

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Mayra Gabrielle Ferreira da Silva
Juliana dos Santos Tavares de Jesus

**UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DMAIC PARA APLICAÇÃO DE PROCESSO
DE USINAGEM**

Taubaté – SP

2018

Mayra Gabrielle Ferreira da Silva
Juliana dos Santos Tavares de Jesus

UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DMAIC PARA APLICAÇÃO DE PROCESSO DE USINAGEM

Trabalho de Graduação apresentado à
Coordenação do Curso Superior de
Engenharia de Produção Mecânica da
Universidade de Taubaté para a obtenção do
diploma de Engenheiro em Produção
Mecânica.

Orientador:

Prof. Mestre Ivair Alves Dos Santos

Taubaté – SP

2018

Mayra Gabrielle Ferreira da Silva
Juliana dos Santos Tavares de Jesus

SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU

S586u Silva, Mayra Gabrielle Ferreira da.
Utilização do método DMAIC para aplicação de processo de usinagem /
Mayra Gabrielle Ferreira da Silva; Juliana dos Santos Tavares de Jesus. --
2018.
32 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de
Engenharia Mecânica e Elétrica, 2018.
Orientação: Prof. Me. Ivair Alves dos Santos, Departamento de
Engenharia Mecânica.

1. Ciclo PDCA. 2. DMAIC. 3. Melhoria contínua. I. Título. II. Jesus,
Juliana dos Santos Tavares de. III. Graduação em Engenharia de Produção
Mecânica.

CDD – 658.562

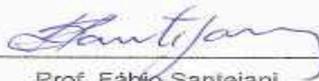
Ficha catalográfica elaborada por Shirlei Righeti – CRB-8/6995

Mayra Gabrielle Ferreira da Silva
Juliana dos Santos Tavares de Jesus

Utilização do método DMAIC para aplicação de processo de usinagem

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

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



Prof. Fábio Santejani
Coordenador de Trabalho de Graduação

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Me. Ivair Alves dos Santos
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ



Prof. Me. Antonio Carlos Tonini
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

27 Novembro 2018

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais pelo apoio, incentivo e exemplo diário de luta e fé.

AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos são dirigidos a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para concretização desse sonho.

Primeiramente a Deus que nos capacitou para que obtivéssemos sucesso em nossas escolhas.

Em especial ao nosso professor orientador Ivair dos Santos, por nos orientar nesse trabalho, pelas recomendações e sugestões, e aos demais professores, pela dedicação em transmitir todo conhecimento necessário para nossa formação acadêmica.

À nossa família, por toda compreensão nos momentos em que tivemos que nos ausentar da presença deles e nos dedicar aos estudos. Aos nossos amigos e companheiros de curso, pelos ótimos momentos que passamos juntos ao longo desses cinco anos.

RESUMO

Atualmente a busca pela contínua melhoria e excelência em produtos e na prestação de serviços é uma realidade inegável do mercado, levando as organizações ao desenvolvimento e aplicação de metodologias da gestão da qualidade. Tais métodos possibilitam solucionar não conformidades, elevar a qualidade, eliminar desperdícios e reduzir custos. O objetivo deste trabalho é mostrar como a aplicação das ferramentas da qualidade em processos de fabricação geram resultados significativos para a empresa. Os métodos utilizados foram pesquisa bibliográfica, documental, e uma análise comparativa da aplicação em três diferentes setores. Os resultados obtidos demonstram que todos os setores em que foi aplicado o sistema, houve mudanças positivas e significativas. Concluiu – se também que com as mudanças, houve redução de desperdícios e do tempo na realização das atividades, assim como o aumento na qualidade de atendimento ao cliente, mantendo as empresas em nível competitivo no mercado.

Palavras-Chave: Melhoria contínua. Ciclo PDCA e DMAIC. Ferramentas da qualidade.

ABSTRACT

Currently the search for continuous improvement and excellence in products and services is an undeniable reality of the market, leading organizations to develop and apply quality management methodologies. Such methods enable solving nonconformities, raising quality, eliminating waste and reducing costs. The objective of this work is to present how the application of quality tools in manufacturing processes generate significant results for the company. The methods used were bibliographic, documentation research, and a comparative analysis of the application in three different sectors. The results demonstrate that all sectors in which the system was applied, there were positive and significant changes. It was also concluded that with the changes, there was reduction of waste and the time in the accomplishment of the activities, as well as the increase in the quality of customer service, keeping the companies at competitive level in the market.

Key words: Continuous improvement, PDCA cycle and DMAIC, quality tools.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- Fluxograma PDCA	17
FIGURA 2- Melhoria Contínua do Sistema de Gerenciamento da Qualidade	18
FIGURA 3- Ciclo PDCA	19
FIGURA 4- Espinha de Peixe	27
FIGURA 5- Gráfico de Pareto	27
FIGURA 6- Fluxograma do Processo de Gestão do Material de Laboratório	29
FIGURA 7- Diagrama de Causa e Efeito	30

LISTA DE QUADRO

QUADRO 1 – Processo do DMAIC	20
QUADRO 2 – Demonstrativo da Aplicação por Etapa	26
QUADRO 3 – Demonstrativo da Aplicação por Etapa	28
QUADRO 4 – Definição do Problema	28

LISTA DE ABREVIATURAS / SÍMBOLOS

PDCA – Plan do Check Act (Planejar, Fazer, Verificar e Agir)

DMAIC – Define, Measure, Analyze, improve e Control (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos	13
1.1.2 Objetivos geral.....	13
1.1.3 Objetivos Especificos.....	13
1.2 Delimitação do Estudo.....	13
1.3 Relevância do Estudo	13
1.4 Organização do Trabalho	14
2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA	15
2.1 Melhoria Continua	15
2.2 Ciclo PDCA e DMAIC.....	16
2.3 Ciclo DMAIC	19
2.4 Ferramentas da Qualidade.....	20
3 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS	22
3.1 Classificação Método de Estudo	22
3.2 Análise Tecnológica	23
4- RESULTADOS	24
4.1 Melhoria de Vazamento	24
4.2 Melhoria de Gestão da Qualidade	26
5 – CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	30

INTRODUÇÃO

As empresas em sua maioria têm tido um grau de competitividade cada vez maior, diante de um mercado que está exigindo qualidade, sofisticação e beleza nos produtos, para isso faz se necessário o investimento em novas tecnologias para busca de melhorias continua em seus processos.

A palavra controle na administração tem o objetivo de regular as ações em uma empresa para que se alcancem os objetivos esperados. Se tudo ocorresse como o planejado não haveria a necessidade de um controle. Este permite a verificação do planejamento de acordo com as ordens dadas, para identificação de erros ou desvios com a finalidade de corrigi-los e evitar sua repetição. As ferramentas da qualidade permitem exatamente o domínio desta situação, garantindo se corretamente aplicada a melhora na tomada de decisões implicando em melhores resultados.

De acordo com Gonçalves (2012), as ferramentas e metodologias da qualidade foram desenvolvidas a partir da década de 50, em decorrência da busca pela melhoria contínua de processos.

Já conforme Carpinetti (2010), podem ser classificadas em dois grupos, as ferramentas tradicionais (correspondem à folha de verificação, ao histograma, ao diagrama de dispersão, à estratificação, ao diagrama de causa e efeito, ao diagrama de Pareto e aos gráficos de controle) e as ferramentas organizacionais (correspondem ao Brainstorming, ao plano de ação-5W1H e 5W2H, entre outras ferramentas). O trabalho tem como finalidade à análise dessas ferramentas e da sua aplicabilidade nas empresas através de uma pesquisa bibliográfica dividida entre sua parte contextual e metodologia.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Esta pesquisa tem como objetivo desenvolver um estudo de caso utilizando a metodologia DMAIC na gestão e estratificação dos diferentes incidentes que podem ocorrer com ferramentas durante o processo de usinagem visando maximizar a produção, aumentar a qualidade do produto final e minimizar os custos de fabricação de produtos usinados.

1.1.2 Objetivos Específicos

O objetivo específico deste trabalho, consiste em aplicar a metodologia Seis Sigma (DMAIC) aos processos de uma empresa de Usinagem, comprovando como esta abordagem pode ser extremamente eficaz para possibilitar vantagem competitiva à organização que a executa.

1.2 Delimitação do Estudo

Este estudo de caso foi desenvolvido em uma empresa automobilística localizada no Vale do Paraíba. A empresa possui processos de usinagens nesta planta há mais de 30 anos, sempre tendo como principais peças o bloco do motor, virabrequim e cabeçotes. Após reuniões realizadas com os setores envolvidos no processo e análise dos indicadores de qualidade foi evidenciado a necessidade de aplicação da metodologia DMAIC na identificação de fatores que influenciam na qualidade do produto fabricado nas linhas de usinagens da mesma.

1.3 Relevância do Estudo

O tema abordado neste trabalho tem como princípio a aplicação da metodologia Seis Sigma (Método DMAIC) para análise e solução de problemas, visando à melhoria da produtividade e custos de usinagem pela racionalização do uso das ferramentas de corte. Tal metodologia foi baseada na aplicação dos conceitos de DMAIC. Com a aplicação destes conceitos foi possível identificar, qualificar e quantificar os fenômenos ocorridos para quebras de ferramentas de usinagem.

Este trabalho delimita-se ao estudo e aplicação da metodologia DMAIC em uma empresa automotiva situada na cidade no Vale do Paraíba, visando aprimorar a qualidade do produto, aumentar a produtividade e reduzir os custos.

1.4 Organização do Trabalho

O trabalho está estruturado em capítulos e subcapítulos. No capítulo 1, são expostos a justificativa do estudo, o escopo do trabalho, os objetivos e a metodologia adotada.

O capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura sobre qualidade e o DMAIC.

O capítulo 3 explica a metodologia adotada na pesquisa, apresentando como foi feita a coleta, obtenção dos dados e como foi conduzida a pesquisa na empresa automotiva.

O capítulo 5 apresenta as considerações finais, conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

Por fim, são apresentadas as referências utilizadas neste trabalho.

REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Melhoria Contínuas

De acordo com Gonzalez (2006) divide os programas de melhorias de processos em dois grupos diferentes:

- Melhoramento revolucionário ou reengenharia; e
- Melhoramento contínuo.

O autor define melhoramento revolucionário, ou reengenharia, como sendo a melhoria em que se realiza uma mudança radical e dramática no processo produtivo. Esse tipo de ação gera impactos relativamente rápidos que demandam um investimento alto. Por outro lado, ele define o melhoramento contínuo como sendo a melhoria em que se realizam mudanças mais simples, porém com maior frequência, adotando uma abordagem incremental buscando cada vez mais atender as necessidades do cliente com um baixo risco e baixo investimento.

Conforme Mesquita e Alliprandini (2003) afirmam ainda que nos dias de hoje encontra-se um dinamismo muito grande do ambiente como um todo, mercados, clientes, técnicas e metodologias. Tudo está mudando muito rapidamente, e para acompanhar essa transformação constante e acelerada, é essencial que se melhore continuamente. É necessário que se crie uma cultura com base na melhoria contínua, o que facilita a criação de um ambiente de aprendizagem continuada, sempre tentando utilizar o conhecimento existente da melhor maneira possível e sempre buscando potencializar a capacidade de criação de novos conhecimentos. Isso faz com que a melhoria contínua seja uma prática muito útil nessa era do conhecimento.

De acordo com Agostinetto (2006), a melhoria contínua é vista como um processo que atravessa e apoia os demais processos de negócios e não apenas os processos de fabricação, trazendo benefícios pequenos isoladamente e no curto prazo, mas que quando acumulados trazem melhorias consideráveis para as empresas.

Para Costa (2000), a simplificação do trabalho constitui um meio que favorece diretamente a produtividade, ela se relaciona com a melhoria de um método de trabalho, seja ele de natureza científica ou simplesmente surgido da prática. Para isso,

o método passa por alterações de modo que o trabalho se torne: mais simples; mais barato; menos fatigante; mais rápido e com melhor qualidade.

Ciclo PDCA E DMAIC

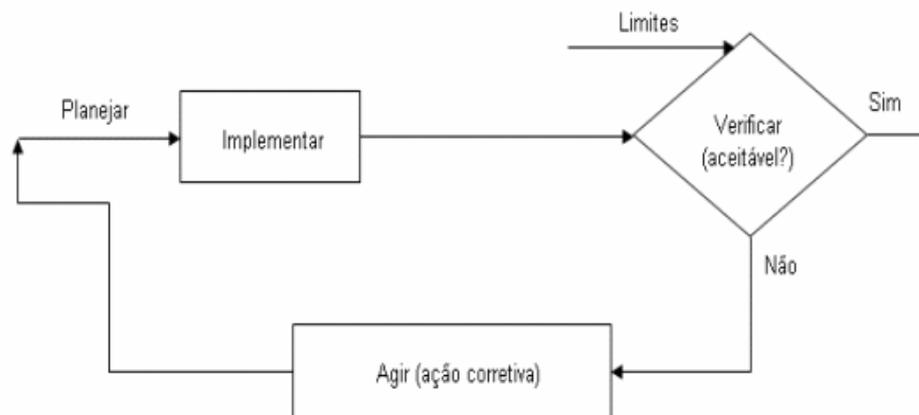
De acordo com Gupta (2006), o Ciclo PDCA, do inglês “Plan (planejar)”; “Do (fazer)”; “Check (verificar)”; “Act (agir)”, tem sido uma ferramenta de gerenciamento da qualidade há algumas décadas, sendo que hoje a ISO 9001 especifica o uso do modelo PDCA para gerenciar processos. Segundo Gupta (2006), PDCA é um processo que apresenta respostas contínuas para identificar e mudar elementos do processo com o objetivo de reduzir variações, ou seja, o objetivo do PDCA é planejar alguma coisa, manufaturar, verificar e comparar com o requerido, observar as diferenças e corrigir o processo para manter as características dentro dos limites de aceitação.

Gupta (2006) destaca que a atual versão da ISO 9001 define PDCA como se segue:

- Planejar (Plan): estabelecer os objetivos e processos necessários para alcançar os resultados, de acordo com as necessidades dos clientes e políticas da organização;
- Fazer (Do): Programar o processo;
- Verificar (Check): Monitorar e medir processos e produtos conforme políticas, objetivos e requisitos para o produto, e relatar os resultados.
- Agir (Act): Executar ações para melhorar continuamente o processo.

A imagem abaixo mostra um fluxograma que mostra a dinâmica do funcionamento do Ciclo PDCA, no qual as saídas o produto ou processo são verificados e comparados com os limites estabelecidos no plano inicial. Segundo Gupta (2006), se o produto estiver fora dos limites, o mesmo é retrabalhado ou sucateado. Por outro lado, se o produto estiver dentro dos limites, ele é enviado ao próximo processo como mostra a figura 1.

Figura 1 - Fluxograma do PDCA



Fonte: Gupta (2006).

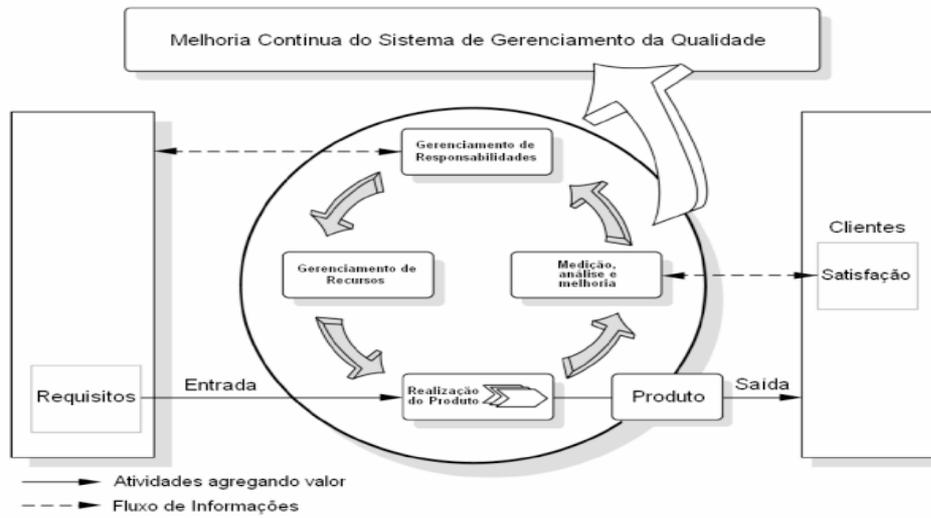
Segundo Agostinetto (2006), as primeiras atividades desenvolvidas com a tecnologia do Ciclo PDCA ocorrem na década de 20 por Walter Shewhart. Apesar da elaboração do método ter sido feita por Shewhart, quem realmente aplicou e disseminou o conceito foi Edwards Deming, o que fez com que o ciclo ficasse conhecido também no Ciclo de Deming. O conceito nasceu no escopo do TQM (Total Quality Management) como uma ferramenta que melhor representava o ciclo de gerenciamento de uma atividade.

O significado do ciclo se transformou ao passar do tempo vinculando-se também com a ideia de que, uma empresa qualquer, com a função de atingir uma determinada meta, precisa planejar e controlar as atividades a ela relacionadas.

De acordo com Wekema (2006) "O ciclo PDCA é um método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização".

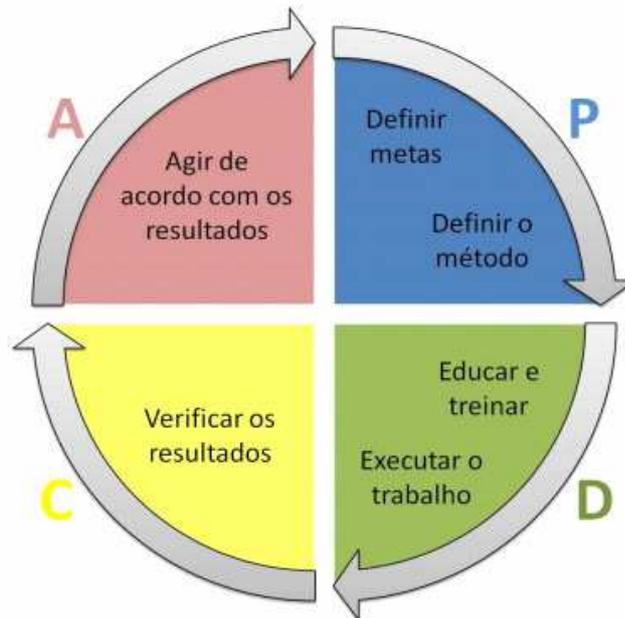
Conforme Agostinetto (2006) cita que esse método representa um processo sem fim, fazendo repetidamente um questionamento dos trabalhos detalhados de um determinado processo. Cada vez que se conclui a quarta e a última etapa do ciclo, se inicia novamente a primeira etapa e "roda-se" novamente o PDCA. O termo "rodar" se dá pela sua representação ser feita através de uma circunferência, ou parecida com uma roda, sendo definido com a sequência de atividades percorrida de uma maneira cíclica para melhorar as práticas das organizações do processo de fabricação ou qualquer outro negócio da empresa, exemplificada pela figura 2 e 3.

Figura 2 - Melhoria Contínua do Sistema de Gerenciamento da Qualidade.



Fonte: BSI (2000).

Figura 3 – Ciclo PDCA



Fonte: BSI (2000).

Ciclo DMAIC

O DMAIC (Define – definir), (Measure – medir), (Analyze – analisar), (Improve – melhorar), (Control – controlar) é uma metodologia de solucionar problemas que tem como função realizar melhoras em produtos, serviços e processos para projetá-los. Aguiar (2012), essa metodologia foi desenvolvida com base no ciclo PDCA, utilizado para manutenção, melhoria e inovação de produtos, serviços e processos, ambos são métodos mundialmente conhecidos e utilizados pela maioria das companhias americanas que fazem uso do Programa Seis Sigma. O quadro 1 aborda a sequência do DMAIC.

Quadro 1 - Processos do DMAIC.

PASSOS	PROCESSOS - CHAVES
DEFINIR	Definir as necessidades e expectativas do cliente;
	Definir o escopo do projeto;
	Definir o processo, mapeando o fluxo do negócio.
MEDIR	Medir o processo para satisfazer as necessidades do cliente;
	Desenvolver um plano de coletas de dados;
	Coletar e comparar dados para determinar problemas e carências.
ANALISAR	Analisar as causas dos defeitos e fontes de variação;
	Determinar as variações no processo;
	Priorizar oportunidades para futura melhoria.
MELHORAR	Melhorar o processo para eliminar variações;
	Desenvolver alternativas criativas e implementar um plano aprimorado.
CONTROLAR	Controlar variações do processo para atender as necessidades do cliente;
	Desenvolver estratégias para monitorar e controlar o processo melhorado;
	Implementar as melhorias de estrutura e sistemas.

Fonte: Kwak e Anbari, (2006) adaptado por Farago, (2015).

Como já mencionado, o PDCA e o DMAIC são destinadas à melhoria contínua. As semelhanças entre essas duas ferramentas se estendem por seus passos também, pois ambas possuem as fases de planejamento, execução e controle.

Alguns consideram o DMAIC uma evolução do PDCA. A principal diferença entre o DMAIC e o PDCA é que no DMAIC o planejamento é geralmente feito de forma mais detalhada por meio de um estudo mais aprofundado do que é feito no PDCA, recorrendo muitas vezes a métodos estatísticos. Por permitir uma análise mais estruturada e aprofundada no planejamento, o DMAIC é a ferramenta base da metodologia Seis Sigma.

Ferramentas da Qualidade

Conforme Ishikawa (1993) destaca que todo trabalho tem dispersão e que dados sem dispersão são dados falsos, e por isso sem uma análise estatística não pode haver controle eficiente. Assim, Ishikawa (1993) afirma que noventa por cento dos problemas em uma empresa podem ser resolvidos pelas sete ferramentas de controle de qualidade e, assim, os métodos estatísticos devem tornar-se senso comum ou de conhecimento comum a todos os engenheiros e técnicos.

Ferramentas da qualidade

Para Ishikawa (1993) os métodos estatísticos podem ser divididos em três categorias, de acordo com o nível de dificuldade, conforme segue:

O primeiro Método Estatístico Elementar (composto por Sete Ferramentas)

1. Gráfico de Pareto: Princípio dos poucos vitais, muitos triviais;
2. Diagrama de causa e efeito (esta não é exatamente uma técnica estatística);
3. Estratificação;
4. Folha de verificação;
5. Histograma;
6. Diagrama de Dispersão;
7. Gráfico e diagrama de controle (Gráfico de controle de Shewhart).

Ishikawa (1993) descreve que juntamente com estas ferramentas, os trabalhadores precisam ser treinados nos seguintes pontos básicos:

1. O conceito de qualidade: respeito pelos consumidores, crença no fato de que o processo seguinte é um cliente;
2. Princípios e implantação referentes à administração e melhoramentos da qualidade;
3. Uma forma estatística de pensar: os dados têm sua própria distribuição e estão espalhados.
4. Sabendo disto, os dados podem ser usados para se fazer uma estimativa estatística e fazer um julgamento quanto à ação a ser executada.

No Segundo Método Estatístico Intermediário

De acordo com Ishikawa (1993), este método tem sido usado com eficiência no Japão.

Este método inclui:

1. Teoria das pesquisas de amostragem;
2. Inspeção de amostragem estatística;
3. Vários métodos para fazer estimativas e testes estatísticos;
4. Métodos de utilização dos testes sensoriais;
5. Métodos de projeto de experimentos.

No Terceiro Método Estatístico Avançado

Conforme Ishikawa (1993), este método é utilizado em análises de processo e análises de qualidade muito complicadas, assim apenas um número limitado de pessoas é treinado no mesmo. Ishikawa (1993) destaca que este método se tornou a base para o estabelecimento e exportação da alta tecnologia, ajudando a elevar o nível da indústria japonesa. Este método inclui:

1. Métodos avançados de projeto de experimentos;
2. Análises multivariadas;
3. Vários métodos de pesquisa operacional.

Segundo Magalhães (2005), as ferramentas para o aprimoramento da qualidade, devido à sua simplicidade de aplicação, têm os seguintes objetivos:

1. Facilitar a visualização e entendimento dos problemas;
2. Sintetizar o conhecimento e as conclusões;
3. Desenvolver a criatividade;
4. Permitir o conhecimento do processo;
5. Fornecer elementos para o monitoramento dos processos.

METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS

3.1 Classificação dos Métodos de Estudo

Segundo Gil (1991), um estudo pode ser realizado e concluído, com estudos racional e sistemático, que tem como objetivo gerar alegações as dificuldades encontradas. Com isso dar início a um trabalho científico, que é um trabalho realizado em cima dos dados insatisfatórias, que será necessário estruturar e examiná-los, para resolver as dificuldades encontradas.

Conforme Silva e Menezes (2005) A pesquisa é realizada através deum procedimento com várias etapas, a começar com a elaboração do assunto a ser examinado até o comparecimento das resultâncias e finalização das ideias.

1. De acordo com o abordagem

Segundo Gil (1991) uma vez que foi determinado as dificuldades a serem analisadas, a próxima etapa deve ser um exemplo do paradigma do estudo que conduzira os decorrentes atos. Relativo à abordagem das dificuldades encontradas, este exemplo de estudo pode ser denominado como qualitativo ou quantitativo.

Conforme Silva e Menezes (2005) observando o estudo com como quantitativo, em qual as dificuldades podem ser apreciáveis a procura de ensaios e resultados, por meio da aplicação métodos estatísticos e ferramentas da qualidade.

1. De acordo com o propósito

De acordo com Gil (1991) o propósito, os estudos podem ser denominados em Estudo Exploratório, Estudo Descritiva e Estudo explicativa.

Ainda segundo Gill, (1991) os estudos exploratórios têm como intenção possibilitar melhor ligação com a dificuldade e deixá-la aceitável vendo que o próprio pode ser levantado fundado em suspeitas e premonições contendo verificações bibliográficas, referência e moldes que ajudem o entendimento do tópico, além de diálogos com indivíduos que possuíram ciência prática com a dificuldade estudada.

Conforme Gil (1991), exploração bibliográfica e estudos do acontecimento são bastante utilizados nos estudos exploratórios, um momento que emprega tanto a

fundação do pesquisador. O estudo Descritivo tem como primórdio relatar cuidadosamente o propósito da aprendizagem (cidadãos, acontecimento, dificuldades) empregando o recolhimento de verificações de conceitos qualitativos, porem essencialmente quantitativos.

O estudo explicativo procura reconhecer e esclarecer os motivos deliberando as dificuldades a ser analisada, investigando a existência ao esclarecer a intelecção das coisas. Acostumam a dar continuação a estudos descritivos e exploratórios, uma circunstância que apresentam um ponto de vista mais discriminado do conteúdo e tema questionado.

3.2 Analises Tecnológicas

Segundo Gill (1991), os métodos tecnológicos são selecionados em: Estudo bibliográfico, do qual está avançando apoiado em instrumentos já realizados, contido essencialmente por literaturas e peças científicas; Estudo documental, similar a bibliografia, no entanto refere-se ao instrumentos que até o momento não estiveram examinados cuidadosamente; Estudo experimental, reside em determinar contornos em direção e análise das resultâncias que a variante promove.

Para a realização do referente trabalho foi feito uma pesquisa bibliográfica voltada à aplicação das ferramentas da qualidade associada ao ciclo PDCA e metodologia DMAIC que estabelece um ciclo que pode ser reiniciado para o alcance dos resultados. Foram escolhidos dois casos aplicados para uma análise crítica, comparando as mudanças e resultados obtidos com o propósito de demonstrar a possibilidade positiva da utilização deste recurso nos processos de fabricação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Melhoria de Vazamento

Se aplicado para melhoria de um vazamento no tensionador da corrente do cabeçote com base em dados coletados no acompanhamento da produção, reclamações de clientes e indicadores. Segue abaixo o quadro 2; demonstrativo da aplicação em cada etapa:

Quadro 2 - Demonstrativo da aplicação por etapa

DEFINIR	Foi definido qual o motivo do vazamento do óleo através de indicadores de desempenho e do diagrama de causa e efeito, como mostra a figura 4. Os resultados encontrados foram indicados pelo gráfico de Pareto, figura 5.
MEDIR	Foi coletado o máximo de informações possíveis do projeto por meio de levantamentos que implicavam diretamente na produção e no custo do processo, através de um sistema de desvio padrão, DPMO.
ANALISAR	Depois da análise das informações anteriores, foi verificada a falta de um plug de proteção que tinha o objetivo de evitar batidas e riscos na região de alojamento do tensionador e também das réguas guias de nylon que protege as peças na hora do deslocamento.
MELHORAR	Foi elaborado um plano de ação com o objetivo de melhorar os principais causadores dessas falhas: implantação do plug no cabeçote, implantação das réguas guias de nylon e a implantação de uma ferramenta que reduzia a perpendicularidade da face de encosto do tensionador.
CONTROLAR	Com o intuito de manter o controle das ações adotadas mantém se a realização da manutenção preventiva dos transportes com proteção de nylon e laboração de um guia visual para a verificação de possíveis defeitos no tensionador.

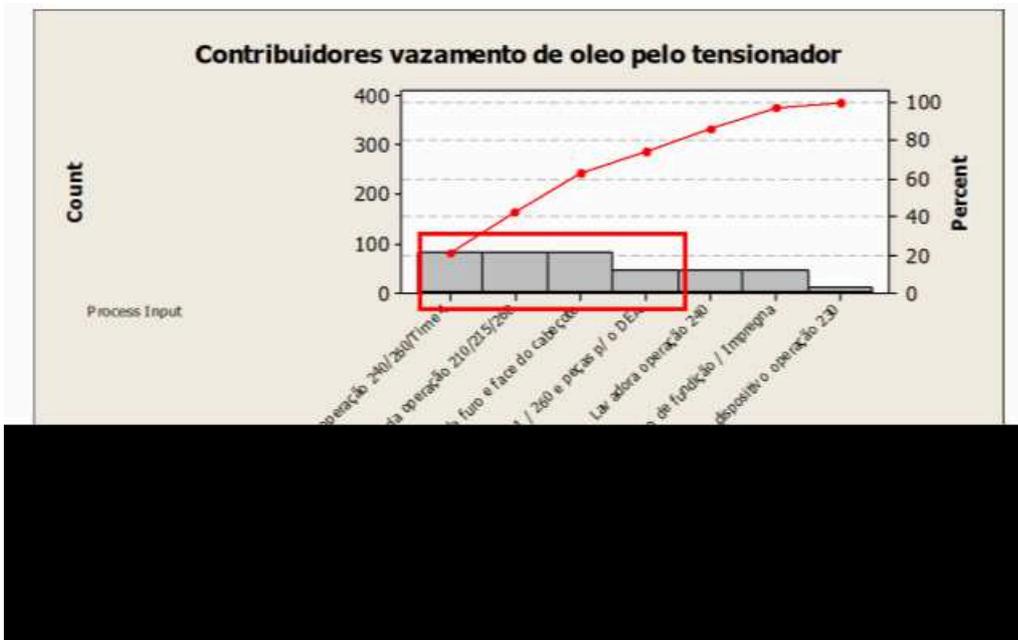
Fonte: Próprio autor (2018).

Figura 4 - Espinha de peixe



Fonte: Santos I. A. (2015)

Figura 5 - Gráfico de Pareto



Fonte: Santos. I. A. (2015)

4.2 Melhoria da Gestão de Qualidade

Quando aplicado para melhoria da gestão da qualidade dos materiais de laboratório de um centro Universitário com base em dados coletados através de entrevistas com técnico e assistente de secretaria executiva. Segue abaixo o quadro 3 o demonstrativo da aplicação em cada etapa:

Quadro 3 - Demonstrativo da aplicação por etapa

DEFINIR	Foi estabelecido qual o problema específico na qualidade por meio da ferramenta 5W2H. Conforme demonstra o Quadro 4.
MEDIR	Foram identificadas as falhas no processo e foi o processo foi estudado através de provas evidentes. Utilizou se as ferramentas 5w2h e fluxograma conforme figura 6.
ANALISAR	Busca de dados sobre a não conformidade através do diagrama de causa e efeito conforme figura 7.
MELHORAR	Foi determinando um plano de ação com a identificação das causas identificadas através do diagrama utilizando uma matriz de priorização.
CONTROLAR	Foi criado um formulário de inspeção semanal, para o acompanhamento dos processos de gestão de material do laboratório evitando e solucionando problemas recorrentes para que não se tornassem maiores.

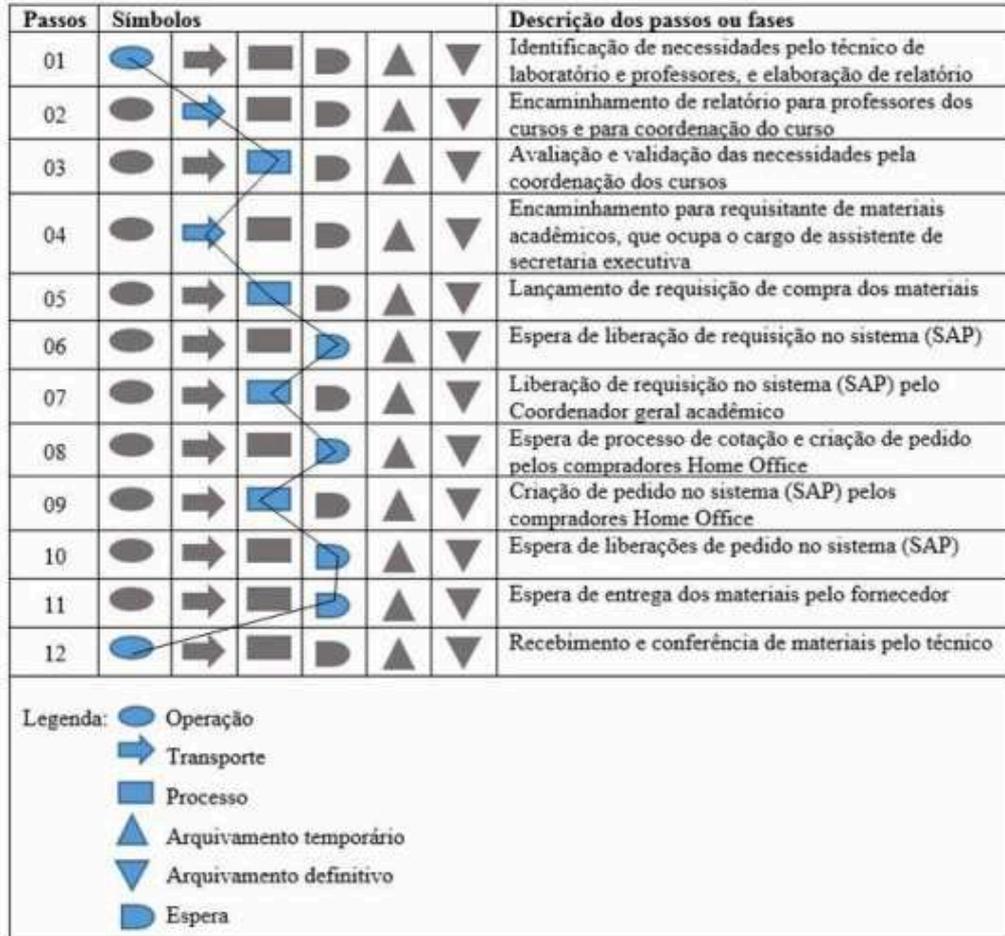
Fonte: Próprio autor (2018)

Quadro 4 - Definição do problema.

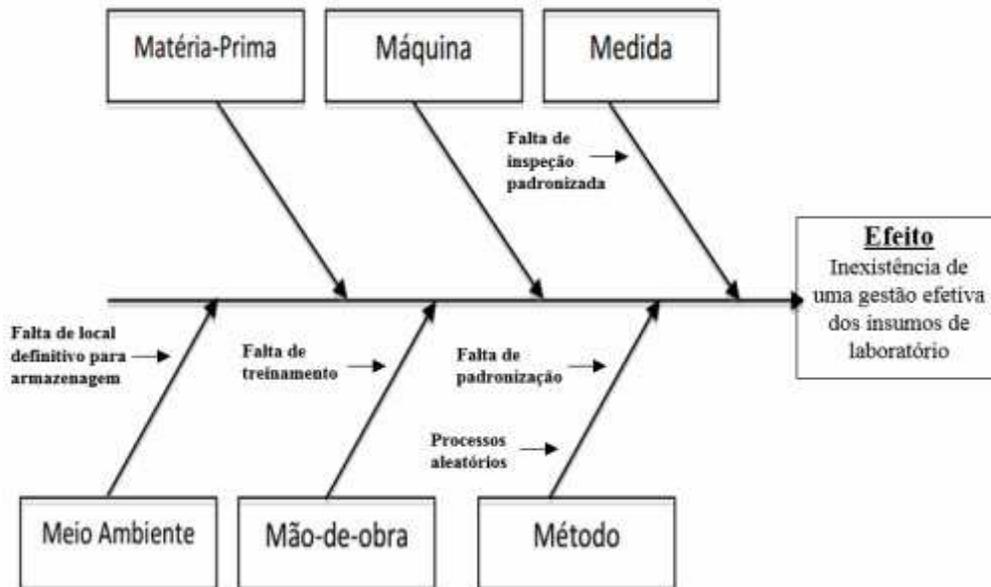
	É	Não é
O quê?	Falta de materiais nos laboratórios	Falta de mão-de-obra
Quem?	Gerente dos laboratórios de engenharia e de saúde	Demais laboratórios
Onde?	Laboratórios de Saúde e Engenharia	Almoxarifado do estoque geral
Por quê?	Professor informa aula prática e materiais necessários sem tempo hábil para aquisição, existem poucos ou nenhum fornecedor próximo e procedimento de aquisição e compra é burocratizado	-
Quando?	Durante aulas práticas	Durante aulas teóricas
Como?	Os técnicos recebem informação das aulas práticas sem solicitação prévia dos professores resultando na falta	-
Quanto Custa?	Não informado	Não informado
Definição do problema	Inexistência de uma gestão efetiva dos insumos de laboratório	

Fonte: Universitário Vale do Ipojuca. (2016)

Figura 6 - Fluxograma do processo de gestão de material de laboratório.



Fonte: Adaptado de Araújo, (2006).

Figura 7 - Diagrama de causa e efeito

Fonte: Universitário Vale do Ipojuca. (2016)

Os resultados obtidos por meio da aplicação do ciclo conjunto às ferramentas da qualidade foram positivos nos dois casos, no primeiro verificou se às causas do vazamento e solucionou se o problema, permitindo uma redução das falhas recorrentes no vazamento e uma precisão maior na medição aumentado consequentemente a qualidade na produção. No segundo, após a identificação dos fatores que influenciavam na má gestão dos materiais, foi elaborado um plano de ação e foi definido uma prioridade a ser seguida o que trouxe um ambiente organizado e com melhor visualização permitindo facilidade na identificação dos materiais a serem usados e consequentemente um aumento na qualidade.

5 - CONCLUSÃO

A pesquisa bibliográfica proporcionou o embasamento para a análise da aplicação do ciclo DMAIC conjunto às ferramentas da qualidade para a gestão de qualidade nos processos. Conclui-se através do estudo dos casos aplicados que a aplicação das ferramentas traz benefícios que garantem o melhor funcionamento do processo e diminuição das falhas, economizando tempo e trabalho, aumentando conseqüentemente a produtividade. Como sugestão de trabalhos futuros pode ser indicado à adaptação para a aplicação em outras áreas do mercado, já que a metodologia tem o foco de otimização.

REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, J. S. **Sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, melhoria contínua e desempenho: o caso de uma empresa de autopeças**. 2006. 121 p. Dissertação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

ARAUJO, L. C. G. Organização, **sistemas e métodos**. São Paulo: Atlas, 2006.

ANTONY, J.; BANUELAS, R. Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program: Measuring Business Excellence, v. 6, n. 4, p. 20-27, 2002.

CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CORRÊA, OLIVER **Investigação do Seis Sigma na redução do tempo de setup: uma pesquisa empírica em uma empresa do setor de polímeros**, Universidade Federal de São Carlos, 2014.

COSTA, Cel. Fernando Febeliano. **Organização Industrial**, Centro Paula Souza. São Paulo.2000

GONÇALVES, W. P.; MORAIS, S. F. A.; SILVA, A. A.; ARAUJO, I. F.; BARBOSA, E. A. **O uso de ferramentas da qualidade visando à padronização do tamanho da massa da lasanha produzida em uma indústria alimentícia**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 32., 2012. Bento Gonçalves/RS. Anais... Bento Gonçalves/RS, 2012

GUPTA, P. Beyond PDCA: **A New Process Management Model**. QualityProgress, 2006.

- GIL, A. C., **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3ª edição, São Paulo. Editora Atlas, 1991.
- ISHIKAWA, K. **Guide to Quality Control**. Tokyo Asian Productivity Organization, 1982.
- MESQUITA, M.; ALIPRANDINI, D. H. **Competências essenciais para melhoria contínua na produção: estudo de caso em empresas da indústria de autopeças**. *Gestão & Produção*, v.10 n. 1, PP. 17-33, São Carlos, UFSCar, 2003.
- SILVA E. L., MENEZES E. M., **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4ª edição revisada e atualizada, Florianópolis. UFSC, 2005.
- WERKEMA, C. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- WERKEMA, M. C. C. **As Ferramentas da Qualidade No Gerenciamento de Processos**. Belo Horizonte: Werkema Editora Ltda, 2006.