = 7$

Fonte: Autoria própria (2021).

A Tabela 6 expõe os parâmetros para analisar o processo com base na legislação, estas propriedades referem-se à quantidade de polpa expressa no rótulo e o peso adotado pela empresa para representar essa quantidade, o peso médio e desvio padrão obtidos a partir da

amostra expressa na tabela 5.

Tabela 7 - Parâmetros com base na legislação

Parâmetros	
Valor nominal (Qn)	100,02 mL \approx 100 g
Tolerância individual (T)	4,50 g
Desvio Padrão (s)	7
Peso médio bruto	132
Peso da embalagem	0,02g
Peso médio efetivo (\bar{X})	132
$Qn - T$	95,5
$Qn - 0,485 \cdot s$	96,6

Fonte: Autoria própria (2021).

Para que o lote submetido à verificação seja aprovado sob os critérios do INMETRO, é preciso que o mesmo atenda às condições indicadas nas tabelas 3 e 4, simultaneamente. Estas condições são: 1) $\bar{X} \geq Qn - 0,485 \cdot s$; e 2) O lote deve possuir no máximo 2 unidades com valor inferior a $Qn - T$ (critério individual de aceitação).

A primeira condição, que se refere ao critério para aceitação da média é atendida, uma vez que 132 g > 96,6 g. Em relação a segunda condição, a amostra não a atende, visto que todos os valores individuais estão acima do valor de $Qn - T$, ou seja, de 95,5 g. Portanto, constatou-se que as exigências da portaria 248/2008 para a verificação do conteúdo líquido de produtos pré-medidos, com conteúdo nominal igual, expresso nas grandezas de massa e volume do INMETRO, não são atendidas pela empresa.

4.5 PROPOSTAS DE MELHORIAS

Após a análise do desempenho do processo e verificação de que o mesmo está inteiramente fora de controle, propõe-se, por meio da utilização da ferramenta 5W2H, a implementação do plano de ação mostrado no Quadro 1.

Quadro 1 - Plano de ação

O que? (What?)	Porque? (Why?)	Onde? (Where?)	Quem? (Who?)	Quando? (When?)	Como? (How?)	Quanto? (How much)
Implementar copo dosador para a polpa de maracujá 	Para controlar o peso das polpas embaladas, pois cada polpa possui densidade diferente	Etapa de envase	Funcionário	Imediato	Adquirir os copos dosadores e distribuir entre os funcionários responsáveis pelo envase	Apresentação com os dados obtidos após a implementação
Controlar os pesos das polpas 	Não possui balança de precisão	Etapa de envase	Funcionário do setor de envase	Imediato	Efetuar a compra da balança digital	R\$ 32,00
Criar procedimento e alocar um responsável para realizar inspeções dos produtos acabados.	Não existe controle frequente para inspeção de produtos acabados.	Etapa de inspeção	Gerente	Imediato	Alocando um responsável para a atividade e criando uma planilha para registrar as ocorrências nas inspeções.	R\$ 0,00
Máquina dosadora semi-automática 	Controlar pesodas polpas	Etapa de envase	Proprietário	11 meses	Efetuar compra	R\$ 7.000,00

Fonte: Autoria própria (2021)

Propõe-se para mudança imediata a aquisição de um copo dosador de 100 ml, de uma balança digital e a implementação de uma fiscalização do peso de uma amostra significativa do lote produzido. O copo dosador deve ser adquirido com urgência, já que não demanda investimento e como se viu ao longo deste trabalho, o principal problema da empresa é a quantidade exagerada de polpa que é colocada em cada embalagem. Dessa forma, a economia

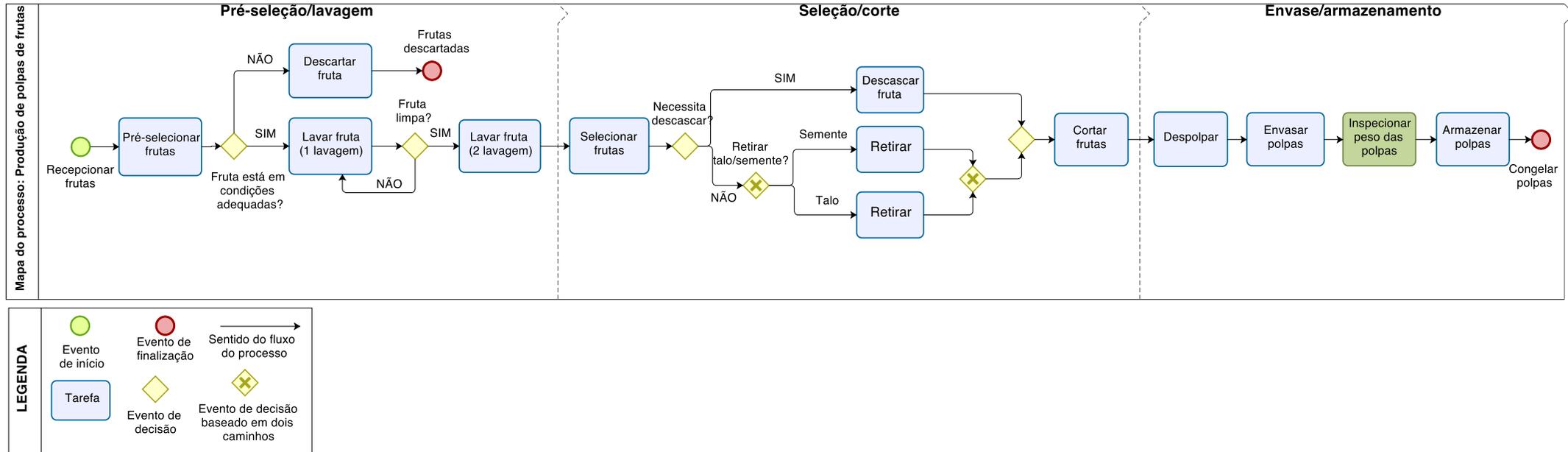
que a empresa terá após implementar as sugestões de melhorias citadas anteriormente, em cerca de um ano, equivale a R\$ 10.080,00.

Vale ressaltar que essa economia será efeito apenas da polpa de maracujá. Levando em consideração todas as outras, esse valor será ainda maior, isso possibilita para o empresário a possibilidade de adquirir em pouco tempo uma máquina dosadora, a qual além de dosar a quantidade exata para cada embalagem de polpa, também aumentará a velocidade e o ritmo da produção, maximizando a capacidade produtiva do empreendimento.

Por fim, um novo fluxograma foi elaborado contendo uma nova etapa: inspeção. O mesmo pode ser visto no Fluxograma 4. Faz-se necessário essa nova etapa, proposta por meio do uso da ferramenta 5W1H, pois mesmo usando um copo dosador ou uma máquina de envase, não há a garantia de que a falta de padronização na quantidade de polpa nas embalagens desapareça por completo.

Ainda, Situações como falta de regulagem na máquina e desatenção dos funcionários, por exemplo, podem acarretar na falta de padronização. Então, a inclusão de uma nova etapa ajudará a identificar situações como as citadas ou de outras naturezas que impactem na qualidade do processo. Não obstante, essa etapa não somente ajudará a manter o processo sob controle, como também imputará maior confiabilidade ao produto.

Fluxograma 4 - Mapa do processo com a etapa de inspeção inclusa



Fonte: Autoria própria (2021)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste estudo foi possível identificar que a empresa em estudo tem carência em seu processo produtivo, mais especificamente na fase envase, acarretando dessa forma em um total de 100% de produtos que não estão de acordo com as especificações estabelecidas pela empresa e pelo INMETRO. Como consequência direta dessa falta de padronização, tem-se que o empresário terá uma perda monetária apenas com as polpas de maracujá, um valor de, aproximadamente, R\$ 840,00 por mês, o que representa grande parte de seu lucro. Além disso, utiliza-se de forma inadequada a sua capacidade produtiva, deixando de inserir no mercado mais produtos do que, de fato, poderia ofertar.

Logo, por meio do uso das ferramentas de mapeamento, análise e controle de processos, observou-se que empresa precisa melhorar o seu processo de produção. A consistência dos resultados obtidos além de grande validade para a empresa, mostram também o quanto esse método e a junção das ferramentas utilizadas podem ser úteis para pesquisas semelhantes.

Como sugestões para pesquisas futuras a incorporação de análises programadas, ou seja, o acompanhamento com a utilização da ferramenta do ciclo PDCA, por exemplo, não só monitora o andamento dos procedimentos de melhoria nos processos, como também propões outras soluções a partir de novos problemas que venham a se apresentar no futuro.

REFERÊNCIAS

- AGRANONIK, M.; HIRAKATA, V. N. Cálculo de tamanho de amostra: proporções. **Revista HCPA**. Porto Alegre. Vol. 31, n. 3, (2011), p. 382-388, 2011.
- ALECRIM, D. A. **Aplicação do controle estatístico do processo no envase de iogurte em uma indústria de laticínios na Paraíba**. Monografia de Graduação. Universidade Federal de Campina Grande. Sumé - PB, Brasil, 2015.
- ALMEIDA, M. R.; CAMPOS, M. C.; NETO, A. L. P.; SILVEIRA, R. R.; **Controle Estatístico da Qualidade: Planejamento de Amostragem para Diminuição de Erros de Inspeção**. Engenharia de Produção. Salvador; out. 2013. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_178_015_22923.pdf. Acesso em: 22 de abril de 2021.
- ALVARENGA, T. H. de P.; BITTENCOURT, J. V. M.; MATOS, E. A. da S. A de.; KOVALESKI, J. L.; GONÇALVES, A. **A importância da utilização do Controle Estatístico de Processo (CEP) nas indústrias de alimentos**. II CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Ponta Grossa, PR, Brasil, 28 a 30 de novembro de 2012.
- AMANCIO, I. R.; ALFINETO, J. J. M.; MACHADO, L. M. P. Controle estatístico no processo de envase de doce em massa: estudo de caso. **Revista Gestão Industrial**, n.1, v. 14, p.83-100, 2018
- AMORIM, G. M.; SANTOS, T. C.; PACHECO, C. S. V.; TAVARES, I. M. C.; FRANCO, M. **Avaliação microbiológica, físico-química e sensorial de polpas de frutas comercializadas em Itapetinga-BA**. Enciclopédia Biosfera, v.6, p.1-8, 2002.
- ARAÚJO, Felipe Jessé Mota de. *et al.* **Padronização da rotina de trabalho nos processos do setor de vendas de uma rede de farmácias**. 2019.
- ARAÚJO, R. P. de.; OLIVEIRA, J. E. F. De.; NASCIMENTO OLIVEIRA, C. A. do.; SILVA, N. G. da.; FREITAS, M. D. M. S., DE OLIVEIRA, E. J. A. Estudo da Utilização de Cartas de Controle e da Capabilidade de Processo no Monitoramento e Ajuste dos Intervalos de Calibração de um Transdutor de Torque. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v. 6, n. 2, p. 13-22, 2021.
- ARCIDIACONO, Gabriele.; NUZZI, Stefano. A review of the fundamentals on process capability, process performance, and process sigma, and an introduction to process sigma split. **International journal of applied engineering research**, v. 12, n. 14, p. 4556-4570, 2017.
- BAILY, P.; FARMER, D.; JESSOP, D.; JONES, D. **Compras: princípios e administração**. São Paulo: Atlas, v. 8, 2000.
- BARBROW, S.; HARTLINE, M. Process mapping as organizational assessment in academic Librarie. **Performance Measurement and Metrics**, v. 16, n. 1, p. 34-47, 2015.
- BASILIO, Tamires Gabrieli.; ANTONIO, Fabrício. Um estudo quantitativo entremétodos de

amostragem em uma linha de produção farmacêutica, para identificação do melhor método de amostragem. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 2, p. 780-792, 2020.

BERSSANETI, Fernando Tobal.; CARVALHO, Marly Monteiro. Identification of variables that impact project success in Brazilian companies. **International journal of project management**, v. 33, n. 3, p. 638-649, 2015.

BRADY, MALCOLM P. Multiple roles of student and instructor in university teaching and learning processes. **The International Journal of Management Education, Irlanda**, v. 11, n. 2, p. 93-106, 2013.

BRASIL. Leis, Decretos, etc. Instrução Normativa nº 1, de 7 jan. 2000, do Ministério da Agricultura. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 6, 10 jan. 2000. Seção I, p. 54-58.

BUENO, S. M. R. V.; GRACIANO, R. A. S.; FERNANDES, E. C. B.; GARCIA-CRUZ, C. H. Avaliação da qualidade de polpas de frutas congeladas. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 62, n. 2, p. 121-126, 2002.

CAMARGO, Wellington. **Controle de qualidade total**. 2016.

CARVALHO, José Miguel Moreira. **Otimização de processos produtivos de extrusão**. 2019. Tese de Doutorado.

CASTRO, Denyse Roberta Correa.; SOUZA, Vinicius Ferreira de. A aplicabilidade dos gráficos de controle nas empresas como modelo de inspeção para A avaliação da qualidade. **Encontro nacional de engenharia de produção**, v. 32, 2012.

CORRÊA, Jairo Marlon.; CHAVES, A. N. Estudo do controle e análise da capacidade do processo de produção de água potável. **XLI SBPO**, p. 1414-1424, 2009.

COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R. **Controle Estatístico de Qualidade**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2005.

CZARSKI, ANDRZEJ. Capability process assessment in Six Sigma approach. **Metallurgy and Foundry Engineering**, v. 33, n. 2, p. 105-112, 2007.

DESLAURIERS, j.-P (1991). RECHERCHE QUALITATIVE- GUIDE PRATIQUE. MONTREAL: MCGRAW-HILL. Do nascimento, fabricação alves. Mapeamento de processos em uma empresa de equipamentos e serviços offshore. **XIX Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha**, 2019.

DOANE, David P.; SEWARD, LORI E. Estatística Aplicada à Administração e Economia [recurso eletrônico]; tradução: Mauro Raposo de Mello, revisão técnica: Elisabeti Kira. - 4. ed. - Dados eletrônicos. - Porto Alegre: AMGH, 2014.

ESTENDER, A. C.; SEQUEIRA, G. R.; SIQUEIRA, N. A. S.; CANDIDO, G. J. A importância do planejamento e controle de produção. **VI Singep-Simpósio Internacional de Gestão de Projetos**, Inovação e Sustentabilidade, 2017.

FERNANDES, A.; COSTA, C. E. S.; SOUZA, E. D. S. O.; BARBOSA, M. A. C. O uso de controle Estatístico de processo na gestão de qualidade. Estudo de caso: Grupo Coringa-AL. INGEPRO-Inovação, **Gestão e Produção**, v. 3, n. 06, p. 1-10, 2011.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GIL, ANTONIO CARLOS. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. Antonio Carlos Gil. - 6. ed. -São Paulo : Atlas, 2008.

GUIMARÃES, P. R. B. **Métodos Quantitativos Estatísticos**. 1ª ed. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2008.

GUIMARÃES, Rui Campos.; CABRAL, José A. **Sarsfield. Estatística**. 2ª Edição. Portugal: Verlag Dashöfer, 2010.

HRADESKY, JOHN L. **Total Quality Management Handbook**. McGraw-Hill Inc., EUA, 1995 ISO 7870-2: 2013. Shewhart cartes de contrôle - Parte 2: Cartes de contrôle de International Organization for Standardization. 2013.

KAZMIER, LEONARDO J. Estatística Aplicada à Administração e Economia (4ª Edição) -**Coleção Schaum**. Bookman, 2007.

KIPPER, L.M.; ELLWANGER, M. C.; JACOBS, G.; NARA, E. O. B.; FROZZAS, R. 2011. Gestão por processos: Comparação e análise entre metodologias para implantação da gestão orientada a processos e seus principais conceitos. **Revista Tecno-Lógica**, v. 15, n. 2, p. 89-99, 2011.

KOHLBACHER, M.; REIJERS, H. A. The effects of process-oriented organizational design on firm performance. **Business Process Management Journal**, v. 19, n. 2, p. 245-262, 2013.

KOTZ, SAMUEL.; JOHNSON, NORMAN L. **Process capability indices**. CRC press, 1993.

LAKATOS, Eva Maria.; MARCONI, M. de A. Fundamentos de metodologia científica. 5. reimp. São Paulo: **Atlas**, v. 310, 2007.

LIM, S. A.; ANTONY, J.; HE, Z.; ARSHED, N. Critical observations on the statistical process control implementation in the UK food industry. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 34, n. 5, p. 684-700, 2017.

LIMA, A. A. N.; LIMA, J. R.; SILVA, J. L.; ALENCAR, J. R. B.; SOARES-SOBRINHO, J. L.; LIMA, L.G.; ROLIM-NETO, P. J. Aplicação do controle estatístico de processo na indústria farmacêutica. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 27, n. 3, p. 177- 187, 2009.

LIMA, T. L.; CAVALCANTE, C. L., DE SOUSA, D. G., PEDRO, H. D. A., & SOBRINHO, L. G. A. Avaliação da composição físico-química de polpas de frutas comercializadas em cinco cidades do Alto Sertão paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento**

Sustentável, v. 10, n. 2, p. 8, 2015.

LIZARELLI, F. L.; BESSI, N.C.; OPRIME, P.C.; AMARAL R. M.; CHAKRABORTI, S. A bibliometric analysis of 50 years of worldwide research on statistical process control. **Gestão & Produção**, v. 23, n. 4, p. 853-870, 2016.

LJEVO, Žanesa.; VUKOMANIVC, Mladen.; DŽEBO, Suada. Assessing the influence of project management on quality during the early phases of construction projects. **Organization, technology & management in construction: an international journal**, v. 9, n. 1, p. 1584-1592, 2017.

LJEVO, Žanesa.; VUKOMANOVIĆ, Mladen.; RUSTEMPAŠIĆ, Neriman. Analysing significance of key quality factors for management of construction projects. **Građevinar**, v. 69, n. 05., p. 359-366, 2017.

MATSUURA, F. C. A. U.; ROLIM, R. B. Avaliação da adição de suco de acerola em suco de abacaxi visando à produção de um “blend” com alto teor de vitamina C. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v.24, n.1, p.138-141, abril de 2002.

MIRANDA, R.G. **Um modelo para a análise da capacidade de processos com ênfase na transformação de dados**. UFSC (2005). Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

MIRANKER, Daniel P. **TREAT: A new and efficient match algorithm for AI production system**. Morgan Kaufmann, 2014.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2009.

NAJAFI-TAVANI, S.; NAJAFI-TAVANI, Z.; NAUDÉ, P.; OGHAZI, P., ZEYNALOO, E. How collaborative innovation networks affect new product performance: Product innovation capability, process innovation capability, and absorptive capacity. **Industrial marketing management**, v. 73, p.193-205, 2018.

OAKLAND, J. S. **Total Quality Management and Operational Excellence**. Taylor & Francis Group, Routledge. 2015.

OGWUELEKA, A. C. A review of safety and quality issues in the construction industry. **Journal of Construction Engineering and Project Management**, v. 3, p. 42-48, 2013.

OLIVEIRA, O. J. **Curso Básico de Gestão da Qualidade**. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

OSTADI, Bakhtiar.; TAGHIZADEH YAZDI, Mohammadreza; MOHAMMADI BALANI, Abdolkarim. Process Capability Studies in an Automated Flexible Assembly Process: A Case Study in an Automotive Industry. **Iranian Journal of Management Studies**, v. 14, n. 1, p. 1-37, 2021.

PALADINI, E. P. An expert system approach to quality control. **Expert Systems with Applications**, v.18, p.133–151, 2000.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção**. Operações industriais e de serviços. Curitiba: Unicenp, 2007.

PETENATE, M. **Ferramentas para melhoria -SIPOC**. Portal Escola Edti, 2012. Disponível em: www.escolaedti.com.br/ferramenta-melhoria-sipoc. Acesso em: 22/10/2021.

PRODANOV, Cleber Cristiano.; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico / Cleber Cristiano Prodanov, Ernani Cesar de Freitas. – 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.**

PUTRI, N. T.; YUSOF, S. M. **Critical success factors for implementing quality engineering tools and techniques in malaysian's and indonesian's automotive industries: An Exploratory Study**. In: Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists. 2009. p. 18-20.

RIBEIRO, J. L. D.; TEN CATEN, C. S. **Série monográfica Qualidade: Controle Estatístico do Processo**. 1 ed. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2012. 172p.

ROHANI, J. M.; YUSOF, S. M.; MOHAMAD, I. The Development of a Survey Instrument for Measuring a Relationship Between Statistical Process Control Success Factors and Performance. **Jurnal Mekanikal**, n. 30, p. 1-16, 2010.

ROMEIRO, Sandro Costa.; ARAUJO, Marco Antônio de.; ARAUJO, FELIPE COSTA. O estudo da cadeia produtiva do virabrequim para identificação das não conformidades utilizando as ferramentas sipoc e PDCA. **Revista Científica e-Locução**, v. 1, n. 12, p. 19-19, 2017.

ROTONDARO, R. G. **Seis sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo, 1ª edição, Editora Atlas, 2008.

SAMOHYL, Robert Wayne. **Controle estatístico de qualidade**. Elsevier, 2009.

SANTOS, L. A. dos.; PERUFO, L. D.; MARZALL, L. F.; GARLET, E.; GODOY, L. P. Mapeamento de processos: um estudo no ramo de serviços. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v. 7, n. 14, p. 108-128, 2015.

SANTANA, Murilo Rodrigues. **Otimização de processos produtivos na Indústria alimentícia via ferramentas de gestão e qualidade**. 2019.

SÁ-SILVA, Jackson Ronie.; ALMEIDA, Cristóvão Domingos de.; GUINDANI, Joel Felipe. Pesquisa Documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**. São Leopoldo-RS. Ano I, n.1, jul. 2009. Disponível em: <https://www.rbhcs.com/rbhcs/article/view/6/pdf.>> Acesso em: 17 jun. 2018.

SHEWHART, Walter Andrew. **Economic control of quality of manufactured product**. Macmillan And Co Ltd, London, 1931.

SILVA, Izadora Sousa.; CARLETO, Nivaldo. **Proposta de implementação da ferramenta SIPOC para a redução de desperdícios em EPIs e otimização de processos.** 2019.

SORIANO, F. R.; OPRIME, P. C.; LIZARELLI, F. L. Impact analysis of critical success factors on the benefits from statistical process control implementation. **Production**, v. 27, 2017.

SORIANO, Fabiano Rodrigues.; OPRIME, Pedro Carlos; LIZARELLI, Fabiane Leticia. Descrição do Controle Estatístico de Processos (CEP) implantado nas indústrias de autopeças. **Gestão da Produção em Foco Volume 42**, p. 36-44, 2020.

SOUZA, Fernanda Siqueira; PEDRINI, Danilo Cuzzuol.; CATEN, C. S. Índices de capacidade do processo: comparação entre índices tradicionais e índices para gráficos de controle de regressão. **Anais do Simpósio de Engenharia de Produção**, 2009.

SOUZA, R. A. **Análise da qualidade do processo de envase de azeitonas verdes através de algumas ferramentas do controle estatístico de processo.** 2003. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Negócios com ênfase em Estatística 60 Aplicada) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis – SC, Brasil.

STAFF, Q. P. Guru Guide. **Six thought leaders who changed the quality world forever**, p. 14-21, 2010.

SWAN, E. SIPOC. A high-level view of a process. Portal online goleansixsigma.com. Disponível em: <https://goleansixsigma.com/sipoc/>. Acesso em: 22/10/2021.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos.** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG; v.2, p.197-284.1995.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos.** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG; v.2, p.197-284.1995.

YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 2a ed. Porto Alegre: Bookman; 2001.

ANEXO

ANEXO A

VALORES DAS CONSTANTES PARA CÁLCULO DOS LIMITES DE CONTROLE

n	Fatores para Limites de Controle											Fatores para Linha Central			
	A	A ₂	A ₃	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	c ₄	1/c ₄	d ₂	1/d ₂
2	2,121	1,880	2,659	0,000	3,267	0,000	2,606	0,000	3,686	0,000	3,267	0,7979	1,2533	1,128	0,8865
3	1,732	1,023	1,954	0,000	2,568	0,000	2,276	0,000	4,358	0,000	2,574	0,8862	1,1284	1,693	0,5907
4	1,500	0,729	1,628	0,000	2,266	0,000	2,088	0,000	4,698	0,000	2,282	0,9213	1,0854	2,059	0,4857
5	1,342	0,577	1,427	0,000	2,089	0,000	1,964	0,000	4,918	0,000	2,114	0,9400	1,0638	2,326	0,4299
6	1,225	0,483	1,287	0,030	1,970	0,029	1,874	0,000	5,078	0,000	2,004	0,9515	1,0510	2,534	0,3946
7	1,134	0,419	1,182	0,118	1,882	0,113	1,806	0,204	5,204	0,076	1,924	0,9594	1,0423	2,704	0,3698
8	1,061	0,373	1,099	0,185	1,815	0,179	1,751	0,388	5,306	0,136	1,864	0,9650	1,0363	2,847	0,3512
9	1,000	0,337	1,032	0,239	1,761	0,232	1,707	0,547	5,393	0,184	1,816	0,9693	1,0317	2,970	0,3367
10	0,949	0,308	0,975	0,284	1,716	0,276	1,669	0,687	5,469	0,223	1,777	0,9727	1,0281	3,078	0,3249
11	0,905	0,285	0,927	0,321	1,679	0,313	1,637	0,811	5,535	0,256	1,744	0,9754	1,0252	3,173	0,3152
12	0,866	0,266	0,886	0,354	1,646	0,346	1,610	0,922	5,594	0,283	1,717	0,9776	1,0229	3,258	0,3069
13	0,832	0,249	0,850	0,382	1,618	0,374	1,585	1,025	5,647	0,307	1,693	0,9794	1,0210	3,336	0,2998
14	0,802	0,235	0,817	0,406	1,594	0,399	1,563	1,118	5,696	0,328	1,672	0,9810	1,0194	3,407	0,2935
15	0,775	0,223	0,789	0,428	1,572	0,421	1,544	1,203	5,741	0,347	1,653	0,9823	1,0180	3,472	0,2880
16	0,750	0,212	0,763	0,448	1,552	0,440	1,526	1,282	5,782	0,363	1,637	0,9835	1,0168	3,532	0,2831
17	0,728	0,203	0,739	0,466	1,534	0,458	1,511	1,356	5,820	0,378	1,622	0,9845	1,0157	3,588	0,2787
18	0,707	0,194	0,718	0,482	1,518	0,475	1,496	1,424	5,856	0,391	1,608	0,9854	1,0148	3,640	0,2747
19	0,688	0,187	0,698	0,497	1,503	0,490	1,483	1,487	5,891	0,403	1,597	0,9862	1,0140	3,689	0,2711
20	0,671	0,180	0,680	0,510	1,490	0,504	1,470	1,549	5,921	0,415	1,585	0,9869	1,0133	3,735	0,2677
21	0,655	0,173	0,663	0,523	1,477	0,516	1,459	1,605	5,951	0,425	1,575	0,9876	1,0126	3,778	0,2647
22	0,640	0,167	0,647	0,534	1,466	0,528	1,448	1,659	5,979	0,434	1,566	0,9882	1,0119	3,819	0,2618
23	0,626	0,162	0,633	0,545	1,455	0,539	1,438	1,710	6,006	0,443	1,557	0,9887	1,0114	3,858	0,2592
24	0,612	0,157	0,619	0,555	1,445	0,549	1,429	1,759	6,031	0,451	1,548	0,9892	1,0109	3,895	0,2567
25	0,600	0,153	0,606	0,565	1,435	0,559	1,420	1,806	6,056	0,459	1,541	0,9896	1,0105	3,931	0,2544

n = número de observações

Fonte: ISO 7870-2: 2013 – Shewhart control charts.

ANEXO B

FOLHA DE VERIFICAÇÃO

FOLHA DE VERIFICAÇÃO								
INSTRUÇÕES: Verificar e agrupar logicamente os pesos (g) de cada item de amostra								
DATA:				SETOR: Armazenamento				
Responsáveis:		Colaborador						
Medidas em g								
Amostra	Tamarindo	Umbu	Maracujá	Cajú	Acerola	Goiaba	Abacaxi c/ hortelã	Manga
1	108,5	115,3	99,6	110,1	101,5	111,4	127,3	130
2	108,9	105,1	110,8	117,4	125,1	116,7	91,4	103,8
3	113,2	91,4	96,1	104,7	95,2	117	106,5	114,6
4	107,7	111,5	104,3	118,8	94,3	129,2	104	117,4
5	114,4	107,4	100,5	119,1	109,9	118,9	117,6	127,5
6	116	120	98,9	109,7	100,8	102,5	109,8	113,3
7	117,6	112,3	83,9	106,7	126,6	102,6	108,3	116,9
8	108,6	112,7	102,2	110	90,2	118,4	112,8	109,8
9	114,8	116,5	93,5	105,4	105,4	125,1	107,1	116,6
10	117,2	122,3	93,2	102,4	105	124,3	110	115,3
11	132,3	126,8	102,8	104,4	97	122,5	125	109,5
12	118,3	119,6	97,1	109,6	87,6	118,7	116,7	107,2
13	116	112,2	99,1	108,1	93,9	123,1	101,5	103,5
14	117,6	106,3	94,2	125	99,8	124,7	107,8	103,8
15	119,5	100,7	96,8	93,5	96,6	101,3	103,5	112,4
Média	115,37	112,01	98,20	109,66	101,93	117,09	109,95	113,44
Média geral	109,71							

Fonte: Autoria própria (2021)