



**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**MATHEUS COELHO MARTINS**

**IMPLANTAÇÃO DO CONTROLE DE PROCESSO DE FABRICAÇÃO EM UMA  
INDÚSTRIA DE ALIMENTOS NO CEARÁ: ESTUDO DE CASO.**

**FORTALEZA**

**2021**

MATHEUS COELHO MARTINS

IMPLANTAÇÃO DO CONTROLE DE PROCESSO DE FABRICAÇÃO EM UMA  
INDÚSTRIA DE ALIMENTOS NO CEARÁ: ESTUDO DE CASO.

Primeira parte da Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Christus como requisito final à obtenção de aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II.

Orientador: Prof. Me. Vicente Paulo Lima Lemos.

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Centro Universitário Christus - Unichristus  
Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do  
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M379i Martins, Matheus Coelho.  
Implantação do controle de processo de fabricação em uma indústria de alimentos no Ceará : estudo de caso. / Matheus Coelho Martins. - 2021.  
59 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Christus - Unichristus, Curso de Engenharia de Produção, Fortaleza, 2021.  
Orientação: Prof. Me. Vicente Paulo Lima Lemos.

1. Controle de processos. 2. Castanha de caju. 3. Resultados operacionais. I. Título.

CDD 658.5

MATHEUS COELHO MARTINS

IMPLANTAÇÃO DO CONTROLE DE PROCESSO DE FABRICAÇÃO EM UMA  
INDÚSTRIA DE ALIMENTOS NO CEARÁ: ESTUDO DE CASO.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao curso de Engenharia de  
Produção do Centro Universitário Christus,  
como requisito final para obtenção do título de  
bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Me. Vicente Paulo Lima  
Lemos.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Me. Vicente Paulo Lima Lemos (Orientador)  
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

---

Profa. Ma. Ana Carolina Lima Pimentel de Faria  
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

---

Prof. Me. Sérgio Kempenich  
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

## RESUMO

A utilização do controle de processos de fabricação surge como uma alternativa para as indústrias de alimentos cearenses, entre elas as de beneficiamento de castanha de caju, que tem como desafio constante reduzir perdas e melhorar seus resultados operacionais, diante dos desafios atuais do mercado global. Assim, este trabalho tem como objetivo explorar como aconteceu a implantação do controle de processos de fabricação em uma indústria de alimentos no estado do Ceará, que motivações levaram a organização a optar pelo controle de processos, como aconteceu as fases de planejamento e implantação, e quais resultados foram colhidos após sua implantação. Trata-se de uma pesquisa exploratória de cunho qualitativo. Como objeto de estudo têm-se uma indústria beneficiamento de castanha de caju no referido estado, com capacidade de processamento de milhões de quilos de amêndoas por ano. A realização desse trabalho ocorreu através da identificação e estabelecimento da lógica de pesquisa, coleta e evidenciamento de dados, e análise dos dados disponíveis. A coleta de dados foi realizada a partir de dados primários fornecidos pela organização em questão. A discussão foi embasada na literatura científica dos métodos utilizados para implantação. A pesquisa apontou que a indústria possuía antes da implantação do controle de processos significativa necessidade de melhorar seu nível de controle operacional sobre os processos produtivos. Além disso, os resultados demonstraram que a implantação do controle de processos de fabricação foi relevante para a organização e que auxiliou diretamente na elevação dos resultados operacionais dos processos da indústria. Ressalta-se o controle de processos não auxiliou somente na elevação dos resultados, mas na mudança de comportamento das pessoas envolvidas em sua implantação. Por fim, destaca-se que a busca por novos métodos de fabricação que proporcionem a melhoria de resultados deve ser contínua e a gestão deve estar diretamente envolvida nesse processo.

**Palavras-chave:** Controle de processos. Castanha de Caju. Resultados operacionais.

## ABSTRACT

The utilization of the fabrication process control outbreak like an alternative to the Ceará food industries, among that the cashew nuts processing industries, that have like constant challenge reduce losses and improve your operational results, against the current challenges of the global market. So, this work has like objective to explore like happened the fabrication process control implantation in a food industry in state of Ceará, what motivations took the organization to choose for the process control, like happened the phases of planning and implantation, and what results was picked after your implantation. This is exploratory research with a qualitative nature. As object of this study, there is a processing cashew nuts industry in the refereed state, with capability to process millions of kilos of almonds per year. The realization of that work happened through of the identification and establishment the study logic, data collection and disclosure, and analysis of available data. The data collection was there from primary data provided for organization. The discussion was based for the scientific literature of methods utilized to the implantation. The research pointed that the industry had before the process control implantation significative necessity of improve your level of operational control about the productive process. Besides, the results demonstrated that the implantation of fabrication process control was relevant for the organization and helped directly the industry operational results elevation. Stands out that the process control not helped just in the elevation results, but in people behavior change involved in your implantation. Finally, stands out that the search for new fabrication methods that promotion the improve of results should be continuous and the management should be involved directly in this process.

**Keywords:** Process control. Cashew nuts. Operacional results.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem básica da produção lean .....	19
Figura 2 – Ciclo PDCA .....	20
Figura 3 – Estrutura básica de processos.....	24
Figura 4 – Cálculo dos limites de controle .....	26
Figura 5 – Modelo de carta de controle de um processo sob controle estatístico .....	27
Figura 6a – Processo com pontos fora dos limites de controle por causas especiais .....	28
Figura 6b – Processo com periodicidade .....	28
Figura 6c – Processo com tendência.....	28
Figura 6d – Processo com deslocamento .....	28
Figura 7 – Ciclo PDCA aplicado à experimentos.....	29
Figura 8 – Estrutura primária do processo de coleta de castanha do Brasil .....	32
Figura 9 – Diagrama de beneficiamento da amêndoa .....	32
Figura 10 – Amêndoa e casca de castanha de caju após o processo de decorticação.....	33
Figura 11 – Participação da castanha de caju na balança comercial do Ceará de 2017 à 2019.... .....	35
Figura 12 – Amêndoa inteira so tipo SLW1 .....	39
Figura 13 – Amêndoa quebrada do tipo B2.....	39
Figura 14 – Amêndoa granulada do tipo P1M .....	39
Figura 15 – Proporção de amêndoas inteiras produzidas ao final da linha de produção.....	40
Figura 16 – Macrofluxo de implantação do controle de processos .....	42
Figura 17 – Análise de nível acadêmico.....	43
Figura 18 – Proporção de amêndoas inteiras produzidas por linha .....	45
Figura 19 – Gráfico de pareto para redução de perdas de amêndoas inteiras.....	46
Figura 20 – Gráfico de interação de fatores .....	47
Figura 21 – Tabela de padronização para configuração de máquinas .....	48
Figura 22 – Modelo de procedimento operacional padrão de trabalho .....	49
Figura 23 – Gráfico de resultados de antes x depois da implantação .....	50
Figura 24 – Gráfico de resultados ao final da linha de produção (antes x depois).....	51

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Evolução histórica do controle de qualidade.....	23
---	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>09</b>
<b>1.1 Objetivos.....</b>	<b>12</b>
<i>1.1.1 Objetivo Geral.....</i>	<i>12</i>
<i>1.1.2 Objetivos Específicos.....</i>	<i>12</i>
<b>1.2 Justificativa de Pesquisa .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 Estrutura do trabalho .....</b>	<b>13</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Revolução Enxuta.....</b>	<b>14</b>
<i>2.1.1 Produção Artesanal.....</i>	<i>14</i>
<i>2.1.2 Produção em Massa .....</i>	<i>16</i>
<i>2.1.3 Produção Enxuta.....</i>	<i>17</i>
<b>2.2 Ciclo PDCA .....</b>	<b>20</b>
<i>2.2.1 O PDCA e a relação com as metas organizacionais .....</i>	<i>21</i>
<b>2.3 Controle de processos.....</b>	<b>22</b>
<i>2.3.1 Controle estatístico de processos .....</i>	<i>25</i>
2.3.1.1 Cartas de controle .....	25
2.3.1.2 <i>Design of Experiments (DOE).....</i>	<i>29</i>
<b>2.4 Procedimento Operacional Padrão (POP) .....</b>	<b>30</b>
<b>2.5 Beneficiamento da amêndoa da castanha de caju .....</b>	<b>31</b>
<i>2.5.1 Decorticação .....</i>	<i>33</i>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>34</b>
<b>3.1 Estrutura da pesquisa .....</b>	<b>34</b>
<b>3.2 Ambiente da pesquisa.....</b>	<b>35</b>
<b>3.3 Objeto de pesquisa.....</b>	<b>36</b>
<b>3.4 Coleta e análise de dados .....</b>	<b>36</b>
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>38</b>
<b>4.1 Motivações para implantação do controle de processos .....</b>	<b>38</b>
<b>4.2 Planejamento para implantação do controle de processos .....</b>	<b>40</b>
<b>4.3 A implação do controle de processos .....</b>	<b>42</b>
<b>4.4 Avaliação dos resultados da implantação.....</b>	<b>49</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>55</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>59</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, ao longo das duas primeiras décadas do século XXI, o país sofreu um crescimento acentuado na distribuição de renda, ocasionado principalmente pela expansão da demanda, tanto em âmbito externo como interno, através, por exemplo, da comercialização de *commodities* e da incorporação de mais mão de obra ao mercado de trabalho, com mais consumidores (DE NEGRI, 2014).

O cenário econômico mundial foi essencial para o crescimento econômico brasileiro, assim como para muitos países em desenvolvimento exportadores de *commodities*. A elevação da demanda e o aumento do preço internacional das *commodities*, impulsionados também pelo crescimento da China, colaboraram para tornar mais abastados e mais dinâmicos os países primário-exportadores, como é o caso do Brasil (DE NEGRI, 2014).

Contudo, após a crise econômica de 2008, o processo de expansão observado ao longo do século parece ter perdido a capacidade de impulsionamento econômico de forma isolada no país. Nesse cenário, a produtividade e busca por um nível de qualidade de produto superior ganham destaque no cenário brasileiro, tendo em vista que o crescimento através do aumento da produtividade demonstra-se como meio de retomada do crescimento da economia e diferenciação junto ao cenário competitivo.

A necessidade de ganho de competitividade está diretamente relacionada aos melhoramentos de qualidade e produtividade advindos de diversos fatores, tanto externos quanto internos à organização, que fazem a produção econômica mais eficiente. Onde podem ser citados fatores como, infraestrutura, educação, saúde, inovação e políticas macroeconômicas.

Diante do mercado industrial atual com níveis de competitividade cada vez mais crescentes, faz-se necessário que as indústrias em contexto geral busquem por métodos, ferramentas, ou técnicas, que possam alavancar seus resultados, incrementando qualidade, aumentando produtividade, reduzindo perdas e aumentando a satisfação dos seus clientes.

Assim, surge a necessidade da indústria de controlar a qualidade dos processos destes produtos. Diversos métodos e ferramentas foram criados para aperfeiçoar o sistema de controle de processos, a exemplo dos Procedimentos Operacionais Padronizados (POP) e o Controle Estatístico do Processo (CEP), buscando a excelência e aumento dos padrões de qualidade da indústria (VANZELLA, 2015).

A qualidade de processos, produtos e serviços é essencial para qualquer organização que busca se manter ativa e competitiva. Além de ser um diferencial frente à concorrência, é um requisito de permanência de negócios no mercado.

Todo incremento que busca qualidade superior deve estar baseado nos interesses dos clientes. Se a mudança for baseada somente em padrões internos da empresa, o cliente final pode nem mesmo perceber que houve alguma mudança, e todo esforço para se reduzir falhas foi em vão e não trará ganhos sustentáveis para a organização (JURAN, 2015).

Diante de tantas exigências, as organizações brasileiras se deparam com a necessidade de uma filosofia de produção que dê assistência aos gestores na tomada de decisão e ajude na eliminação de perdas na cadeia produtiva.

Dessa forma, a abordagem de produção enxuta ganhou destaque no Brasil, pois busca satisfazer as necessidades estratégicas da empresa, atendendo aos padrões de qualidade com baixo custo, e integrando todas as áreas da empresa em busca desses objetivos (CAMPOS 2016).

A abordagem enxuta tem em sua essência diversas técnicas e ferramentas de melhoramento que são meios de redução de perdas e maximização de resultados. Há muitas formas de se “enxugar” a produção, e todas tem como foco e objetivo a melhoria do processo, que naturalmente terá como consequência produtos de maior qualidade e clientes mais satisfeitos. O crescimento e disseminação da “mentalidade enxuta” como filosofia de administração mudou e continua mudando a forma como se administra os meios de fabricação, vindo a se tornar cada vez mais dominantes no cenário industrial (SLACK, JONES, JOHNSTON, 2020).

A qualidade e as perdas no processo impactam diretamente nos custos da organização. Muitas vezes, a organização opta pelo aumento de receitas como alternativa a lucratividade ao invés da redução de custos, porém, à medida em que se reduzem deficiências e “custos da qualidade”, cria-se um processo de qualidade superior, o que colabora para uma empresa com resultados financeiros mais saudáveis e duradouros.

O controle de processos, por sua vez, é uma abordagem utilizada para sistemas que buscam manter variáveis operacionais dentro dos limites de especificação desejados, ou seja, reduzindo sua variabilidade. Tais sistemas podem funcionar de forma diferentes entre si, sendo eles totalmente automatizados ou que necessitem da intervenção humana, podendo ser também de alta ou baixa complexidade.

Particularmente, o princípio de controle estatístico de processo pode ser usado para entender a variabilidade e atendimento aos requisitos de qualidade. O Controle Estatístico de

Processos (CEP) é vastamente utilizado no segmento de alimentos e se encaixa como solução para redução de perdas e controle da padronização do processo de produção. Sua implantação permite enxergar o desempenho do processo como um todo, permitindo seu melhoramento e evolução contínua, aumentando a conformidade do produto e tornando o processo mais eficaz de acordo com a qualidade desejada (CASTRO, 2020).

No segmento alimentício, por exemplo, o controle e padronização dos processos se faz essencial, tendo em vista que variações exacerbadas frente ao que foi colocado no rótulo da embalagem do produto pode gerar problemas graves para a empresa, como perda de clientes e multas, por estarem desconformes com a lei, além de serem prejudiciais quando se trata de garantir o padrão de qualidade esperado pelos clientes.

No Brasil, alguns mercados ocupam posição de destaque e são de grande importância no cenário socioeconômico do país.

Mais especificamente para o estado do Ceará, a indústria de castanha de caju demonstra sua importância no comércio exterior durante anos. O Ceará lidera o ranking de estados brasileiros em exportação de Castanha de Caju para o exterior, sendo também o 4º estado brasileiro em exportações de subprodutos da castanha. Os mercados consumidores preferem a castanha já descascada, tendo a mesma maior representatividade do total de castanhas exportado (SISTEMA FIEC, 2019).

A contribuição da castanha de caju para a indústria cearense poderia ser maior se a qualidade da amêndoa da castanha de caju brasileira fosse melhor. Os problemas de qualidade, além de impedir que a demanda cresça, tem impactos no preço do produto.

As indústrias tradicionais de beneficiamento da amêndoa de castanha de caju têm sofrido com perdas de qualidade no seu produto final, motivadas principalmente pela tecnologia e métodos de processamento que vem se tornando ultrapassados, e que impactam diretamente nos indicadores estratégicos de produção, sendo um deles o índice de amêndoas inteiras.

Destaca-se que a utilização de ferramentas e técnicas de controle de qualidade de processos se fazem muito importantes dentro do processo de beneficiamento da amêndoa de castanha de caju, principalmente no tangível ao controle do percentual de amêndoas inteiras no processo, visto são um diferencial competitivo para a indústria, que a permite ser mais lucrativa e contribuir de forma cada vez mais relevante para o contexto social e econômico em que ela está inserida.

## **1.1 Objetivos**

### *1.1.1 Objetivo Geral*

Tem-se como objetivo geral explorar a implantação do controle de processos em uma indústria de alimentos no estado do Ceará.

### *1.1.2 Objetivos Específicos*

- a) Investigar quais as motivações que levaram a indústria em questão a adotar o controle de processo;
- b) Explorar como foi feito o planejamento para implantação do controle de processo;
- c) Explorar como ocorreu a implantação do novo método de controle na cadeia produtiva;
- d) Avaliar quais os resultados obtidos após a implantação do controle de processos;

## **1.2 Justificativa de Pesquisa**

A pesquisa acerca da contribuição do controle de processos é de grande importância para desenvolvimento do sistema de gestão industrial. Atualmente, devido à concorrência no mercado, as organizações tem tido cada vez mais atenção com o crescimento e atingimento de seus objetivos estratégicos de produção, além da preocupação em adquirir diferenciais competitivos cada vez mais relevantes e sustentáveis, que possibilitam a redução de perdas, maximizam resultados e permitem a melhoria contínua de seus processos.

Na indústria de alimentos, com um mercado altamente globalizado e dinâmico, as indústrias brasileiras necessitam buscar o aperfeiçoamento de seus processos de produção para alcançarem resultados cada vez mais significativos e níveis de diferenciação mais altos.

Ademais, o presente trabalho apresenta uma ampla variedade de ferramentas e técnicas de controle e gestão da qualidade de processos industriais, que permitem a otimização de resultados organizacionais e contribuem diretamente para o desenvolvimento do engenheiro de produção.

### **1.3 Estrutura do trabalho**

Na seção 01, a introdução, é apresentado o tema de estudo do trabalho que tem a implantação do controle de processos em foco, além de demonstrar o contexto da indústria de alimentos em estudo, a justificativa para a escolha em uma abordagem geral dos tópicos a serem estudados, e a inserção dos objetivos de pesquisa.

Na seção 02, apresenta-se o referencial teórico utilizado como embasamento para o desenvolvimento das ideias, com a abordagem de diversos temas que estão correlacionados com o desenvolvimento do projeto de pesquisa, em que são descritas diversas ferramentas de engenharia e tópicos sobre o mercado de alimentos que a indústria em questão está inserida.

Na seção 03, é apresentado a metodologia de pesquisa do trabalho, de cunho qualitativo, que explica o desdobramento deste trabalho.

Na seção 04, trata-se de todo detalhamento dos resultados extraídos e obtidos referentes a implantação do controle de processos da indústria de alimentos em questão.

Na seção 05, apresenta as considerações finais do trabalho.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Revolução Enxuta

A evolução social da humanidade acompanhou a evolução dos métodos produtivos de fabricação, onde as necessidades e os desejos humanos impulsionaram o avanço e a mudança nas formas de produzir, seguindo ações cada vez mais inovadoras, para que os objetivos de consumos pudessem ser satisfeitos com a maior otimização possível de recursos (POMPEU, 2015).

Foram necessárias profundas mudanças para que os sistemas produtivos pudessem evoluir de forma a atender de fato as necessidades de seus consumidores. Ao redor dos anos 1850, quando foi iniciado o processo de mudança, os sistemas produtivos de manufatura eram realizado em grande maioria por empresas de pequeno porte, que utilizavam técnicas tradicionais e atuavam em pequenos mercados, geralmente locais. Contudo, para que a produção em escalas maiores fosse viável economicamente, era necessária uma demanda equivalente, e com rápido poder de consumo (BORGES *et. Al*, 2012).

Ou seja, quando iniciada a Revolução industrial, os sistemas produtivos funcionavam de forma bem semelhante, eram sistemas majoritariamente artesanais. Mesmo a indústria encontrando-se em franca expansão, o mercado era pouco explorado. Contudo, o aumento da produtividade vindo com a implantação das máquinas mecanizadas, em detrimento as mãos humanas, eram formas extremamente vantajosas de se adquirir vantagens competitivas relevantes, conseguindo-se reduzir custos de forma bastante significativa (FREITAS, 2020).

Para Oliveira (2018), à medida que a demanda foi crescendo, tornou-se necessário adaptar os meios produtivos com a finalidade de se adequar as necessidades daqueles consumidores que a organização passou a satisfazer.

Existem basicamente 3 grandes tipos de filosofias produtivas que são amplamente utilizadas ao redor do mundo: produção artesanal, produção em massa e produção enxuta. Cada uma com características diferentes entre si (WOMACK, 2006).

#### 2.1.1 Produção Artesanal

Para Womack (2006), a produção artesanal tem características bem específicas:

- a) O sistema artesanal usa uma frente de trabalho altamente qualificada em uma atividade específica e que é responsável basicamente por todo o processo produtivo

do projeto. Geralmente, este sistema é localizado em pequenas oficinas onde um ou poucos trabalhadores tornam o produto tangível;

- b) Emprega-se máquinas de baixa tecnologia, operadas por uma única pessoa, onde se realizam uma ou diversas atividades;
- c) Está disponível para atender pequenos volumes produtivos, e que podem variar entre si;

Para Faria e Santos (2021), pode-se dizer que enquanto no processo industrial tradicional de fabricação tem-se foco na redução de custos, aumento da escala, e cumprimento rigoroso aos padrões estabelecidos, o processo de produção artesanal proporciona maior espaço para criatividade, autonomia e inovação durante a fabricação, sendo a variável humana a principal responsável pela qualidade do produto, sendo essa forma de produzir um diferencial para alguns segmentos.

Para a indústria de alimentos, por exemplo, é necessário dar conformidade e similaridade entre produtos. Isso pode significar minimizar o papel do artesão e maximizar o papel do cumprimento dos padrões normativos vigentes, dando mais foco ao processo produtivo em si. Assim, como efeito dessas exigências de conformidade e da mudança que se faz necessária para que o processo produtivo artesanal seja adequado para expansão, boa parte dos processos artesanais não conseguem se adaptar e atingem baixo poder de crescimento em escala, ficando restrito a mercados locais (SILVEIRA, 2005).

Então, no que se refere ao controle de processos artesanais, a produção artesanal de alimentos tem o grande desafio de preservar a sua essência com produtos diferenciados e atender aos requisitos legais e técnicos de padronização, que permitem sua comercialização. Ou seja, conseguir se adequar às normas de comercialização muitas vezes se traduz em abdicar da personalização e diferenciação dos produtos que é intrínseca ao modelo produção artesanal, e fabricar produtos menos diferenciados entre si, mais padronizados e com alto nível de semelhança. Contudo, produzir artesanalmente também é um diferencial competitivo, frente aos produtos extremamente similares que estão disponíveis no mercado (SILVEIRA, 2005).

Portanto, faz-se necessário analisar e decidir estrategicamente como controlar os processos de produção artesanal, preservando as principais características artesanais do alimento buscadas pelos clientes, bem como as características do seu modelo de fabricação e ainda permitindo a competitividade de seus produtos, com as adequações necessárias à legislação.

### 2.1.2 Produção em Massa

O sistema de produtivo artesanal funcionou por muito tempo e ainda funciona muito bem alguns ramos de negócio, e foi o responsável pela existência dos sistemas produtivos que surgiram posteriormente. Contudo, ele apresentava limitações, e o mercado exigia que a produção fosse mais veloz para atender as necessidades de consumo crescentes (WOMACK, 2006).

Henry Ford foi um o grande responsável pelo entendimento das necessidades de melhoramento da produção artesanal, pela expansão e popularização do sistema de fabricação em larga escala e pela utilização do termo “produção em massa”, utilizado para denominar o novo sistema de fabricação. Os métodos de trabalho criados por ele permitiram que os custos de fabricação diminuíssem consideravelmente, aumentando também a qualidade do produto (OHNO, 1997).

No fordismo, ou produção em massa, o processo de fabricação é frequentemente organizado em linha, e transportado ao longo de diferentes etapas, que geram diferentes transformações no produto. (OHNO, 1997).

Esse objetiva a padronização das tarefas operacionais ao máximo, com o intuito de reduzir custos e conseguir atender à larga demanda exigida. Na linha de montagem, os operários realizam tarefas específicas e não possuem muito contato entre si. Assim, a linha de montagem é formada por diversas partes ao longo de toda a cadeia produtiva, desde a área de recebimento de matéria-prima até a finalização do produto acabado (PORTO, 2021).

A grande mudança na organização do trabalho, após a diferenciação entre atividades, com tarefas extremamente restritas para os funcionários, fez com o que o trabalho exigisse um nível cada vez menor de especialização. Os funcionários são restritos a basicamente executar tarefas repetitivas, tendo praticamente nenhuma participação no processo de melhoramento do seu trabalho

Para Dennis (2008), o modelo de fabricação de Henry Ford demonstrou alguns problemas que eram significativos para as empresas:

- a) alienação da mão-de-obra e problemas sindicais;
- b) problemas com qualidade, alto índice de defeitos e retrabalho;
- c) maquinário grande e caro, dedicado por muito tempo a somente uma peça ou modelo;
- d) problemas de comunicação;

O modelo usado pelas organizações que utilizam dos princípios da produção em massa para controlar processos costumam ser rígidos e apresentam dificuldades de adaptação quando precisam ser alterados por mudanças no planejamento, gerando altos custos e grandes problemas para a gestão. A qualidade por vezes chega a ser comprometida e o foco deixa de se estar no controle da qualidade para atender à necessidade de produzir mais e se adaptar às mudanças. Assim, o planejamento de controle da produção deve ser muito bem montado, e os itens de controle que garantem qualidade devem ser conhecidos e monitorados rotineiramente para garantir o máximo de padronização e menores gastos (TUBINO, 2017).

Durante o século XX, o mercado japonês de automóveis vinha se destacando frente ao mercado americano, pois seus automóveis eram fabricados com qualidade superior e custos menores. A manufatura enxuta estava surgindo e proporcionou grandes mudanças em todo o contexto industrial (DENNIS, 2008).

### 2.1.3 Produção Enxuta

O Sistema Toyota de Produção (STP), também conhecido como *Lean Manufacturing*, ou simplesmente “produção enxuta”, é uma filosofia de produção baseada na redução de desperdícios no processo de fabricação. A abordagem enxuta surgiu pós segunda guerra mundial, na *Toyota Motor Company*, no Japão, no cenário de devastação que o país de encontrava, onde precisava retomar sua força competitiva de mercado para se reerguer economicamente (WOMACK, 2006).

Womack (2006) fala que a *Toyota Motor Company* se encontrava em profundas dificuldades após o período da segunda guerra, com o país ainda em recuperação e precisando reagir da forma mais rápido possível. Nesse momento, os líderes da companhia chegaram à conclusão que a forma mais inteligente de conseguir competir com o mercado americano de automóveis e retomar o crescimento no mercado era sendo mais produtivos, reduzindo custos sem necessariamente investir em novos recursos.

Com sua filosofia de produção enxuta, o Japão chamou atenção do mundo inteiro pela forma como os automóveis estavam sendo produzidos, com qualidade superior aos do mercado americano, menor tempo de fabricação, maior flexibilidade e custos consideravelmente menores (DENNIS, 2008).

Diante da necessidade de se reduzir tão agressivamente os custos de produção, a *Toyota* concluiu que era necessário eliminar todos os desperdícios de seu processo de fabricação. Ohno

(1997) elencou os 7 principais desperdícios no processo de fabricação, que foram detalhados por Liker (2005). São eles:

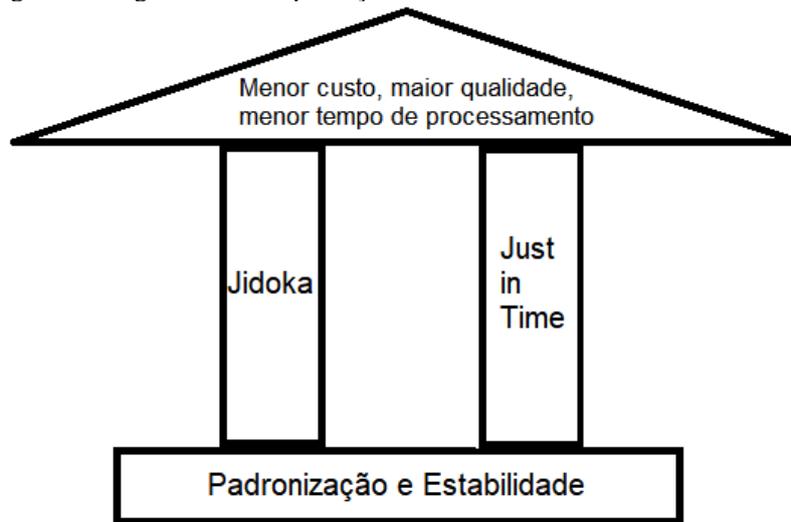
1. Superprodução: produzir itens acima do que é demandado pelos clientes, o que gera desperdícios com o pessoal, e custos como transporte excessivo de estoque. Ohno (1997) afirmou que a superprodução era o pior dos desperdícios;
2. Espera: funcionários que não trabalham operando a máquina, somente olhando o trabalho realizado por ela e esperando o próximo passo do processo;
3. Transporte: movimento de estoque por longas distâncias, dentro ou fora do processo;
4. Superprocessamento: etapas desnecessárias para se processar com qualidade. Ocorrem perdas também quando se fabricam produtos com qualidade superior à requerida pelo cliente;
5. Estoque em excesso: quantidade excessiva de matéria-prima, estoque entre processos ou produto acabado, que causam tempos de processamentos maiores e outros custos desnecessários. O estoque em demasia também pode esconder outros problemas do processo, como defeitos nos produtos e atrasos dos fornecedores;
6. Movimentação desnecessária: são aqueles movimentos inúteis que os trabalhadores precisam fazer durante o processo, como procurar materiais, ajustar peças;
7. Defeitos: produzir peças fora dos padrões de especificação. Será necessário gastar tempo consertando ou até mesmo descartando-as;

A eliminação de mais um desperdício em específico é indispensável para o sucesso e melhoramento dos processos produtivos, que é o desperdício da criatividade dos funcionários, que não tem muitas vezes suas ideias aproveitadas e não são envolvidos no processo de aperfeiçoamento do trabalho (LIKER, 2005).

O modelo que possibilita a eliminação desses desperdícios criado pela *Toyota Motor Company* é pensado para que a produção agregue o maior valor possível ao cliente, trazendo a maior qualidade para o produto, com o menor custo para a companhia e no menor tempo possível de fabricação, e apresenta o modelo desenvolvido através de uma “casa”, onde a estabilidade e padronização dos processos são a base desse sistema (DENNIS, 2008).

A Figura 1 demonstra como funciona o sistema Toyota de produção, através da associação à uma casa.

Figura 1: Imagem básica da produção Lean



Fonte: Adaptado de Dennis (2008).

O padrão é aquilo que deve acontecer. É a capacidade do processo em fazer o que se espera dele. Quando um processo de fabricação não consegue corresponder ao que se espera dele, têm-se um processo instável e conseqüentemente diversos desperdícios (DENNIS, 2008).

A padronização é a base para redução das variabilidades, para o alcance de processos mais estáveis e com melhor controle. Um dos grandes desafios da padronização que o sistema enxuto busca combater é conseguir dar padrão aos processos e preservar a criatividade e autonomia dos trabalhadores (SLACK, JONES, JOHNSTON, 2020).

Liker (2005, p.43) define o *Just in time* como “um conjunto de princípios, ferramentas e técnicas que permitem que a empresa produza e entregue produtos em pequenas quantidades, com *lead times* curtos, para atender as necessidades específicas do cliente”.

Para Liker (2005) o pilar do *Jidoka* se refere a “autonomação”, que podem ser exemplificadas como máquinas inteligentes que precisam de pouca participação humana, e que param o equipamento automaticamente ao detectar alguma anomalia e diminuem a incidência de problemas ou itens defeituosos.

Diante do exposto, a necessidade de se ter processos que atendem aos padrões é muito importante para que seja possível reduzir perdas com o máximo de eficiência e ter um sistema mais enxuto, de menor custo, qualidade superior e menor tempo de processamento é que o controle de processos se apresenta como solução. Os conhecimentos produzidos por esta área contribuirão para embasamento das demais etapas da presente pesquisa.

Ferramentas ou técnicas de qualidade são vastamente difundidas com o intuito de evoluir o nível de controle dos processos e qualidade, e serão apresentadas durante o desenvolvimento do trabalho.

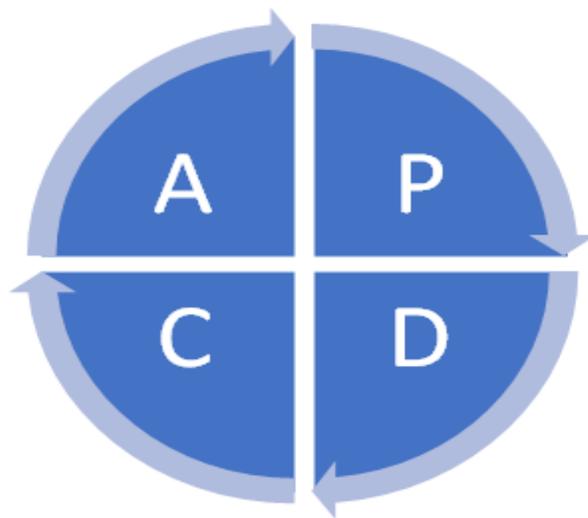
## 2.2 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA, também chamado de ciclo de melhoria, é um método de gestão extremamente difundido quando se fala em melhorar e controlar processos. Em ambiente industrial de produção, por exemplo, é uma abordagem que pode ser utilizada em diferentes situações e departamentos (WERKEMA, 2013).

O PDCA é uma sigla, em que as palavras em questão são as quatro etapas fundamentais do método, planejar (P), desenvolver (D), checar (C), agir (A). A aplicação de cada etapa é indispensável para sua aplicação com sucesso. Ademais, vale ressaltar que cada etapa possui diferentes atividades, que exigem conhecimentos, habilidades e comportamentos distintos pela equipe (ARAUJO *et al.*, 2017).

A Figura 2 busca demonstrar o ciclo PDCA e algumas atividades realizadas em cada etapa, que geralmente são implantadas em diversos projetos de melhoria.

Figura 2: Ciclo PDCA



Fonte: Adaptado de Werkema (2013)

Campos Falconi (2014) expõe que a etapa de planejamento é a mais robusta e que geralmente exige mais tempo e dedicação. As metas são estabelecidas para os itens de controle, e reuniões são muito comuns. O método de trabalho é alinhado com toda a equipe para que as metas possam ser atingidas. Além disso, as diretrizes de controle ficam claras para o projeto de melhoria.

O desenvolvimento é a etapa do ciclo em que o planejamento é colocado em prática pela equipe envolvida no processo. Vale ressaltar que não é indicado que haja alterações no planejamento durante o acontecimento desta etapa, para que não haja consequências

imprevistas. A coleta de dados assertiva é muito importante para que os dados sejam analisados e conclusões possam ser extraídas. Ademais, ressalta-se a necessidade de treinamento e monitoramento da equipe (CAMPOS FALCONI, 2014).

Ademais, Werkema (2013) explica que a fase de checar os resultados é o momento em que a equipe irá verificar se os resultados obtidos a partir da execução do que foi desenvolvido na etapa anterior. Os resultados serão comparados com a meta para avaliar o sucesso do projeto. Vale destacar que a análise minuciosa dos dados é realizada nesta etapa. Pode-se dizer também que cabe à equipe de gestão escolher quais métodos serão utilizados para analisar os dados após a fase de execução, buscando entender de fato se as conclusões extraídas são confiáveis.

A última etapa do ciclo é responsável por definir o que será feito após a análise dos dados. Caso o resultado seja positivo, e o plano estabelecido tenha sido bem executado e os objetivos alcançados, então acontecem novas padronizações para incorporar as melhorias na rotina de trabalho. Entretanto, caso o resultado não seja o esperado, a equipe buscara atuar em ações corretivas ou retornar à etapa de planejamento, para avaliar as possíveis causas de falhas e estabelecer novas estratégias para alcance dos resultados (CAMPOS FALCONI, 2014).

### *2.2.1 O PDCA e a relação com as metas organizacionais*

Tratando-se de gerir processos para melhoria contínua de seus resultados, têm-se a necessidade de estabelecimento de metas, e o método PDCA demonstra de forma clara as etapas para alcance destas metas. Além disso, tratando-se de metas, é indispensável fazer uma diferenciação entre metas padrão e metas de melhoria, em que ambas têm papéis e níveis de importância distintos na rotina organizacional (WERKEMA, 2013).

As metas padrão, ou metas para manter, são estabelecidas buscando principalmente o controle mínimo necessário ao processo, o atendimento as especificações e aos requisitos de qualidade do produto. Ou seja, são os objetivos que se espera que sejam atingidos pelos processos em situações normais. Ademais, as metas de melhoria estão ligadas à desafios que a organização precisa vencer ou se adaptar para aumentar seu nível de qualidade e se tornar mais competitiva. Por exemplo, é comum que metas para melhoria sejam estabelecidas pela gestão quando surge alguma novas tecnologia, algum novo concorrente, ou alguma alteração no mercado que exige que o processo seja desenvolvido. Então, quando se trata de controlar processos, ou melhorá-los, a ferramenta PDCA faz-se viável para alcance destes objetivos (WERKEMA, 2013).

Sousa (2019) demonstrou a eficácia da aplicação do método PDCA para aumento da eficiência de uma estação de tratamentos de efluentes de uma indústria de bebidas, em que o método possibilitou a melhoria do resultado do indicador de eficiência de remoção de matéria orgânica do efluente bruto e apresentou uma contribuição positiva para a empresa estudada. Além disso, Sousa (2019) destaca também que houveram dificuldades para efetivação do plano de ação, mas não impossibilitaram o alcance dos resultados. Ainda é citado que o uso do método junto à outras ferramentas da qualidade permitem o giro do PDCA e melhoria do indicador em evidência, e esse conjunto de ações será expandido para outras unidades da empresa em questão, para que os objetivos alcançados inicialmente possam ser expandidos.

### **2.3 Controle de Processos**

Grande parte das organizações consideram uma tarefa difícil e de alto custo fornecer produtos que estejam sempre atendendo ao mesmo padrão de qualidade, que sigam o mesmo nível de conformidade que o cliente espera. O principal fator para isso é a variabilidade do processo. Todo produto possui certa quantidade de variação, mesmo que muito pequena e pode ser causada por diversos fatores que estão intrinsicamente ligados ao processo de fabricação, como defeitos na matéria-prima utilizada, ou nos equipamentos, e diferenças na forma como diferentes trabalhadores de um processo preferem executar suas atividades (MONTGOMERY, 2017).

A qualidade é um integrante importante dos objetivos de produção da maior parte das indústrias ao redor do mundo. Contudo, sua importância e visão de relevância foi evoluindo ao longo da história. A padronização do trabalho trazida pelos novos métodos de trabalho da produção em massa teve grande influência na evolução da importância do papel do controle de qualidade, pois junto com o padrão de trabalho veio a necessidade de se atender as especificações colocadas pelos departamentos de qualidade (MONTGOMERY, 2017).

O Quadro 1 demonstra a evolução histórica da gestão da qualidade e suas principais características:

Quadro 1 – Evolução histórica do controle de qualidade.

QUADRO DE EVOLUÇÃO DO CONTROLE E MELHORIA DA QUALIDADE	
PERÍODO	CARACTERÍSTICAS
Década de 1980	Os métodos do planejamento experimental são introduzidos em e adotados por um grande grupo de organizações, incluindo as indústrias eletrônica, aeroespacial, de semicondutores e automotiva. Aparecem, nos Estados Unidos, pela primeira vez, os trabalhos de Taguchi sobre experimentos planejados.
1984	A American Statistical Association (ASA) estabelece o Ad Hoc Committee on Quality and Productivity; mais tarde ele se torna uma seção da ASA. Surge a revista <i>Quality and Reliability Engineering International</i> .
1986	Box e outros visitam o Japão, notando o uso extensivo do planejamento de experimentos e de outros métodos estatísticos.
1987	ISO publica o primeiro padrão de sistemas da qualidade. Começa a iniciativa Seis Sigma da Motorola.
1988	O Malcolm Baldrige National Quality Award (Prêmio Nacional Malcolm Baldrige da Qualidade) é instituído pelo Congresso americano. A European Foundation for Quality Management é fundada; essa organização administra o European Quality Award.
1989	Surge o periódico <i>Quality Engineering</i> (Engenharia da Qualidade).
Década de 1990	Crescem as atividades da certificação ISO 9000 na indústria americana; cresce continuamente o número de concorrentes ao prêmio Baldrige; muitos estados americanos patrocinam prêmios da qualidade com base nos critérios do prêmio Baldrige.
1995	Muitos programas de graduação em engenharia exigem cursos formais sobre técnicas estatísticas, com ênfase em métodos básicos para caracterização e melhoria do processo.
1997	A abordagem Seis Sigma da Motorola se espalha para outras indústrias.
1998	A American Society for Quality Control se torna a American Society for Quality (ver <a href="http://www.asq.org">www.asq.org</a> ), tentando indicar aspectos mais amplos para o campo da melhoria da qualidade.
Década de 2000	O padrão ISO 9000:2000 é instituído. O gerenciamento da cadeia de suprimento e a qualidade do fornecedor se tornam fatores ainda mais críticos no sucesso da empresa. As atividades de melhoria da qualidade se expandem para além do contexto industrial, em muitas outras áreas, incluindo serviços financeiros, serviços de saúde, seguros e utilidades. Organizações começam a integrar princípios enxutos em suas iniciativas Seis Sigma, e este se torna uma abordagem à melhoria dos negócios largamente difundida.

Fonte: Adaptado de Montgomery (2017).

O controle de processos, e conseqüentemente o controle da qualidade, abrange uma ampla variedade de tópicos e se relaciona amplamente com todos os níveis hierárquicos. Dessa forma, o planejamento da qualidade demonstra ter grande influência no sucesso da implantação de seus métodos de controle. Em algumas companhias, seus sistemas de controle da qualidade são maiores do que padrões que definem como seus produtos devem ser, eles também são utilizados para controlar o desempenho da organização como um todo e seus indivíduos (JURAN, 2015).

Juran (2015) fala que os principais clientes dos sistemas de controle são os funcionários que executam as tarefas estabelecidas para se atingir o nível de especificação desejado. Esses mesmos funcionários necessitam ter de forma bem estabelecida e planejada quais os padrões necessários a serem seguidos e o que se espera deles, qual seu nível de autonomia e controle sobre as atividades que ele manipula, tendo em vista que a conformidade dos processos, sobretudo para processos com alto nível de participação dos trabalhadores.

Existem diversas formas de se estabelecer padrões e definir qual a melhor forma de se controlar e padronizar os processos de cada empresa. É indispensável que os padrões sejam claros e realizáveis por todos, pois só haverá padrões quando todos os operadores trabalharem

da mesma forma, seguindo os mesmos procedimentos, independente das condições adversas que o processo possa ser submetido (CAMPOS FALCONI, 2013).

Liker (2005) estabelece que para se alcançar o sucesso no estabelecimento desses padrões, é necessário treinamento e consultas constantes ao pessoal que irá executar e gerenciar essas tarefas rotineiramente, envolvendo-os e fazendo com que eles participem do processo de construção do controle de qualidade.

Ou seja, todo processo ou sistema tem o dever de garantir o máximo de qualidade para o processo seguinte, com o objetivo de adquirir a qualidade total do produto, e para que isso ocorra, o controle de qualidade deve ser praticado por todos da empresa, sem exceções, desde o presidente até os operadores. Para que esse nível de qualidade seja possível, é necessário identificar todos os itens de controle dos processos e estabelecer o melhor método possível para controlar esses itens (CAMPOS FALCONI, 2014).

Campos Falconi (2014) traz que através da identificação dos itens de controle, que frequentemente estão ligados à diversas variáveis intrínsecas sistema, como qualidade, custo, moral, e segurança dos efeitos causados por esses itens, e seu monitoramento, que se torna possível controlar processos da forma mais eficiente possível.

É necessário que os processos sejam compreendidos como sistemas que transformam entradas (matérias-primas) em saídas, sendo o próprio processo responsável pela transformação da entrada. Assim, é de grande importância controlar como o processo está transformando as entradas e gerando as saídas, como suas variáveis agem na transformação destes insumos. Desta forma, será possível conhecer e ter processos gerando produtos com qualidade superior, bem controlados, com menos variações, e conseqüentemente menos perdas, que podem ser monitorados por seus gestores, permitindo também que seus resultados possam ser antecipados e que a satisfação dos clientes se torne cada vez maior (SONIA, 2014).

A Figura 3 apresenta uma estrutura básica de processos, além da localização dos seus itens de controle.

Figura 3: Estrutura básica de processos.



Fonte: Adaptado de Sonia (2014).

Para Miranda *et al.* (2019), uma das formas mais comuns e mais eficazes de se monitorar e controlar processos, assim como suas variáveis mais relevantes, é o Controle Estatístico de Processos (CEP). O controle estatístico de processos é visto como uma das ferramentas mais eficientes para um controle eficiente da qualidade, tendo em vista que ele permite uma investigação criteriosa e detalhada do comportamento das principais variáveis de controle, tais como suas interações e relacionamento com o sistema (MIRANDA *et al.*, 2019).

### 2.3.1 Controle Estatístico de Processos

O objetivo principal do Controle Estatístico de Processos é a redução das variabilidades dos processos, proporcionando níveis cada vez mais altos de qualidade, além de minimizar perdas. Controlar processos significa agir de forma a reduzir defeitos e dar mais conformidade aos produtos fabricados. Para tanto, utiliza-se de ferramentas estatísticas como instrumentos que possibilitam o entendimento do processo (MIRANDA *et al.*, 2019).

Sonia (2019) expressa que o conceito de estatística, principalmente quando conectada à qualidade, está associado a organização de números, contagens, medições, que são realizadas para o auxílio à tomada de decisão. Contudo, os números precisam ser interpretados para que as decisões sejam mais assertivas. Assim, é de grande valor que os profissionais que os profissionais que trabalham com controle de processos entendam a importância da estatística e conheça os princípios deste conceito.

Na indústria de alimentos brasileira, o uso da estatística e suas diversas abordagens vem sendo mais difundidas e suas metodologias mais utilizadas para garantir e controlar a qualidade dos processos, já que a padronização e redução das variabilidades no resultado dos produtos são atributos muito importantes para os consumidores desse segmento (SANTOS, 2011).

#### 2.3.1.1 Cartas de Controle

Todo processo, por mais previsível e conhecido que ele possa ser pela gestão, precisa ser monitorado e acompanhado constantemente, pois há variações naturais em seus itens de controle que proporcionam seus resultados, principalmente quando há diversos fatores influenciando no desempenho do processo, mão-de-obra, máquinas, métodos de trabalho ou alterações da matéria-prima. Todos esses fatores influenciam na qualidade do produto final (VIEIRA, 2014).

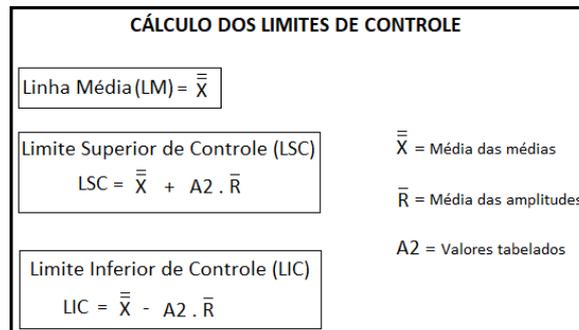
Para Silva (2020) um dos principais objetivos das cartas de controle é permitir a visualização rápida e assertiva da variabilidade do processo ao longo do tempo pela gestão, principalmente no que se refere aos seus resultados e aos seus itens de controle, para que seja possível tomar ações corretivas ou preventivas, preservando a qualidade.

As cartas de controle são utilizadas para se analisar o desempenho de um processo e avaliar se ele está sob controle estatístico, através da identificação dos limites que permitem controlar o processo. São muito utilizadas pela rápida visualização e fácil interpretação dos dados apresentados, já que geralmente estão dispostas de forma gráfica e objetiva (SILVA, 2020).

Os gráficos são formados comumente por dois limites de controle, limite superior de controle (LSC) e limite inferior de controle (LIC), além de uma linha central média (LM) que representa o indicador estatístico da característica a ser controlada. Os dados são demonstrados ao longo do tempo, para que se torne possível analisar e monitorar o desempenho e comportamento do processo (MONTGOMERY, 2017).

Abaixo, a Figura 4 demonstra como calcular os limites de controle:

Figura 4: Cálculo dos limites de controle



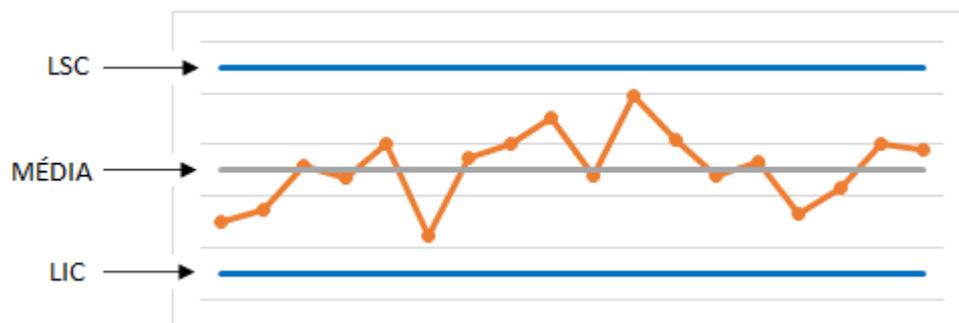
Fonte: Adaptado de Montgomery (2017).

Existem diversos tipos de gráficos de controle, que buscam controlar tanto o valor médio da característica da qualidade que se deseja monitorar, como a variabilidade dos dados dessa mesma característica. Dois tipos de gráficos muito utilizados para isso são o gráfico *x barra* (média) e *R* (amplitude). O gráfico *x barra* é direcionado para controle dos valores médios dos dados, enquanto o gráfico *R* busca controlar a variabilidade. Existem ainda outros gráficos de controle muito utilizados em ambiente industrial, como o gráfico *S*, que também busca monitorar a variabilidade do processo. Não há o melhor gráfico quando se fala em gestão e controle de processos, mas aquele mais adequado as características que se deseja controlar. Faz-se importante monitorar estes dois indicadores estatísticos, valores médios e variabilidade, para que se tenha controles mais assertivos e objetivos (MONTGOMERY, 2017).

Ademais, é muito frequente se fazer uma distinção de gráficos de controle para variáveis e para atributos, que quando aplicadas na rotina mostram-se muito úteis. Quando falamos em gráficos de controle para variáveis, buscamos focar no monitoramento das variáveis do processo, ou seja, a dispersão e variabilidade dos dados, como sua amplitude e desvio-padrão, assim como as variáveis dos valores médios, como pode-se citar a média e a mediana. Os gráficos de controle para atributos buscam monitorar a proporção de valores não-conformes nas amostras ao longo do tempo, ou seja, a quantidade de defeitos proporcional à amostra analisada (RAMOS, 2013).

A Figura 5 demonstra um exemplo de gráfico de controle, com limites bem definidos e um valor central para variação dos dados.

Figura 5: Modelo de Carta de Controle de um processo sob controle estatístico.



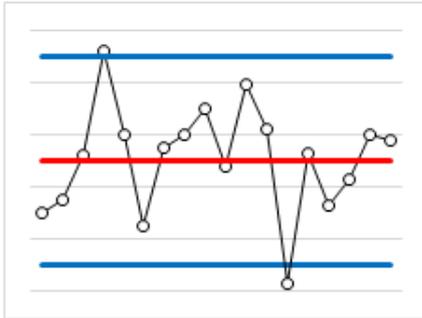
Fonte: Adaptado de Silva (2020).

Para Vieira (2014), toda variação é constituída basicamente por 2 tipos, causas comuns e causas especiais. As variações de causas comuns são geralmente aleatórias e não possuem um padrão de variação bem definido, além de serem consistentes ao longo de um período. As variações de causas especiais costumam ocorrer por fatores totalmente imprevistos, que podem levar o processo a ficar fora de controle, por exemplo, quebra de máquina e falha dos operadores. Além disso, é ideal que todo processo esteja sujeito somente às variações ocasionadas por causas comuns, fazendo com que os resultados estejam oscilando dentro dos limites desejados através de causas que podem ser corrigidas ou prevenidas sem maiores problemas, e impedindo que o processo se torne “fora de controle”.

Existem alguns tipos de variações típicas nos processos que demonstram descontrole dos itens de controle e podem ser facilmente observadas através dos itens de controle (VIEIRA, 2014).

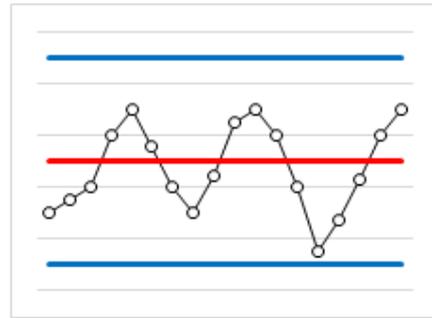
As Figuras 6a, 6b, 6c e 6d, demonstram os tipos de gráficos de controle citados acima. É possível avaliar de visualmente indícios da presença das anomalias citadas.

Figura 6a: Processo com pontos fora dos limites de controle por causas especiais.



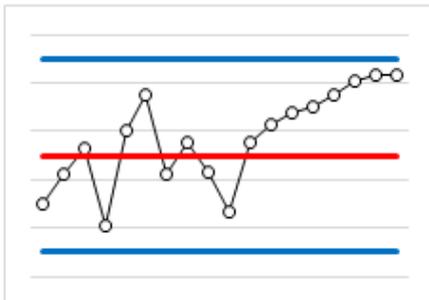
Fonte: Adaptado de Vieira (2014).

Figura 6b: Processo com periodicidade.



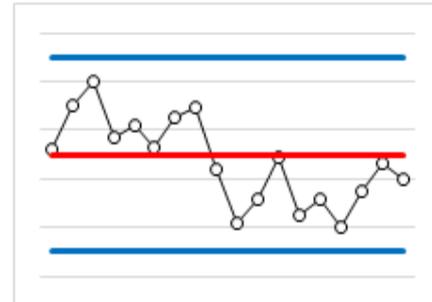
Fonte: Adaptado de Vieira (2014).

Figura 6c: Processo com tendência.



Fonte: Adaptado de Vieira (2014).

Figura 6d: Processo com deslocamento.



Fonte: Adaptado de Vieira (2014).

- a) Causas especiais: geralmente de natureza imprevisível e ligadas à fatores pontuais, que quando acontecem tornam o processo fora de controle, demonstrada pela figura 6a.
- b) Periodicidade ou Ciclicidade: Na figura 6b, se apresentam como comportamentos repetitivos dos dados no tempo, que demonstram que o processo não está submetido à aleatoriedade.
- c) Tendência: ocorre quando os dados se direcionam para cima ou para baixo, que pode estar diretamente ligada ao desempenho ruim de um fator importante do processo, e pode ser demonstrada através da figura 6c.
- d) Deslocamento: A figura 6d expressa que existe um deslocamento do comportamento dos dados ao redor da média, que passam a se comportar mais próximos aos limites, e não de forma aleatória ao redor da média.

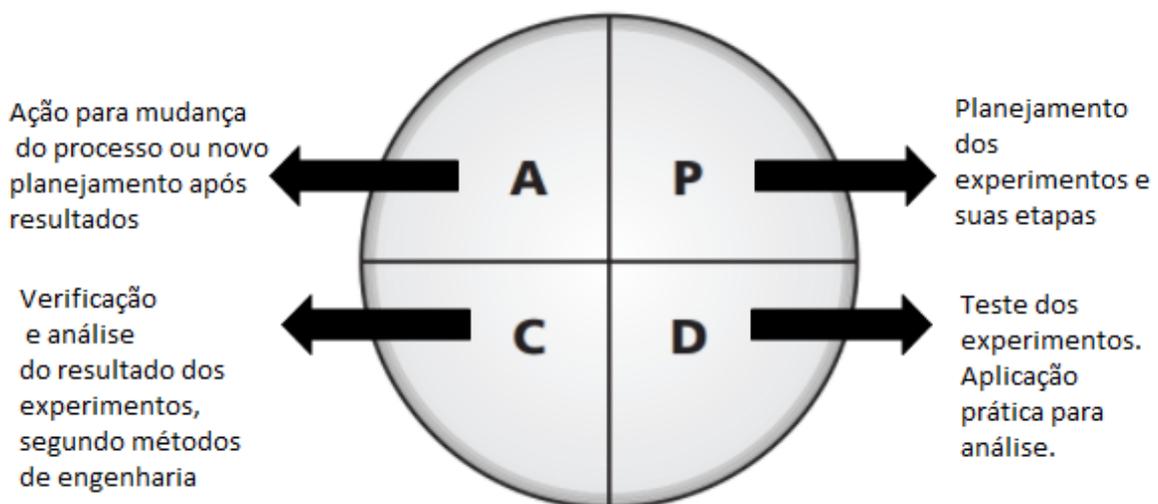
### 2.3.1.2 Design Of Experiment (DOE)

Planejar experimentos, também chamado de *Design of Experiments*, tem se tornado cada vez mais comum no ambiente industrial, principalmente em processos que exigem conhecimento de engenharia para seu controle. Para o controle estatístico de qualidade do processo é indispensável entender a relevância de cada variável do processo, sejam elas qualitativas ou quantitativas, para o seu resultado final. Como citado, há diversas variáveis que estão naturalmente conectadas aos processos de produção, como pressão, temperatura, entre outras. Tais experimentos são planejados buscando o entendimento da relação entre estas diversas variáveis com o resultado esperado do processo. (MONTGOMERY, 2021).

Através dos resultados do planejamento de experimentos, a equipe de engenharia consegue tomar as melhores decisões, evitando perdas, melhorando eficiência e melhorando qualidade, trazendo novos padrões à rotina do pessoal. A organização consegue controlar seus processos de forma mais assertiva, com projetos direcionados, equipes alinhadas quanto aos itens mais importantes dentro do processo de fabricação, e conseqüentemente tem resultados alcançados em menor tempo (MONTGOMERY, 2021).

Calegare (2009) expões que existem diversas formas utilizadas para a realização do *Design of Experiments*, e uma das mais comuns em ambiente industrial é o ciclo PDCA, demonstrado na Figura 7, em que cada etapa do ciclo tem um papel diferente para o planejamento dos experimentos.

Figura 7: Ciclo PDCA aplicado à experimentos



Fonte: Adaptado de Calegare (2009).

Como citado, o ciclo PDCA é amplamente utilizado, não só em ambiente industrial, mas também em todo o contexto organizacional moderno, e surge como um meio muito útil para resolução de problemas e projetos de melhoria em processos de fabricação. Se tratando especificamente do planejamento de experimentos, podemos dividi-lo nas etapas descritas abaixo (CALEGARE, 2009):

- a) Planejamento (P): Acontece o planejamento de como o experimento irá ocorrer, as principais variáveis ligadas ao processo, as possíveis relações importantes entre variáveis.
- b) Desenvolvimento (D): Ocorre a realização dos experimentos de acordo com o planejamento. O treinamento do pessoal para uma boa execução do planejamento é muito importante nesta fase.
- c) Controle (C): Os resultados dos experimentos são colhidos e análises são feitas para que conclusões possam ser extraídas.
- d) Ação (A): A equipe age após a obtenção de conclusões. Estas ações podem ser tanto para incorporar melhores padrões à rotina de fabricação, através de bons resultados trazidos pelos experimentos, como voltar à etapa inicial de planejamento para realização de novos experimentos.

Existem ainda diferentes abordagens para cada tipo de experimento, e entre elas está o planejamento fatorial. O delineamento de experimentos fatoriais deve ser usado quando há vários fatores a serem analisados em um experimento. Quando aplicado este tipo de experimento, é dito que os fatores variam juntos, e que há a replicação completa do experimento, para se analisar todas as interações possíveis entre as variáveis envolvidas (MONTGOMERY, 2017).

## **2.4 Procedimento Operacional Padrão (POP)**

Os procedimentos operacionais estão presentes em todos os ambientes organizacionais e tem como principal objetivo padronizar os sistemas de operação, de forma que os ambientes e a gestão de resultados se tornem mais consistentes. Esses procedimentos e padrões são frequentemente documentados e/ou protocolados, e se apresentam como o método a ser seguido para trazer a sistematização necessária aos processos. A segurança e confiabilidade do processo, quando se trata de atendimento as especificações e controle dos processos, é beneficiada quando

existem padrões bem formatados pela gestão para serem seguidos pelo pessoal operacional, e que podem ser verificados (PEREIRA *et al.*, 2017).

Assim, os procedimentos operacionais padronizados são instrumentos de alta importância se tratando de controle de processos, pois trazem as ações necessárias a serem cumpridas para que o processo apresente resultados desejáveis. Além disso, precisam ser claros, objetivos, e ainda conter possíveis detalhes da operação, de forma que todos envolvidos no dia a dia do processo consigam entender e supervisionar cada etapa da operação. Contudo, ter uma alta rotatividade do pessoal não é bom para o cumprimento dos POPs e consequentemente resultado dos processos, já que falhas podem acontecer mais facilmente, pelo fato da necessidade de treinamento e adaptação das pessoas constantemente. Para que se tenha processos bem controlados é necessário que existam padrões seguidos repetidamente pela equipe (PEREIRA *et al.*, 2017).

Dentro do ambiente de produção de alimentos, por exemplo, os procedimentos operacionais padronizados são vastamente utilizados e responsáveis pela garantia da qualidade, detalhamento de comportamentos buscando a segurança do alimento, e outras diversas exigências indispensáveis à rotina do pessoal (BELPHMAN, 2019).

Existem diversas informações inerentes à rotina dos responsáveis pelos processos de fabricação de alimentos, e que muitas vezes precisam estar contidas nos POPs. A elaboração destes POPs costuma conter algumas informações específicas, como apresentado abaixo, mas também pode variar um pouco, de acordo com as necessidades de cada organização (BELPHMAN, 2019):

- a) Descrição do objetivo;
- b) Descrição do passo a passo das atividades;
- c) Responsáveis por cada etapa;
- d) Itens a serem monitorados;
- e) Registros.

## **2.5 Beneficiamento da Amêndoa de Castanha de Caju**

A amêndoa de castanha de caju é um alimento apreciado em todo o mundo não somente pelo sabor que apresenta, mas também pela sua riqueza nutricional, em especial na castanha brasileira (NEVES, 2012).

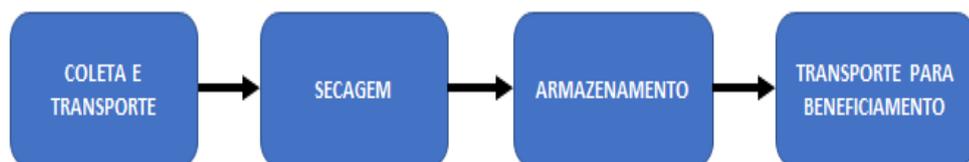
Para Ferraz (2005), atualmente, a busca pela qualidade em produtos beneficiados, especialmente a castanha de caju, implica na necessidade de desenvolvimento de novas

tecnologias que reduzam os percentuais de amêndoas danificadas e resultem em produto de qualidade.

O processo de beneficiamento das castanhas pode ser demonstrado através de 2 fluxogramas, demonstrados pelas figuras 8 e 9. O primeiro se refere aos processos primários ligados à castanha, e o segundo à um diagrama das etapas de beneficiamento da amêndoa, que ocorrem geralmente em unidades de fabricação.

Como citado, a Figura 8 apresenta os primeiros processos que a castanha passa ainda no estado *in-natura*.

Figura 8: Estruturas primárias do processo de coleta de castanha.



Fonte: Adaptado de Neves (2012)

Ainda existem dentro do processo de beneficiamento da castanha altos níveis de mecanização e baixo nível tecnológico, que provocam perdas elevadas no índice de amêndoas com defeitos, sobretudo no percentual de amêndoas inteiras, que é um dos principais elementos de agregação de valor frente aos consumidores (FERRAZ, 2005).

É destaque a questão do problema do baixo nível tecnológico inerente ao processo de beneficiamento nas indústrias em todo território brasileiro, que causa perdas significativas de competitividade do produto (SILVA *et al.*, 2010).

Na Figura 9 é possível observar algumas das principais etapas do processo de beneficiamento da amêndoa, onde grande parte é feita com baixo nível tecnológico.

Figura 9: Diagrama de beneficiamento da amêndoa.



Fonte: Adaptado de Neves (2012).

Santos (2012) diz que a expansão dessa cadeia produtiva apresenta em suas etapas considerável parcela de perdas, constatada com a observação de algumas peculiaridades de

tecnologia de produção, técnicas de colheita, seguidas das dificuldades de transporte, entre outras.

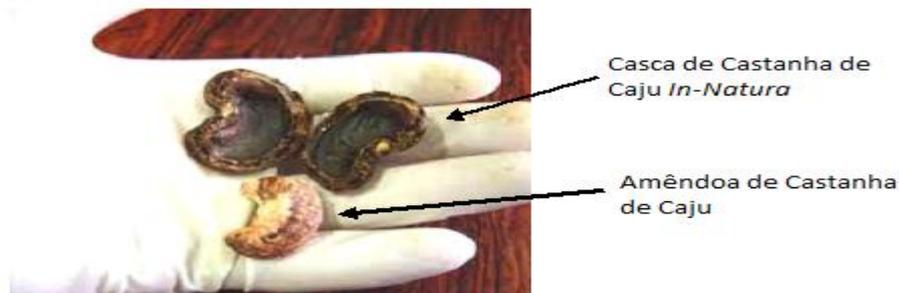
Uma das etapas chave que influencia no resultado do processo de beneficiamento é a de *Decorticação*, cuja função é a de retirada da amêndoa da casca. Essa etapa influencia diretamente no resultado de amêndoas inteiras ao final do processo e apresenta grandes desafios devido à irregularidade da castanha, fragilidade da amêndoa e possibilidade de contaminação pelo líquido da castanha de caju (OLOSO E CLARKE, 1993).

### 2.5.1 Decorticação

A etapa de decorticação da amêndoa da castanha de caju é de grande importância para qualidade do produto final. Uma forma de diminuir o número de danos às amêndoas na decorticação da castanha de caju consiste na aplicação de uma carga, em curto espaço de tempo, provocando aumento de tensão e, conseqüentemente, a sua ruptura. Quanto maior a deformação imposta, maiores são os riscos de danos à amêndoa (FERRAZ, 2005).

Abaixo é apresentada a castanha de caju e sua amêndoa após o processo de decorticação.

Figura 10: Amêndoa e Casca de castanha de caju após o processo de decorticação



Fonte: Adaptado de Ferraz (2005).

A Figura 10 apresentada demonstra uma castanha de caju perfeitamente decorticada, com a amêndoa inteira preservada, sem avarias, com alto valor agregado.

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 Estrutura da pesquisa

O rigor metodológico de uma pesquisa qualitativa, como a que se apresenta, é fundamental para sua validação e confirmar sua contribuição e relevância nos diversos contextos, seja social, econômico, ou organizacional, focando o estudo não somente à métricas numéricas, mas também métricas não-numéricas que são relevantes para a compreensão da amplitude do estudo (YIN, 2016).

A estrutura qualitativa da pesquisa busca entender o processo de implantação do controle de processos na indústria em questão através de evidências que possam ser investigadas através de números históricos ou situações empíricas, que possam ser confirmadas através de fontes de dados confiáveis, como documentos, arquivos, ou outros meios de estudo.

É necessário enfatizar que a metodologia de estudo de caso é amplamente utilizada no contexto de pesquisas acadêmicas de análise de fenômenos, pois busca explorar e confrontar os fenômenos atuais com os conhecimentos científicos validados. Quando se fala em estudo de caso, não é possível pensar que será necessário extrair uma conclusão exata de um fenômeno, tendo em vista que o foco da metodologia está em proporcionar oportunidades de debate através do debate sobre os resultados colhidos (YIN, 2015).

Existem algumas atividades básicas que devem ser feitas para se fazer um estudo de caso bem-sucedido, e para que conclusões possam ser extraídas, que estão listadas abaixo (YIN, 2015):

- a) Identificação e estabelecimento da lógica de estudo de caso;
- b) Preparação para coleta e evidência de dados;
- c) Coleta e evidência de dados;
- d) Análise da coleta e evidência de dados;

O presente trabalho caracteriza-se como um estudo de caso com estratégias analíticas qualitativas, em que o principal objetivo está em explorar o método de implantação aplicado para controlar processos industriais em uma indústria de alimentos. Ademais, é necessário destacar que o este trabalho é pautado em 3 itens de observação para que a interpretação e confirmação do mesmo torne-se clara:

- a) Observações do autor;

- b) Fontes de dados primárias;
- c) Entrevistas com os participantes do projeto.

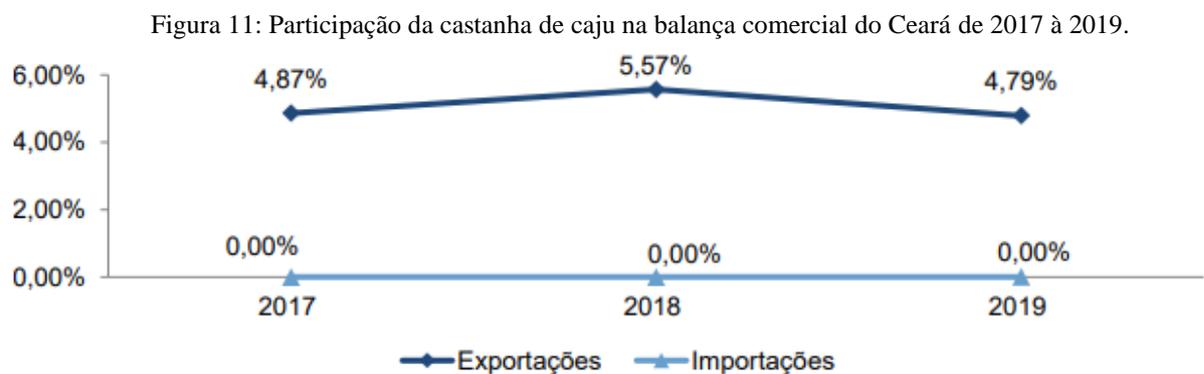
Tais itens estão interligados e se conectam entre si e com outras formas de evidenciar o método e a justificativa de pesquisa. Essa interligação busca trazer mais confiabilidade para a apresentação e credibilidade ao exposto.

Além disso, vale destacar que para entendimento e maior assertividade na aplicação dos métodos para controle de processos, fez-se necessário uma revisão sistemática de literatura sobre diversos temas que se relacionam direta ou indiretamente com o objetivo principal e os objetivos específicos de pesquisa.

### 3.2 Ambiente de pesquisa

O presente estudo acontece no estado do Ceará, estado brasileiro que é o maior exportador de castanha de caju do Brasil, que somente de janeiro a abril de 2019 acumulou US\$ 35,2 milhões em vendas ao exterior. A indústria da castanha de caju é de tamanha importância para a economia do Ceará, que se destaca também pela comercialização dos derivados da castanha (SISTEMA FIEC, 2019).

A Figura 11 demonstra graficamente a significância da castanha de caju para o resultado econômico cearense, através da participação das exportações e importações na balança comercial do estado:



Fonte: Adaptado de Centro Internacional de Negócios/FIEC (2019).

As exportações cearenses do setor são compostas basicamente pelas castanhas sem casca. Dentre os principais destinos, os Estados Unidos são responsáveis pela maior parte do consumo do volume exportado. Outros 24 países são responsáveis pelo restante do consumo do

volume exportado pelo estado. Vale destacar que o líquido da castanha de caju (LCC) é um dos principais derivados comerciais para castanha de caju no Ceará, e que tem representatividade significativa no resultado econômico (SISTEMA FIEC, 2019).

### **3.3 Objeto de pesquisa**

O grupo empresarial em questão foi fundado em 1972, tendo assim mais de 40 anos de atuação, e é composta por três unidades distintas de negócio, sendo uma das marcas responsável pela comercialização da castanha de caju e seus subprodutos.

Os produtos da marca que beneficia a castanha de caju, principal atividade da organização, são produzidos em duas unidades fabris localizadas no estado do Ceará, ocupando uma área de 90.000 metros quadrados, gerando atualmente mais de 600 empregos diretos, com capacidade de processamento de 20.000 toneladas de castanha in natura por ano.

Atualmente, a empresa é uma das maiores e mais modernas indústrias de beneficiamento e exportação de amêndoas de castanha de caju do mundo, cuja marca destina aproximadamente 80% de todo o seu volume de produção para mais de 40 países. No Brasil, a organização é uma das principais fornecedoras para atacadistas, distribuidores e indústrias de diversos segmentos.

Com ampla tradição no mercado, a organização mantém uma política constante de inovação tecnológica e capacitação dos colaboradores, através de uma gestão inovadora focada na qualidade dos produtos e serviços. A gestão da qualidade e de segurança de alimentos da marca possui também uma sólida tradição na obtenção de certificação de seus sistemas de garantia da qualidade.

O departamento da empresa que foi alvo da implantação do controle de processos é o departamento de produção, em seu setor de corte da castanha de caju, que apresenta em sua área produtiva a etapa de decorticação, sendo esta uma das principais etapas responsáveis pelo resultado da organização.

Para efetivação do controle de processos, diferentes departamentos precisaram estar envolvidos, tendo em vista a necessidade de validar e atender aos padrões de segurança e controle exigidos pela organização.

### **3.4 Coleta e Análise de Dados**

Existem diferentes técnicas de coletas de dados que são usadas com frequência em pesquisas qualitativas com fins de interpretação ou entendimento e análise dos fenômenos

estudados, sendo as principais: entrevistas, questionários, formulários de investigação, que podem ser utilizadas também para pesquisas de cunho quantitativo. Cabe ao pesquisador decidir quais as ferramentas ou técnicas mais adequadas para entendimento da questão de estudo (TEIXEIRA, 2003).

Além disso, a análise de dados, fase da pesquisa que sucede a coleta de dados, é a uma das principais responsáveis pelo entendimento da questão de pesquisa. A etapa de análise pode não ser simples, exigindo o entendimento de conceitos e interpretação de diferentes raciocínios. Assim, tratando-se de analisar dados de pesquisa, é necessário salientar que as etapas de análise devem ser estruturadas de forma que possam ser adaptadas, tendo em vista que cada organização ou cada questão de pesquisa pode apresentar diferentes necessidade ou formas de adaptação. A etapa de análise é responsável pela aplicação de uma série de métodos que permitam o investigador entender o fenômeno estudado. Alguns destes métodos são: análise estatística de dados, tabulações, estabelecimento de categorias, que tem papel importante para extrair resultados da pesquisa (TEIXEIRA, 2003).

Este trabalho buscou explorar a questão de pesquisa através de entrevistas estruturadas pelo autor que se encontra no APÊNDICE A, além da coleta e análise de dados primários cedidos pela empresa, que sofreram observações do autor que permitem explorar e validar os objetivos de pesquisa.

## 4 RESULTADOS

Esta seção apresentará de maneira objetiva todo o resultado da implantação do controle de processo de fabricação para a indústria que é objeto deste estudo, buscando responder aos objetos gerais e específicos de pesquisa.

### 4.1 Motivações para implantação do controle de processos

A empresa participante do estudo produz milhares de caixas de diversos tipos de amêndoa de castanha de caju por mês, o que faz desta uma das maiores empresas do segmento no Estado do Ceará. A indústria em questão oferta a amêndoa castanha de caju convencional e orgânica, sendo a amêndoa orgânica cultivada em um ambiente sustentável socialmente, ambientalmente e economicamente, além de não utilizar agrotóxicos, drogas veterinárias, adubos químicos, antibióticos ou transgênicos em qualquer fase da produção. Assim, pelo volume e proporção produzida da indústria em questão, ganhos atrelados diretamente à atividade produtiva, por possuírem caráter repetitivo, apresentam ganhos em escala cada vez mais significativos e justificáveis.

Ademais, vale salientar que a indústria em estudo possui 3 grandes grupos de produtos, em que dentro destes grupos existem ainda outros diversos tipos de produtos, e que diferenciam as variações e especificações da amêndoa de castanha de caju, diferenciando-os pelo nível de qualidade intrínseca a cada tipo. Abaixo estão os 3 grandes grupos e os diversos tipos de produtos presentes em cada um deles, definidos pela AFI (*Association of Food Industries*):

- a) Inteiras: SLW1, SLW2, LW1, LW2, W1-240, W2-240, W1-320, W2-320, W1-450, W2-450, W3, WM, W4.
- b) Quebradas: B1, B2, B3, S1, S2, P1, P2.
- c) Granulados: P1M, P2M, P3M, SP1, SP2, SP3, G1, G2, G3, X, F.

A diferença no preço médio da caixa do grupo de amêndoas inteiras apresentado pela organização em estudo para exemplificação, na safra de outubro de 2019 à setembro de 2020 foi de U\$45,71 para o grupo de amêndoas quebradas, enquanto a diferença de preço para os tipos do grupo de amêndoas granuladas foi de U\$89,38.

As figuras 12, 13 e 14 apresentam alguns tipos de diferentes grupos de amêndoas.

Figura 12: Amêndoa inteira do tipo SLW1.



Fonte: O Autor (2021).

Figura 13: Amêndoa quebrada do tipo B2.



Fonte: O Autor (2021).

Figura 14: Amêndoa granulada do tipo P1M.



Fonte: O Autor (2021).

Como já citado e demonstrado através do preço médio da caixa, os tipos de amêndoas do grupo de produtos formado por amêndoas inteiras possuem maior valor agregado para o mercado consumidor e conseqüentemente o preço médio da caixa (precificado em dólar americano) - desse grupo de produtos - é significativamente superior ao dos demais, e por isso aumentar a proporção produzida de produtos deste grupo é um dos objetivos da organização.

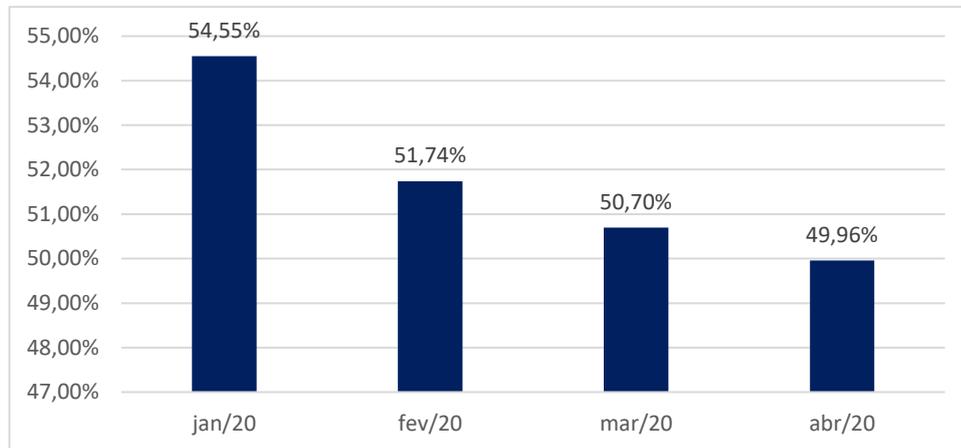
Segundo a coordenadora de produção da indústria, que participou da entrevista semiestruturada presente no APÊNDICE A deste trabalho, foi através do entendimento da alta gestão sobre a importância de aumentar a proporção de produção do grupo de amêndoas inteiras que algumas alternativas foram analisadas e o controle de processos surgiu como uma alternativa para solucionar este problema. A coordenadora ainda destaca que o controle foi uma alternativa sugerida pela equipe de melhoria da empresa, que segue os princípios da filosofia *Lean Manufacturing*.

O diretor industrial e de tecnologia da organização falou que a principal motivação que levou a indústria a implantar o controle de processos foi “a busca por melhorar o indicador de percentual de inteiras produzidas, que já vinha há algum tempo sendo buscada, e que é muito importante, porque afeta o resultado financeiro da empresa diretamente” e o mesmo continua dizendo que em outros períodos outras tentativas ocorreram, mas nenhuma obteve o êxito esperado, e complementa que após alguns projetos bem-sucedidos da equipe *Lean Manufacturing*, foi traçado como novo projeto para eles a elevação dos resultados de inteira da etapa de decorticação, que deveria refletir nos resultados globais da empresa.

O diretor ainda cita que outra motivação para implantação do controle de processos foi a necessidade sentida pela organização de controlar melhor os resultados de alguns processos e torná-los mais estáveis, sobretudo aqueles com grande relevância para os resultados da indústria.

A figura 15 demonstra os resultados do início do ano de 2020, que refletem os aspectos citados pelo diretor, diante de resultados instáveis, com baixo nível de controle sob o indicador destacado.

Figura 15: Proporção de amêndoas inteiras produzidas ao final da linha de produção.



Fonte: O Autor (2021).

Para o supervisor de corte mecanizado, também integrante da equipe de melhoria e responsável pela implantação do controle de processos de fabricação, destaca-se que a principal motivação para a indústria adotar o controle de processos foi a necessidade de padronização que a empresa possui, tendo em vista que para que o controle de processos seja de fato implantado, padrões precisam ser estabelecidos e seguidos rotineiramente, dando assim mais estabilidade ao processo.

Foi observado em um dos documentos disponibilizados pela empresa que a meta inicial que a equipe de melhoria deveria atingir era de 85% na etapa de decorticação, etapa esta escolhida para implantação inicial do controle de processos, pelo potencial de ganho com redução de perdas.

Então, é possível afirmar que a empresa sentiu a necessidade de um método de controle de fabricação que elevasse e sustentasse um de seus principais indicadores de resultados, torná-la mais lucrativa e melhorar seu nível de controle.

#### **4.2 Planejamento para implantação do controle de processos**

Observou-se que a empresa objeto desta pesquisa utilizou do método PDCA para guiar a equipe de implantação do controle de processo. Este método norteou todo o processo de implantação e foi de grande importância ao longo do programa.

Durante a fase de planejamento, precedente a implantação, foi possível observar com a pesquisa *in loco* que a indústria escolheu uma equipe que seria responsável pela efetivação do projeto, que foi a equipe que trabalha segundo a filosofia de produção enxuta do sistema Toyota, contudo, a equipe foi reformulada antes da iniciação deste projeto. A liderança da equipe era de responsabilidade da coordenadora de produção, que possuía um estagiário somente para a implantação dos projetos de produção enxuta. Então, constatou-se que a equipe era composta pela coordenadora de produção, um estagiário de engenharia, e outros membros de diversos setores com caráter multifuncional, como supervisores de produção e membros do setor de manutenção.

De acordo com os dados disponibilizados pela organização, o projeto de implantação da melhoria com todas as suas fases teve um cronograma inicial de 8 meses. A coordenadora de produção da indústria citou que o cronograma do projeto de implantação do controle teve complicações, com o projeto sendo inclusive pausado em alguns momentos, devido a pandemia da COVID-19, que impactou direta e indiretamente na atuação da equipe de melhoria e na rotina da organização.

O diretor industrial citou que durante o planejamento da implantação colocou à disposição da equipe de melhoria todos os recursos já existentes na organização, sendo horas do pessoal de manutenção ou quaisquer outros setores, estoque de material disponível, ou outra possível compra pontual, mas que um orçamento formal não foi estipulado.

Assim, foi possível constatar que o foco da equipe estava em mudar o método de controle de fabricação, sem necessariamente aperfeiçoar a tecnologia ou realizar grandes aquisições. Porém, observou-se a equipe também não tinha como meta implantar todas as melhorias somente com os recursos já disponíveis na organização, havendo assim a possibilidade de acontecerem pequenas aquisições pontuais, fossem de dispositivos de medição ou outros itens que viabilizariam a implantação do controle, que seriam avaliadas pela alta gestão quando solicitado.

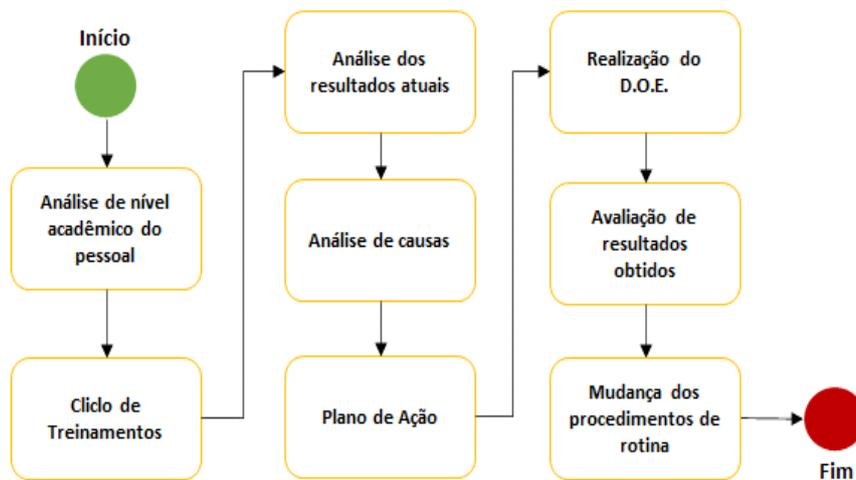
A coordenadora ainda destaca que o nível de desenvolvimento de competências do pessoal precisou ser analisado, para que a equipe de melhoria pudesse estruturar uma abordagem adequada, com treinamentos e uma comunicação que pudesse ser perfeitamente compreendida por todos durante a implantação.

### 4.3 A implantação do controle de processos

Inicialmente, a coordenadora de produção e líder da equipe do projeto discorreu de forma enfática que a equipe de melhoria precisou trabalhar com muito cuidado o engajamento dos colaboradores que seriam responsáveis por garantir o cumprimento do controle de processos, fossem os operadores, auxiliares de produção, supervisores, além da maturidade desta equipe que receberia a implantação do controle de processo de fabricação, que era a equipe setor de corte mecanizado, mais especificamente a etapa de decorticação, para que eles pudessem efetivar com sucesso as ações estabelecidas durante o planejamento.

A figura 16 demonstra o macrofluxo da implantação do controle de processos na indústria em questão.

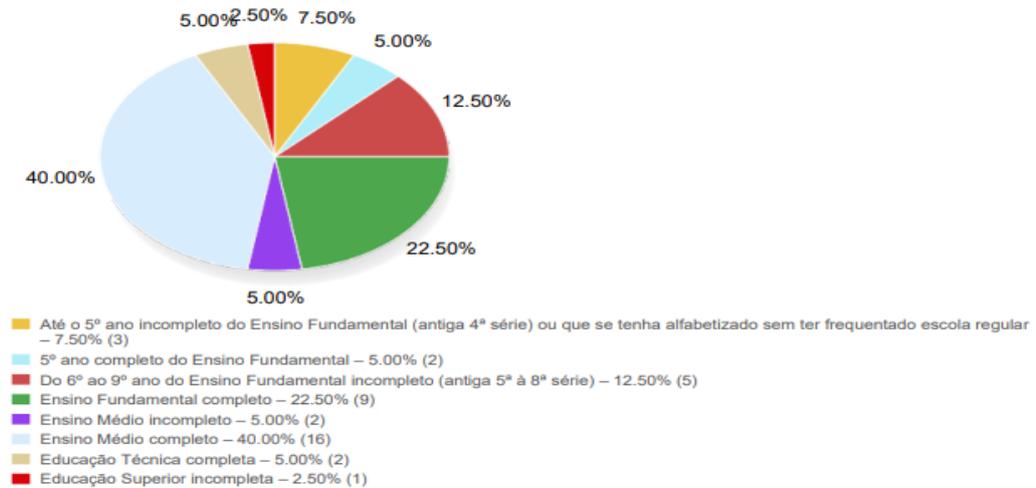
Figura 16: Macrofluxo de implantação do controle de processos.



Fonte: O Autor (2021).

A figura 17 retrata a análise de nível acadêmico do pessoal do setor que receberia a implantação do controle de processo, que foi citada pela coordenadora de produção, pois norteou a abordagem comunicacional e os treinamentos ao longo do projeto.

Figura 17: Análise de nível acadêmico.



Fonte: O Autor (2021).

Constatou-se que no início do projeto, anterior a implantação de fato, foram feitos treinamentos tanto para a equipe do setor que receberia a melhoria, com foco nos atributos comportamentais que a equipe precisaria ter para implantação do controle de processos, em que os integrantes do setor e a equipe de melhoria participaram, com temas como:

- a) Filosofia de produção enxuta;
- b) Estabilidade e Padronização;
- c) Criatividade.

A coordenadora ainda cita que os treinamentos ofertados para a equipe do setor que receberia o controle de processos fizeram toda a diferença, porque fez com que todos percebessem o que estava sendo feito e qual o propósito daquela mudança de rotina. O supervisor de produção também coloca que os treinamentos foram muito valiosos, pois segundo ele preparou a equipe para receber a implantação e deu um maior senso de importância para as pessoas, que há muito tempo não vinha sendo sentido.

A coordenadora de produção destacou ao longo da entrevista que as sugestões e ideias da equipe de implantação do controle de processos foram assertivas e ainda complementa que “a metodologia de “Ir ao Genba”, de ir ao lugar real onde as coisas estão acontecendo, ou seja, ao chão de fábrica, trazida pela filosofia Lean Manufacturing fez toda a diferença do início ao fim do projeto, porque forçou as pessoas a se comunicarem melhor e não ficarem na zona de conforto, em suas salas, somente imaginando o que poderia ser feito sem ir de fato verificar qual a situação do local”.

Outrossim, no momento de entendimento e esclarecimento do problema, foi levantado pelo presente pesquisador que a empresa em questão não possuía em sua cultura a prática de analisar dados históricos, ou fazer qualquer análise numérica de seus resultados, mesmo possuindo base de dados para isso. O desempenho do processo era avaliado somente segundo a percepção e intuição dos supervisores e operadores de produção.

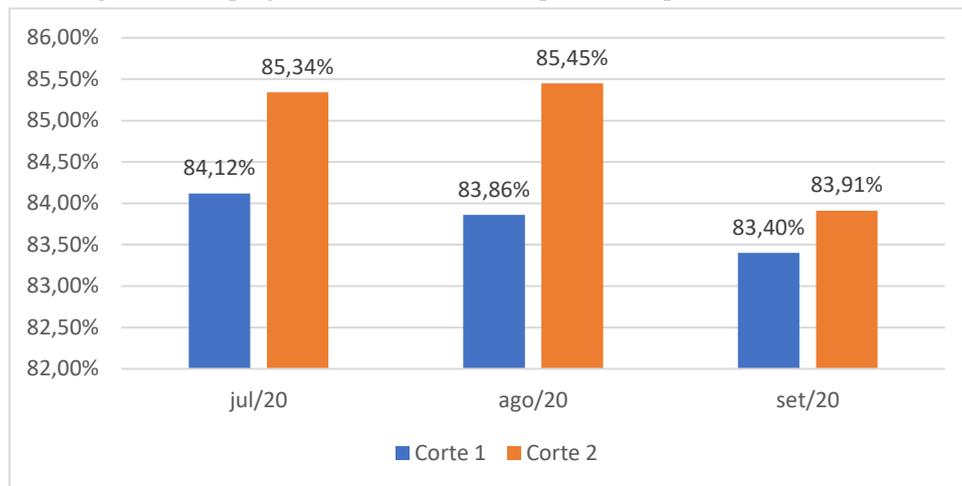
Durante a pesquisa na empresa, observou-se que os dados com os resultados médios de % de amêndoas inteiras produzidas por cada máquina de decorticação e em cada linha de produção eram medidos diariamente, em que estes eram monitorados por folhas de verificação, mas que não eram analisados com critérios bem definidos. Então, de acordo com o supervisor de produção, foi sugerido pela equipe de melhoria que estes dados passassem a ser monitorados inicialmente por gráficos de barras ou gráficos de linha, para que se tornasse possível analisar a média histórica e o desvio-padrão de % de amêndoas inteiras geradas por cada máquina, com o máximo de detalhamento possível.

Além disso, durante a pesquisa, e segundo o que foi informado pelo supervisor de produção, foi possível levantar que a empresa trabalha com duas macro linhas de produção na etapa de decorticação, chamadas internamente de Corte 1 e Corte 2, com um mix de quatro diferentes tamanhos de castanha de caju, em que cada linha de recebe dois tamanhos. Os tamanhos informados se referem ao diâmetro médio da circunferência destas castanhas, em milímetros, e a empresa em questão trabalha com os tamanhos de 19, 21, 23 e 25 milímetros. A linha chamada de Corte 1 é responsável por decorticar os tamanhos 19 e 21, enquanto a linha chamada de Corte 2 é responsável por decorticar os tamanhos 23 e 25.

Após a análise inicial gráfica dos dados feita pela equipe de forma estratificada, foi possível perceber que havia uma diferença entre as máquinas e linhas de produção que se mantinha ao longo do tempo.

A figura 18 demonstra os resultados informados por linha de produção em determinado trimestre do ano de 2020, de acordo com o que foi colocado pelo supervisor de produção e sugerido pela equipe de melhoria da empresa:

Figura 18: Proporção de amêndoas inteiras produzidas por linha.



Fonte: O Autor (2021).

O supervisor de produção colocou também que haviam reuniões semanais de avaliação da implantação entre os membros da equipe de melhoria, que foram muito importantes durante o desenvolvimento do projeto, pois serviram como momentos de alinhamento e interação entre todos, além do compartilhamento de informações e problemas que estavam acontecendo.

Foi possível constatar, de acordo com a pesquisa realizada em campo, que foi feita uma análise geral de possíveis causas que impediam que o % de inteiras nessa etapa de decorticação fosse maior e as perdas fossem reduzidas. Então, foi citado tanto pelo supervisor de produção, como pela coordenadora de produção que as principais causas citadas estavam em problemas estruturais das máquinas ou por variações da matéria-prima, mas nunca havia sido colocado que poderia existir um método mais eficiente para se controlar o processo. O diretor de produção citou que as últimas tentativas de se melhorar o % de inteiras dessa etapa de produção consistiu em mudanças em alguns componentes dos equipamentos.

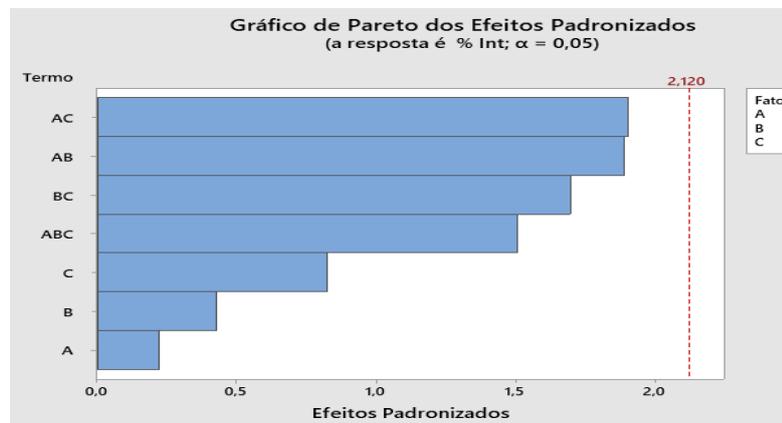
Entretanto, em dado momento destas reuniões, outras possíveis causas foram levantadas pelos membros da equipe de implantação, desta vez relacionadas à falta de padronização e falhas no método de controle de resultados das linhas de produção e das máquinas de cada uma delas.

Após investigação e entendimento do processo, a equipe percebeu que não havia padronização na operação das máquinas, e que os parâmetros mais relevantes para os resultados não eram conhecidos. A partir disso, a liderança definiu diversas ações, e entre elas estava aplicação do *Design of Experiment* (D.O.E.), para que fosse possível descobrir quais eram os parâmetros mais importantes para o resultado, que fariam com que o controle de processos fosse construído. Esta ação em específico foi citada pela coordenadora de produção como uma das mais importantes do plano.

Foi possível identificar que a empresa aplicou o *Design of Experiment* em pequena escala, somente com um tamanho de castanha e em uma das máquinas de decorticação que possuía os menores índices de amêndoas inteiras.

A figura 19, extraída do DOE realizado pela empresa, demonstra através do gráfico de pareto quais os itens de verificação e as relações entre os diversos itens que se fazem mais importantes para o resultado do processo. Cada fator, denominados fatores A, B e C, representam um item de verificação do processo.

Figura 19: Gráfico de pareto para redução de perdas de amêndoas inteiras.



Fonte: O Autor (2021).

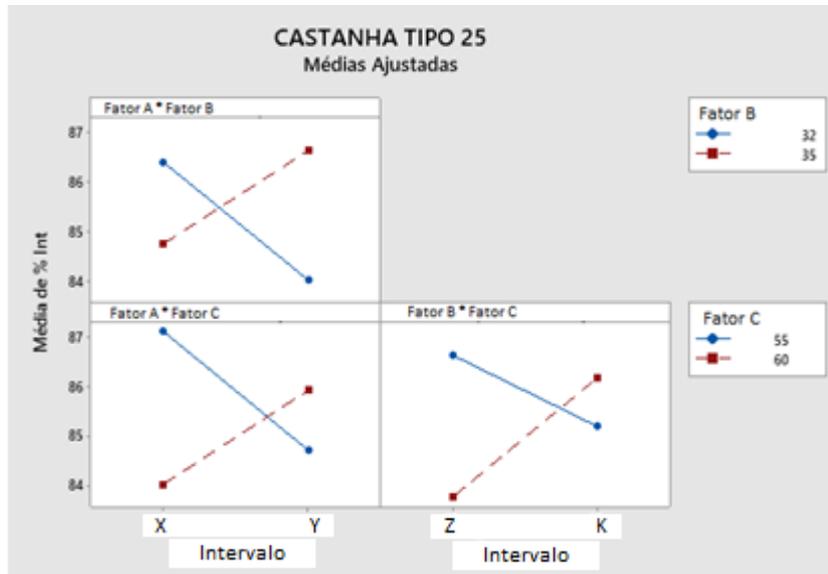
É possível perceber na figura acima que nenhum dos fatores isoladamente, ou seja, nenhum dos itens de verificação vistos de forma isolada, tinha tanta relevância para o processo, mas sim a relação entre um ou mais fatores.

Nesse contexto, interpreta-se que a interação do fator A com o fator C é a de maior relevância para a redução de perdas do processo, entretanto, com relevância muito semelhante apresentou-se a relação do fator A com o fator B, demonstrando que a relação entre estes itens de verificação necessitava de monitoramento contínuo. Assim, também vale ressaltar que a interação dos itens de verificação B e C, e logo em seguida dos três itens de verificação A, B e C apresentaram destaque significativo no resultado. Seguindo a mesma lógica de raciocínio, têm-se que os itens de verificação A, B e C, quando mudam de forma isolada, e não de forma simultânea, é obtido pouco resultado na redução de perdas. Ou seja, é possível perceber que o gráfico apresenta (de baixo para cima) os itens de verificação, ou a relação entre eles, que mais influenciam no resultado do item de controle.

A figura 20, também extraída do DOE, demonstra qual o comportamento do percentual de amêndoas inteiras no processo de decorticação, ou seja, qual o resultado do processo, a partir

da interação entre os diversos fatores observados e dos resultados demonstrados pelo gráfico de pareto:

Figura 20: Gráfico de interação de fatores



Fonte: O Autor (2021).

A partir da figura cima conseguimos perceber de forma mais clara a influência da relação entre os itens de verificação com os resultados percentuais de amêndoas inteiras do processo. Ou seja, interpreta-se que se tratando da interação do fator A com o fator C (gráfico inferior à esquerda) - sendo os valores 55 e 60 do fator C adotados para o experimento (legenda à direita) e os valores de A nomeados como X e Y (legenda abaixo) - foram obtidos melhores resultados percentuais de amêndoas inteiras, ou seja, menos perdas, quando o fator A ocupou o valor nomeado X e o fator C ocupou o valor 55, da mesma forma, quando o fator C permaneceu em 55 mas o fator A passou a ocupar a opção Y houve uma queda significativa, demonstrando assim a relevância da interação entre estes itens de verificação. A mesma interpretação foi feita para os demais gráficos.

Por fim, foi possível perceber que após todos os testes em pequena escala promovidos pela equipe, as descobertas proporcionadas pela aplicação do D.O.E. e a efetividade das demais ações presentes no plano de ação do projeto, foi criada uma tabela que permitiu aos operadores de decorticação operar as máquinas e configurá-las com uma lógica melhor estruturada e obter menos perdas.

A figura 21 apresenta a tabela de padronização que é consultada pelos operadores da etapa de decorticação, a fim de configurar as máquinas com a maior assertividade possível, possibilitando os menores índices de perdas.

Figura 21: Tabela de padronização para configuração de máquinas.

LOGOMARCA DA EMPRESA	NOME DA EMPRESA						CÓDIGO: -
	Parâmetros do Processo de Decorticação						REVISÃO: -
							DATA: -
<b>Responsáveis:</b> Supervisão de Corte <b>Local de Execução:</b> Corte Mecanizado							
<b>Tipo:</b> 19 21 23 25 <b>Variável resposta da tabela:</b> Item de verificação ajustável							
Fator B \ Fator C	ABAIXO DE Z	DE Z1 À Z2	DE Z2 À Z3	DE Z3 À Z4	DE Z4 À Z5	DE Z5 À Z6	
ABAIXO DE X	A	A + 1	A + 2	A + 3	A + 4	A + 5	
DE X1 À X2	A + 1	A + 2	A + 3	A + 4	A + 5	A + 6	
DE X2 À X3	A + 2	A + 3	A + 4	A + 5	A + 6	A + 7	
DE X3 À X4	A + 3	A + 4	A + 5	A + 6	A + 7	A + 8	
DE X4 À X5	A + 4	A + 5	A + 6	A + 7	A + 8	A + 9	
DE X5 À X6	A + 5	A + 6	A + 7	A + 8	A + 9	A + 10	
DE X6 À X7	A + 6	A + 7	A + 8	A + 9	A + 10	A + 11	
DE X7 À X8	A + 7	A + 8	A + 9	A + 10	A + 11	A + 12	
DE X8 À X9	A + 8	A + 9	A + 10	A + 11	A + 12	A + 13	

Fonte: O Autor (2021).

A tabela demonstrada funciona da seguinte forma, foi adotado um valor de referência para a variável chamada de A (usado o valor de 10 para exemplificação), segundo o que foi interpretado pelo *Design of Experiment*. Então, a cada momento da medição, em que os itens de verificação B e C eram medidos, com a frequência estipulada pela gestão operacional, o fator A era alterado seguindo uma lógica de configuração. Assim, se no momento da medição o valor apresentado pelo fator C estivesse no intervalo de Z2 à Z3, e o valor do fator B no intervalo de X4 à X5, e sendo 10 o valor de referência adotado para exemplificação, então a variável do processo deveria ser ajustada para  $10 + 6 = 16$ . Da mesma forma, se o valor do fator C se apresentasse de Z4 à Z5, e o valor do fator B de X1 à X2, então o fator A deveria ser 15 ( $10 + 5$ ), como apresentado pela tabela.

A verificação e consulta a esta tabela foi incorporada à rotina do pessoal através da inclusão na instrução de trabalho, que deve ser seguida pelos operadores durante sua jornada de trabalho.

A figura 22 apresenta o modelo de procedimento operacional padrão da indústria em questão. O modelo dispõe do o passo a passo das atividades, imagens para facilitação do entendimento, especificação do local de execução, periodicidade e outras informações pertinentes para execução das tarefas.

Figura 22: Modelo de procedimento operacional padrão de trabalho.

LOGOMARCA	SISTEMA DE GESTÃO DA SEGURANÇA DE ALIMENTOS		CÓDIGO: -
	INSTRUÇÃO DE TRABALHO		REVISÃO: - DATA: -
ATIVIDADE:		LOCAL DE EXECUÇÃO/MÁQUINA:	
RESPONSÁVEL:		PERIODICIDADE:	
DEFINIÇÕES E CONCEITOS			
	Rejeito – (DESCRITO)		Aceito – (DESCRITO)
PROCEDIMENTOS DA ATIVIDADE		ILUSTRAÇÕES	
Elaborado:	Aprovado:	Data:	

Fonte: O Autor (2021).

Observou-se que este documento de padronização do trabalho é uma ferramenta utilizada como meio de manutenção e controle da realização das principais atividades de rotina das etapas produtivas, entre elas aquela em que o projeto aconteceu. Assim, a configuração periódica das máquinas de decorticação através das tabelas de padronização foi incorporada à rotina com a formalização e treinamento do pessoal no novo passo a passo do procedimento operacional de trabalho.

Foi constatado também que a equipe de implantação nomeou um de seus membros para auditar periodicamente o cumprimento destes novos padrões. Neste momento a implantação aconteceu em larga escala para todos os equipamentos e linhas e os resultados foram avaliados posteriormente.

#### 4.4 Avaliação dos resultados da implantação

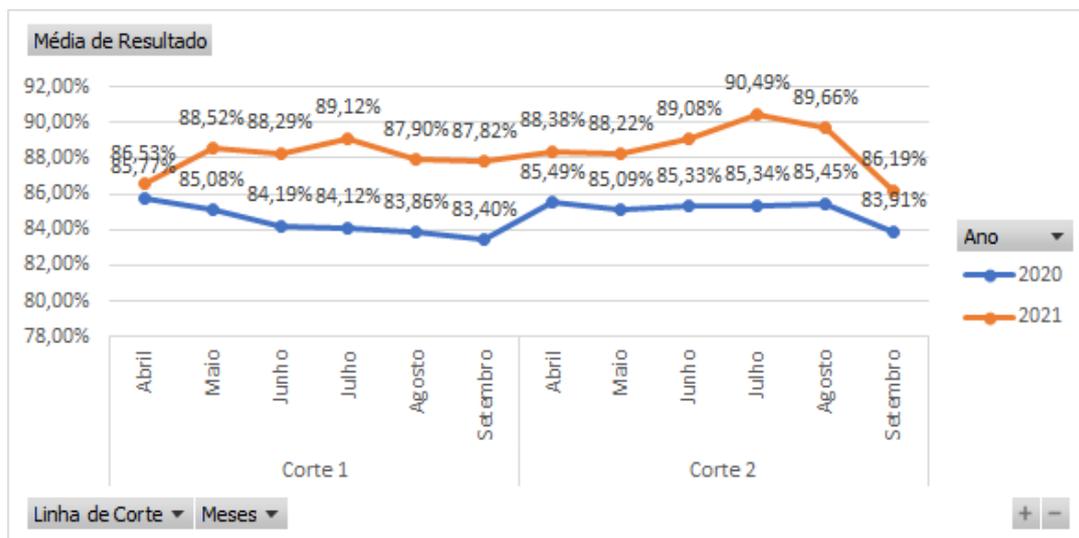
Foi evidenciado que os resultados da implantação do controle de processos foram considerados como satisfatórios para a organização, por todos os níveis hierárquicos. O diretor de produção coloca que o projeto atendeu as expectativas e as metas traçadas que seriam relevantes para a organização, mesmo com percalços ao longo do projeto, como a necessidade

de extensão do cronograma, que inicialmente estava previsto para 8 meses, mas durou de fato 15 meses, devido principalmente à pandemia da COVID-19, e que além disso trouxe também resultados intangíveis muito bons, como maior entendimento e a clareza do pessoal operacional sobre o próprio processo.

Por sua vez, a coordenadora de produção colocou que os resultados foram muito positivos e até acima do esperado por algumas pessoas da organização, tendo em vista as diversas outras tentativas sem sucesso que aconteceram anteriormente. Ela coloca também que os resultados da organização no que se refere à produção de amêndoas inteiras tem atingido recordes históricos, inclusive no período de entressafra da amêndoa de castanha de caju, e muito desse resultado deve-se ao controle de processos implantado na etapa de decorticação. A mesma ressaltou que apesar dos bons resultados colhidos quando se fala em redução de perdas, outro resultado muito importante que a implantação do controle de processos levou para a organização foi a “mensagem” de que mudanças precisam acontecer a todo momento, e a melhoria contínua deve estar na cultura da empresa.

A avaliação dos resultados da implantação do controle de processos na etapa de decorticação após alguns meses da implantação em larga escala pode ser vista na figura 23, demonstrada através de um gráfico sequencial. Os representantes da organização citaram que a implantação de cartas de controle não foi possível na primeira fase da implantação, muito motivada por problemas com o pessoal devido à pandemia da COVID-19, mas que o avanço para análise de resultados via cartas de controle está previsto para 2022.

Figura 23: Gráfico de resultados de antes x depois da implantação.

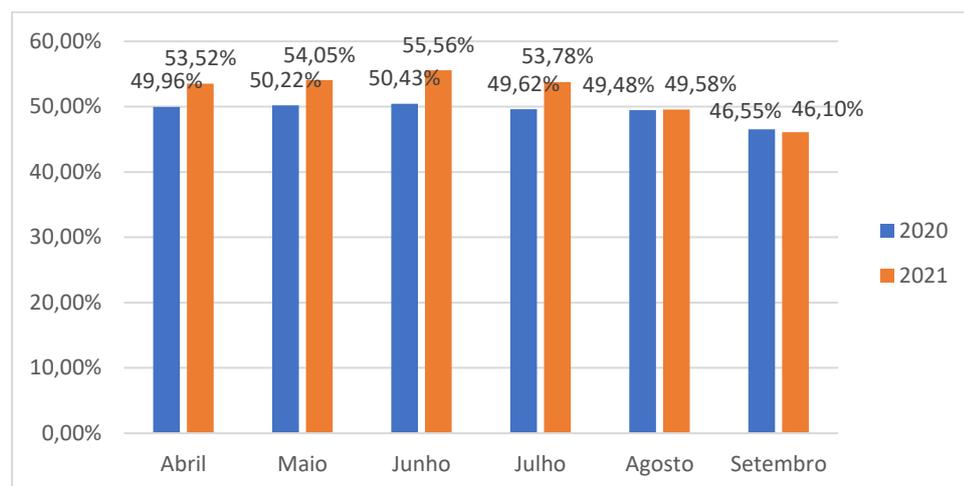


Fonte: O Autor (2021).

O supervisor de produção enfatizou durante a pesquisa que os resultados foram muito perceptíveis e surpreendentes para uma boa parte do setor, e que as ideias da equipe e dos líderes do projeto, com a mentalidade de “pensar de forma simples” que a filosofia de produção enxuta traz fizeram toda a diferença durante a implantação. Além disso, o supervisor também ressaltou, assim como os demais entrevistados, que a mudança no comportamento e na forma como o pessoal via o trabalho e sua área mudou de uma forma muito agradável, com o pessoal ficando mais envolvido e mais motivado, e que aqueles que ainda apresentavam resistência passaram a acreditar se dedicar mais no projeto depois que os resultados estavam sendo demonstrados.

Outrossim, o diretor cita que a eficácia do projeto foi demonstrada realmente após os resultados serem refletidos ao final da linha de produção, quando comparados com o ano anterior. A figura 24 demonstra a elevação dos resultados ao final da linha de produção no período em que os testes em larga escala foram feitos na etapa de decorticação:

Figura 24: Gráfico de resultados ao final da linha de produção (antes x depois).



Fonte: O Autor (2021).

Foi possível observar que em agosto e setembro a indústria em questão trabalhou com matéria-prima de qualidade inferior, o que segundo a coordenadora acontece em todas as safras de castanha de caju, e afeta significativamente os resultados no restante da linha de produção, entre eles o resultado da proporção de amêndoas inteiras produzidas, como é possível observar no gráfico da figura 22.

Por fim, diante dos dados disponibilizados pela organização, que demonstraram a mudança trazida pelo controle de processos, e o que foi explicitado pelos colaboradores da empresa que participaram desta pesquisa, é possível avaliar que os resultados da implantação do controle de processos de fabricação demonstraram-se relevantes para a empresa em questão

não só no âmbito de resultados de seus indicadores estratégicos de produção, mas também na mudança de mentalidade e comportamento do seu pessoal.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como foco avaliar a implantação de um desses métodos de controle em uma indústria desse segmento, quais motivações levaram a indústria a adotar um método de controle usando ferramentas de engenharia de produção, como aconteceu o planejamento e a implantação de fato, e os resultados colhidos pela mesma.

A pesquisa demonstrou que houveram algumas motivações que levaram a indústria a adotar o controle de processos de fabricação, entre elas a necessidade sentida pela alta gestão e até pelos próprios gestores de nível operacional em buscar métodos que permitissem um melhor controle dos resultados estratégicos de produção. Também foi possível observar que o mercado da castanha de caju no Brasil é muito dinâmico, tendo em vista que o preço do produto final está exposto às variações de câmbio e oscilações econômicas no país, trazendo assim um ambiente de incertezas e uma necessidade de avanço tecnológico e de gestão para as indústrias que trabalham com esta matéria-prima, e fazendo com que os gestores destas companhias liderem cada vez mais iniciativas que busquem melhorar o nível de controle, a fim de reduzir perdas que afetem os resultados da organização, para garantir estabilidade e a competitividade da organização.

Durante a exploração de como aconteceu o planejamento para implantação do controle de processos, observou-se que a adoção desta técnica foi sugerida pela equipe de melhoria contínua presente na empresa. O alinhamento de necessidades, a área que seria o foco da melhoria, a definição de quem trabalharia neste projeto de melhoria e prazo para implantação foi feito pelo líder da equipe de melhoria e a alta gestão da organização.

Durante a fase de implantação pode-se perceber que a indústria em questão possuía problemas quanto ao nível de controle e sustentação de seus resultados operacionais, e que a equipe precisou entender qual a situação atual da área foco do projeto no período e efetuou algumas mudanças na rotina dos colaboradores para que o monitoramento dos resultados pudesse acontecer de forma assertiva. Foi observado que diversas análises foram feitas, como a de comparação entre as diferentes linhas de produção da área foco da implantação, se havia padronização ou lógico de configuração das máquinas desta área, e a principal destas análises foi o *Design of Experiment*, que permitiu o entendimento em detalhe das variáveis do processo com os resultados obtidos. O monitoramento dos resultados incorporado na rotina diária da área foco do estudo, sendo feito por gráficos de linhas e de barras, em que se mede o resultado médio e o desvio padrão do processo.

Os resultados da pesquisa demonstraram que a implantação do controle de processos obteve êxito e atingiu significativamente os resultados da organização, apesar das dificuldades que se apresentaram ao longo do projeto, ocasionadas principalmente pela pandemia da COVID-19, sendo uma ferramenta importante para elevação dos resultados financeiros da empresa. Vale ressaltar que os ganhos trazidos pela implementação do controle de processos se deram além do âmbito de elevação de resultados operacionais, mas também foram um veículo para aumento da confiança da equipe envolvida com a etapa que recebeu a melhoria e de toda a equipe que participou do projeto, sobretudo pelas tentativas de elevação de resultados que aconteceram anteriormente através de outros métodos.

É importante ressaltar que o controle de processos é uma técnica largamente utilizada em ambiente industrial, e é aplicável a diversas organizações pela sua simplicidade e objetividade, além de poder ser adaptada à diferentes necessidades, trazendo resultados mensuráveis que permitem sua validação.

Destaca-se também que esta pesquisa identificou que a implantação do controle de processos na indústria em questão é uma forma como a implantação do controle de processos pode ser trabalhada, havendo também outras diversas formas, como o aprofundamento em técnicas de controle estatístico, detalhamento dos padrões de trabalho de rotina, entre outras. Além disso, os dados disponibilizados pela organização que se apresenta como objeto de pesquisa não permitiram demonstrar em totalidade a implantação do controle de processos em virtude da necessidade de reclusão de algumas informações que se apresentam como diferenciais competitivos.

Evidencia-se que este trabalho poderá contribuir para o enriquecimento do arcabouço teórico e científico sobre a implantação do controle de processos em indústrias de alimentos brasileiras. Além disso, os resultados encontrados poderão colaborar com a melhoria da gestão acerca da utilização das metodologias estruturadas que possibilitem a elevação dos resultados operacionais e mudança de rotina das equipes envolvidas com estes resultados.

Como continuação dessa pesquisa, sugere-se que sejam desenvolvidas rotinas de análises para verificação contínua dos resultados operacionais, somadas ao aprofundamento da gestão em ferramentas de produção enxuta e controle estatístico de processo, além disso, é imprescindível que se busque soluções sustentáveis de controle, que permita com que os resultados da organização sejam elevados e mantidos, e que as todos as pessoas envolvidas elevem juntamente seu nível de gestão e compreensão de seus processos.

## REFERÊNCIAS

- ARAUJO, Fernando. et. al. **Aplicação do método PDCA para solução de problemas: Estudo de caso em uma alimentícia no triângulo mineiro**. XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Santa Catarina. 2017.
- BELPHMAN, Cristiane. **Adequação do manual de boas práticas e dos procedimentos operacionais padronizados em serviços de alimentação de Ponta Grossa, Paraná**. Paraná. 2019.
- BORGES, Guilherme de Freitas. et al. **Na produção, nada se perde, tudo se transforma: um ensaio acerca da evolução dos modelos de produção**. Faculdade Santo Agostinho. Revista FSA, Teresina. 2012.
- CALEGARE, Álvaro José de Almeida. **Introdução ao delineamento de experimentos**. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Blucher. 2009.
- CASTRO, Ariana Cândido. et al. **Controle Estatístico do Processo no Envase de Leite Pausterizado em uma Usina Beneficiadora de Leite de Cabra**. Paraíba. 2020.
- CAMPOS, Cesar Augusto. **Lean Manufacturing: Produção Enxuta**. E-Locução. Revista Científica da Faex. Edição 10. Ano 5. Faculdade de Extrema. Minas Gerais. 2016. Disponível em: <http://periodicos.faex.edu.br/index.php/e-Locucacao/article/view/141/122>. Acesso em: Abr/21.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **Qualidade total: Padronização nas empresas** – 2. ed. – Nova Lima: Editora Falconi, 2014. São Paulo.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da rotina de trabalho do dia a dia** – 9. ed. – Nova Lima: Editora Falconi, 2013. São Paulo.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: Controle da qualidade total (no estilo japonês)** – 9. ed. – Nova Lima: Editora Falconi, 2014. São Paulo.
- DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- DE NEGRI, Fernanda. **Os desafios e dilemas da produtividade no Brasil**. Brasil. 2014. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9944/1/Os%20Dilemas.pdf>. Acesso em: Abr/21.
- FARIA, Thomas Y. F. SANTOS, Thalita Rabelo Almeida. **Otimização do processo produtivo artesanal de rapadura orgânica através da metodologia 5S**. Governador Valadares. Minas Gerais. 2021.
- FERRAZ, Antonio Carlos de Oliveira. **Tecnologia para decorticação da castanha de caju**. Faculdade de engenharia agrícola. Unicamp. Campinas. São Paulo. 2005.

FREITAS, Gustavo Rodrigues de. **Sistema de Produção brasileiro: uma abordagem sobre gestão da qualidade em uma indústria de linha branca.** Universidade federal de Uberlândia. Minas Gerais. 2020.

JURAN, Joseph M. **Fundamentos da qualidade para líderes.** Tradução: Ronald Saraiva de Menezes. Porto Alegre. Bookman, 2015.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** Bookman editora. 2005.

MIRANDA, Ana Cláudia Leite, *et. al.* **O controle estatístico de processos no monitoramento da fabricação em uma empresa no ramo colchoeiro.** Centro universitário do sul de Minas Gerais. Minas Gerais. 2019.

MONTGOMERY, Douglas C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade** - 7. ed. - [Reimpr.]. - Rio de Janeiro: LTC, 2017.

MONTGOMERY, Douglas C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros.** 7ª. ed. Rio de Janeiro : LTC, 2021.

NEVES, Glenda Antonia da Rocha. **Influência do vapor sob pressão e radiação infravermelha do desempenho da decorticação, qualidade do óleo e resistência mecânica da amêndoa de castanha do brasil.** Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2012.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção: Além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Artes médicas. 1997.

OLIVEIRA, Italo Bruno Barroso. **Aplicação de ferramentas do sistema Toyota de produção em um restaurante visando à redução de desperdícios.** Universidade Federal do Ceará. Ceará. 2018.

OLOSO, A.O.; CLARKE, B. **Some aspects of strength properties of Cashew nuts.** *Journal of Agricultural Engineering Research.* London, v.55, n.1, p.27-43, 1993.

PEREIRA, Lilian Rodrigues. *et al.* **Avaliação de procedimentos operacionais padrão implantados em um serviço de saúde.** *Arquivo ciência saúde.* 2017. Disponível em: <https://www.cienciasdasaude.famerp.br/index.php/racs/article/view/840/728>. Acesso em: Mai/21.

POMPEU, Adriano Marinheiro. **Os modelos de produção e o trabalho padronizado: uma abordagem da produção artesanal à produção enxuta.** Multitemas. 2015. Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

PORTO, Ana Carla Vaz. **O Toyotismo e a precarização dos direitos trabalhistas.** *Brazilian Journal Development,* Curitiba. 2021.

RAMOS, Edson Leal Marques Soares. **Controle estatístico da qualidade.** Porto Alegre. Bookman: 2013.

SANTOS, Adriana Barbosa. **Aplicação da abordagem estatística no contexto da gestão da qualidade: um survey com indústrias de alimentos de São Paulo**. Gest. Prod., São Carlos, v. 18, n. 3, p. 509-524, São Paulo. 2011.

SANTOS, Orquídea Vasconcelos. **Estuda das potencialidades da castanha-do-brasil: produtos e subprodutos**. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2012.

SILVEIRA, Paulo Roberto C. **Controle de Qualidade Normativo e Qualidade Ampla: Princípios para re-estruturação e qualificação da produção artesanal de alimentos**. Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul. 2005.

SILVA, Reginaldo Ferreira. **Influência do processo de beneficiamento na qualidade das amêndoas de castanha-do-brasil**. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 34, n. 2, p. 445-450, mar./abr., 2010.

SILVA, Gean Antonio Fogaça. **Monitoramento do processo de envase na linha de produção de sabonetes líquidos em indústria cosmética utilizando cartas de controle**. Universidade do Sul de Santa Catarina. Santa Catarina. 2020.

SISTEMA FIEC (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO CEARÁ). Setorial em Comex Castanha de Caju. Edição: janeiro de 2019. Disponível em: <https://arquivos.sfipec.org.br/sfipec/files/files/01%20JAN%202019%20Castanha.pdf>. Acesso em: Abr/21.

SLACK, Nigel. JONES, Alistar Brandon. JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. Tradução: Daniel Vieira. 8 ed. São Paulo. Atlas, 2020.

SOUSA, Maria Larisse Cavalcante de Melo. **Aplicação do método PDCA para aumento da eficiência de uma remoção de matéria orgânica do efluente bruto de uma indústria de bebidas do estado do Ceará**. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2019.

TEIXEIRA, Enise Barth. **A análise de dados na pesquisa científica: importância e em estudos organizacionais**. Rio Grande do Sul. Ed. Unijuí. 2003.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.

VALENTE, José Armando. **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas, UNICAMP, 1999.

VANZELLA, Elídio. **O controle de qualidade, por meio das ferramentas BPF e APPCC, em uma linha de produção de uma indústria de alimentos**. Vitória, v.5, n.2, p. 76-90, out., 2015. Disponível em: <http://revistas.es.estacio.br/index.php/destarte>. Acesso em: 04 abr. 2021.

VIEIRA, Sonia. **Estatística para a qualidade**. 3. ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

VIEIRA, Sonia. **Fundamentos de estatística** - 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2019.

WERKEMA, Cristina. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro : Elsevier, 2013.

WOMACK, J. P.; JONES, D.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

YIN, Robert K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Penso, 2016.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

## **APÊNDICE A – Roteiro de entrevista**

- a) Quais necessidades levaram a empresa a implantar o controle de processos? Por que essas necessidades são relevantes para a organização?
- b) Como ocorreu o planejamento para implantação do controle de processos?
- c) Como aconteceu a implantação do controle de processos?
- d) Após a implantação, quais os impactos trazidos para a empresa?
- e) Pode-se dizer que os resultados trazidos pela implantação do controle de processos têm sido positivos? Por que?