

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Bruna Aparecida Rodrigues da Silva Monteiro

Ivan Gustavo Ferreira Mendrot

**Aplicação do Método PDCA na Calibração de
Equipamento na Produção**

Taubaté - SP

2019

Bruna Aparecida Rodrigues da Silva Monteiro
Ivan Gustavo Ferreira Mendrot

Aplicação do Método PDCA na Calibração de Equipamento na Produção

Trabalho de Graduação apresentado para
obtenção do Certificado de Graduação do curso
de Engenharia de Produção Mecânica do
Departamento de Engenharia Mecânica da
Universidade de Taubaté.

Orientadora: Prof^ª Me. Maria Regina Hidalgo de
Oliveira Lindgren

Coorientador: Prof. Me. Paulo Cesar Corrêa
Lindgren

Taubaté – SP
2019

SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU

M775a Monteiro, Bruna Aparecida Rodrigues da Silva
Aplicação do método PDCA na calibração de equipamento na produção /
Bruna Aparecida Rodrigues da Silva Monteiro, Ivan Gustavo Ferreira
Mendrot. – 2019.
41 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de
Engenharia Mecânica e Elétrica, 2019.

Orientação: Profa. Ma. Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren,
Departamento de Engenharia Mecânica.

Coorientação: Prof. Me. Paulo Cesar Corrêa Lindgren, Departamento de
Engenharia Mecânica.

1. Qualidade. 2. PDCA. 3. Metrologia. I. Mendrot, Ivan Gustavo
Ferreira. II. Graduação em Engenharia de Produção Mecânica. III. Título.

CDD – 658.5

Ficha catalográfica elaborada por Shirlei Righeti – CRB-8/6995

Ivan Gustavo Ferreira Mendrot
Bruna Aparecida Rodrigues da Silva Monteiro

Aplicação do Método PDCA na Calibração de Equipamento na Produção

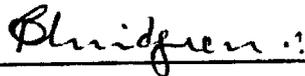
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO APROVADO COMO PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE "GRADUADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO COORDENADOR DE CURSO DE GRADUAÇÃO DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA



Prof. Fabio Henrique Fonseca Santejani
Coordenador de Trabalho de Graduação

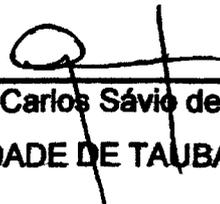
BANCA EXAMINADORA:



Prof.^a. Me. Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ



Prof. Me Paulo Cesar Corrêa Lindgren
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ



Prof. Me. José Carlos Sávio de Souza
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

04 de Dezembro de 2019

Dedicamos este trabalho a Deus e aos nossos pais e familiares que sempre nos apóiam em nossas decisões.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradecemos a Deus por ter nos concedido a oportunidade de abraçar mais esta vitória em nossas vidas e nossos pais que sempre acreditaram para tornar este sonho possível.

À Universidade de Taubaté – UNITAU, que ofereceu um excelente ambiente educacional com profissionais qualificados.

Agradecemos aos nossos queridos professores, em especial à nossa orientadora, professora Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren e ao nosso coorientador, professor Paulo Cesar Corrêa Lindgren.

“Que todos os nossos esforços estejam sempre focados no desafio à impossibilidade. Todas as grandes conquistas humanas vieram daquilo que parecia impossível.”

(CHARLES CHAPLIN)

RESUMO

As organizações brasileiras vêm buscando mecanismos de avaliação de suas gestões que efetivamente consigam ser utilizados como instrumentos de melhoria, fazendo uso de diversas ferramentas nem sempre eficazes. Há à disposição dessas organizações um importante instrumento, o ciclo PDCA, que traduz de forma simples e segura as etapas de preparação e execução de atividades predeterminadas, para atingir o sucesso no aprimoramento ou implantação de um processo qualquer. Dentro da metrologia não é diferente, pois consiste em estabelecer um plano de calibração, que pode ser um cronograma, um gráfico ou um conjunto de padrões subdivididos em: Definir a meta e objetivo dos itens à serem calibrados, padronizar o método necessário para execução, executar as tarefas exatamente como previstas na fase anterior, verificar e controlar os resultados obtidos, e por fim, consolidar e agir sobre os resultados obtidos. Por este motivo, a ferramenta apresentada aqui deve ser vista como um processo contínuo em busca da qualidade máxima requerida por um procedimento ou produto. Afinal, o foco principal do Ciclo PDCA na metrologia é a melhoria contínua de um produto ou processo.

Palavras-chave: Qualidade. PDCA. Metrologia.

ABSTRACT

Brazilian organizations have been seeking mechanisms for evaluating their management that can effectively be used as improvement tools, making use of various tools that are not always effective. These organizations have at their disposal an important instrument, the PDCA cycle, which simply and safely translates the stages of preparation and execution of predetermined activities to achieve success in improving or implementing any process. Within metrology is no different, as it consists in establishing a calibration plan, which can be a schedule, chart or set of standards subdivided into: Define the goal and objective of the items to be calibrated, standardize the method required for execution, perform the tasks exactly as predicted in the previous phase, verify and control the results obtained, and finally consolidate and act on the results obtained. For this reason, the tool presented here should be viewed as a continuous process in pursuit of the maximum quality required by a procedure or product. After all, the PDCA Cycle's main focus on metrology is the continuous improvement of a product or process.

Keywords: Quality. PDCA. Metrology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mudança Estratégica para controle de qualidade	21
Figura 2 - Ciclo PDCA	24
Figura 3 – Instrumentos de medição	38
Figura 4 - Situações relevantes para diferentes estratégias de pesquisas	30
Figura 5 - Etapas do Ciclo PDCA	32
Figura 6 - Gráfico mensal de atividades de calibração na empresa Alfa.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONMETRO	Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
PDCA	Plan, Do, Check, Act (Planejar, Executar, Verificar e Executar)
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	13
1.1.1	Objetivo Geral.....	13
1.1.2	Objetivos Específicos	13
1.2	DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	14
1.3	RELEVÂNCIA DO ESTUDO	14
1.4	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	PRODUÇÃO	15
2.1.1	Desenvolvimento da produção na história	15
2.1.2	Administração da produção.....	17
2.1.3	Programação e estratégia da produção	17
2.2	QUALIDADE	18
2.2.1	<i>Lean Manufacturing</i>	19
2.2.2	Importância da qualidade na produção	20
2.2.3	Confiabilidade	22
2.2.4	Pilares da gestão da qualidade na produção.....	22
2.2.5	Ferramentas de gestão da qualidade	23
2.3	PDCA	23
2.3.1	<i>Plan</i>	25
2.3.2	<i>Do</i>	25
2.3.3	<i>Check</i>	26
2.3.4	<i>Act</i>	26
2.4	METROLOGIA.....	27
3	METODOLOGIA	29
3.1	ÁREA DE REALIZAÇÃO	30
4	DESENVOLVIMENTO	31
4.1	EMPRESA ALFA	31
4.2	SITUAÇÃO PROBLEMA	31
4.3	PROCESSO DE SOLUÇÃO.....	32
4.3.1	Fase P	32
4.3.2	Fase D.....	33
4.3.3	Fase C	34

	4.3.4 Fase A	34
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

O gerenciamento, nos tempos atuais tornou-se um fator principal de competitividade entre as organizações no mundo inteiro, visto que existe uma necessidade de melhorias no setor produtivo a cada dia.

O PDCA tem um grande potencial em sua aplicação com sistemas de gestão de qualidade nos setores produtivos. Para uma boa estratégia de implementação, é necessário uma análise crítica de dificuldades e vantagens do PDCA.

O método PDCA, que tem como significado P (*Plan*) planejar, D (*Do*) executar, C (*Check*) verificar e A (*Act*) gerar ações, é uma ferramenta que foi desenvolvida para orientar uma sequência de atividade, que visa gerenciar um processo ou serviço de uma organização.

A partir de modelos com autores principais como Taylor e Fayol e outros autores importantes, confirmam a necessidade de um planejamento e controle mais eficaz nos processos de uma empresa.

Para Taylor, a administração é orientada por quatro princípios que são os princípios de planejamento, que substitui a improvisação, o de preparo, melhor preparo de mão de obra e equipamentos com condições para produzir, princípio do controle, que busca verificar se tudo está de acordo com o planejado e princípio da execução onde cada setor ou departamento tem suas responsabilidades, para executar um trabalho de uma forma organizada.

A qualidade hoje é fundamental no crescimento de uma empresa, o caminho para chegar ao sucesso é o monitoramento e o método de gestão. A motivação inicial deste estudo foi à vivência prática com o tema em questão que é largamente utilizado em muitas empresas que proporcionaram a percepção da importância e eficácia desta prática nas empresas, além da utilização futura dos conhecimentos adquiridos com o tema.

As ferramentas utilizadas na metrologia são responsáveis por prover medições corretas nos produtos, controlando e monitorando o processo produtivo em todas as fases de produção. A Qualidade não pode ser dissociada da Metrologia, pois as especificações dos projetos, dadas por normas, são controladas por instrumentos e sistemas de medições que tenham sua capacidade de medição. Nestas condições, as especificações das características dos produtos estarão sendo medidas

corretamente. Caso as variáveis estejam fora dos parâmetros de fabricação do produto, a metrologia interage com o processo produtivo, agindo na sua correção e melhoria contínua, com um autêntico ciclo PDCA (Planejar, Executar, Controlar e Executar).

A Metrologia e a Qualidade estão intimamente ligadas à produtividade. Quando são medidas características de produtos corretamente, ou quando realizado uma ação corretiva em processos, a empresa estará melhorando seu índice de produtividade em todos os níveis produtivos.

A Metrologia está na raiz de todo processo que busca qualidade, estabelecer um sistema de comprovação para evidenciar como se pode alcançar a qualidade através da metrologia é essencial para um sistema produtivo de qualidade e a comprovação metrológica de qualidade só é atingida através da calibração e sua credibilidade está fortemente associada à rastreabilidade.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Orientar de forma segura as etapas de aplicação do PDCA, como planejar as atividades de calibração e apresentar como organizar o processo até o sucesso na aplicação do método.

1.1.2 Objetivos Específicos

Este trabalho tem como objetivo oferecer um estudo sobre a aplicação e utilização do ciclo PDCA na calibração de instrumentos da produção. As ferramentas utilizadas na produção são responsáveis por prover as medições corretas controlando o processo, o que objetiva o estudo de sistemáticas qualitativas para garantir parâmetros confiáveis nos instrumentos de medição. Relevância do estudo.

1.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Neste TG será abordada a calibração de instrumentos de medição utilizados na produção de uma indústria de autopeças, apresentando-se a importância de planos de ação para garantir a qualidade dos processos através de medições confiáveis, a fim de promover confiabilidade para os processos internos da empresa.

1.3 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

Este estudo é de relevante importância para as indústrias tanto do ramo de autopeças, como qualquer empresa que trabalhe com equipamentos de medição, para garantir a precisão dos resultados obtidos, bem como promover a melhoria contínua do processo, o que pode contribuir de forma positiva para uma organização perante a qualidade e credibilidade do produto perante os clientes. Também contempla a necessidade de se atentar ao fato de que muitos instrumentos e equipamentos contribui como parte e acessórios de máquinas novas, que também precisam ser calibradas.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em cinco capítulos, sendo que no capítulo primeiro encontram-se a Introdução, Objetivos, Delimitação e Relevância do estudo realizado.

No segundo capítulo, denominado de Revisão Bibliográfica, é retratado num contexto da qualidade ao longo da história, a produção como visão central na empresa, os processos de melhoria contínua, planos de ação para aplicá-los e como o ciclo PDCA influi nesse quesito.

No capítulo três apresentam-se a Metodologia aplicada e o desenvolvimento deste trabalho.

No quarto e quinto capítulos são abordados: Resultados e Discussão e Conclusão do trabalho, respectivamente.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PRODUÇÃO

Para Souza (2008), o termo produção representa diversos significados, como elaborar, gerar e realizar, mas o mais importante é o que esses termos tem em comum. Todos eles remetem a capacidade de transformar algo em um material útil e distinto, ou seja, no ramo industrial, produção está ligada a capacidade de um processo de transformar um material em algo útil.

Já para Chiavenato (2004), a produção significa a união de atividades que servem para transformar recursos ou serviços, de modo que gerem resultados positivos. Embasado neste mesmo aspecto, produção é um processo que agrega valor, através de um sistema que produz de forma planejada (MARTINS; LAUGENI, 1998).

2.1.1 Desenvolvimento da produção na história

No século XVIII, com a Revolução industrial, surgiu um novo modelo de economia que é baseada em produção por meio de máquinas e fábricas. Esse fato histórico exigiu das indústrias um sistema de gestão para organizar os novos métodos de produção (TAVARES, 1999).

Foi nessa época que em 1776, Adam Smith (1723-1790) denominou o fim do sistema mercantil e o início da era do capitalismo, em seu livro: A riqueza das nações. E foi com base nesse sistema que a produção fabril se manteve firme durante os períodos de Grandes Guerras e crises econômicas (CORRÊA; CORRÊA, 2011).

No século XX, muito importante para a evolução da administração produtiva, a difusão da produção em massa torna-se a marca registrada do governo dos Estados Unidos. O seu grande poder pode ser observado desde 1913, na difusão do fordismo. Foi com esse sistema e com o acréscimo do êxodo rural que apesar de não estarem preparados, eles foram capazes de se manter firmes, pois evoluiu o método de pensar e gerir a produção. Firmaram sua produção em forma padronizada, com base em dados estatísticos (MOREIRA, 2009).

Entre os anos 1920 e 1930 o desenvolvimento na gestão da produção, evoluiu com um estudo de caso, dirigido por Hawthorne e apoiado por uma equipe de pesquisa em Harvard, na fábrica da West Electric Company, no Illinois, na cidade de Chicago. O estudo tinha por objetivo analisar como os operários se adaptavam as mudanças do ambiente (DAVIS et al., 2003).

Logo, com a chegada da Segunda Guerra Mundial, cada vez mais as empresas passaram a analisar a necessidade de produzir rapidamente, com qualidade e baixo custo, que baseados na necessidade de uma produção mais enxuta e maiores, que as máquinas passaram a ter monitoramento de acordo com o tempo de produção (DAVIS et al., 2003).

Entretanto, foi na década de 1950 que o engenheiro japonês Eiji Toyoda mesmo sabendo das dificuldades financeiras do Japão, pensou para o país um modelo de produção que funcionasse com estoque mínimo, espaço suficiente e que não perdesse a concorrência de mercado e ainda pudesse oferecer produtos personalizados, assim nasceu o modelo *Just in Time*, criado para Toyota onde era possível produzir otimizando os recursos, a baixos custos. O TPS foi à escolha da Toyota, que num período Pós-guerra não dispunha de muitos de recursos (KOBAYASHI, 2009).

Foi nesse momento que a Toyota, fabricante japonesa de automóveis, desenvolveu por meio o seu CEO Taiichi Ohno, um método de produção, revolucionário para época, o TPS (*Toyota Production System*), com o objetivo de aumentar a eficiência e produtividade da fábrica e eliminar todos os desperdícios, reduzindo os custos dos processos internos e aumentando a qualidade dos produtos e a produtividade da empresa (WOMACK, 1990).

De acordo com Davis et al. (2003), os primeiros métodos chamados de ferramentas que auxiliavam na gestão da produção de forma padronizada foi desenvolvido por Theodore Levitt, nos anos 1980.

A gestão da produção evoluiu a partir desse marco unida a qualidade, quando nos anos 1990 o conceito de Qualidade total começou a difundir pelas empresas e permanecem até a atualidade (CORRÊA; CORRÊA, 2011).

2.1.2 Administração da produção

Administrar a produção é manter os recursos e suportes do sistema de forma integrada, de maneira que o sistema de controle da produção tenha condições de planejar o processo de manufatura em todas as suas subdivisões (GIANESI; CORRÊA, 1997).

A administração da produção é formada por vários níveis dentro da organização, cada um com a sua função específica, existem os responsáveis por produzir o material útil, os responsáveis por manter funcionando os equipamentos necessários para o processo, os que devem analisar os critérios de qualidades e definir métodos para mantê-los em relação aos materiais produzidos e aos processos, e ainda os responsáveis por vender o produto e os que planejam como a organização irá distribuir os recursos para produzir com menos custos (GAITHER; FRAIZER, 2002).

Dessa forma, o papel da produção deve ser claro e precisa contribuir com os objetivos da empresa, sendo assim a produção deve agir de forma a impulsionar, programar e apoiar o plano de visão estratégico da organização (SLACK, 1999).

2.1.3 Programação e estratégia da produção

A programação da produção tem por objetivo admitir que os produtos produzidos durante o processo sejam entregues nas datas necessárias para atender o cliente externo ou interno, fazer com que os equipamentos mantenham-se operacionais, reduzir estoque e os custos, manter o processo de melhoria contínua, melhorar o prazo de resposta para o cliente, manter o cronograma de produção e garantir a qualidade do produto fabricado (MOREIRA, 2000).

A programação garante que o fluxo de produção seja contínuo e que possa se adaptar em casos especiais para agir em sistema de produção intermitente, de forma dinâmica de acordo com a mudança e adaptação necessária (MOREIRA, 2000).

Do ponto de vista estratégico, a produção deve apoiar a organização de modo que desenvolva políticas de administração dos recursos e forneça meios para tornar a empresa competitiva no mercado. A gestão da produção tem de ter um papel

eficaz para produzir atendendo os objetivos estratégicos da organização (MARTINS; LAUGENI, 1998).

2.2 QUALIDADE

Após a primeira Revolução Industrial no século XVIII, houve a necessidade de tornar os processos mais fáceis e rápidos, fazendo com que os mercados se tornassem mais competitivos e que todos os níveis dos processos fossem eficientes e eficazes. Sendo assim, houve a definição de Qualidade, que engloba todo o processo desde o início da produção de um bem ou serviço até a sua finalização. Ou seja, se todo o processo for bem realizado, seu produto final terá qualidade (TAVARES, 1999).

Em 1793, o engenheiro norte-americano Eli Whitney criou o descaroçador de algodão, que fez com que o homem começasse a operar máquinas. A partir daí surgiram indústrias, onde todo o processo passou a ser padronizado. Esse foi um grande marco na história, já que todo padrão antigo foi modificado, porém alguns ajustes tiveram que ser feitos, pois ocorriam grandes perdas de insumos e também acidentes (CAMERON, 2009).

Para Carvalho *et al* (2012), a necessidade de oferecer ao cliente um produto com qualidade existe há tempos, mas foi no fim do século XIX que o cliente passou a ficar por perto e auditar com produzia, com o objetivo de manter a qualidade do produto. Entretanto, nesse período cada produto era único, como no caso dos veículos fabricados anteriores à Primeira Grande Guerra, em que o mesmo projeto era usado na fabricação de todos os carros, logo o resultado era diferentes tamanhos de automóveis e formatos para as mesmas peças.

Para Longo (1994), o controle estatístico da qualidade foi desenvolvido e teve como marco a publicação do livro *Economic control of quality of manufactured product*, de Shewhart, em 1931, que atribuiu um caráter científico à qualidade. Em função da crescente demanda por produtos manufaturados, a inspeção individual de todos os produtos se tornou inviável, fazendo surgir o sistema de amostragem. Mas foi no final do século XX que a gestão da qualidade total passou a ser considerada uma disciplina de cunho estratégico e base técnica.

Apenas no século XX, com Fayol e Taylor, que a administração da qualidade teve base, mas mesmo assim esse modelo não foi o melhor, pois o clima

organizacional era hostil, havia muitos roubos dentro das indústrias e uma baixíssima produtividade. Mediante a esses problemas foi criado o processo de inspeção a funcionários especializados, onde em 1922 a qualidade passou a ser independente (STONER e FREEMAN, 1999).

O termo qualidade passou a fazer parte das necessidades do cliente interno e externo, e não ficou somente associado as especificações definidas pelos critérios de qualidade, mas evoluiu de forma contínua e agregando valor ao passo de diminuir os desperdícios, custos e aumentar o lucro e a confiabilidade do cliente (CAMPOS, 1992).

Nas décadas de 60 a 80 houve grande expansão da qualidade como conceito e métodos estratégicos para viabilizar a produção de produtos com baixo custo e qualidade, que são focos das empresas até a atualidade. Desperdícios exemplificados na filosofia de melhoria contínua, adotada pela maioria das empresas, o *Lean Manufacturing* (PEREZ, 1996).

2.2.1 *Lean Manufacturing*

A filosofia *Lean Manufacturing*, em português, *Manufatura Enxuta*, representa um mercado cada vez mais promissor, onde não há espaço para desperdícios. Mais que uma metodologia, uma filosofia de produção que se baseia em eliminar sete desperdícios: Produção em excesso, espera, movimentação desnecessária, transporte em excesso, processamento, retrabalho e estoque (KOBAYASHI, 2009).

A *Lean* é um novo modelo de produção, uma estratégia de negócios altamente aplicada no cenário atual das indústrias. Cada vez mais as empresas procuram uma forma de agregar valor ao produto final, eliminando desperdícios, diminuindo os gastos com estoque e acima de tudo colocando a disposição do mercado um produto de qualidade, competitivo e por muitas vezes seletivo (KOBAYASHI, 2009).

Para Werkema (2006), o *Lean Manufacturing* é uma iniciativa que busca diminuir ou mesmo eliminar os desperdícios, o que presume excluir o que não tem valor para o cliente e aumentar a produtividade da empresa.

De acordo com Schlünzen (2003), a tradução do inglês do termo *Lean* quer dizer enxuta, que quer dizer eliminar os desperdícios relacionados ao trabalho, em termos de tempo, energia, dinheiro e materiais, gerando um compromisso em

produzir com perfeita qualidade, com redução de custos e com o envolvimento de todas as pessoas em todos os níveis de decisão.

2.2.2 Importância da qualidade na produção

Segundo Seleme (2008), a consciência plena do alcance do aumento da produtividade baseada em melhorias contínuas internas utilizando as ferramentas da qualidade passam a refletir externamente resultados benéficos. A utilização de técnicas da qualidade transforma o processo produtivo, segundo Paladini (1997), em uma potencial alavanca de competitividade, resultante do sucesso das estratégias organizacionais que, segundo Coltro (1996), envolvem a obtenção de elementos de estratégia diferenciada.

Para Paladini (1997), com o mercado e a manufatura integrados a implementação de técnicas da qualidade resultam no alcance dos objetivos organizacionais, proporcionando, entre outros, a melhoria no atendimento aos clientes e daqueles que os representam e que os influenciam.

O que mais enriquece este contexto, segundo Miranda (1987), é que ao contrário das ações das organizações diante a alta competitividade e em busca da sobrevivência de apostar na estratégia de aplicar técnicas que envolvem a redução de pessoal sem atentar os custos de treinamento e contratação que virão mais adiante quando tiver que repor o quadro operacional, a estratégia adotada envolve ampliar o desempenho de todos os recursos disponíveis.

A utilização das etapas da mudança organizacional da qualidade com a utilização das Ferramentas da Qualidade para aprimorar o controle do processo (Entradas e Saídas) onde o cenário de grandes preocupações das organizações começa assim a tomar outro contexto, como ilustrado na Figura 1 (PALADINI, 1997).

Figura 1 - Mudança Estratégica para controle de qualidade

Entradas:

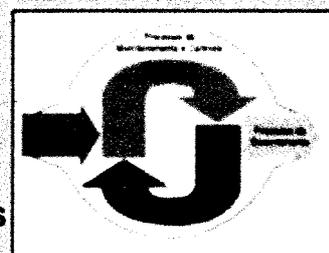
- Plano de Gestão do Projeto
- Métricas de Qualidade
- Listas de Verificação da Qualidade
- Dados de Desempenho dos Trabalhos
- Solicitações de Mudanças Aprovadas
- Entregáveis
- Documentos do Projeto
- Propriedades dos processos organizacionais

Ferramentas e Técnicas:

- Revisão das Solicitações de Mudanças Aprovadas
- Atualizações no Plano de Gestão do Projeto
- Atualizações nas Propriedades de Processos Organizacionais
- Atualizações nos Documentos do Projeto
- Ferramentas: 7QC
- Amostragem Estatística
- Inspeção

Saídas:

- Mensurações de Controle de Qualidade
- Mudanças Validadas
- Entregáveis Verificados
- Informações sobre o Desempenho dos Trabalhos
- Solicitações de Mudanças



Fonte: Adaptado de Paladini (1997).

A contratação de novos colaboradores, por exemplo, segundo Paladini (1997), geralmente impacta num índice mínimo de 15% de perdas, falhas e erros, o que contradiz o objetivo principal que envolve a preocupação de redução de custos, otimização de recursos e o aumento da produtividade. O aumento da produtividade indica o alcance da sincronização de estratégias das organizações com o seu mercado de atuação o que requer maior empenho no processo de implementação de programas de qualidade e suas ferramentas com eficiência na transformação dos insumos produtivos.

Resultantes deste processo favorecem a garantia plena de satisfação dos clientes como, segundo Coltro (1996), fatores relevantes a menores custos e, melhor desempenho organizacional. Ferramentas oferecem à Gestão de produção um auxílio, de acordo com Coltro (1996), para ter uma gestão inteligente e análise dos grandes desafios e, dos recursos organizacionais, onde, conforme ressalta Miranda (1994), se tornam necessários gerir suas operações.

2.2.3 Confiabilidade

Para Rodrigues et al. (2010), para os consumidores a confiabilidade tem se tornado cada vez mais essencial, pois, se um produto falho, mesmo o reparado seja feito de prontidão pelo serviço de assistência técnica e totalmente coberta por termos de garantia, a situação gera, uma insatisfação no consumidor ao impedi-lo de utilizar o produto por determinado período. Assim, nos dias de hoje, as metodologias de ferramentas da qualidade são utilizadas para diminuir tanto as falhas de produtos e processos existentes como a probabilidade de falha em processos administrativos.

Um mercado globalizado, porém com períodos de variação, um novo modelo de consumo, o aumento da competitividade, a era da tecnologia, tudo isso exige das organizações remodelarem seus processos internos e de interface com fornecedores e clientes, os modelos de entrega. Para realizar esse feito é necessário unir ferramentas e métodos eficazes de forma planejada (PALADINI, 1997).

Portanto a Qualidade é a produção padronizada de produtos e serviços que atendem as normas da *Internacional Standardization Organization* (ISO) (Organização Internacional de Normalização) (CAMERON, 2009).

Gerir um sistema com qualidade exige ter base em técnicas capazes de auxiliar as organizações no âmbito de cumprir requisitos, também é preciso que as ferramentas possam agir de forma positiva nos processos para que detectem e minimizem problemas ou erros que atrapalhem o processo (SILVA; FLORES, 2011).

2.2.4 Pilares da gestão da qualidade na produção

De acordo com Coltro (1996), ter uma boa gestão de qualidade do produto na produção é de suma importância para as organizações que esperam atingir a excelência na entrega do produto final para o cliente. Para atingir esse fator, Coltro (1996) ilustra sete itens fundamentais que devem se focar nesse processo são eles: foco no cliente, liderança, envolvimento dos colaboradores, abordagem sistemática do processo de produção, melhoria contínua, abordagem dos fatores problemas e parceria com os fornecedores,

2.2.5 Ferramentas de gestão da qualidade

Algumas ferramentas e métodos podem ser aplicados para desenvolver uma boa gestão da qualidade, na maioria, porém não em todos os casos, essas práticas estão aliadas a todos os tipos de manutenção, exceto no modelo corretivo. De encontro com o que Souza (2008) diz todo sistema de gestão da qualidade, se inicia quando é temos a concepção da qualidade dentro da organização, essa concepção deve agir de forma aliada a vários conjuntos de ações, que permitem controlar os recursos oferecidos.

De acordo com Rodrigues (2010) a qualidade precisa agir em três fatores: as técnicas e ferramentas para melhoria dos processos, a análise das caudas das falhas e a confiabilidade dos programas e ferramentas.

Para Rocha e Gomes (1993), manter um padrão de qualidade é tornar-se competitivo, e para isso é preciso planos de melhorias constantes, que são mais visíveis quando auxiliados por ferramentas da qualidade, que permitem descobrir as causas raiz dos problemas e ajudar a gerenciar a produção na tomada de decisões.

2.3 PDCA

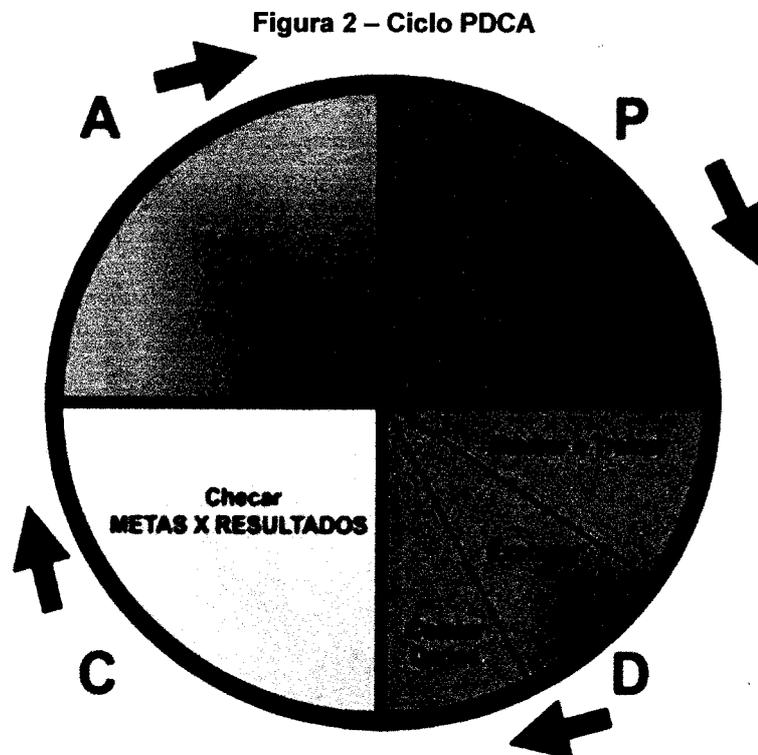
O ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) tem por objetivo programar e controlar resultados de forma eficaz e confiável dentro de uma organização. É um método eficiente para oferecer melhoria contínua ao processo, pois padronizam os processos e informações, evita perdas e erros de análises, e permite tornar as informações mais simples. Ele também é um grande aliado no processo de mudança cultural de melhoria nas organizações (AGOSTINETTO, 2006).

O processo de melhoria definido como ciclo PDCA foi desenvolvido por Walter Andrew Shewhart (1891-1967) físico, estatístico e engenheiro, que aplicou o ciclo pela primeira vez, durante os anos 1930, no laboratório da empresa Bell Laboratories, que atua no ramo de pesquisas industriais e desenvolvimento científico e é uma das subsidiárias da empresa finlandesa, Nokia nos EUA. O processo utilizado na Bell teve como objetivo definir um ciclo estatístico que pudesse ser aplicado em qualquer problema ou processo (PETERS, 1998).

Entretanto, foi na década de 1950 que a utilização do ciclo se popularizou, quando William Edwards Deming (1900-1993), estatístico e professor universitário,

também foi autor, palestrante e consultor nos EUA, começou a utilizar o conceito do ciclo PDCA de maneira sistemática nos seus trabalhos de Qualidade Total realizados no Japão. Deming lapidou o trabalho desenvolvido por Shewhart e o nomeou de Shewhart PDCA Cycle, no português, Ciclo PDCA de Shewhart, em mérito ao desenvolvedor do processo PDCA. Porém o processo ficou mais comumente conhecido somente como Ciclo PDCA (PETERS, 1998).

O ciclo PDCA, representado na Figura 2, tem o objetivo de fluir sucessivamente um atrás do outro, de forma que o fim de um ciclo seja o início de um novo (CAMPOS, 1992).



Esses quatro passos do ciclo PDCA permitem a organização formular e realizar um plano de ação com base em objetivos que visam aperfeiçoar a satisfação do cliente, com metas claras a serem alcançadas, que podem auxiliar no processo de concepção de como a manutenção irá atuar na empresa, seja para atender os clientes internos do processo, ou mesmo para atender os clientes externos da organização (ABNT, 2000).

O PDCA (*Plan, Do, Check e Act*) tem base em um passo a passo definido pela NBR ISO 9001: 2000 que é descrito da seguinte forma:

- a) *Plan* (planejar): Planejar os objetivos do processo que visam alcançar resultados de acordo com as necessidades do cliente.
- b) *Do* (executar): Aplicar os processos que foram definidos no planejamento.
- c) *Check* (verificar): Checar e monitorar processos e produtos no que diz respeito aos objetivos definidos no planejamento.
- d) *Act* (atuar): Atuar preventivamente na melhoria contínua do processo.

2.3.1 Plan

O ato de planejar pode ser realizado através de um plano de ação, ferramenta conhecida por ser gerencial, mas também pode ser aplicada em considerações do uso do ciclo em equipes, problemas pequenos e grandes, planejamento e condução de atividades (OLIVEIRA 1996, apud FIEG & SENAI, 2002).

Para que se tenham ações planejadas é preciso formar reuniões com grupos envolvidos no assunto ou no problema a ser tratado, para que todas possam contribuir com as ações fundamentais a serem tomadas e a tenham claro as metas a serem atingidas (CAMPOS, 1996).

Um plano de ação bem estruturado deve permitir que a identificação dos elementos necessários para agir sejam claros e simples para todos os níveis dos envolvidos no plano. Ele deve ser utilizado para orientar a solução dos problemas, nomear responsáveis pelas tarefas, priorizar a ordem necessária das medidas e verificar o cumprimento das ações (OLIVEIRA 1996, apud FIEG & SENAI, 2002).

2.3.2 Do

Assim como o planejamento está voltado para a área gerencial, a etapa *Do* está relacionada à eficácia do processo em si. Para que o sucesso dessa etapa seja alcançada é preciso que as atividades denominada a cada pessoa ou equipe seja realizada conforme o planejado, e para garantir que essa tenha uma eficiência é ideal que tenha treinamento à atividade a ser executada na ação (CAMPOS, 1996).

Quando se trata de um processo produtivo de qualidade e confiável, é importante ter ações a serem realizadas que agreguem valor e permita execuções eficazes, que podem ser embasadas por treinamentos, onde a organização deve

divulgar o plano a ser desenvolvido por todos os funcionários envolvidos no processo de solução do problema ou melhoria (CAMPOS, 1992).

Dessa forma, avaliar quais funcionários precisam de auxílio na execução do plano, ou mesmo uma cooperação para execução da atividade planejada, afim ed que ações sejam realizadas da forma mais eficaz possível (CAMPOS, 1992).

2.3.3 Check

Checar o processo de realização ou o seu resultado final permite um processo de maior confiabilidade e qualidade, mas é de suma importância que seja feito por pessoas não envolvidas no desenvolvimento das ações (CAMPOS, 1996).

Andrade (2003) corrobora para a definição de padrão citando que alguns aspectos devem ser respeitados pela organização no momento de elaborar os padrões a serem utilizados na checagem. Esses detalhes permeiam que os documentos devem ser emitidos da forma mais clara possível, para evitar falhas na interpretação das informações pelos funcionários e de que o padrão precisa ser revisto de forma frequente, a fim de incorporar inovações e validar a passividade de cumprimento das ações e eliminar as que não agregam valor ao processo atual.

Documentos de checagem devem ser simples de manusear, com o menor número de palavras possíveis para o entendimento do preenchimento, devem indicar de forma clara as datas em que foram emitidos e suas respectivas revisões, a data de validade do documento e a quem cabe a responsabilidade de revisar, se possível, devem ainda criar mecanismos a prova de falha nos preenchimentos, de modo a evitar divergências de preenchimento por qualquer funcionário e por fim devem ser padronizados e arquivados as vias oficiais e aos funcionários devem ser distribuídas cópias controladas desses padrões (ANDRADE, 2003).

2.3.4 Act

O sucesso obtido no processo realizado de forma padronizada deve ser colocado em prática por todos os setores, de forma a replicar as chances de melhoria. O planejamento adotado como padrão, quando permitem alcançar as metas definidas devem permanecer, mas nessa etapa também devem se definir novas metas e ações para as próximas etapas para perpetuar o ciclo e também é

nessa etapa que são descartadas a replicação das ações que não agregaram valor ao processo, bem com modificadas as que não permitiram a solução dos problemas ou não geraram confiabilidade ao processo produtivo (ANDRADE, 2003).

Identificar as causas que não permitiram o atingir as metas e refazer o planejamento é fazer o ciclo PDCA girar, de forma a prevenir que efeitos indesejados sejam repetidos (CAMPOS, 1996)

2.4 METROLOGIA

No princípio da humanidade, os homens sentiam a necessidade de exemplificar medidas, para que fosse possível entender a diferença entre os objetos pequenos e grandes, leves e pesados. Foi essa necessidade que deu início ao processo que hoje é conhecido como metrologia (DA SILVA, 2005).

Definida como uma ciência, a metrologia tem o foco voltado para credibilidade e confiabilidade de um processo, abrange aspectos teóricos e práticos relacionados a medição de forma a garantir que a qualidade do processo de medição esteja presente em todas as fases da produção de um determinado produto embasado na qualidade (ALBERTAZZI, et al., 2008).

De acordo com o CONMETRO (Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), presente nas Diretrizes estratégicas para a metrologia brasileira 2008 –2012, cerca de 4 a 6% do PIB de países desenvolvidos estão voltados a processos de medição.

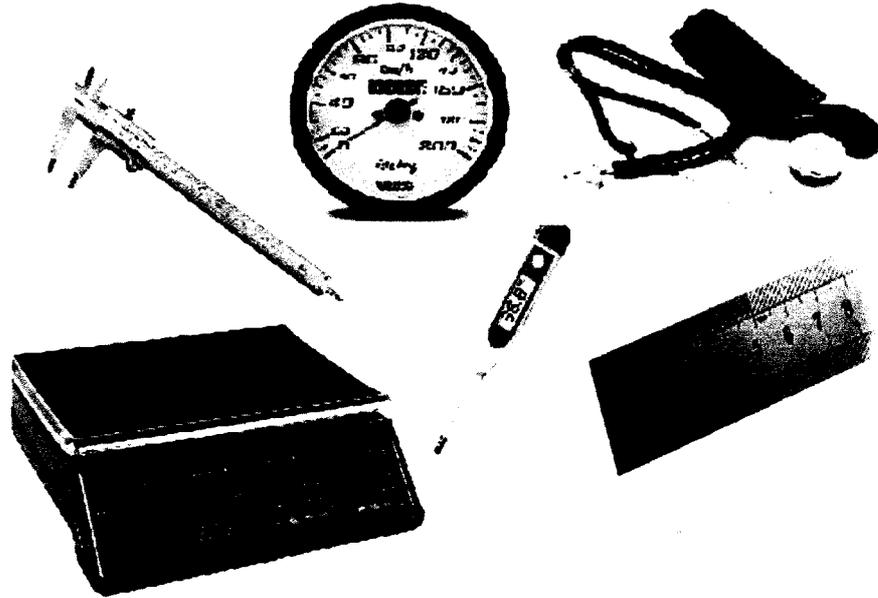
A medição de um produto com instrumento calibrado permite um processo de confiável de produção e agrega credibilidade a marca da organização (ALBERTAZZI, et al., 2008).

2.4.1 Instrumentos

O instrumento é um equipamento utilizado para realizar a medição de parâmetros individuais de uma peça ou comparativos. Esses dispositivos indicam unidades de peso, pressão, tamanho, velocidade, temperatura e outros (SILVA, 2005).

Alguns desses instrumentos de medição são representados na Figura 3 a seguir.

Figura 3– Instrumentos de medição



Fonte: Blog da qualidade – adaptado pelo autor (2019)

2.4.2 Calibração

De acordo com o INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial), define como calibração um conjunto de operações que estabelece condições, a relação de valores apresentados pelo instrumento de medição.

2.4.3 Incerteza

Segundo o INMETRO a incerteza é um dado que não pode ser considerado negativo, ele é apenas a caracterização de uma dispersão de valores que são possíveis de ocorrer, neste ponto entende-se que está inerte a medida e por este motivo não pode ser considerado defeito.

2.4.4 Erro

Diferente da incerteza, o erro não se trata de uma diferença aceitável ou esperada no processo de medição, ele é estipulado pela diferença entre o valor determinado como padrão e o valor encontrado durante a realização da medida (SELEME, 2008).

3 METODOLOGIA

A metodologia foi baseada em um estudo de caso aplicado na empresa Alfa, embasada em um processo de uma pesquisa bibliográfica em livros, sites e artigos acadêmicos, que puderam substanciar o estudo de caso.

Para YIN (2001), existem muitos métodos de realizar uma pesquisa e cada um deles depreende diferentes estratégias, para que seja possível alcançar um resultado satisfatório e apresentar o estudo como fonte de futuras pesquisas.

Essas e outras escolhas representam estratégias de pesquisa diferentes (a discussão seguinte enfoca somente cinco escolhas, mas não tenta catalogar nenhuma delas). Cada uma dessas estratégias representa uma maneira diferente de se coletar e analisar provas empíricas, seguindo sua própria lógica. E cada uma apresenta suas próprias vantagens e desvantagens. Para obter o máximo de uma estratégia de estudo de caso, você precisa conhecer essas diferenças. (Yin, 2001, p. 21).

É com base na metodologia que os estudos compõem dados, análise dos tipos de abordagens, cenários, público alvo, propósitos e classificações, todos em função de formular um procedimento coerente e fundamento para apresentação dos resultados (VOLPATO, 2000).

Yin (2001) descreve que três propósitos para definir devem comparecer em todo levantamento de dados, mas não de forma hierárquica, mesmo que por vezes o estudo trate a exclusão de uma ou mais estratégias, é possível que elas estejam presentes, associadas, num mesmo trabalho. Entretanto ele acredita que é preciso tê-los bem definidos em cada passo, podendo se trabalhar sem hierarquia com os três propósitos estratégicos: exploratório, descritivo e explanatório. Assim sendo, segue-se ao plano de estratégia apresentado na Figura 4, a seguir.

Figura 4– Situações relevantes para diferentes estratégias de pesquisas

estratégia	forma da questão de pesquisa	exige controle sobre eventos comportamentais?	focaliza acontecimentos contemporâneos?
experimento	como, por que	sim	sim
levantamento	quem, o que, onde, quantos, quanto	não	sim
análise de arquivos	quem, o que, onde, quantos, quanto	não	sim/não
pesquisa histórica	como, por que	não	não
estudo de caso	como, por que	não	sim

Fonte: Estudo de caso: Planejamento e Métodos (2011)

3.1 ÁREA DE REALIZAÇÃO

Com base no quadro de Situações relevantes para diferentes estratégias de pesquisas, apresentado na Figura 4, associado ao estudo de caso na empresa alfa, que este Trabalho de Graduação será desenvolvido.

O trabalho apresentará um estudo tendo como base uma empresa para obtenção de dados sobre processo de fabricação de autopeças, com aplicação de métodos PDCA, que tem como característica a aplicação de um projeto de melhoria, demonstrando que esta poderá possuir caráter contínuo, de modo a manter a empresa em constante evolução. O desenvolvimento do trabalho está fundamentado na busca da empresa Alfa em adquirir excelência no processo de fabricação das peças e na padronização dos processos de calibração para aumentar a confiabilidade e credibilidade da sua produção interna.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 EMPRESA ALFA

O estudo de caso desse trabalho foi realizado dentro de uma empresa presente na região do Vale do Paraíba, situada na cidade de Taubaté, tem sede na cidade de Estocolmo, na Suécia, foi fundada em 1956, é líder o ramo de autopeças de segurança e neste trabalho foi denominada como Alfa.

Grande referencia no setor, a empresa Alfa tem 80 unidades fabris distribuídas em 28 países, fabrica e comercializa airbags, cintos de segurança e volantes que são vendidos para os principais fabricantes de automóveis em todo o mundo.

4.2 SITUAÇÃO PROBLEMA

No setor de metrologia, onde foi realizado o estudo de caso, a calibração de instrumentos de medição utilizados na produção é a principal atividade do setor. E apresentar um indicador de desempenho é fundamental e para defini-lo foi utilizado um plano de ação baseado no ciclo PDCA.

Na empresa Alfa, todos os instrumentos possuem um cadastro com um número de identificação único, que permite o rastreio do equipamento, nesse cadastro é indicado o ano de fabricação do instrumento, o ano que foi adquirido, o fabricante, a frequência de calibração necessária indicada pelo fabricante e o prazo de validade do instrumento, se houver. A unidade da empresa Alfa em Taubaté conta com mais de 11 mil instrumentos calibrados.

Entretanto o seu relatório de calibração nem sempre era confiável, pois o sistema a emitia um relatório de calibração, mas não era alimentado com frequência e por isso foi definido esse fator como situação problema. O processo de calibração só era definido como feito e não havia locais para indicar possíveis problemas nos equipamentos na plataforma, além do mais no equipamento só se indicava com uma etiqueta calibração OK. Outro problema era que quando o equipamento tinha algum problema, a produção acionava a qualidade que apenas abria um relatório de não conformidade do instrumento e o segregava, o que por vezes eliminava informações

importantes de causas dos problemas do equipamento, não havia comunicação entre a produção e o setor de metrologia.

4.3 PROCESSO DE SOLUÇÃO

O primeiro passo do processo de solução foi apresentar a importância de cada etapa do ciclo. Um exemplo de um quadro de importância de cada etapa pode ser visualizado a seguir na Figura 5, onde é apresentado o objetivo de cada etapa definida no ciclo PDCA.

Figura 5 – Etapas do Ciclo PDCA

PDCA	FASE	OBJETIVO
P	Identificação do problema	Definir o problema e reconhecer sua importância
	Observação	Investigar as características específicas do problema
	Análise	Descobrir as causas
	Plano de ação	Definir um plano para bloquear as causas
D	Execução	Bloquear as causas
C	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo
A	Padronização	Prevenir contra a reincidência do problema
	Conclusão	Rever o processo utilizado para solucionar o problema, para planejar possíveis melhorias

Fonte: Blog da qualidade (2013)

E dessa forma, embasado no objetivo de cada fase, deu-se o processo para o caminho de solução do problema.

4.3.1 Fase P

- a) Identificação do problema: Possíveis materiais sem visibilidade de rastreamento de necessidade de calibração.
- b) Observação: Identificar quantidade de dispositivos não encontrados para calibração, possíveis dispositivos com necessidade de calibração fora do prazo determinado e que foram calibrados.

- c) **Análise na produção:** equipamento não foi disponibilizado para calibração ou a produção não foi informada que aquela era semana de calibração; Falta um cronograma dos dispositivos a serem calibrados por parte da metrologia.
- d) **Análise na metrologia:** os problemas citados foram acerca do tempo que o laboratório leva para fazer a calibração. Não há claro o prazo de necessidade para calibração e por isso a produção não disponibiliza alguns equipamentos no prazo determinado.
- e) **Plano de ação:** descoberto a causa raiz do problema de dispositivos sem calibração, o plano de ação elencou ações com prazos e responsáveis pela realização das tarefas, como listar os dispositivos críticos da produção, dispositivos que mais apresentam falha na medição, criar cronograma visível e alimentado mensalmente com os dispositivos a ser calibrado no mês, alinhar com a produção na definição do cronograma, definir metas claras de calibração no mês, disponibilizar os dados do mês anterior para todo o setor sobre as metas alcançadas e atividades realizadas extra o programado, falta de um indicador sobre o tempo específico de calibração de cada equipamento para programação da produção.

4.3.2 Fase D

Nessa fase a fim de analisar uma amostragem do estudo de caso, será apresentado à execução da ação referente a um item representado como causa raiz do problema geral, que foi a falta de um indicador sobre o prazo que a metrologia leva para calibrar um instrumento.

- a) **Ação proposta:** Criar um indicador e monitorar através dele o tempo que cada equipamento leva pra ser calibrado a fim de ao longo de 1 (um) ano obter uma lista como o tempo mínimo necessário para metrologia calibrar cada instrumento da unidade Taubaté da empresa Alfa.
- b) **Execução da ação:** um funcionário da metrologia foi designado para controlar, apontar os dados e apresentá-los. Durante um ano ele ficou focado na atividade para desenvolver o indicador, a fim de ser o funcionário suporte da produção dentro da metrologia.

4.3.3 Fase C

- a) **Verificação:** nessa parte do ciclo foi possível identificar como tratar a causa dos problemas e com isso bloquear possíveis repetições desse erro. Nessa etapa também foi considerada a análise dos dados recebidos ao longo do ano pelo funcionário designado a executar o plano de ação. No momento quando foi detectado não eficácia de ações propostas e executadas, o processo foi retomado do início para detectar uma possível falha em etapas anteriores, onde foram realizadas reuniões com todas as áreas envolvidas no problema para avaliar as falhas.

4.3.4 Fase A

- a) **Padronização:** Nessa etapa foi levado em conta todo o processo realizado, pois o padrão precisava ser avaliado levando em conta a fim de atender todos os passos do processo de calibração, tanto produção quanto a metrologia. Depois de analisado os dados e verificado as ações que não foram eficientes, foi definido um padrão para preenchimento dos indicadores, de forma que fique claro e de simples entendimento tanto por funcionários da produção quanto da metrologia.
- b) **Conclusão:** Na conclusão pode se verificar que os novos indicadores padronizados trouxeram benefício quanto a possibilidade de priorização de calibração de instrumentos com casos de atrasos excessivos e de instrumentos críticos para o funcionamento da produção. Esse processo de melhoria embasado pelo ciclo PDCA permitiu tornar o processo de produção na empresa Alfa mais confiável porque proporcionou a chance de rastreio e identificação de erros e apresentar claramente os dados referentes as medições que serão feitas pelos instrumentos.

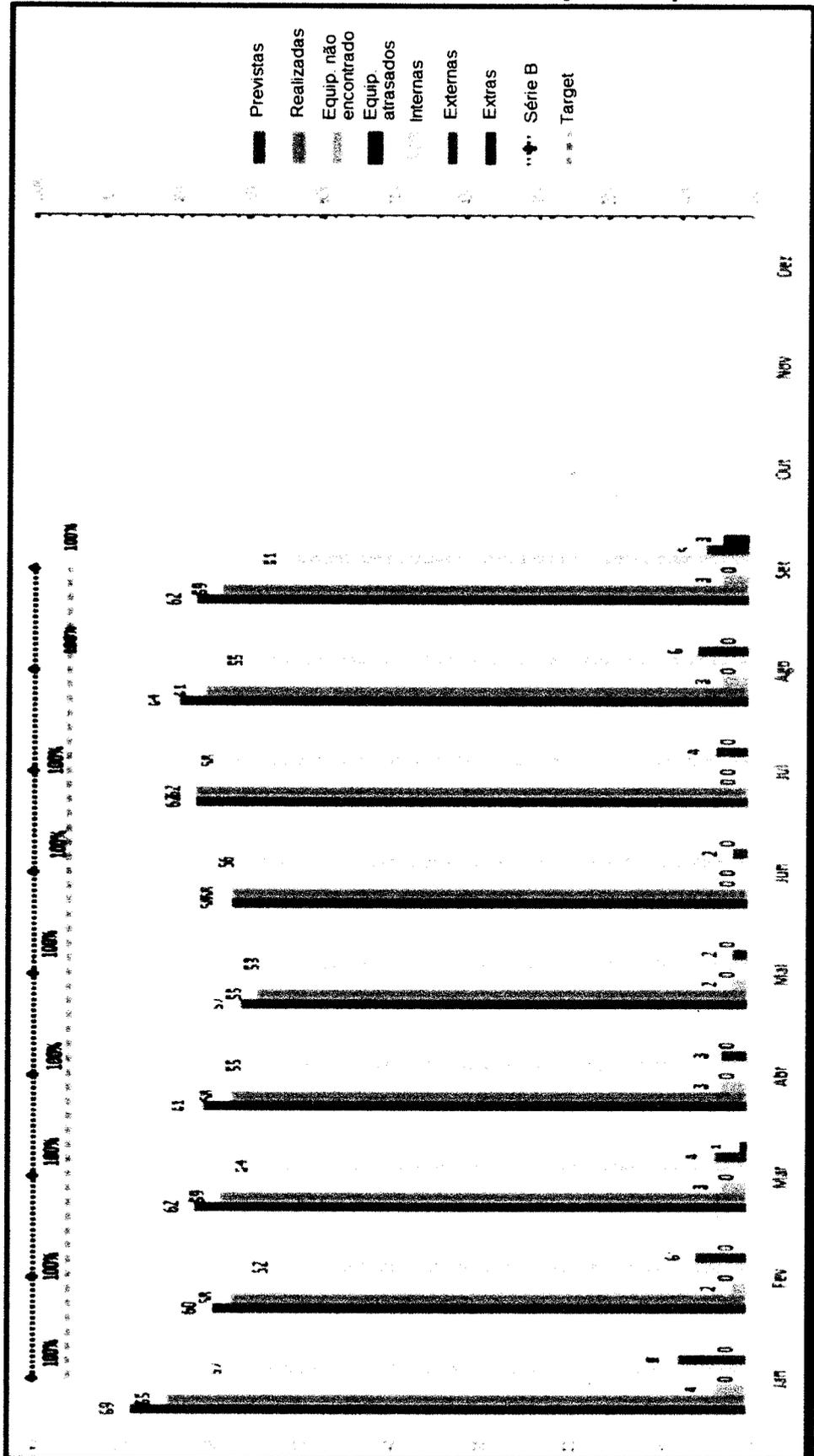
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A denominação das ações corretivas propostas para a solução da situação problema de manter confiável um sistema de calibração de instrumentos utilizados na produção da empresa Alfa, geraram ações a serem aplicadas para possíveis correções de causas raiz, condição que permitiu que fossem eliminados os problemas em quase todos os seus aspectos.

Anualmente, empresas de autopeças passam por validação de certificação de venda, conforme a norma IATF-16949, que utiliza de auditorias externas realizadas nas linhas de produção, visando atingir excelência de qualidade e padronização na indústria automotiva. Quando a empresa Alfa sofre algum tipo de penalização de uma montadora/cliente, devido ao desvio de padrão de qualidade na fabricação das peças é procedimento interno da organização que o método de solução para corrigir as falhas e evitar erros futuros tenha base no ciclo PDCA.

Entretanto, como apresentado no desenvolvimento deste trabalho, o ciclo PDCA não é só utilizado no setor da metrologia como ação corretiva de problemas fins, mas também como uma solução para tornar mais confiável o processo existente e por consequência mais eficiente e qualitativo. Como se pode ver na Figura 6, um gráfico de estimativas foi definido a partir de um plano PDCA.

Figura 6 – Gráfico mensal de atividades de calibração na empresa Alfa



Fonte: Empresa Alfa (2019)

Esse gráfico apresenta mês a mês as possíveis falhas e a meta em relação a quantidade de calibrações previstas, bem como algumas calibrações que não estavam programadas e que, por algum fator, o instrumento precisou ser calibrado fora do prazo estipulado.

Esse último fator pode apontar um possível problema com o equipamento. Esta situação deve ser investigada com um ciclo PDCA para analisar a causa raiz do problema, resolvê-lo e propor ações para evitar a recorrência do problema.

É nesse ponto que entende-se como positiva a aplicação do modelo PDCA para a solução de problemas na metrologia, visto que através desse método foi possível ter de forma clara informações gerais dos dados a cada mês e planos de ação para calibração dos instrumentos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo discorrido sobre como a produção evoluiu nos aspectos de gestão focada no processo de metrologia embasado na qualidade, este trabalho apresentou através de um estudo de caso como o ciclo PDCA pode auxiliar no processo de gerir processos padronizados na calibração de instrumentos utilizados na produção. O estudo de caso permitiu a comprovação de muitos fatores pesquisados e propôs um modelo de aplicação dessa gestão nos dias de hoje, passando pelos planos de ação, realização, checagem e ações sobre como garantir um processo confiável de medição para a produção de peças automotivas da empresa Alfa.

No âmbito da Metrologia Legal, os instrumentos de medição são utilizados em várias áreas, como comércio, saúde, segurança e meio ambiente e na definição ou aplicação de penalidades (efeito fiscal). Dos instrumentos utilizados, são exemplos: balança, hidrômetro, termômetro, medidor de pressão, opacímetro, radar de velocidade, entre outros.

Diante do grande cenário de aplicação, entende-se que a calibração confiável dos instrumentos de medição é de grande relevância para vários mercados, e não só para a indústria de autopeças.

Portanto, o leitor encontra nesse estudo uma fonte de indicação de como agir para programar ou mesmo modificar o plano de controle e rastreabilidade de calibração de instrumentos de medida e como atingir a excelência nesse quesito.

Para futuros trabalhos, considera-se relevante aprofundar quanto ao aspecto de como iniciar, treinar operadores e aplicar as ferramentas da qualidade nesse determinado estudo, partindo do ponto de que este trabalho de conclusão não abordou passo a passo de forma específica como realizar essa parte do processo.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, F. F. **O Método de Melhorias PDCA**. 2003. 157 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2003.
- AGOSTINETTO, J. S. - **Sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, melhoria contínua e desempenho: o caso de uma empresa de autopeças**. Tese de Mestrado, USP. São Carlos, 2006
- ALBERTAZZI, ARMANDO & SOUSA, ANDRÉ R. **Fundamentos de metrologia científica e industrial**. São Paulo: Manole, 2008.
- CAMERON, Esther. **Gerenciamento de mudanças: guia completo com modelos, ferramentas e técnicas, para entender e implementar mudanças nas organizações**. Trad. Henrique Amat Rêgo Monteiro. São Paulo: Clio Editora, 2009.
- CHIAVENATO, I. **Introdução a teoria geral da administração**. 4. ed. São Paulo: Makron, 2004.
- COLTRO, Alex. **A gestão da qualidade total e suas influências na competitividade empresarial**. Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, v. 1, n. 2, 1996.
- CONSELHO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Diretrizes estratégicas para a metrologia brasileira 2008 –2012**. Rio de Janeiro, 2008.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da administração da produção**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.
- FIEG (Federação das Indústrias do Estado de Goiás) & SENAI (Serviço Nacional de Apoio a Indústria). **Boas Práticas de Fabricação**. Goiânia, 2002. 108 p
- CAMPOS, Vicente Falconi. **Controle da Qualidade Total**. Rio de Janeiro: Editora Bloch, 3ª edição, 1992
- CAMPOS, V. F. **Gerenciamento pelas Diretrizes**. 2 ed. Belo Horizonte: QFCO, 1996. 331p.
- GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira: Thomson Learning, 2002.
- KOBAYASHI, E. **The truth about Toyota and TPS**. 2nd. ed. Prodinova: 2009.
- LONGO, R. M. J. **Gestão da qualidade: evolução histórica, conceitos básicos e aplicação na educação**. 1996. Disponível em:

http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1722/1/td_0397.pdf Acesso em: 19 de novembro de 2019.

MIRANDA, Jorge. **Regulamento**. In: **POLIS Enciclopédia Verbo da Sociedade e do Estado: Antropologia, Direito, Economia, Ciência Política**. São Paulo: Verbo, 1987. v. 5, p. 266-278

OLIVEIRA, S. T. **Ferramentas para o aprimoramento da qualidade**. São Paulo-SP: Editora Pioneira. 1996. 58p

PALADINI, Edson Pacheco, **Qualidade total na prática – implantação e avaliação de sistema de qualidade total**, 2. ed. São Paulo: Atlas, 1997.

PETERS, T. **O círculo da inovação**. São Paulo: Harbra, 1998.

ROCHA, Eliana da Conceição, GOMES, Suely Henrique de A. **Gestão da qualidade em unidades de informação**. *Ciência da Informação*, Brasília, 22(2): 142-152, maio/ago. 1993. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/index.php/ciinf/article/viewArticle/1187>> Acesso em: 3 de novembro de 2019.

RODRIGUES, D. M. et al. **Análise de Modo e Efeito de Falha Potencial - FMEA**. SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_070_501_10838.pdf>. Acesso em: 03 de Novembro de 2019.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

SELEME, Robson. STADLER, Humberto. **Controle da Qualidade –As Ferramentas Essenciais**. Curitiba –PR: Editora IBPEX.2008

SILVA, Reginaldo da. **Considerações sobre o ensino da Metrologia em nível técnico incorporando demandas do setor produtivo**. Rio de Janeiro, 2005. 82 p. Dissertação de Mestrado -Centro Técnico e Científico, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

SOUZA, J. B. **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP): Uma abordagem Analítica**. 2008. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa.

VOLPATO, E. S. N. **Pesquisa bibliográfica em ciências biomédicas**. 2. ed. J. Pneumol., São Paulo, p. 77-80. 2000.

WERKEMA, M.C.C. **Lean Seis Sigma – Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing**. 1. ed. Belo Horizonte: Werkema, 2006

Web Site Blog da Qualidade, disponível em:
<<http://www.blogdaqualidade.com.br/wp-content/uploads/2012/06/pdca-meire-610x292.jpg>>. Acesso em: 17 de Novembro de 2019.

WOMACK, J. P. The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production - Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars That Is Now Revolutionizing World Industry. 2nd ed. New York: Free Press, 2007.

YIN, Roberto k. Estudo de caso: Planejamento e Métodos. 2. ed. Porto Alegre, Bookman.