



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

DEBORAH MARIA LEITE NASCIMENTO

**APLICAÇÃO DO CICLO PDCA PARA AUMENTAR A DISPONIBILIDADE DE UM
EQUIPAMENTO EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO ALIMENTÍCIA**

Recife

2019

DEBORAH MARIA LEITE NASCIMENTO

**APLICAÇÃO DO CICLO PDCA PARA AUMENTAR A DISPONIBILIDADE DE UM
EQUIPAMENTO EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO ALIMENTÍCIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação de Engenharia Mecânica como requisito para obtenção do grau em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Demétrius Perrelli Valença.

Recife

2019

Catálogo na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

N244a	<p>Nascimento, Deborah Maria Leite. Aplicação do ciclo PDCA para aumentar a disponibilidade de um equipamento em uma linha de produção alimentícia / Deborah Maria Leite Nascimento. – 2019. 42 folhas, il., tabs.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Demétrius Perrelli Valença. TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Departamento de Engenharia Mecânica, 2019. Inclui Referências.</p> <p>1. Engenharia Mecânica. 2. Melhoria continua. 3. PDCA. 4. Disponibilidade. 5. Ferramentas da qualidade. I. Valença, Demétrius Perrelli. (Orientador). II. Título.</p> <p style="text-align: right;">UFPE</p> <p>621 CDD (22. ed.) BCTG/2019-275</p>
-------	---

DEBORAH MARIA LEITE NASCIMENTO

**APLICAÇÃO DO CICLO PDCA PARA AUMENTAR A DISPONIBILIDADE DE UM
EQUIPAMENTO EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO ALIMENTÍCIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação de Engenharia Mecânica como requisito para obtenção do grau em Engenharia Mecânica.

Aprovada em: 08/07/2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Demétrius Perrelli Valença. (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Heitor de Oliveira Duarte. (Examinador interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Cássia de Oliveira. (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus, por ter me permitido chegar até aqui, a minha avó que me ensinou os principais conceitos da vida e que até hoje me motiva a ser uma pessoa melhor, mesmo não estando mais aqui. Também dedico ao meu namorado que me apoiou e ajudou a concluir mais um ciclo da minha vida.

RESUMO

Agregar valor a um produto significa gerar vantagem competitiva para uma empresa e a forma de conseguir isso é aplicando métodos e ferramentas da qualidade que tenham como objetivo gerar melhoria contínua. Deste modo, o presente trabalho visa mostrar a efetividade da implantação do método PDCA (*Plan, Do, Check e Act*) em uma indústria alimentícia no nordeste brasileiro para aumentar a disponibilidade de um equipamento, a segurança e a qualidade do produto. Para isso utilizou-se as etapas do método que são planejar (plan), executar (Do), verificar (Check) e agir (Act). Na primeira etapa realizou-se um levantamento de dados para a identificação do problema, seguido de uma análise do processo e do fenômeno para maior detalhamento possível do caso e com isso ser possível definir uma meta e um plano de ação adequado para solução do problema. Na etapa da execução o objetivo é realizar as ações do plano elaborado na etapa anterior e com isso bloquear as causas do problema para que na próxima etapa que é a da verificação conseguir obter o resultado desejado definido quando se criou a meta, que é eliminar o problema. Na etapa final de ação será visto a padronização das ações para que o problema não volte a ocorrer e os resultados obtidos. Através da aplicação do método nesse estudo foi possível ver um aumento na disponibilidade do equipamento trazendo benefícios tangíveis e intangíveis.

Palavras-chave: Melhoria continua. PDCA. Disponibilidade. Ferramentas da qualidade.

ABSTRACT

Adding value to a product means generating a competitive advantage for a company and the way to achieve this is by applying quality methods and tools that aim to generate continuous improvement. Thus, the present work aims to show the effectiveness of the implementation of the PDCA (Plan, Do, Check and Act) method in a food industry in the Brazilian northeast to increase the availability of equipment, safety and product quality. For this we used the steps of the method that are to plan (plan), execute (Do), verify (Check) and act (Act). At the first stage, a data survey was carried out to identify the problem, followed by an analysis of the process and the phenomenon for a greater detail of the case, and with that it was possible to define a goal and an adequate action plan to solve the problem. In the execution stage the objective is to carry out the actions of the plan elaborated in the previous stage and with this to block the causes of the problem so that in the next step that is the one of the verification to be able to obtain the desired result defined when the goal was created, that is to eliminate the problem. In the final step of action will be seen the standardization of actions so that the problem does not occur again and the results obtained. Through the application of the method in this study it was possible to see an increase in the availability of the equipment bringing tangible and intangible benefits.

Keywords: Continuous improvement. PDCA. Availability. Quality tools.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Ciclo PDCA	14
Figura 2- Método de solução de problemas	15
Figura 3- Diagrama de Causa e Efeito (Espinha de Peixe)	21
Figura 4- Fluxograma do processo	24
Figura 5- Levantamento do histórico de ocorrência do problema.....	26
Figura 6- Estratificação do problema	27
Figura 7- Estratificação por Turno	27
Figura 8- Estratificação por produto produzido	28
Figura 9- Meta	29
Figura 10- <i>Brainstorming</i> corrente, cana e sensor respectivamente.....	30
Figura 11- Análise de causa raiz.....	31
Figura 12- Antes e depois da organização das canas.....	34
Figura 13- Antes e depois do sensor.....	35
Figura 14- Antes e depois posicionamento das canas	35
Figura 15- Etiquetas de lubrificação.....	36
Figura 16- Gráfico de Resultado 2017	37
Figura 17- Gráfico de Resultado 2018	38
Figura 18- Gráfico de Resultado de Volume a mais produzido	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Justificativa	11
1.2	Pergunta Condutora	11
1.3	Objetivo Geral	11
1.4	Objetivos específicos:	11
1.5	Organização do trabalho	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Melhoria Contínua (MC)	13
2.2	Ciclo PDCA (<i>Plan, Do, Check, Act</i>)	13
2.2.1	Planejar (<i>Plan</i>).....	15
2.2.2	Executar (<i>Do</i>)	17
2.2.3	Verificar (<i>Check</i>).....	18
2.2.4	Agir (<i>Action</i>).....	18
2.3	Ferramentas da Qualidade	19
2.3.1	Brainstorming.....	19
2.3.2	Diagrama de Causa e Efeito	20
2.3.3	Diagrama de Pareto	21
2.3.4	Histograma	22
2.3.5	Estratificação	22
3	METODOLOGIA	23
3.1	Descrição do Processo	23
3.2	Identificação do problema	25
3.3	Estratificação e definição da meta	26

3.4	<i>Brainstorming</i> , diagrama de causa e efeito, plano de ação	29
4	RESULTADOS	34
5	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

Agregar valor é agregar a satisfação ao seu cliente e o cliente só paga por aquilo que para ele tem valor. Aumentar o valor agregado do produto é aumentar o número de características deste produto, que são apreciadas pelo cliente (CAMPOS, 2004). A gestão da qualidade enfatiza a melhoria na qualidade do produto, atendendo aos requisitos do cliente e buscando a melhoria contínua (MARTINS et al., 2017).

Para as empresas manterem uma vantagem competitiva elas precisam entregar a seus clientes produtos de boa qualidade e preços competitivos. A gestão da qualidade pode levar a vantagem competitiva da empresa através de métodos e ferramentas que permitem melhorias em processos. Dentre os métodos para resolução de problemas, o ciclo PDCA (sigla de *Plan, Do, Check e Act*, do português, Planejar, Executar, Verificar e Agir) é um dos mais utilizados (MARTINS et al., 2017).

O ciclo PDCA também pode ser conhecido por Ciclo de Deming ou ciclo de Shewhart. O motivo é que na década de 30, Walter Andrew Shewhart, que foi um físico engenheiro e estatístico, conhecido como “pai do controle estatístico de qualidade” criou o ciclo PDCA. Porém o ciclo só se tornou conhecido a partir da década de 50 quando William Edward Deming, um dos gurus da gestão da qualidade, espalhou o conceito pelo mundo. (BEZERRA, 2014).

O PDCA pode guiar um uso sistemático para resolução de problemas em associação com as ferramentas de qualidade, gerando redução de custos para a empresa e melhorando seus processos. Na manufatura os principais causadores de perdas que geram grande impacto no custo são geralmente: quebras de máquinas, ajustes e setups de linha, pequenas paradas de máquinas, redução de velocidade da linha, rejeitos de *start-up* de linha e rejeitos de produção normal (AZIZI, 2015).

Será abordado neste trabalho a aplicação do método PDCA e as ferramentas da qualidade na indústria alimentícia visando reduzir as perdas e conseqüentemente aumentar a produtividade e a qualidade do produto através da melhoria contínua.

1.1 Justificativa

Atualmente as indústrias buscam uma maior eficiência produtiva, redução de custo, inovação, segurança para seus colaboradores, pessoas engajadas e produtos de qualidade. A forma de alcançar todos esses pontos citados é quando as indústrias dão foco em melhoria contínua, aplicam métodos e usam ferramentas que geram vantagem competitiva. Logo, este trabalho é relevante para indústria de modo que com a aplicação do método PDCA elas conseguem atingir os objetivos que buscam.

Além da importância para a indústria pode-se ver uma grande relevância para a academia, visto que durante o curso de graduação o PDCA é abordado de forma teórica e a aplicação dele através desse trabalho ajuda a facilitar o entendimento do método e talvez levar a contribuir com a realização de algum outro estudo.

1.2 Pergunta Condutora

A pergunta condutora deste trabalho será: Como o PDCA desenvolve suas atividades de modo a aumentar a disponibilidade de um equipamento em uma linha de produção na indústria alimentícia?

1.3 Objetivo Geral

O principal objetivo deste trabalho é apresentar a significância da aplicação do método PDCA e conseqüentemente aumentar a disponibilidade de um equipamento em uma indústria alimentícia.

1.4 Objetivos específicos:

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Descrever a metodologia PDCA e suas ferramentas;
- Comparar a indisponibilidade de um equipamento em uma linha de produção alimentícia, meses antes da aplicação do PDCA e meses depois;
- Analisar os resultados obtidos;
- Buscar o aumento da disponibilidade do equipamento através da aplicação do ciclo PDCA.
- Verificar a eficácia do PDCA

1.5 Organização do trabalho

Este trabalho está segmentado em cinco capítulos, os quais estão arranjados da seguinte forma:

O capítulo 1 faz a introdução sobre o tema de estudo, apresentando a justificativa e os objetivos do trabalho.

O capítulo 2 apresenta uma fundamentação teórica sobre Melhoria Contínua, Ciclo PDCA e suas etapas, Ferramentas da Qualidade. Temas necessários para embasamento e compreensão do estudo.

O capítulo 3 relata a metodologia de desenvolvimento do trabalho, mostrando a descrição do processo, a identificação do problema e a proposta para a solução do mesmo, juntamente com as etapas para conseguir montar a proposta de solução.

O capítulo 4 mostra os resultados alcançados de forma quantitativa, através de gráficos e os ganhos obtidos pela empresa e colaboradores.

Por fim, o capítulo 5 apresenta as conclusões do estudo de forma crítica. Além das limitações e propostas para novos trabalhos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Serão apresentados nessa seção temas necessários para embasamento e compreensão do estudo e para facilitar a compreensão o referencial teórico foi dividido em conceitos de melhoria contínua, ciclo PDCA e ferramentas da qualidade que são utilizadas no trabalho.

2.1 Melhoria Contínua (MC)

Pode ser definida como uma integração das filosofias organizacionais, técnicas e estruturais para atingir melhoria de desempenho sustentável em todas suas atividades, de forma ininterrupta (GILMORE, 1990). A melhoria contínua é um conceito simples, de fácil entendimento e de baixo custo que é essencial para o desenvolvimento das empresas, visto que é uma ferramenta que proporciona mudanças positivas melhorando sua posição competitiva. Sendo assim, é necessário que a cultura e a infraestrutura da empresa proporcione aos colaboradores a melhoria contínua, juntamente com os métodos para sua implantação (BESSANT, 1994).

Melhoria contínua tem como objetivo desenvolver o trabalho em equipe e proporcionar crescimento das pessoas através da troca de conhecimento e ideias que acontece durante o processo. O que mostra que o fator humano é tão essencial quanto à aplicação das ferramentas (CHAVES, 2005).

Pequenas melhorias podem resultar em grandes resultados na qualidade e na produtividade de uma empresa, não apenas grandes melhorias, como é comum pensar. MC pode ser traduzida como TQC (*Total Quality Control*), TQM (*Total Quality Management*), TPM (*Total Productivity Management*), no ciclo PDCA, entre outros. Todas essas ferramentas se baseiam na mesma ideia de melhoria sistemática como um processo de resolução de problemas (GUIMARÃES et al., 2013).

2.2 Ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*)

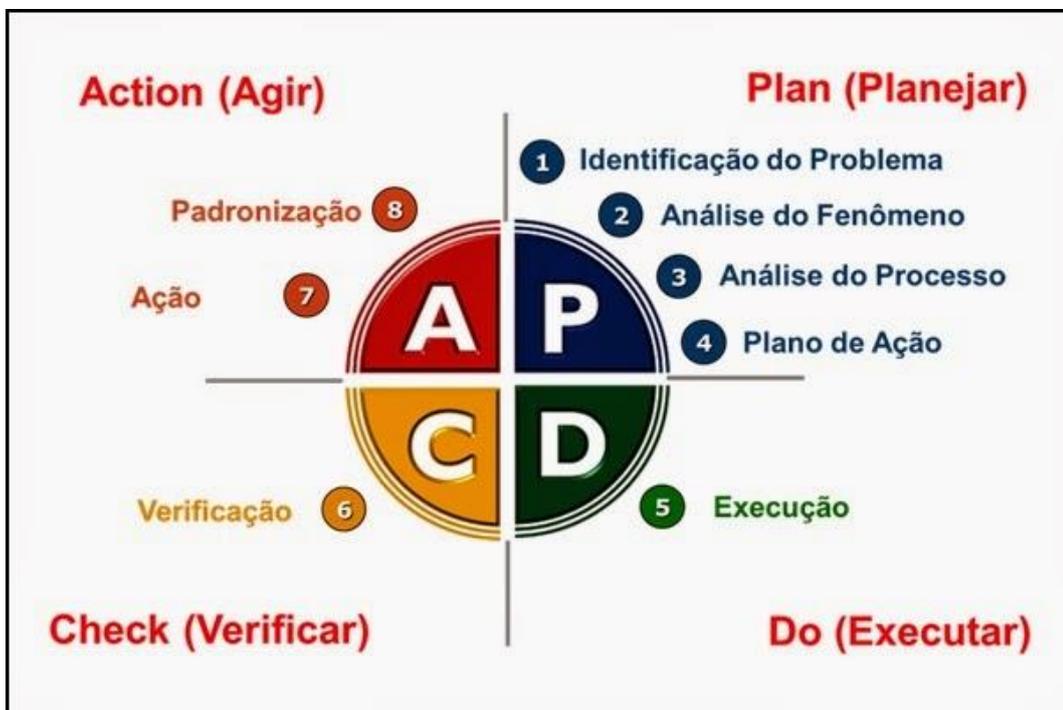
O ciclo PDCA foi idealizado na década de 30 por Walter Andrew Shewhart, mas só ficou conhecido depois que foi amplamente divulgado por William Edwards Deming, o que fez o ciclo PDCA também ser conhecido por Ciclo de Deming (BEZERRA, 2014).

Segundo Marshal et al., (2010, p.111):

O ciclo PDCA é um método gerencial para a promoção da melhoria contínua e reflete, em suas quatro fases, a base da filosofia do melhoramento contínuo. Praticando-as de forma cíclica e ininterrupta, acaba-se por promover a melhoria contínua e sistemática na organização, consolidando a padronização de práticas.

Na figura 1, é possível ver as 4 fases (Planejar, Executar, Verificar e Agir) de forma mais detalhada em suas subfases.

Figura 1 - Ciclo PDCA



Fonte: Bezerra (2014)

O ciclo PDCA tem seu início pela etapa do planejamento (Plan), segundo Campos (2004), o grande segredo do método é o planejamento, onde é feito o levantamento e a análise das informações, logo depois vem a execução (Do), onde tudo que foi planejado anteriormente é executado, o que nos leva a necessidade de verificar (Check) a qualidade do que está sendo feito e comparar o que havia sido planejado com o que foi realizado. Por fim, chegamos a parte da ação (Act), que tem como objetivo impedir que o problema que foi solucionado volte a ocorrer (BEZERRA, 2014).

Sendo assim, em cada fase do processo é indispensável o uso de ferramentas da qualidade que são usadas para coletar, processar e organizar informações em cada giro do PDCA, favorecendo o processo de melhoria (WERKEMA, 2006).

De acordo com Campos (2004, p.92) “Melhorar é atingir metas e atingir metas é resolver problemas.” Na figura 2, o autor mostra o método de solução de problemas com os objetivos gerais de cada subfase.

Figura 2 - Método de solução de problemas

PDCA	FLUXO	ETAPA	OBJETIVO
P	1	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vistas.
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais.
	4	Plano de ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.
D	5	Ação	Bloquear as causas fundamentais.
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
	?	(Bloqueio foi efetivo?)	
A	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

Fonte: Campos (2004)

2.2.1 Planejar (*Plan*)

Esta é a primeira etapa do ciclo e é considerada a mais importante por ser onde será levantado todos os dados, informações e conhecimento para as etapas restantes do método. Um planejamento bem elaborado e cuidadoso leva a eficácia futura do ciclo. (ANDRADE, 2003).

De acordo com Campos (2004), nesta etapa para atender a importância do planejamento é preciso atingir alguns objetivos, os quais serão mostrados a seguir:

1. Identificação do problema;
2. Estabelecer meta;
3. Análise do fenômeno;
4. Análise das causas;
5. Elaborar plano de ação.

Segundo Campos (2004, p.94), “um problema é o resultado indesejável de um trabalho”. O problema deve ser escolhido baseado nas diretrizes gerais da área de trabalho como qualidade, entrega, custo, moral e segurança. Logo a identificação do problema deve mostrar a importância do assunto e da sua resolução para a empresa.

Para definir a meta deve-se levar em consideração 3 aspectos: o objetivo gerencial, valor a ser ganho e o prazo para sua realização. A primeira parte se refere a proposta da meta, que geralmente é escrita em um verbo no infinitivo, como reduzir custos ou aumentar a produtividade. A segunda parte é relativa a valor a ser atingido pelo projeto, onde pode ser uma grandeza de ordem percentual ou absoluta. A terceira e última parte é sobre o cumprimento do prazo para a realização do trabalho. Sempre levando em consideração a complexidade do projeto. (ANDRADE, 2003)

Segue exemplo de problema e meta baseado no que foi mostrado, diante do entendimento de Andrade (2003, p.24):

- Problema identificado: Alto índice de desperdício de material.
- Meta: Reduzir o desperdício de material em 50% até Janeiro de 2003.

A identificação correta do problema é de extrema importância, visto que caso ela seja escolhida erroneamente as causas que vão ser encontradas posteriormente serão limitadas a fatos que não condizem com o problema como um todo e irão prejudicar o plano de ação (ANDRADE, 2003).

A análise do fenômeno é uma fase de investigação, onde são levantados dados e características do problema. Logo, deve ser realizado um levantamento do histórico de

ocorrência do problema e usar ferramentas de análise a fim de estratificar o problema para encontrar um foco que facilite na atuação (ANDRADE, 2003).

A estratificação é realizada sobre inúmeros pontos de vista e deve ser escolhido a que melhor representa o problema de uma forma clara. A observação do problema também pode ser realizada onde o problema acontece para adquirir informações adicionais que os números não podem expressar, o registro fotográfico e por vídeo nessa fase é recomendado. (ANDRADE, 2003).

Na fase de análise das causas deve-se realizar uma reunião para que todas as pessoas que estão ligadas ou possuem conhecimento sobre o problema possam contribuir na identificação das causas. Todas as possíveis causas devem ser anotadas e depois priorizadas pelas mais prováveis causadoras do problema. Após isso, utilizando uma metodologia de análise de causa, denominada análise de causa e efeito, tem-se como objetivo encontrar as causas raízes, que são as principais causas geradoras do problema. (CAMPOS, 2004)

Após encontrar as causas raízes deve-se elaborar um plano de ação que ataque essas causas para que quando elas forem eliminadas seja possível atingir a meta estabelecida anteriormente. O plano de ação é o produto do melhor conhecimento de todos. (CAMPOS, 2004)

“O plano deve conter o cronograma de ações a serem tomadas, a definição de responsabilidades, a alocação de recursos, bem como a delegação das ações e o acompanhamento das mesmas.” (CTE, 1994, p.125). Com o plano de ação elaborado finaliza-se a etapa do *Plan* do ciclo PDCA.

2.2.2 Executar (*Do*)

A etapa *Do* se inicia após a criação do plano de ação e tem como objetivo executar as ações que se encontram nesse plano. A execução das ações deve ser realizada de forma gradual e organizada para obter a maior eficiência possível (ANDRADE, 2003).

É de extrema importância que o plano de ação seja divulgado para todos os envolvidos para que eles saibam quais tarefas são responsáveis e o que é esperado de resultado. Dê

atenção especial às ações que necessitam ativa cooperação de todos e certifique-se que todos entendem e concordam com as medidas propostas. (CAMPOS, 2004)

O controle das ações deve ser realizado e durante a execução das mesmas verifique no local as ações sendo efetuadas. Devem ser registrados todas as ações e seus resultados, sendo eles bons ou ruins (CAMPOS, 2004). Caso existam ações que envolvem treinamento de funcionários, estas devem ser feitas de imediato, para que as atividades realizadas por eles estejam mais focadas no resultado desde o início (ANDRADE, 2003).

2.2.3 Verificar (*Check*)

A função da etapa *Check* é verificar se a meta foi atingida. De acordo com Campos (2004, p.96). “Devem-se utilizar os dados coletados antes e após a ação de bloqueio para verificar a efetividade da ação e o grau de redução dos resultados indesejáveis.” Além de verificar os dados contábeis, avaliar também o processo como um todo e a qualidade do produto (FURUKITA, 2017).

Quando o resultado é tão satisfatório quanto o esperado (meta atingida), é necessário certifica-se que todas as ações planejadas foram implementadas de acordo com o plano. Caso os efeitos indesejáveis continuem a ocorrer mesmo depois de executar as ações de bloqueio, significa que as ações apresentadas foram falhas. (CAMPOS, 2004)

Se a solução foi falha, precisa-se retornar para a análise do processo na etapa planejar do ciclo PDCA e reiniciar o processo (CAMPOS, 2004). Importante avaliar as causas que impediram o atingimento da meta e obter mais conhecimento sobre o problema, também pode ser interessante adicionar novas pessoas ao grupo para obter perspectivas diferentes. Não deve-se descartar o trabalho anterior, mas sim complementar com medidas adicionais (AGUIAR, 2002).

2.2.4 Agir (*Action*)

Ultima etapa do ciclo PDCA, o agir foca em padronizar as ações que tiveram bons resultados na etapa do verificar para que os problemas anteriores não voltem mais a acontecer (ANDRADE, 2003). O processo de padronização consiste em criar um novo padrão ou alterar algum já existente. (FURUKITA, 2017)

Estabelecer no padrão “o que”, “quem”, “quando”, “onde”, “como” e “porque” para as atividades incluídas e alteradas nos padrões já existentes. Se possível incorporar mecanismos à prova de erros, de modo que o trabalho possa ser realizado sem erro por qualquer trabalhador (CAMPOS, 2004, p.98).

Além da comunicação por escrito, é necessário realizar treinamentos no próprio local de trabalho para assim garantir que todos estão aptos para executar o procedimento operacional padrão e que as alterações ou novos padrões sejam transmitidos a todos os envolvidos. (CAMPOS, 2004).

De acordo com Campos (2004, p.97) para evitar que o problema resolvido apareça devido à degeneração no cumprimento dos padrões deve-se:

- Estabelecer um sistema de verificação periódica;
- Delegar o gerenciamento por etapas;
- O supervisor deve acompanhar periodicamente sua turma para verificar o cumprimento dos procedimentos operacionais padrão.

Por fim, para concluir o projeto avaliam-se itens pendentes organizando-os para uma futura aplicação do método e se existem problemas remanescentes eles podem se transformar em temas para projetos futuros (CAMPOS, 2004).

2.3 Ferramentas da Qualidade

Segundo Paladini (2012, p.15) “as ferramentas da gestão da qualidade são como mecanismos simples para selecionar, implantar ou avaliar modificações no processo produtivo por meio de análises objetivas de partes bem definidas deste processo.”.

De acordo com Mata-Lima (2007, p.29) “a adequação das ferramentas da qualidade em uma organização, nos permite informações uteis para a tomada de decisão, diagnosticando possíveis pontos de melhoria e permitindo a melhoria contínua em todo o processo.” Algumas destas ferramentas serão descritas a seguir.

2.3.1 Brainstorming

Brainstorming do inglês, tempestade de ideias, segundo Meireles (2001) é um método para produzir ideias em grupo sobre um tema previamente estabelecido com a contribuição de todos os integrantes tendo o objetivo de obter soluções criativas para o problema.

De acordo com Pereira (2013) pode ser conduzido de duas formas distintas principais, o *Brainstorming* estruturado e o não estruturado. O estruturado é feito em rodadas para cada pessoa ter a oportunidade de falar e propor ideias. No não estruturado os participantes podem ir falando livremente suas ideias, porém a discussão pode ser tomada pelas pessoas com mais facilidade de falar, pessoas desinibidas.

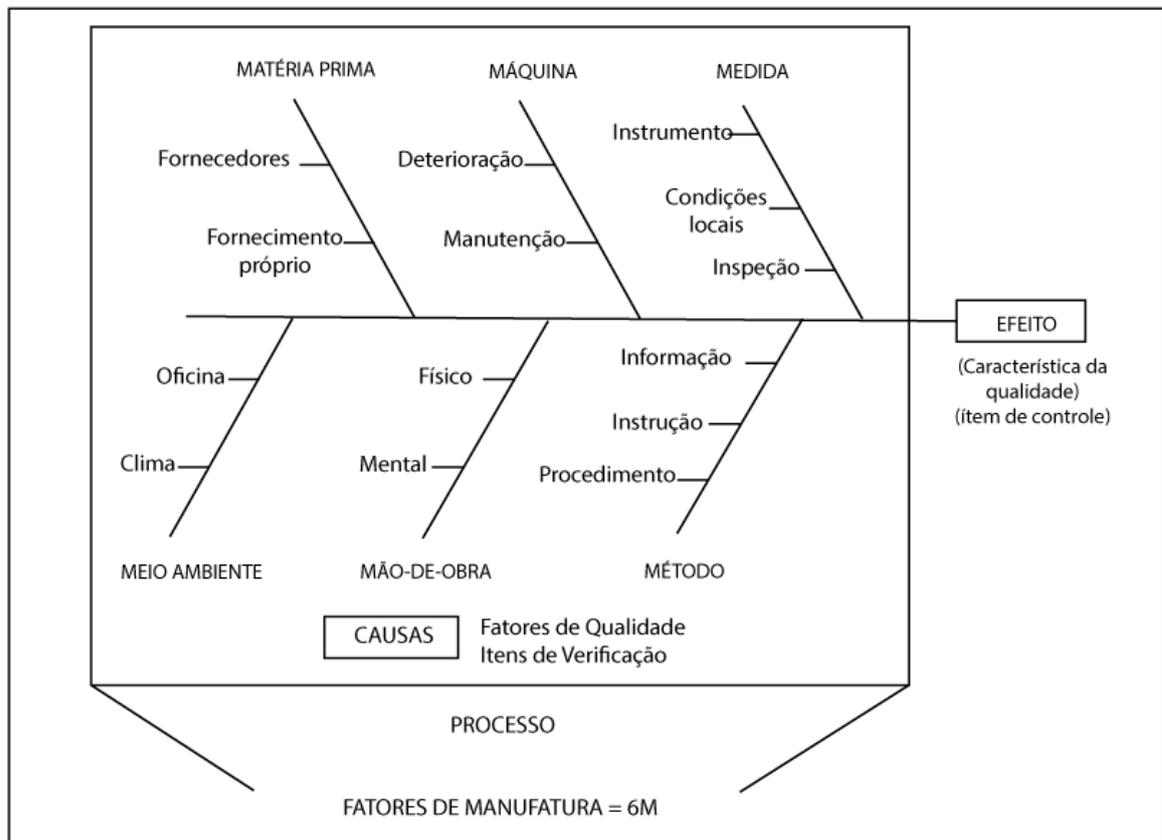
O objetivo dessa ferramenta é juntar o maior número de ideias possíveis, então é muito importante não julgar as ideias ou questioná-las durante a tempestade, pois pode gerar a inibição dos participantes e a dificuldade de obter novas ideias. É geralmente usada para gerar informações suficientes para construir o diagrama de causa e efeito. (FURUKITA, 2017).

2.3.2 Diagrama de Causa e Efeito

Também conhecido como Diagrama de Ishikawa ou Diagrama Espinha de Peixe. É uma ferramenta usada para mostrar a relação entre o efeito e a causa que afetam o resultado do processo (MARTINS et al, 2017).

De acordo com Campos (2004), as causas no diagrama são divididas em seis vertentes (6M's): máquinas, meio ambiente, medidas, materiais, métodos e mão-de-obra. É possível ver essa divisão na figura 3.

Figura 3 - Diagrama de Causa e Efeito (Espinha de Peixe)



Fonte: Furukita (2017)

Pode-se ver na figura 3, cada vertente pode ser subdividida em grupos e esses grupos também podem ser subdivididos até chegar no aprofundamento adequado que o problema precisa para ser solucionado, podendo assim encontrar as causas mais influentes no problema e ataca-las. Deve ser preenchido com as causas encontradas na ferramenta de tempestade de ideias. (FURUKITA, 2017).

2.3.3 Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto é disposto em forma de barras combinado com uma curva que mostra o percentual de cada barra (FURUKITA, 2017). Ele auxilia na visualização mais eficiente, colocando os problemas existentes em ordem de importância, da barra maior para a menor (QUIARATO; LIMA; FUZETO, 2017). Tem como principal objetivo ajudar na tomada de decisão.

Através da análise de Pareto é possível demonstrar que a maioria dos problemas decorre de um número muito pequeno de causas vitais. É chamada da regra do 80/20 estudada por Juran: 80% dos problemas são causados apenas por 20% de causas. (MEIRELES, 2001) Logo, muito usado para identificar as causas mais significativas dos problemas, diminuindo o número de ações e o tempo de realização do projeto.

2.3.4 Histograma

Também conhecido como distribuição de frequências, segundo Martins et al. (2017, p.6), “trata-se de um gráfico de barras que possibilita a apresentação da distribuição de dados por categorias, fornecendo uma representação da variável em um determinado momento.”. Essa ferramenta permite tirar conclusões sobre a distribuição de valores e determinar a frequência que certo valor ou grupo de valores ocorre.

2.3.5 Estratificação

Após um levantamento de dados, a estratificação é a separação desses dados em categorias, grupos ou simplificando estratos para indicar sua composição (MARTINS et al., 2017). Segundo Furukita (2017, p.18) “Geralmente as estratificações mais comuns são as que mais influenciam no processo, como máquinas, turnos, métodos, operador, condições ambientais, entre outras”. Essa divisão realizada é importante para quantificar a influência de cada estrato no caso geral, gerando uma visualização mais simples do problema.

3 METODOLOGIA

Neste trabalho será analisado como a disponibilidade de um equipamento em uma linha de produção de uma indústria alimentícia localizada no nordeste brasileiro evolui com a implantação do método PDCA e suas ferramentas.

O índice de disponibilidade reflete os eventos que geram paradas na linha de produção e impactam diretamente na disponibilidade dos equipamentos. Geralmente estes eventos estão relacionados à quebra de máquina, tempo de *setup* das máquinas, redução de velocidade de linha, etc. Nesse trabalho será acompanhada a indisponibilidade apenas através da quebra de máquina, pois foi avaliado na estratificação feita pelos gestores que esse era o principal problema da linha e assim sendo direcionado o estudo.

Para medir a indisponibilidade serão utilizadas as horas que o equipamento tem disponível e o tempo de parada de linha devido à quebra do mesmo. Com isso será feito o cálculo da indisponibilidade como se segue abaixo:

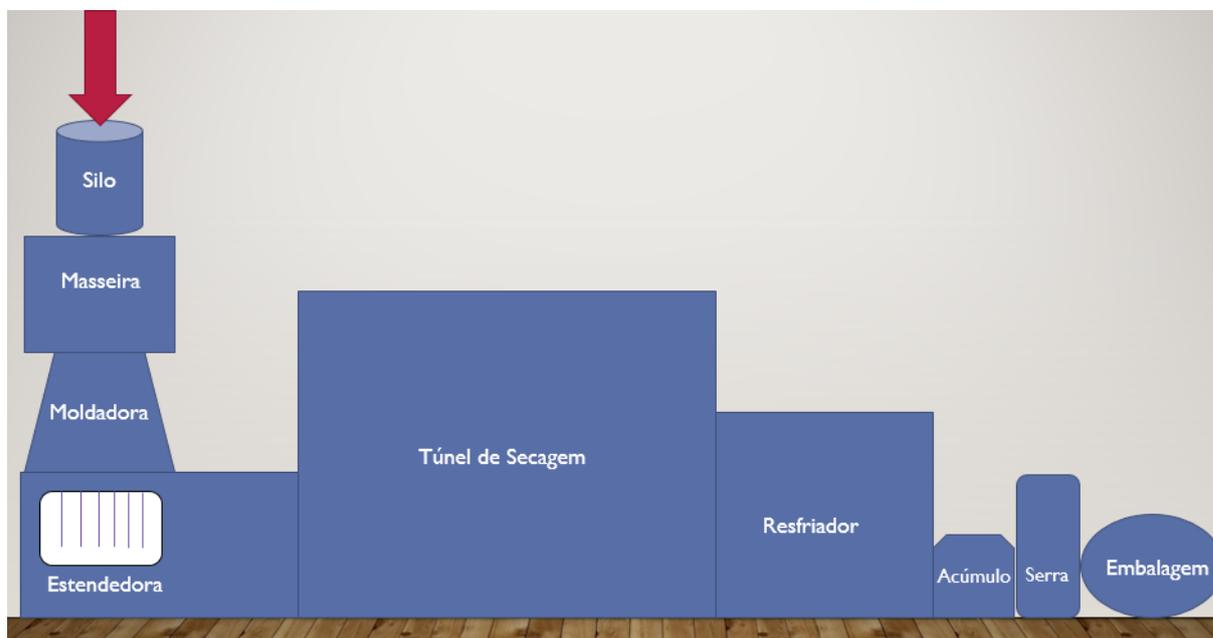
$$\text{Indisponibilidade} = \frac{\text{Tempo de parada do equipamento}}{\text{Horas disponíveis para operação}}$$

Os dados serão recolhidos junto à indústria através do seu sistema de reporte de paradas que são atualizados diariamente com todas as informações de produção geradas pelas linhas. Para o início do trabalho será realizado um levantamento com as informações de quebras de seis meses para a identificação do problema e continuação da aplicação dos passos do método PDCA.

3.1 Descrição do Processo

Com o objetivo de facilitar o entendimento do processo e a aplicação do método PDCA esse tópico vai ser responsável por descrever as etapas do processo que será abordado nesse estudo. Para isso foi construído uma representação esquemática ilustrando as etapas do processo de produção do produto que pode ser visto na figura 4.

Figura 4 - Representação esquemática



Fonte: A Autora (2017)

Seguindo a ordem do fluxo do processo que se encontra na figura 4 será descrito brevemente cada etapa:

- **Silo:** Armazenamento e transporte de matéria prima.
- **Maseira:** Preparar a massa (mistura de ingredientes).
- **Moldadora:** A massa segue com alta pressão para a modelagem do formato do produto.
- **Estendedora:** A massa é estendida em uma espécie de varal e preparada para o corte no tamanho exato. Nesta etapa, ela ainda está crua e mole.
- **Túnel de secagem:** Em seguida, no túnel de secagem é retirada a umidade da massa para que ela fique no ponto.
- **Resfriador:** A massa já está rígida e passa alguns minutos resfriando.
- **Acúmulo:** Onde se faz o armazenamento da massa.
- **Serra:** A massa é serrada para ficar no tamanho adequado para a embalagem.
- **Embalagem:** A massa é colocada em embalagens, agrupada em fardos e segue para o armazém de logística, de onde será direcionada aos clientes.

Neste trabalho o método PDCA vai ser aplicado na etapa da estendedora que será chamada de equipamento Y a partir do tópico 3.2 no estudo.

A etapa da estendedora foi a terceira voz do Pareto na estratificação gerencial e foi direcionada para o trabalho, pois as duas primeiras vezes estavam passando por outro projeto fora da alçada de solução proposta pelo tempo de aplicação do PDCA que eram de três meses. Outro motivo que impactou na escolha foi o fato das paradas nesse equipamento se repetirem várias vezes ao longo das suas horas disponíveis.

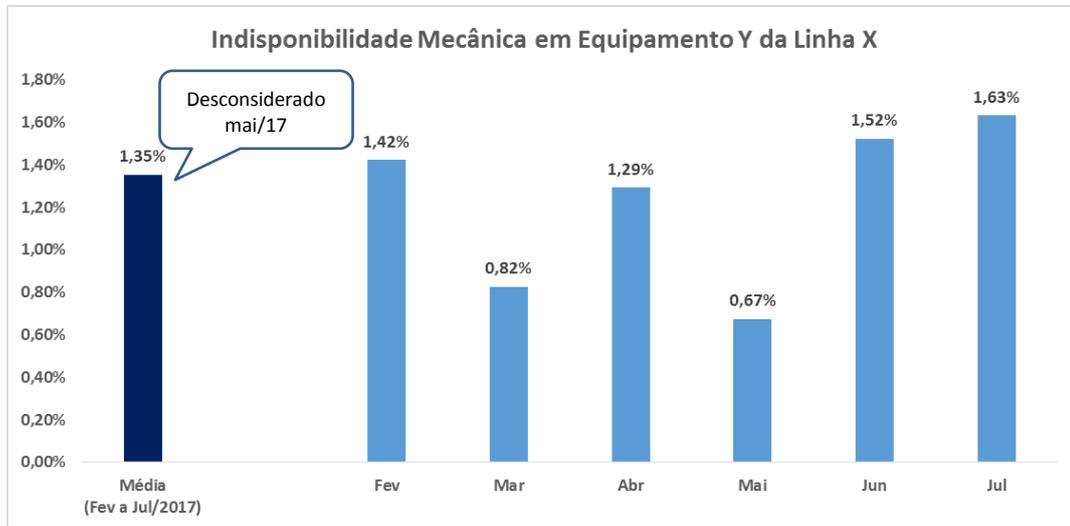
A estendedora é constituída de correntes de transporte, canas que suportam o produto ao longo do processo, um acumulador de canas, um sensor que faz o pedido por mais canas para o acumulador e um sensor que para de pedir canas. Logo, o princípio de funcionamento é que um sensor aciona o comando de pedido de cana e ela vai ser preenchida pelo produto e vai ser transportada até a serra, onde deixará o produto e voltará para o lugar de início que é denominado acumulador de canas.

3.2 Identificação do problema

O problema foi escolhido baseado nas diretrizes gerais da empresa que buscava o aumento da disponibilidade do equipamento, se ocorre alguma falha, impacta diretamente na produção por ser um local imprescindível na linha e a parada gera "não entrega", reprocesso (produto que vai ser retrabalhado) e varredura (produto que vai ser descartado). E por ser um local fechado, o colaborador corre risco de segurança ao liberar a linha. Além disso gerando um desperdício de homem hora, já que ele deve ficar monitorando o equipamento a todo o momento devido ao grande número de paradas.

Sendo assim o trabalho foi iniciado com o levantamento do histórico de ocorrência do problema do equipamento Y na linha X que pode ser visualizado na figura 5. O levantamento foi realizado no mês de agosto dentro da base de dados do equipamento e para isso foi escolhido o período de fevereiro a julho de 2017 para ser analisado.

Figura 5 - Levantamento do histórico de ocorrência do problema



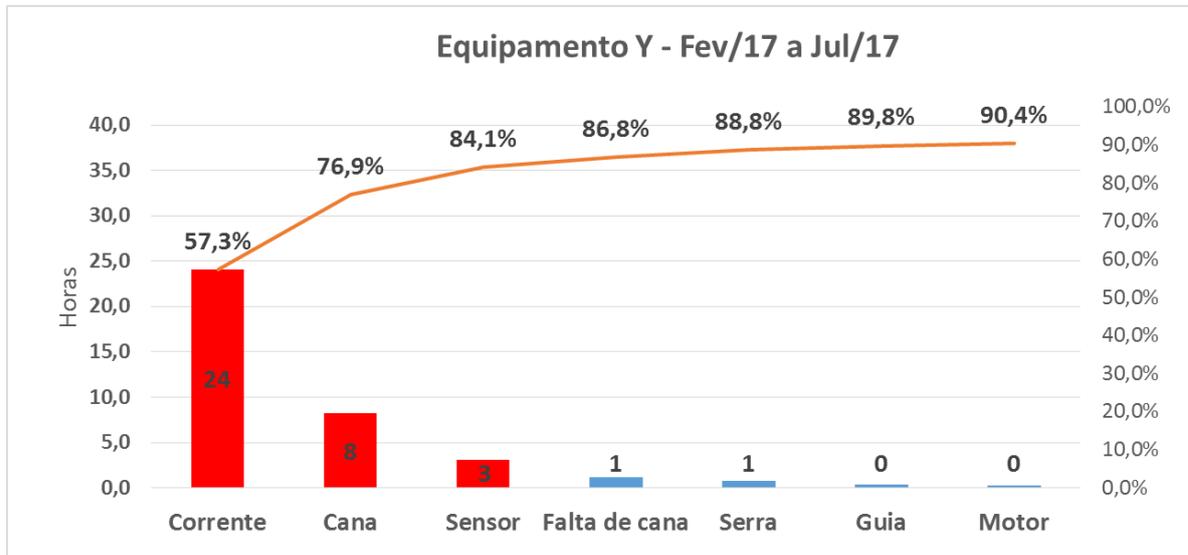
Fonte: A Autora (2017)

Dentro desses seis meses escolhidos para análise da indisponibilidade do equipamento foi visto que o mês de maio destoa muito dos outros meses sendo assim desconsiderado para o cálculo da média, pois o resultado do mês foi entendido como uma anomalia através do conhecimento empírico do processo. É necessário se fazer uma média desses meses para que a partir dela a meta seja definida já que precisamos comparar posteriormente se o trabalho foi efetivo.

3.3 Estratificação e definição da meta

Após a identificação do problema já se sabe como ele afeta o processo e as pessoas envolvidas com o equipamento. O próximo passo é fazer a estratificação para encontrar o foco do problema de modo claro e que ajude a representar os problemas enfrentados de modo mais específico. Seguindo o conceito de Pareto (item 2.3.3) foram escolhidas como focos as paradas relacionadas com corrente, cana e sensor que representam 84,1% da perda visto na figura 6.

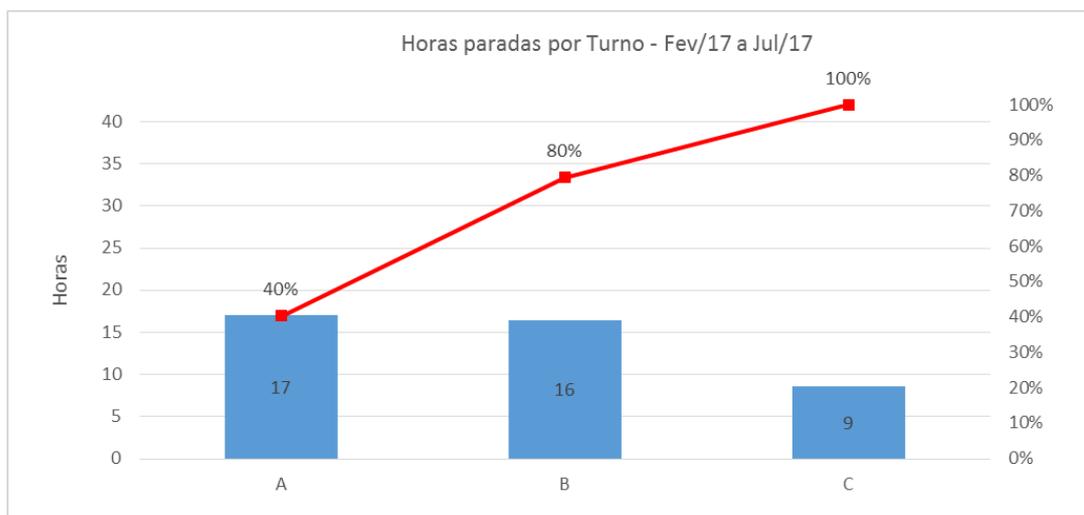
Figura 6 - Estratificação do problema



Fonte: A Autora (2017)

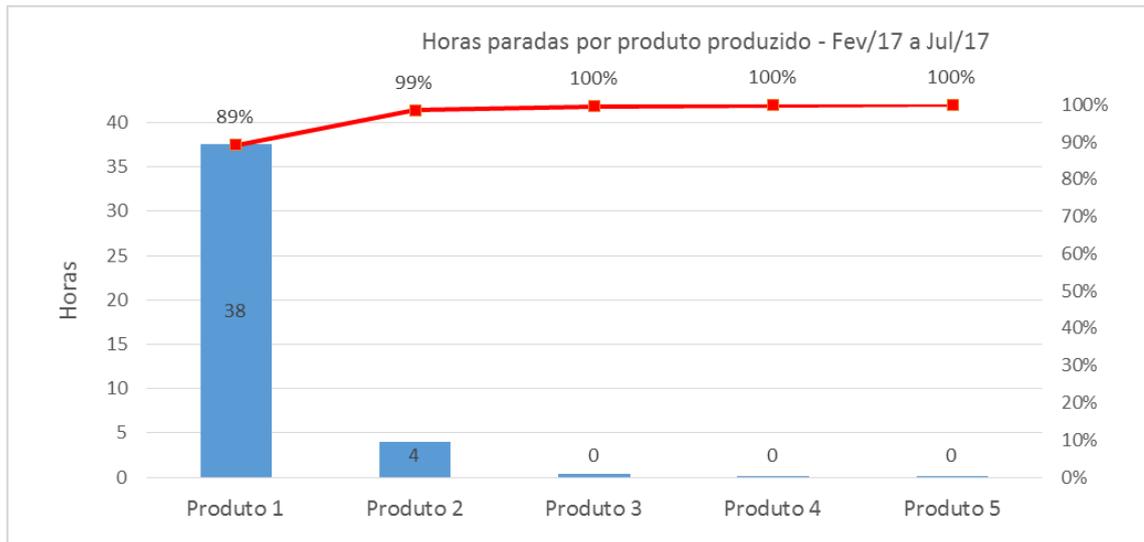
Na hora de fazer a estratificação do problema deve ser levado em conta várias situações de modo a oferecer o maior conhecimento do problema possível. No caso estudado, foram realizados mais dois tipos de estratificação além do que foi escolhido para o foco do nosso problema (turno e produto), porém essas estratificações mostraram que não tinham efeito no problema, por isso foram descartadas da análise do foco do problema, como mostram as figuras 7 e 8. Vale ressaltar que o turno A vai de 5 da manhã as 13 horas e o turno B vai de 13 horas as 21 horas e o turno C de 21h as 5 da manhã.

Figura 7 - Estratificação por Turno



Fonte: A Autora (2017)

Figura 8 - Estratificação por produto produzido

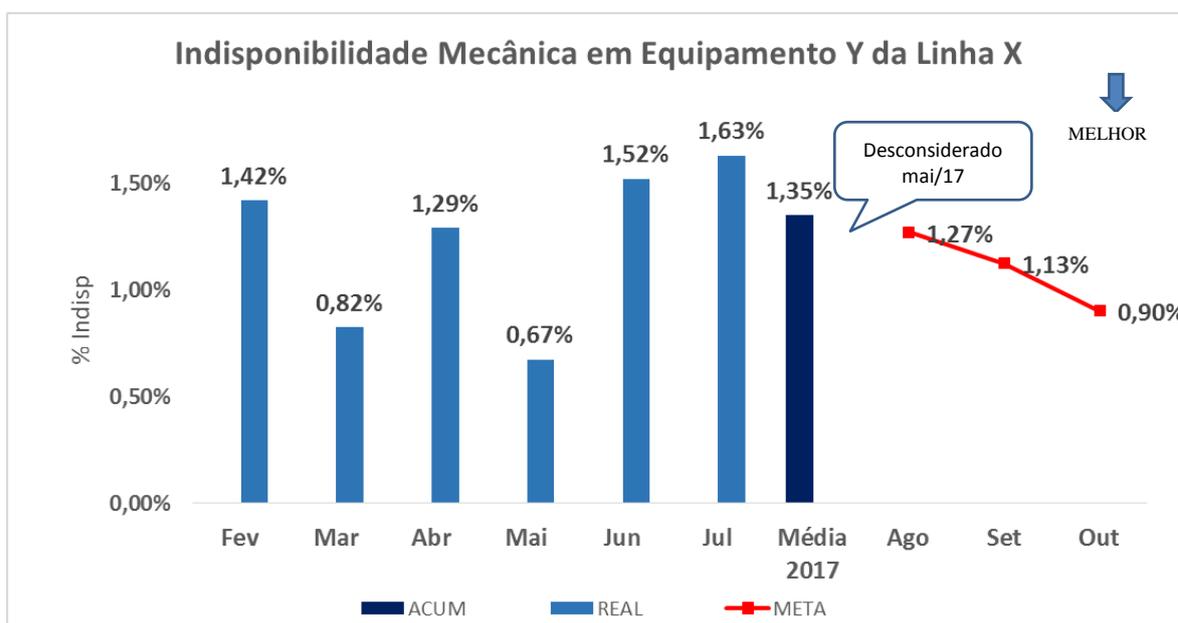


Fonte: A Autora (2017)

Na figura 7 pode-se ver que não existe influência de turnos devido a proximidade dos resultados entre os turnos A e B, o conhecimento empírico de que o produto tem menos horas no turno C devido a limpezas também explica a diferença entre ele e os turnos A e B, mostrando que o problema deve ser analisado nos três turnos e não apenas em um específico. Na figura 8, baseado no que se conhecia da linha sabia-se que a mesma funcionava basicamente com o produto 1, logo o resultado se encontra dentro do esperado com o produto 1 tendo o maior impacto.

Após realizar a identificação do problema e estratifica-lo chega a etapa de definição de meta e para o caso estudado a meta foi definida como: Reduzir a indisponibilidade mecânica no equipamento Y da Linha X de 1,35 % para 0,90 %, até outubro de 2017 (redução de 33%). Representação de gráfico de meta na figura 9. Essa meta de 33% foi baseada em cases de sucesso que seguiram esse valor e também pelo fato de o problema ter um grau de dificuldade alto de resolução. Valor definido pelo especialista da linha.

Figura 9 - Meta



Fonte: A Autora (2017)

Foi definida uma meta gradual visto que as ações são implementadas de modo também gradual. Para que se tenham expectativas reais, sendo no primeiro mês 6%, no segundo 16% e no terceiro 33%.

3.4 *Brainstorming*, diagrama de causa e efeito, plano de ação

Agora que foram escolhidos três tipos de paradas como foco (corrente, cana e sensor) se faz necessário realizar três *Brainstormings*, um para cada parada, com o objetivo de encontrar a causa raiz dos problemas. Nesses *Brainstormings* serão levantadas todas as possíveis causas de cada problema e dentro dessas causas é preciso escolher as mais prováveis (primárias) e a partir delas aplicar uma ferramenta da qualidade que possa identificar a causa raiz, como o diagrama de causa e efeito.

Para esse momento o ideal é chamar todas as pessoas que podem agregar valor ao seu trabalho com opiniões distintas, diferentes pontos de vista. Nesse estudo a reunião foi realizada com a participação de: mecânico, eletricista, operador da máquina, estagiário, supervisor de linha e um especialista. As ideias levantadas como causa do problema devem ser anotadas e não devem ser questionadas no momento da tempestade, pois isso pode inibir os participantes. O momento de avaliar a relevância da causa a ponto dela ser escolhida como

causa primária vem depois que todos já deram sua opinião sobre o que pode estar causando o problema. Durante a reunião devem ser escolhidas as causas primárias que não se repetem direta ou indiretamente e as mais próximas do que pode ser uma causa raiz.

Figura 10 - *Brainstorming* corrente, cana e sensor respectivamente.

Relação de causas que podem estar provocando o problema		Marque um X nas causas primárias
1	Correntes de transporte sujas	
2	Lubrificação das correntes de transporte ineficiente	X
3	Corrente folgada	X
4	Ajuste errado na pressão de ar	
5	Não ter inspeção na mangueira de ar	

Relação de causas que podem estar provocando o problema		Marque um X nas causas primárias
1	Cana torta decorrente do início de produção	
2	Cana entrando desalinhada no acumulador de varas	X
3	Cana presa na estendedeira	X
4	Engrenagem fora de sincronismo na subida do elevador	

Relação de causas que podem estar provocando o problema		Marque um X nas causas primárias
1	Demora na pedida de canas	X
2	Cana presa no sensor	
3	sensor fora de especificação	

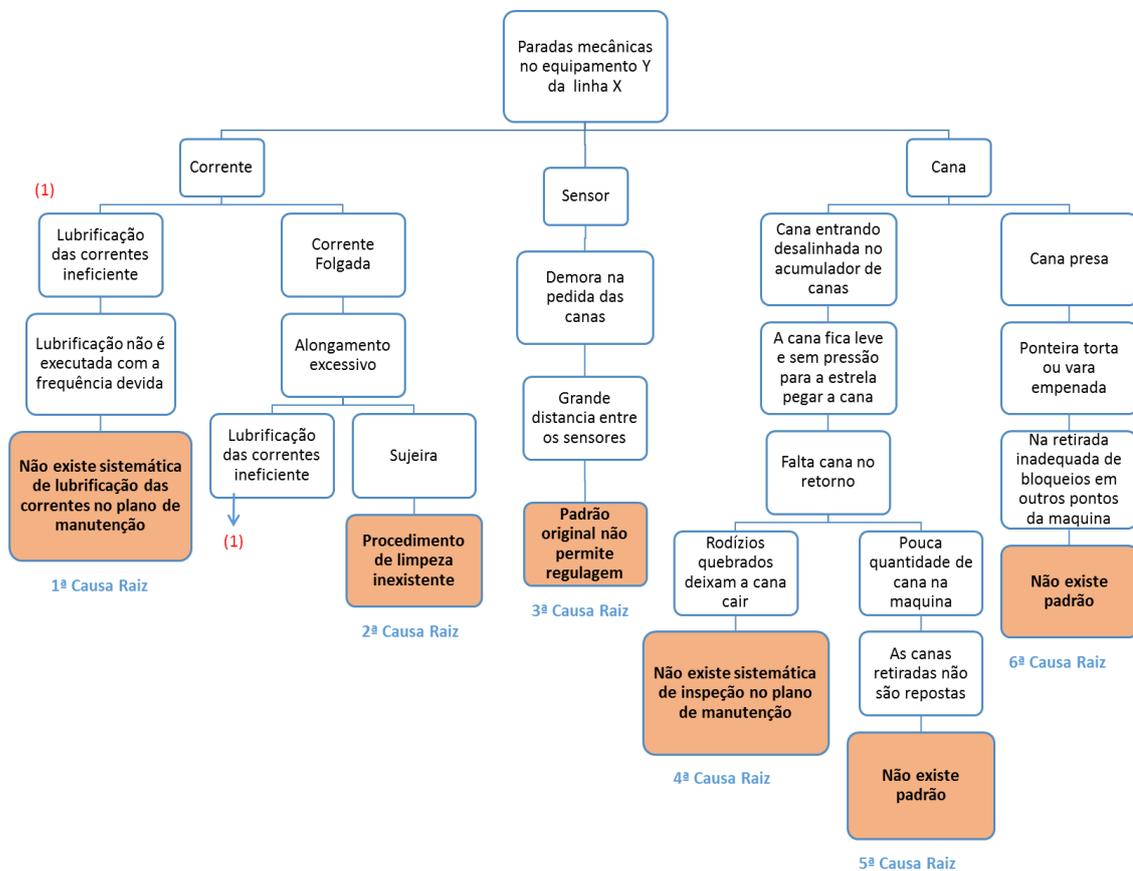
Fonte: A Autora (2017)

Pode-se ver na figura 10 que para o tópico “corrente” identificou-se dois elementos que valem a pena de se fazer uma análise de causa raiz sendo eles: “Corrente folgada” e

“Lubrificação das correntes de transporte ineficiente”. Já para o tópico “cana” encontrou-se mais duas: “Cana entrando desalinhada no acumulador de varas” e “Cana presa na estendedeira”. Por fim, em “sensor” apenas mais uma: “Demora na pedida de canas”.

Para a fase da causa e efeito foi escolhido um diagrama de árvore para facilitar a visualização e análise dos porquês dos três problemas priorizados na estratificação e assim chegar ao objetivo de encontrar a causa raiz.

Figura 11 - Análise de causa raiz



Fonte: A Autora (2017)

Foram encontradas seis causas raízes, logo, para chegar ao resultado esperado colocado na meta anteriormente deve-se elaborar um plano de ação que possa combater essas causas. A causa raiz 1 e 2 veio das causas primárias referentes a corrente e são elas: “Procedimento de limpeza inexistente” e “Não existe sistemática de lubrificação das correntes”. A causa raiz 3 veio da causa primária referente a sensor, sendo ela: “Padrão

original não permite regulagem”. As causas raízes 4, 5 e 6 partiram das causas primárias de cana, sendo elas: “ Não existe padrão na retirada de bloqueios”, “ Não existe padrão na reposição de canas na máquina” e “ Não existe sistemática no plano de manutenção”.

Agora que as causas raízes foram definidas pode-se elaborar um plano de ações para sanar essas causas encontradas, como mostrado na tabela 1. É importante reforçar que no momento da construção do plano sejam definidas de maneira clara as pessoas responsáveis por cada ação e os seus respectivos prazos de modo a garantir que sejam cumpridas e o trabalho consiga alcançar os objetivos estabelecidos.

Tabela 1 - Plano de Ação

Nº	Causas Raízes	Ações de bloqueio	Responsável	Prazo		Cronograma					Status
						26/9	16/10	23/10	30/10	8/11	
1	Causa raiz 1: Não existe sistemática de lubrificação das correntes no plano de lubrificação	1.1 Revisar o plano adicionando a lubrificação das correntes. 1.2 Capacitar equipe através de treinamento.	1.1 Planejador de manutenção 1.2 Técnico de lubrificação	23/out	Previsto		P	P			OK
					Realizado		C	C			
2	Causa raiz 2: Procedimento de limpeza inexistente	Criar e implantar procedimento de limpeza das correntes	Técnico de lubrificação	16/out	Previsto		P				OK
					Realizado		C				
3	Causa raiz 3: Padrão original não permite regulagem	Instalar uma peça que possibilite a regulagem dos sensores	Mecânico	26/set	Previsto	P					OK
					Realizado	C					
4	Causa raiz 4: Não existe sistemática de inspeção no plano de manutenção.	Revisar o plano inserindo a inspeção das roldanas da corrente de retorno de canas.	Planejador de manutenção	23/out	Previsto			P			OK
					Realizado			C			
5	Causa raiz 5: Não existe padrão	5.1 Retreinar rotina que garanta a integridade e a quantidade de canas na maquina 5.2 Capacitar equipe através de treinamento.	Estagiário	08/nov	Previsto					P	OK
					Realizado					C	
6	Causa raiz 6: Não existe padrão	6.1 Criar treinamento de retirada de bloqueios para minimizar os efeitos negativos na cana 6.2 Capacitar equipe através de treinamento.	Operador	08/nov	Previsto				P	P	OK
					Realizado				C	C	

Fonte: A Autora (2017)

No plano de ação foram geradas ao todo 9 ações, sendo 3 (ações 1.2, 5.2 e 5.3) referentes a capacitação da equipe de modo a garantir que os procedimentos definidos sejam respeitados. Teve-se 2 ações (ações 1.1 e 4) de criação de plano preventivo para que os equipamentos não voltem a ultrapassar sua vida útil. Também 3 ações (ações 2, 5.1 e 6.1) de criação de instruções para que se tenha um material base de treinamento para o time operacional com ações subsequentes visando o treinamento dos mesmos. Por fim, uma ação (3) de melhoria do equipamento com a instalação de uma peça de regulagem visando a erradicação do problema associado.

Após elaborar o plano de ação chega-se ao fim a etapa planejar do PDCA, sendo seguida pela execução das ações, que é etapa “DO” do método. Onde o foco é cumprir os

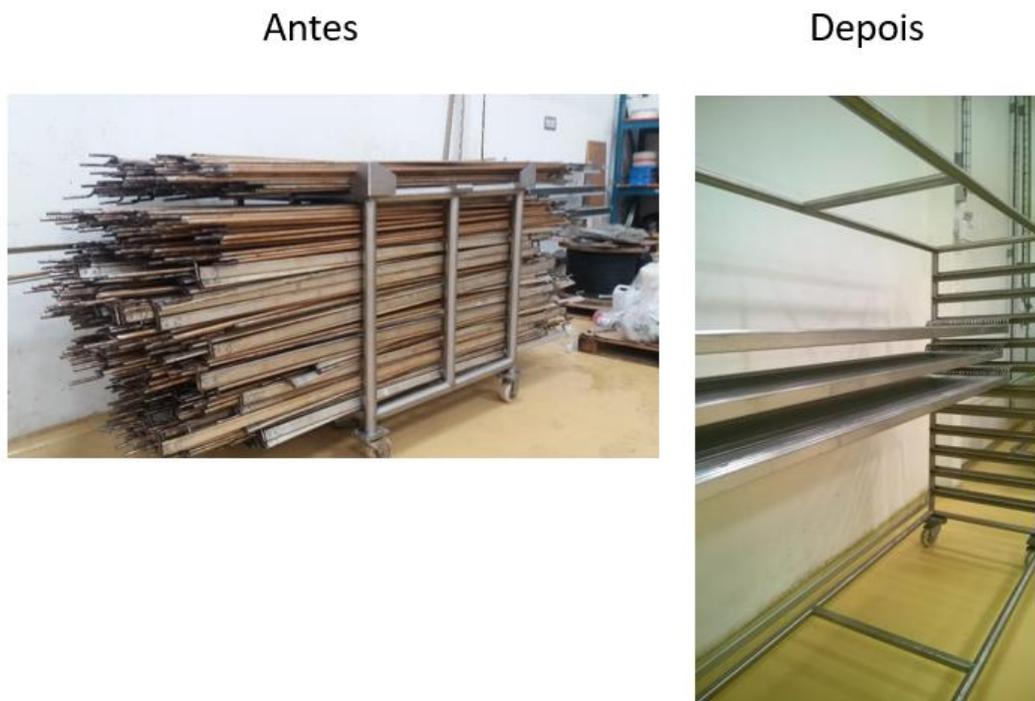
prazos pré-estabelecidos para que depois no “*CHECK*” possamos conferir se as nossas ações realmente foram efetivas e conseguimos atingir as metas definidas.

4 RESULTADOS

Após a realização de todas as ações de bloqueio para todas as causas raízes é visto que a meta foi atingida e superada, foram reduzidos 63,33% em outubro e 96,98% em novembro em relação à média, figura 16. Conseguindo quase eliminar as paradas no equipamento e assim aumentar a disponibilidade do mesmo. Agora é hora de padronizar as ações que tiveram bons resultados para que os problemas não voltem mais a acontecer, mantendo o bom resultado ao longo dos meses que estão por vir.

Como resultado na parte de limpeza, organização e integridade das canas referente a causa raiz 5 pode se ver na figura 12 o efeito das ações realizadas. Antes o armazenamento inadequado prejudicava a integridade das canas e elas não eram guardadas já limpas. Depois as canas já são armazenadas limpas e dispostas em um cavalete próprio para elas.

Figura 12 - Antes e depois da organização das canas



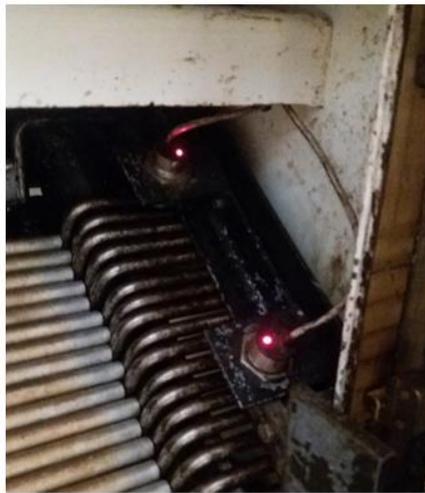
Fonte: A Autora (2017)

Uma ação muito importante foi a referente a causa raiz 3 (padrão original não permite regulagem) que possibilitou a movimentação do sensor através da peça instalada e assim o

melhor desempenho na área onde as canas ficam acumuladas. Na peça também foi realizada uma ação de padronização que consistiu em marcar o ponto de melhor desempenho com uma tinta amarela que pode ser vista na figura 13.

Figura 13 - Antes e depois do sensor

Antes



Depois



Fonte: A Autora (2017)

Após a realização das ações representadas nas figuras 12 e 13 foi identificada uma melhora significativa no posicionamento das canas que resultou numa melhor funcionalidade do equipamento, de modo que antes a cana passava inclinada e depois ela conseguiu passar de forma uniforme, com as duas pontas ao mesmo tempo. Pode ser visto na figura 14.

Figura 14 - Antes e depois posicionamento das canas

Antes



Depois



Fonte: A Autora (2017)

Com relação a causa raiz 1 (não existe sistemática de lubrificação das correntes no plano de lubrificação), que se refere a lubrificação das correntes e componentes foi realizado um trabalho que mapeou e sinalizou os componentes que precisavam ser lubrificados e nessas etiquetas sinalizadoras continham o tipo de lubrificante necessário para aquele local específico. Toda ajuda visual facilita no dia a dia e também como padronização da atividade pois o erro de lubrificar com o tipo errado de fluido diminui consideravelmente. Visto na figura 15.

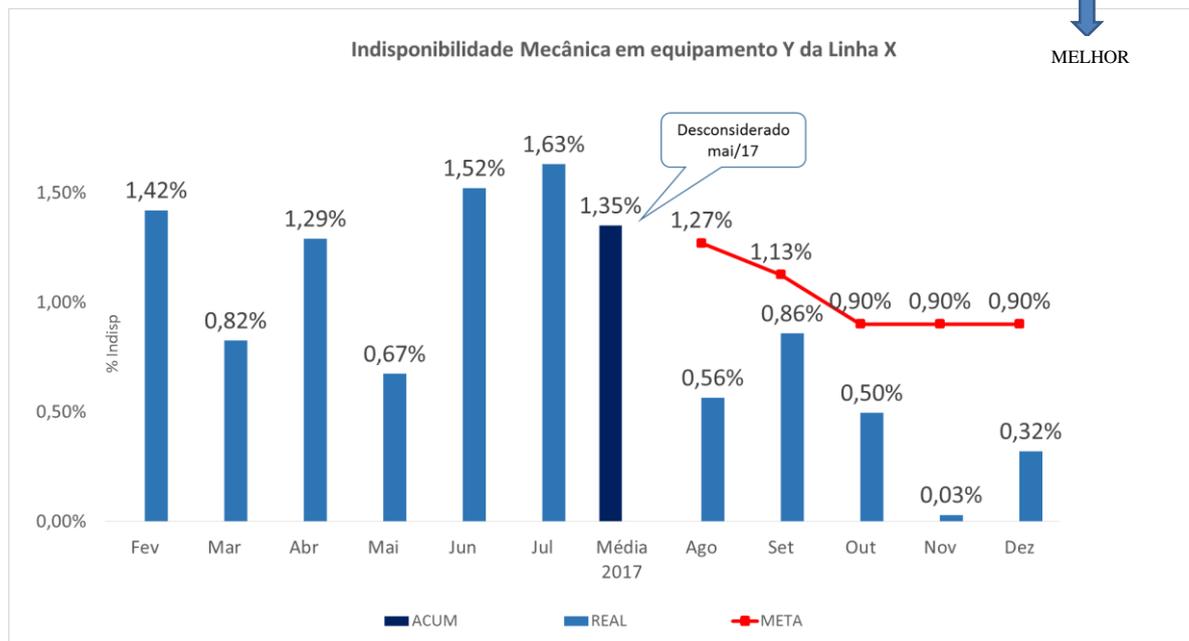
Figura 15 - Etiquetas de lubrificação



Fonte: A Autora (2017)

Analisando os números é possível perceber pela figura 16 que tivemos o melhor resultado em novembro de 2017 com apenas 0,03% de indisponibilidade no equipamento Y da linha X e o pior mês em setembro de 2017 com 0,86%, visto que as melhorias ainda estavam sendo implementadas pelo time. Mas mesmo no pior mês ficou-se bem abaixo da média pré-trabalho de 1,35% mostrando a efetividade das ações realizadas.

Figura 16 - Gráfico de Resultado 2017



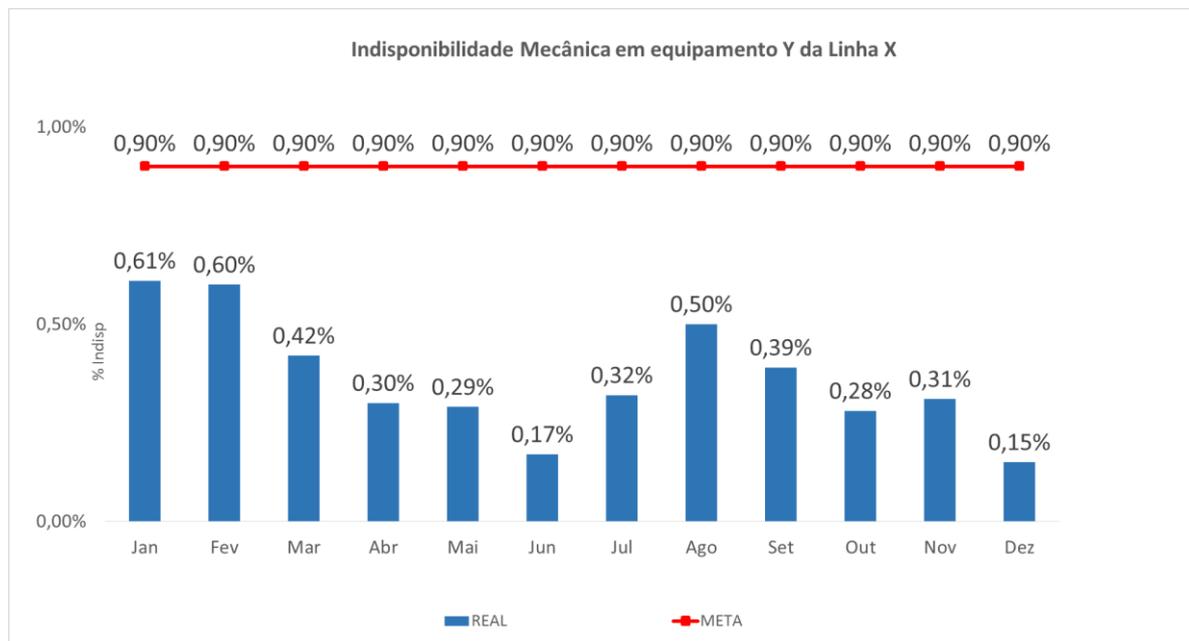
Fonte: A Autora (2017)

Seguindo o acompanhamento do trabalho realizado foi-se levantando os resultados mês a mês de 2018 onde podemos perceber que realmente aconteceu uma melhoria visto que ela se mostrou duradoura e eficaz, figura 17. Como mostrado na figura 17 em todos os meses de 2018 permaneceu-se abaixo da meta de 0,9% sendo o melhor mês dezembro de 2018 com 0,15% e o pior mês janeiro de 2018 com 0,61%, devido principalmente a verificação da necessidade de implementação de novas ações de padronização em janeiro e fevereiro que trouxe resultados já em março com 0,42%.

O fato acima relatado demonstra a importância de se padronizar as ações desenvolvidas e acompanhar os resultados mesmo após o período de trabalho ter acabado. Graças a esse comportamento a média em 2018 foi de 0,36%, ou seja, quase um terço da meta estipulada reforçando o bom resultado obtido no trabalho.

Um exemplo de padronização utilizada foi uma marcação no suporte do sensor para que ele fique no ponto de melhor resultado, um mecanismo a prova de erro para que o problema não volte a acontecer. Em conjunto com a padronização ressaltamos a capacitação da equipe através de treinamentos e revisão dos planos de manutenção.

Figura 17 - Gráfico de Resultado 2018

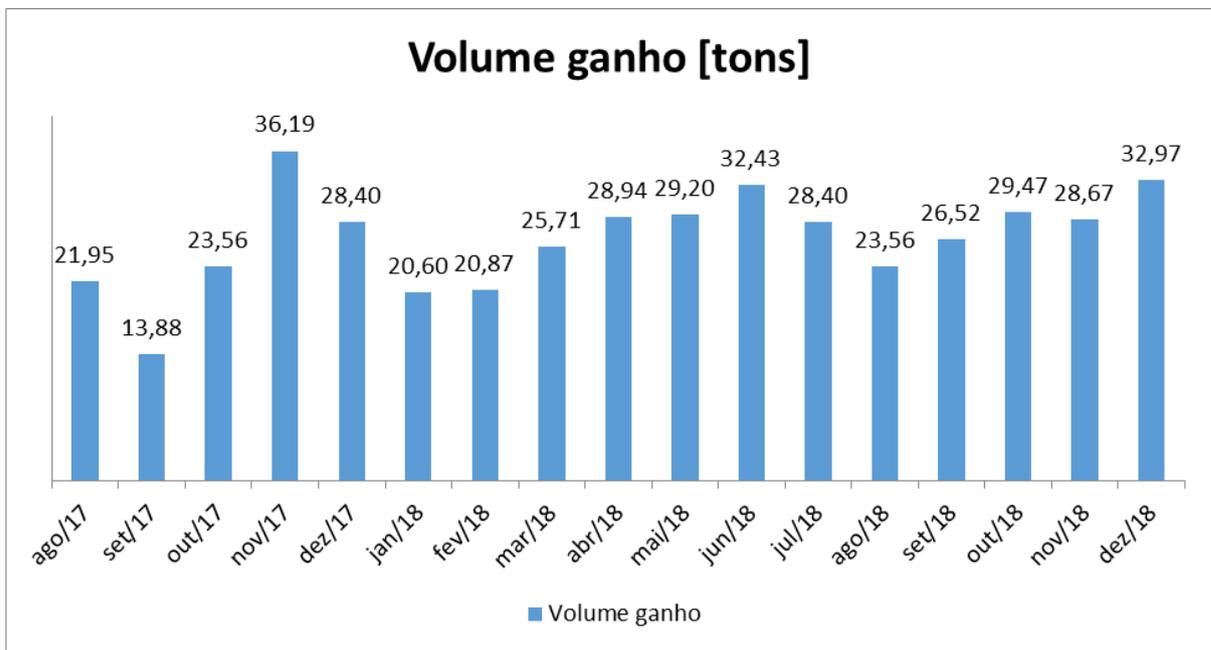


Fonte: A Autora (2018)

Trazendo esse resultado para números de volume, levando em consideração que a linha possui uma capacidade de produção de 4 tons/h e que o mês possui 28 dias, visto que a mesma para 2 vezes ao mês para limpar, a mesma devia produzir sem parar com 100% de disponibilidade 2.688 tons. Levando em consideração o impacto médio antes do trabalho de 1,35% a linha deixava de produzir em média 37 tons por mês por paradas no equipamento “Y”.

Em 2018, portanto, perdia-se em volume uma média de 9,7 tons ao mês. Logo nosso ganho foi de em média 27,3 tons por mês a mais produzidos. Pode-se ver na figura 18 o quanto se produziu a mais em relação a média pré-trabalho de 37 tons perdidos.

Figura 18 - Gráfico de Resultado de Volume a mais produzido



Fonte: A Autora (2017)

Por fim, para concluir o projeto e as fases finais do PDCA foram analisados se existiam problemas remanescentes e foi visto que as paradas do equipamento Y que ainda ocorriam eram inerentes ao processo. Com o desenvolvimento do trabalho foi obtido uma economia financeira de aproximadamente 550 mil reais/ano, maior produtividade, aumento no conhecimento do processo, redução de esforço operacional e maior segurança, visto que os operadores precisavam intervir consideravelmente menos com o equipamento. Logo, pontos positivos tanto para a empresa quanto para os operadores da máquina.

5 CONCLUSÃO

Através desse trabalho foi possível ver que o método PDCA foi imprescindível para reduzir as perdas e com isso aumentar a disponibilidade do equipamento Y. O método permitiu que os participantes obtivessem cada vez mais conhecimento sobre sua linha de produção além de mostrar que persistência e trabalho em grupo são essenciais.

A metodologia deve ser seguida a risca, sem pular etapas ou assumir que já se conhece a solução para o problema. As pessoas devem estar engajadas no projeto para que o resultado seja gratificante ou serão encontradas dificuldades para o andamento do projeto.

Além dos benefícios para o processo e para as pessoas que trabalham diariamente na linha de produção, visto que a diminuição das ocorrências de paradas gerou menos esforço para o operador também temos o benefício econômico que é um dos principais objetivos para a empresa implantar o método. A empresa precisa buscar sempre a melhoria contínua para aprimorar seus produtos e ser mais competitiva no mercado e o PDCA é um modo incrível e recomendado para isso.

Ao passo que o projeto vai caminhando as pessoas envolvidas vão ganhando conhecimento das ferramentas e sendo mais críticas mesmo após o projeto, já que a ideia de sempre buscar a melhoria contínua tanto no trabalho quanto na vida se faz presente a todo o momento.

Uma das limitações do trabalho foi o equipamento analisado não ter sido o gargalo da linha e sim um equipamento da terceira voz do gráfico de Pareto, ficando como proposta para trabalhos futuros aplicar o PDCA na primeira voz do Pareto e mostrar a importância do equipamento. Outra limitação seria na figura 7 onde é comentado no texto sobre anomalias no gráfico, não foi realizado um estudo estatístico, também ficando como sugestão para trabalhos futuros. Por fim, também fica como sugestão para outros trabalhos fazer um estudo não só da disponibilidade, mas também dos outros indicies que compõem a eficiência operacional (OEE).

REFERÊNCIAS

AGUIAR, S. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa seis sigma**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

ANDRADE, F. F. D. **O método de melhorias PDCA**. 2003. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

AZIZI, A. Evaluation improvement of production productivity performance using statistical process control, overall equipment efficiency, and autonomous maintenance. **Procedia Manufacturing**, v. 2, p. 186-190, 2015.

BESSANT, J. . C. S. . G. J. . H. R. . & W. S. Rediscovering continuous improvement.. **Technovation**, v. 14, n. 1, 1994.

BEZERRA, F. **Ciclo PDCA - do conceito à aplicação**. Portal Administração, 2014. Disponível em: <http://www.portal-administracao.com/2014/08/ciclo-pdca-conceito-e-aplicacao.html>. Acesso em: 18 nov. 2018.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia**. 8. ed. Nova Lima, MG: INDG, 2004.

CHAVES, N. M. D. **Caderno de campo das equipes de melhoria contínua**. Nova Lima: INDG Tecnologia, 2005. n. 1

SINDUSCON (SÃO PAULO). **Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras**. São Paulo: CTE; CDTDE, 1994.

FURUKITA, A. C. **Aplicação do ciclo PDCA para redução do desperdício de embalagens de papelão: estudo de caso em uma indústria alimentícia**. 2017. TCC (Graduação), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

GILMORE, H. L. Continuous incremental improvement: an operations strategy for higher quality, lower costs, and global competitiveness. **SAM Advanced Management Journal**, p. 21, 1990.

GUIMARÃES, J. C. F. D. et al. Inovação no processo e melhoria contínua em uma indústria de plásticos do pólo moveleiro da Serra Gaúcha. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, v. 8, n. 1, p. 34-43, 2013.

MARSHALL, I. J. et al. **Gestão da qualidade**. 10. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2010.

MARTINS, M. P. et al. Aplicação das ferramentas da qualidade e do ciclo PDCA em uma empresa do setor têxtil. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 37, 2017, Joinville. **Anais** [...]. Joinville: ENEGEP, 2017.

MATA-LIMA, H. **Aplicação de ferramentas da gestão da qualidade e ambiente na resolução de problemas**. Apontamentos da Disciplina de Sustentabilidade e Impactes Ambientais. Portugal: Universidade da Madeira, 2007.

MEIRELES, M. **Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas**. 1. ed. São Paulo: Arte e Ciência, 2001. (Série Excelência Empresarial, v. 2).

PALADINI. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. 3. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2012.

PEREIRA, F. M. **Empreendedorismo e inovação em computação**. Itapetinga, BA: UESB, 2013. (Plano de negócios, 04).

QUIARATO, M. A.; LIMA, A. C. D.; FUZETO, A. P. Implantação do sistema de gestão PDCA em instituição beneficente. **Revista Fafibe On-Line**, Bebedouro SP, v. 10, n. 1, p. 204-222, 2017.

SOUZA, R. D.; ABIKO, A. **Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte**. 1997. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Werkema Editora Ltda, 2006.