

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

FILIPE MORAIS
LEONARDO JOSAFATH ARAUJO KOZLINSKI

**DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE DISPOSITIVO
PARA MONTAGEM E ACIONAMENTO DO TENSIONADOR DO KIT
CORRENTE DE MOTOR.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

(Tcc2 - Nº de Inscrição - 12)

CURITIBA

2015

FILIPPE MORAIS

LEONARDO JOSAFATH ARAUJO KOZLINSKI

**DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE DISPOSITIVO
PARA ACIONAMENTO DO TENSIONADOR DO KIT CORRENTE DE
MOTOR.**

Proposta de Projeto de Pesquisa apresentada à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para aprovação na disciplina.

Orientador: Prof. Dr. Eng. Walter Luís Mikos

CURITIBA

2015

TERMO DE ENCAMINHAMENTO

Venho, por meio deste termo, encaminhar para apresentação a Proposta do Projeto de Pesquisa “Desenvolvimento e Implementação de Dispositivo para Acionamento do Tensionador do kit corrente de motor.”, realizada pelo(s) aluno(s) Filipe Moraes e Leonardo Josafath Araujo Kozlinski, como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Eng. Walter Luís Mikos
UTFPR - Damec

Curitiba, 08 de Junho de 2015.

TERMO DE APROVAÇÃO

Por meio deste termo, aprovamos a Proposta de Projeto de Pesquisa “Desenvolvimento e Implementação de Dispositivo para Acionamento do Tensionador do kit corrente de motor.”, realizada pelo aluno(s) Filipe Morais e Leonardo Josafath Araujo Kozlinski, como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Prof. Dr. Walter Luís Mikos
DAMEC, UTFPR
Orientador

Prof. Dr. Paulo Antonio Reaes
DAMEC, UTFPR
Co-Orientador

Prof. Dr. João Antônio Palma Setti
DAMEC, UTFPR
Avaliador

Curitiba, 08 de Junho de 2015.

RESUMO

MORAIS Filipe, KOZLINSKI Leonardo J. A. Desenvolvimento e Implementação de Dispositivo para Acionamento do Tensionador do kit corrente de motor. 2015. 117 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia Mecânica - DAMEC, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, 2015.

O presente estudo se concentrou no desenvolvimento e implementação de um dispositivo para montagem e acionamento do tensionador do kit corrente de motor, visando a redução do custo de retrabalho de motores e o alívio da carga do correspondente posto de trabalho, de forma a diminuir o tempo de ciclo da linha. O problema em questão foi constatado em uma fábrica de motores da região metropolitana de Curitiba. A operação se baseava no acionamento de um tensionador do kit corrente do motor. O colaborador realizava a tarefa com a mão em forma de cunha. Isso denotou a falta de padrão durante a execução do movimento, uma vez que este depende da força empregada. Esse estudo visou primeiramente a identificação das causas dessa problemática e, em seguida, o desenvolvimento de um projeto conceitual de um dispositivo automático cuja finalidade foi eliminar os problemas aqui apresentados. O projeto detalhado do novo dispositivo foi realizado pelos engenheiros da empresa. Sua implementação e as análises de ganhos pós instalação estiveram sob responsabilidade dos integrantes desse trabalho de conclusão de curso. Para a elaboração das atividades aqui expostas foram utilizadas ferramentas de qualidade e teorias referentes a metodologia de projetos. Dentre os principais objetivos aqui empregados podem ser citados: a garantia de que a operação de aperto seja realizada de forma precisa e rápida, maior qualidade do produto ao sair da linha e melhores condições aos colaboradores. Cabe ainda citar vantagens que o novo equipamento traz à empresa, como a redução do tempo de ciclo, ganhos referentes ao desdobramento de custos. Sendo assim, a implantação desse projeto recorre somente a ganhos para a empresa em questão, além de possibilitar o desenvolvimento do conhecimento adquirido ao longo de anos estudados durante o curso de Engenharia Mecânica.

Palavras-chave: automação, tensionamento, otimização, qualidade.

ABSTRACT

MORAIS Filipe, KOZLINSKI Leonardo J. A. Desenvolvimento e Implementação de Dispositivo para Acionamento do Tensionador do kit corrente de motor. 2015. 117 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia Mecânica - DAMEC, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, 2015.

The following study focused on the development and implementation of a device for mounting and drive the engine tensioner kit, aimed at reducing the cost of rework engines and relieve the burden of the corresponding workstation, in order to reduce the time of the line cycle. The problem in question was verified to an engine plant in the metropolitan region of Curitiba. The operation was based on driving a motor current kit tensioner. The employee performed the task with hand-shaped wedge. This indicated a lack of default during execution of the movement, since this depends on the force employed. This first study aimed to identify the causes of this problem, and then, the development of a conceptual design of an automatic device intended to eliminate the problems presented herein. The detailed design of the new device was performed by the company's engineers. Implementation and post installation analysis gains were the responsibility of the members of this term paper. For the development of activities presented here were employed quality tools and theories related to project methodology. Among the main objectives here employees can be cited: the assurance that the clamping operation is performed accurately and rapidly, higher end product quality and better conditions to the operators. It should also be cited advantages that the new equipment brings to the company, such as reducing cycle time and gains for the split of costs. Thus, the implementation of this project only brings gains for the company in question, and enable the development of knowledge acquired over years studied during the course of Mechanical Engineering.

Key words: automation, tensioning, otimization, quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Movimento Manual de Acionamento	12
Figura 2 - Esquema Padrão WCM	18
Figura 3 - Pilares WCM	19
Figura 4 - FMEA	21
Figura 5 - Ciclo PDCA	23
Figura 6 - Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa)	24
Figura 7 – Diagrama de Tarefas de Projeto	27
Figura 8 - Acionamento Incorreto e Correto do Tensionador	31
Figura 9 – Força média necessária para tensionamento da corrente	33
Figura 10 – Estrutura Funcional 1	37
Figura 11 – Estrutura Funcional 2	37
Figura 12 – Estrutura Funcional 3	38
Figura 13 – Projeto Conceito da Solução	40
Figura 14 – Sequenciamento de Funcionamento	41
Figura 15 - Vista Lateral e Superior do Projeto	41
Figura 16 - Banner iVu TG – Câmera de <i>Error Proofing</i>	42
Figura 17 – Posicionamento da Câmera	43
Figura 18 - Montagem e Verificação do Dispositivo	44
Figura 19 - Try- out do dispositivo	45
Figura 20 – Grade de Proteção do dispositivo tensionador da corrente.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise MUDA - Tempo	32
Tabela 2 – Possibilidade para mecanismo automatizável	39

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

CCQ	- Círculos de Controle da Qualidade
FMEA	- Análise do modo e efeito de falha
KAIZEN	- Melhoria contínua
MUDA	- Perdas em Japonês, utilizado no WCM
PDCA	- Plan, Do, Check, Act
PFMEA	- Process Failure Mode and Effects Analysis
TPS	- Toyota Production System
WCM	- World Class Manufacturing

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Contexto do Tema	10
1.2	Caracterização do Problema	10
1.3	Objetivos	12
1.3.1	Objetivo geral do trabalho	12
1.3.2	Objetivos específicos	13
1.4	Justificativa	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1	Ferramentas da Qualidade	14
2.1.1	Qualidade	14
2.1.2	KAIZEN	15
2.1.3	World Class Manufacturing (WCM)	16
2.1.4	Grupos KAIZEN (Times de Trabalho)	19
2.1.5	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	20
2.1.6	5W1H	21
2.1.7	Ciclo PDCA	22
2.1.8	Diagrama de Causa e Efeito	24
2.2	Metodologia de projeto	24
2.2.2	Definição da Tarefa (Projeto Informacional):	25
2.2.3	Projeto Conceitual	26
2.2.4	Projeto Preliminar	26
2.2.5	Projeto detalhado.	26
2.3	Medicina do Trabalho	28
3	METODOLOGIA	29
3.1	Descrição e justificativa da metodologia	29
3.2	Identificação das causas (Ferramentas da Qualidade)	29
3.2.1	WCM	29
3.2.2	Diagrama de Ishikawa	31
3.2.3	WCM, 5W1H e FMEA	33
3.3	Metodologia de projeto	34
3.3.1	Definição do cliente do projeto	35
3.3.2	A unidade em estudo	35
3.3.3	Definição das necessidades do cliente e apresentação do problema	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
4.1	ESTRUTURA FUNCIONAL	37

5	PRODUTOS DE PROJETO	40
6	IMPLEMENTAÇÃO E RESULTADOS	44
6.1	Implementação	44
6.2	Resultados	47
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
8	REFERÊNCIAS	51
	APÊNDICE A – 5W1H	54
	APÊNDICE B – 5 porquês	55
	APÊNDICE C – FMEA	56
	APÊNDICE D – KAIZEN DO PROJETO	57

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto do Tema

Após a Segunda Guerra a necessidade urgente de obtenção de mercadorias, produtos e matérias para o suprimento e reconstrução dos países envolvidos nos conflitos fez com que se priorizassem os altos volumes de produção em prejuízo da qualidade dos produtos. A indústria japonesa foi a primeira a efetivamente se preocupar com a qualidade dos mesmos.

Com a globalização da economia, e conseqüentemente com o mercado cada vez mais exigente, as empresas gradativamente tiveram que investir mais no gerenciamento da qualidade.

Em busca de um melhor posicionamento do seu produto ante a concorrência, da redução de custos, do aumento da qualidade e da redução dos tempos de ciclo de montagem, a empresa FL, assim como tantas outras do mesmo segmento, tem adotado o *World Class Manufacturing* (WCM) no seu cotidiano.

O WCM é um sistema de produção destinado a reforçar as normas de produção e eliminar as perdas. Seus princípios são aplicados a todos os aspectos de uma planta industrial, desde o sistema de qualidade à manutenção, em uma perspectiva de melhoria contínua (HINO, 2009).

O foco principal desse Trabalho de Conclusão do Curso é desenvolver e implantar uma alteração concreta em uma operação de um posto de trabalho de uma linha de produção empregando os princípios dessa filosofia de produção que é voltada à melhoria contínua. Para tal serão utilizadas ferramentas de qualidade e de desenvolvimento de projetos.

1.2 Caracterização do Problema

A empresa FL foi inaugurada em 2010 após dois anos de intervenções e adequações tecnológicas. Sua planta possui grande reconhecimento em aspectos

como qualidade, gestão, ecologia e meio ambiente, além de dispor de alto nível de profissionais especializados, produtos e, principalmente, processos. Contém quatro linhas principais de usinagem, sendo elas responsáveis pela fabricação do bloco, do cabeçote, da biela e do virabrequim do motor, dispondo de um total de 54 máquinas. Seu grande diferencial é a automação no abastecimento de usinados à linha de montagem via *gantries* ou pórticos (abastecimento aéreo). Essa tecnologia permite, por exemplo, que a unidade opere sem empilhadeiras para abastecimento de materiais no processo produtivo.

É responsável pela fabricação da família de motores 1.6l 16v e 1.8l 16v, *flex* e à gasolina. A consolidação da atual planta se deu após a aquisição de sua antiga fornecedora de motores veiculares. Desde então, foram investidos mais de R\$ 300 milhões com o intuito de melhorias em busca de um patamar de excelência em processos e produtos. Denota cerca de 20% da capacidade atuante no MERCOSUL com potencial produtivo de 2,5 milhões de motores por ano.

De acordo com o superintendente da empresa: “Antes da aquisição, a produção desta planta era voltada exclusivamente para a exportação, o que atesta o caráter global. Hoje, a empresa está pronta para atender além do mercado brasileiro e sul americano, os cinco continentes pertencentes ou não ao Grupo, o que é um grande passo na estratégia da empresa”.

Nessa empresa, no posto de trabalho em que se realiza a instalação do kit de corrente no motor, foi identificada a ausência de um padrão adequado para acionar o tensionador da corrente. Esse acionamento é realizado principalmente através da força braçal do operador do posto de trabalho. Ele é feito pelo operador com a mão em forma de cunha, conforme a foto da Figura 1. Essa operação repetitiva não é ergonomicamente adequada podendo gerar problemas de L.E.R. (lesões por esforço repetitivo). Por outro lado, essa operação é também perigosa, em virtude do posicionamento do tensionador e da força necessária para acioná-lo, podendo ocasionar cortes ou mesmo prender a mão ou dedos do operador, segundo avaliação da equipe responsável pela segurança do trabalho.

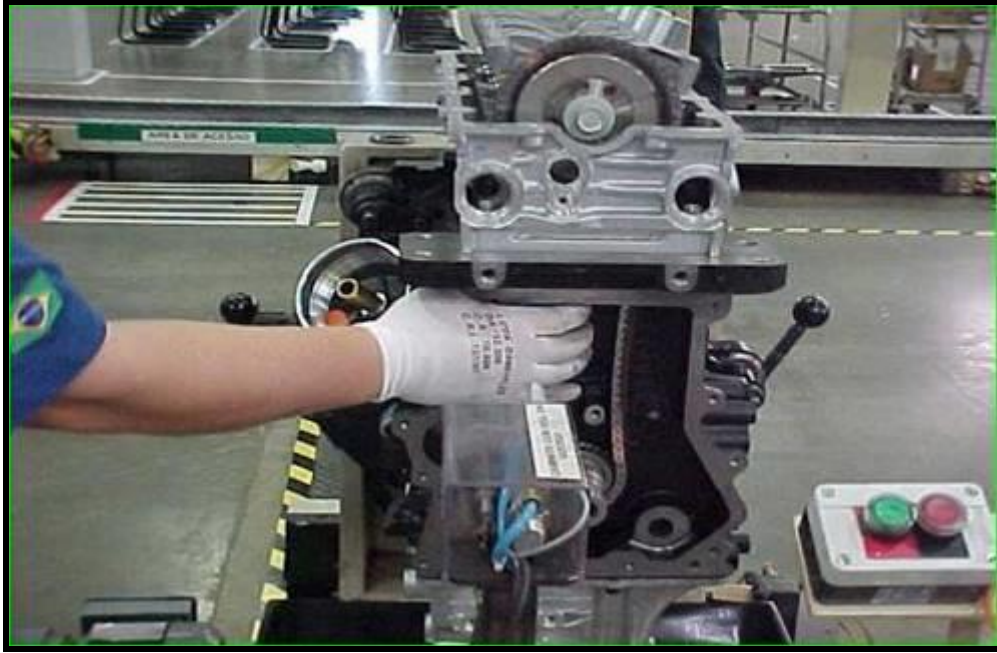


Figura 1 - Movimento Manual de Acionamento

Fonte: do autor, 2015

O problema se verifica com todos os operadores em todos os turnos de trabalho. E, portanto, deve estar atrelado à fadiga do operador no posto de trabalho, visto que exige um alto esforço físico de forma sistemática. Por outro lado, é uma função que ocupa muito tempo do posto de trabalho, gerando um tempo de ciclo maior do que o desejado. O colaborador deste posto exerce outras tarefas dentro desse tempo de ciclo.

Um novo modo do acionamento do tensionador está sendo desenvolvido, em virtude de o atual apresentar um problema de qualidade de acionamento que compromete a robustez, eficiência e segurança do processo e a qualidade do produto.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral do trabalho

Esse trabalho tem como objetivo geral o desenvolvimento e a implementação de um dispositivo para montagem e acionamento do tensionador do kit corrente corrente do motor, visando a redução do custo de retrabalho de motores, solução de

movimento não ergonômico do operador e o alívio da carga de trabalho do correspondente posto, de forma a diminuir o tempo de ciclo da linha.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar as causas do problema e as necessidades de melhoria
- Realizar a proposta de solução para o problema
- Avaliar a viabilidade da solução proposta
- Realizar a gestão do projeto de solução dentro da empresa
- Redução do tempo de ciclo da montagem;
- Minimizar os riscos ergonômicos do operador;
- Aplicar os resultados na linha de produção em estudo;
- Comparar as práticas anteriores com as novas implantadas na linha de produção, avaliando os eventuais ganhos.

1.4 Justificativa

No presente trabalho são abordados somente problemas reais da empresa encontrados no acionamento atual do tensionador realizado de forma incorreta e prejudicial. Além do mais, dois dos objetivos principais: a solução do problema de qualidade e o da redução do tempo de ciclo da estação são de muito interesse para a empresa, justificando esta tarefa.

Os equipamentos utilizados para confecção dos dispositivos serão produzidos por pessoas capacitadas na empresa, assim todo o custo do dispositivo sendo de responsabilidade da mesma.

Todo o trabalho está sendo gerenciado pelos autores, desde o projeto mecânico até a implantação do dispositivo, sendo assim uma ótima oportunidade para levar a prática os conceitos assimilados durante o curso de engenharia mecânica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo visa aprofundar o conhecimento necessário para o bom entendimento dos assuntos a serem abordados nesse trabalho. Serão descritos tanto temas relacionados às Ferramentas da Qualidade quanto à Metodologia de Projetos. Essa teoria será a base para a elaboração da metodologia proposta no capítulo 3.

2.1 Ferramentas da Qualidade

A fim de garantir sucesso em um mercado extremamente competitivo, muitas empresas utilizam métodos que as capacitam a alcançar níveis adequados de qualidade em seus produtos. Além disso, buscam a máxima eficiência em produção e conseqüentemente redução de custos. Os métodos empregados na maioria das empresas são baseados em ferramentas muito úteis como WCM e Diagrama de Causa e Efeito.

A seguir serão abordados e aprofundados esses conceitos com o intuito de avaliar a conveniência de aplicação dos mesmos nesse Trabalho de Conclusão de Curso.

2.1.1 Qualidade

Para Torminato (2004) o conceito de qualidade é comparado à própria humanidade, uma vez que, para este autor, ambos surgiram simultaneamente. Já para Campos (1992), a qualidade é atingida quando um produto ou serviço atende aos requisitos técnicos, à segurança e às necessidades de um cliente. Além do mais, o autor acrescenta que a confiabilidade do processo/produto deve suprir a exigência dos consumidores, respeitando o prazo de entrega.

Alguns autores preferem desmembrar a qualidade em alguns tópicos, assim como o fazem Campos:

- a) Confiabilidade;

- b) Conformidade;
- c) Durabilidade;
- d) Capacidade de receber assistência técnica;
- e) Estética;
- f) Qualidade percebida.

Feigenbaum (1983) acrescenta que a atratividade do produto quando combinada à economia, tende a satisfazer tanto a indústria quanto ao consumidor. Esse conceito, denominado 'qualidade apropriada', é atribuído a Taguchi que visando o aumento do lucro e da qualidade dos produtos, realizou diversos experimentos e observou que a qualidade proporciona além de comodidade, redução de custos para a sociedade como um todo. Taguchi atentou também para as especificações da qualidade, visto que sem elas há perdas de lucros e da satisfação dos clientes (AQUILANO et al., 1999).

Em acréscimo, Pinho (1996) afirma que a qualidade é alcançada quando o desempenho de um produto é superior a de seus similares em quesitos como: qualidade de componente, de matéria prima, de manufatura e de serviços.

2.1.2 KAIZEN

Criado a partir do sistema de produção Toyota, o KAIZEN é considerado fundamental como princípio da manufatura enxuta. Devido à competição no mercado e escassez de recursos, o sistema de gestão japonês foi originado no chão de fábrica da *Toyota Motor Corporation*. Seu principal intuito era eliminar desperdícios. Para isso, ferramentas como *Poka Yoke* (dispositivo a prova de erros que visa evitar defeitos nos processos de fabricação e na utilização de produtos), *Kanban* (uso de cartões para indicar o andamento dos fluxos de produção em empresas de fabricação em série) e *Just In Time* (modelo japonês que busca eliminar estoques e agilizar a produção) foram desenvolvidas. Inicialmente como um conceito restrito à empresa japonesa, foi aos poucos globalizado e, gradativamente outras empresas passaram a adotá-lo.

Segundo Paniago (2008), o KAIZEN é um conjunto de atividades realizadas sempre de forma contínua na fábrica. Promove a melhoria no ambiente e nas operações com qualidade e eficiência. Seu uso muitas vezes é realizado de forma implícita pelo ser humano em seu cotidiano.

De acordo com Cogan (1999), KAIZEN é o processo de melhoramento contínuo aplicado na redução de custos durante a fabricação no ciclo de vida de um produto. O autor descreve que esse custeio apresenta algumas características em comum:

- a) Prioridade em buscar e informar a redução do custo do processo;
- b) O time como um todo é responsável pela redução dos custos, não é uma responsabilidade individual;
- c) Os responsáveis pela criação e geração de ideias que visam a redução de custos são os times de trabalho. Esses dispõem de autoridade para fazer investimentos de pequena escala, desde que os mesmos tenham retorno na correspondente redução de custos.

Paniago (2008) afirma que bons resultados financeiros foram observados a partir de estudos em empresas de autopeças no Brasil que adotaram o KAIZEN. Além disso, notou-se estímulo motivacional dos funcionários.

2.1.3 World Class Manufacturing (WCM)

World Class Manufacturing é um agrupamento de conceitos, princípios e técnicas para gestão dos processos operacionais de uma empresa. O modelo WCM é o resultado de várias atividades utilizadas na indústria manufatureira japonesa, sendo adaptada ao contexto ocidental por Richard J. Schonberger e apresentada às empresas americanas.

Surgiu com base no modelo de produção *Toyota Production System* (TPS), originado da sequência de montagem idealizada por Taylor e Henry Ford, com a premissa de fazer mais com menos pela eliminação de perdas e desperdícios (BARROS 2012).

De acordo com Schonberger (1986) o WCM é a busca da excelência pela aplicação das metodologias e ferramentas fundamentadas na Manufatura Enxuta, baseada no Sistema Toyota de Produção.

Em português, Manufatura de Classe Mundial, se baseia na análise das práticas implantadas por empresas japonesas, americanas e alemãs, cujos rendimentos se mostravam notáveis em suas indústrias (HAYES, 1984); SCHONBERGER, 1986; HAYES, 1996).

Barros (2012) explica que foram usadas ferramentas como o *Quality Control* a fim de promover a evolução do WCM. Essa ferramenta dispõe de métodos e controles que visam à máxima qualidade na busca do Zero Defeito, uma vez que se baseia na monitorização contínua, com identificação e eliminação das causas de um determinado problema.

Em adição, foi introduzido o *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total), ferramenta destinada à Quebra Zero, uma vez que a manutenção é tratada como centro de atenção dos processos produtivos. Vale ressaltar o *Just in Time*, no qual cada componente chega à linha de montagem no momento exato necessário e, somente em quantidade mínima para produção (DENNIS 2008).

Hino (2009) afirma que o principal objetivo do WCM é a busca constante por melhoria contínua e rápida da qualidade, redução de custos e do tempo de produção e obtenção de um nível alto de serviço.

Existem ainda cinco princípios referentes ao WCM: modificação da cultura de trabalho dos operadores, visibilidade dos dados públicos, fornecedores aliados, formação de todos os colaboradores e colaboração destes com a gestão da empresa com intuito de que todos sejam envolvidos para a rápida e contínua mudança (HINO, 2009).

De acordo com Barros (2012) outra inovação dada pelo WCM é o foco nos custos de produção com base na metodologia de desdobramento de custos. O esquema padrão WCM é demonstrado na Figura 02.

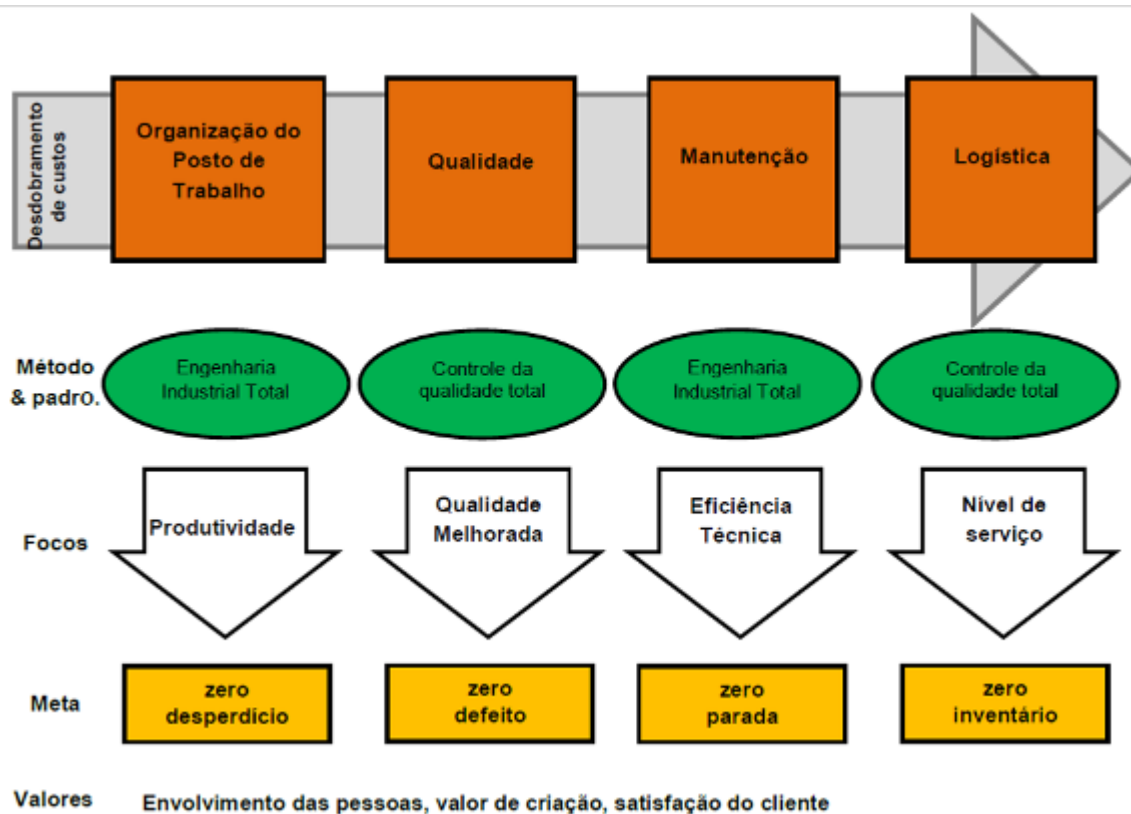


Figura 2 - Esquema Padrão WCM

Fonte: <http://www.tesionline.it/consult/preview.jsp?pag=9&idt=39767>
Disponível dia 12/01/2015 às 10h21

O WCM está estruturado em onze pilares técnicos: segurança, desdobramento de custos, melhoria focada, atividade autônoma, manutenção profissional, controle de qualidade, logística, gestão preventiva de equipamentos, desenvolvimento de pessoas e meio ambiente, conforme mostra a Figura 03.

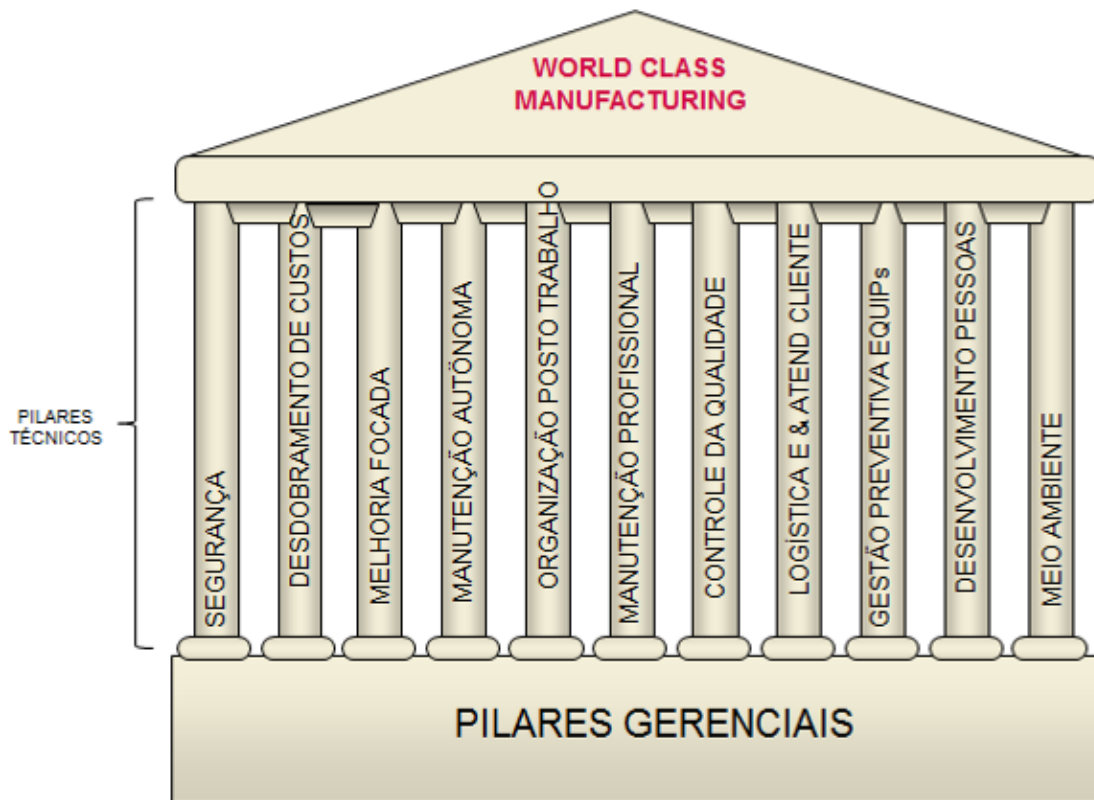


Figura 3 - Pilares WCM

Fonte: FCA, 2015

2.1.4 Grupos KAIZEN (Times de Trabalho)

De acordo com Barros (2012) o WCM introduziu grupos de trabalho e pilares técnicos. Esses grupos surgiram com o objetivo de melhorar os índices de qualidade em uma organização. De acordo com sua natureza recebem diferentes denominações, conforme a seguir:

- a) CCQ's (Círculos de Controle da Qualidade);
- b) Grupos Kaizen (de melhoria contínua);
- c) Times da Qualidade;
- d) Equipes da Qualidade;
- e) TOP's (Times de Otimização de Processo).

Para Goldbarg (1995) os grupos chamados CCQ's são formados por um número pequeno de empregados de uma mesma área (setor) da fábrica. Esses se reúnem com determinada periodicidade e discutem os problemas relacionados ao trabalho. O número de integrantes deve variar entre cinco e dez pessoas. Vale ressaltar que o colaborador deve entrar voluntariamente na equipe. Todas as conclusões dos estudos seguem como sugestões de melhoria para o gerente imediato destes trabalhadores.

A visão de Kock et al. (1999) é focada em grupos do tipo TOP, os quais considerou estruturalmente semelhante aos CCQ's. Segundo ele, a diferença básica entre os grupos consiste que nos TOP, os funcionários são indicados para se juntarem ao grupo.

Goldbarg (1995) faz uma classificação dos grupos de acordo com o tipo de trabalho que será realizado ou com a duração da tarefa. De acordo com o tipo de trabalho podem ser divididos como Times Multifuncionais e Funcionais. No primeiro os membros exercem funções diversas dentro da empresa e no segundo todos os integrantes desempenham o mesmo papel na organização. Esse formato de equipe é bastante eficaz na abordagem de assuntos particularmente técnicos. Para que as equipes dessa natureza somem seus esforços em sua totalidade, é necessário agregar consultores externos à área.

Ainda, de acordo com o mesmo autor, destinar treinamento aos funcionários ajuda a promover mudanças eficazes na fábrica. Já para Scholtes (1992), dar mais atenção à fase de criação da equipe pode garantir o sucesso das fases seguintes.

2.1.5 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis é a metodologia analítica utilizada para assegurar que os problemas potenciais tenham sido considerados e abordados ao longo de todo o processo. Seu resultado mais visível é a documentação de conhecimento coletivo das equipes multifuncionais (GENERAL MOTORS CORPORATION, 2008).

O fator que torna a implantação do FMEA bem sucedida é a oportunidade. Sua utilização somente será eficaz, se anterior à execução de um processo ou produto,

no qual exista potencial modo de falha. O procedimento correto é implantá-lo nas primeiras etapas do projeto.

As ações realizadas a partir de um FMEA servem para reduzir e até eliminar a possibilidade de alterações não esperadas, as quais podem gerar problemas com proporções ainda maiores. O formulário FMEA explicativo com fluxograma pode ser observado na Figura 04 e no apêndice C.

Cod_pem : Nome da Peça: Data: Folha No. _____ de _____										<input type="checkbox"/> FMEA de Processo <input type="checkbox"/> FMEA de Produto						
Descrição do Produto/ Processo	Função(s) do produto	Tipo de Falha Potencial	Efeitos de Falha Potencial	Causas de Falha em Potencial	Corretivos Ajudas	Índice				Ações Recomendadas	Responsável/ Prazo	Ações de Melhorias				
						S	O	D	R			Decido. Impostas	Índice Atual:			
(10)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
Produto/ Processo objeto da análise	Função(s) ou características que devem ser atendidas pelo produto. Ex. Suporte o conjunto do eixo	Forma e modo como as características ou funções podem deixar de ser atendidas. Ex. Desbalanceado, Rugoso, Trincado...	Efeitos (consequências) do tipo de falha, sobre o sistema e sobre o cliente. Ex. funcionamento de se. ruído, desgaste prematuro, etc...	Causas e condições que podem ser responsáveis pelo tipo de falha em potencial. Ex. Erro de montagem, falta de lubrificação, etc...	Medidas Preventivas e de detecção que já tenham sido tomadas e/ou são regularmente utilizadas nos produtos/processos das da empresa	S E V E R I F I C A D O	O C O R R E T I V O C O E F I C I E N T E	D E T E C T A R I O	R E S P O N S A B I L I Z A D O	Ações recomendadas para a eliminação dos riscos	Responsável e Prazo					
S = Severidade O = Ocorrência D = Detecção R = Riscos																

Figura 4 - FMEA
Fonte: FCA, 2015

2.1.65W1H

De acordo com Rossato (1996) a ferramenta 5W1H é um documento organizado em forma de questionamento a fim de identificar as ações e as responsabilidades de quem irá executá-las.

A ferramenta 5W1H deve ser estruturada de modo a permitir uma identificação dos elementos necessários à implantação do projeto. Os elementos que a compõem são descritos como:

- WHAT – O que será feito? (Etapas)

- HOW – Como deverá ser realizada cada tarefa/etapa? (Método)
- WHY – Por que deve ser executada a tarefa? (Justificativa)
- WHERE – Onde cada etapa será executada? (Local)
- WHEN – Quando cada uma das tarefas deverá ser executada? (Tempo)
- WHO – Quem realizará as tarefas? (Responsabilidade)

A utilização bem sucedida do sistema acontece quando as ações são planejadas e realizadas com monitoramento constante. Toda atividade deve estar fundamentada em avaliações, verificações e ações corretivas, conforme o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) (BORGES, 2002).

2.1.7 Ciclo PDCA

O método PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) foi desenvolvido por Walter A. Shewhart. Conhecido também como “Ciclo de Deming” é uma das qualidades de gestão que permite o controle dos processos. Tem como objetivo conceber orientação às empresas, partindo da ideia de que não existem pontos de início e fim em uma atividade, mas sim um ciclo de melhoria contínua.

Segundo Martins (1998) o ciclo PDCA consiste em quatro passos: Planejamento (P - *Plan*), Execução (D - *Do*), Verificação (C - *Check*) e Atuação Corretiva (A - *Action*), conforme indicado na Figura 05.

De acordo com Marshall (2008) o ciclo PDCA é uma ferramenta que tem como objetivo a manutenção e a melhoria dos processos. Afirma que para cada fase de sua aplicação, diversas ferramentas da literatura com as mais diferentes finalidades e variadas nomenclaturas devem ser utilizadas.

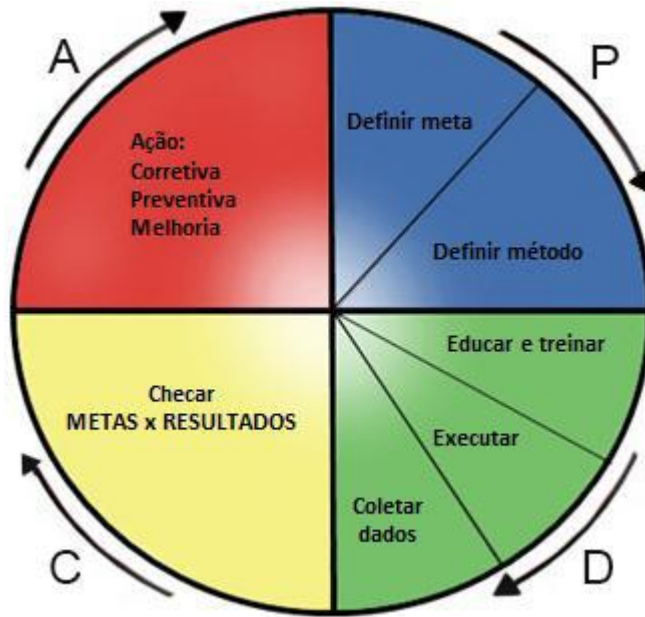


Figura 5 - Ciclo PDCA

Fonte: <http://ferramentasadministrativas.wordpress.com/2012/05/18/ciclo-pdca>.
Disponível dia 12/01/2015 às 12:05

No Planejamento (*Plan*) a meta da empresa é definida e os planos de ação tem o objetivo de atendê-las. É necessário observar o problema a ser resolvido e analisar o fenômeno.

Na Execução (*Do*) as pessoas recebem o treinamento adequado e os planos de ação são implantados. Os dados são coletados para fornecer informações relacionadas às metas.

Na Verificação (*Check*) é realizada uma avaliação dos dados coletados na fase anterior (Execução).

A última etapa, Ação (*Action*), depende dos resultados obtidos na verificação, isto é, quanto mais informações (fatos, dados e conhecimentos) forem disponibilizadas, maiores são as chances de alcançar as metas pretendidas. Se alcançadas, torna-se necessário estabelecer meios de manutenção dos resultados obtidos. Caso contrário se inicia um novo ciclo PDCA.

2.1.8 Diagrama de Causa e Efeito

Conhecido como diagrama de espinha de peixe, é uma ferramenta criada por Kaoru Ishikawa na década de 40 do século passado no Japão. Consiste em uma técnica comum utilizada na análise de processos produtivos. Seu principal objetivo é identificar os fatores de maior influência na causa de um efeito (LAS CASAS,1997).

Segundo Kock et al. (1999) o momento mais propício para a utilização do diagrama é o início do projeto. Assim, é possível identificar previamente seus efeitos. Similar a uma espinha de peixe. Vieira (1999) representa o Diagrama de Ishikawa, conforme a Figura 06.

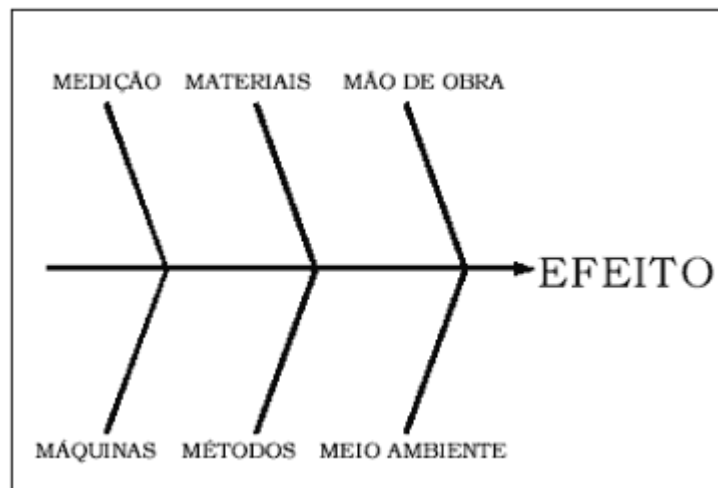


Figura 6 - Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa)

Fonte: <http://www.dataalyzer.com.br/site/suporte/administrador/info/>
Disponível dia 12/01/2015 às 16h12

Posteriormente à identificação do problema ou efeito a ser analisado é indicada a utilização da ferramenta *brainstorming* (tempestade de ideias). Essa auxilia a reunião da maior quantidade de ideias, que facilitam a indicação das causas mais prováveis de determinado efeito (VIEIRA,1999).

2.2 Metodologia de projeto

De acordo com Yoshikawa (1989) as metodologias empregadas para o desenvolvimento de produtos se sustentam em cinco diferentes escolas: a semântica, a sintática, a historicista, a psicológica e a filosófica.

Estorillo (2009) afirma que a Metodologia proposta por Pahl e Beitz se fundamenta nas escolas Semântica e Sintática. A primeira recorre a possibilidade de relacionar efeitos físicos com a materialização dos princípios de solução necessários para a criação de funções técnicas. A segunda se baseia na análise constante sobre o andamento do processo, sendo decidido a cada passo se este deve continuar ou não.

Pahl e Beitz (2005) propuseram uma metodologia de projeto baseada na soma de interesses presentes nas duas escolas descritas. Estorillo (2009) afirma ainda que dado isso, sua metodologia é reconhecida até os dias de hoje.

De acordo com Pahl e Beitz, o projeto de um produto é composto por quatro etapas essenciais, sendo elas descritas a seguir.

2.2.2 Definição da Tarefa (Projeto Informacional):

Essa fase do projeto tem como meta o esclarecimento e a compreensão dos objetivos pretendidos. Estão envolvidas a definição da tarefa e a elaboração das especificações técnicas. Além disso, de acordo com Estorillo (2009) o projetista deve compreender o mercado concorrente e as necessidades requeridas por seus clientes. Desse modo, algumas características do produto são delimitadas e moldadas de acordo com essas duas fontes de informação.

Como forma de auxílio a essa fase de desenvolvimento é inserida a ferramenta conhecida como *Benchmarking*. De acordo com Cleto (2004), esta visa identificar e compartilhar o conhecimento das melhores práticas presentes em outras empresas. A finalidade disso é melhorar, através de um comparativo entre aquilo que há de melhor no mercado, seu próprio desempenho em quesitos como estratégia, tática e operação.

Em resumo, o Projeto Informacional dispõe das seguintes etapas:

- Levantamento de informações
- Identificação das necessidades dos clientes
- Desdobramento dos requisitos técnicos

- QFD
- Estabelecimento de especificações-metas

2.2.3 Projeto Conceitual

Consiste na identificação dos principais problemas referentes ao projeto. Desse modo é possível obter a melhor solução que satisfaça as necessidades do cliente. Essa etapa leva em considerações variáveis como:

- Definição das estruturas funcionais
- Matriz morfológica
- Busca de princípios de solução
- Pesquisa dos princípios de solução
- Avaliação dos critérios técnicos e econômicos

Mello (2011) afirma que no método proposto pelos autores supracitados, cada problema é representado por um ou mais verbos que denotam a ação desejada. Cada uma dessas ações deve ser um objeto, representado por um substantivo. Dessa forma, é possível prever uma visão mais global do problema, além de vislumbrar outras soluções para o mesmo.

2.2.4 Projeto Preliminar

A primeira forma do produto é estabelecida nessa fase. É feita a seleção dos melhores leiautes com base em critérios técnicos e econômicos. O leiaute preliminar é então definido. Em adicional, sua forma é otimizada, verificada e documentada, até que se chegue a um leiaute definitivo.

2.2.5 Projeto detalhado.

Ultima etapa de projeto, envolvendo desenhos técnicos detalhados, documentação e verificação de documentos.

A seguir, a figura 07 mostra de forma resumida todas as etapas acima descritas referentes a metodologia de Pahl e Beitz.

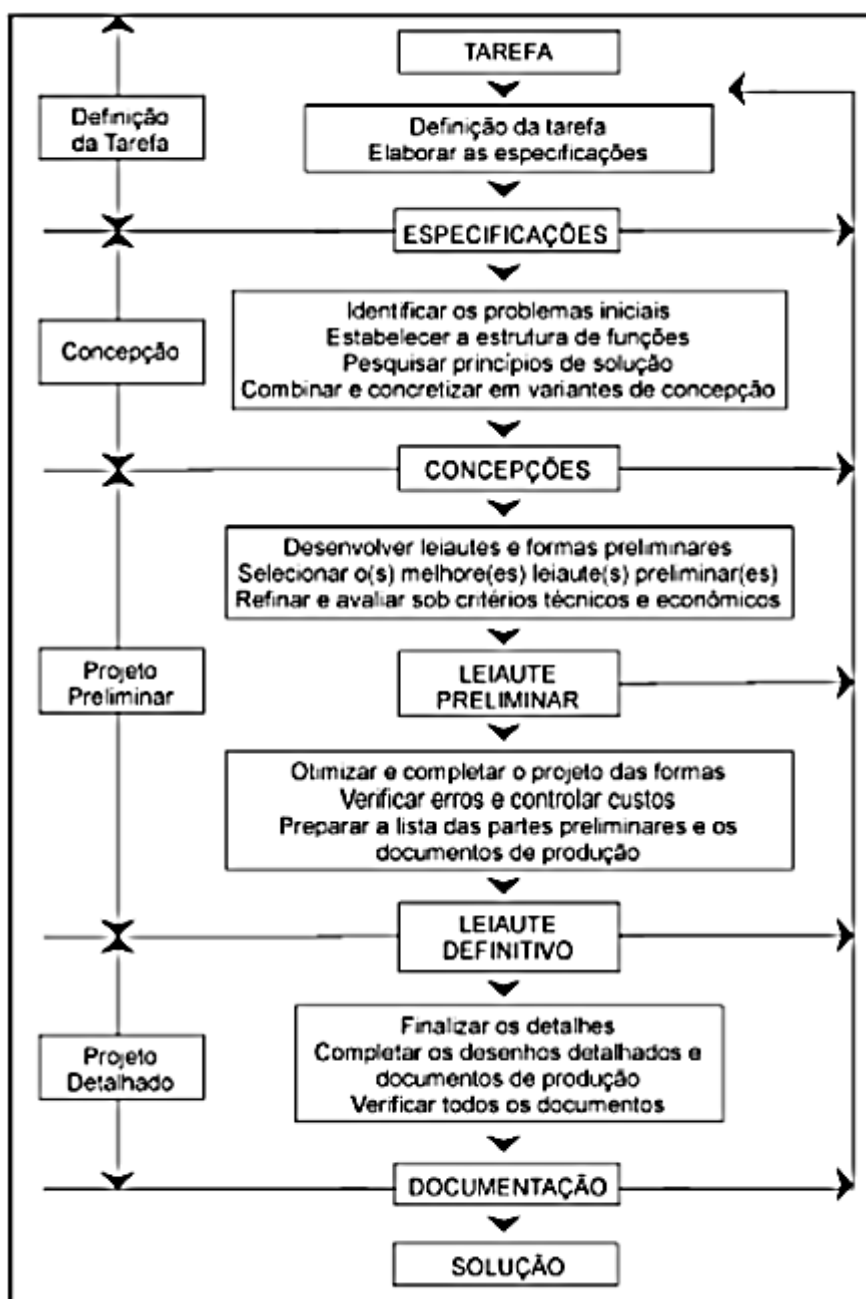


Figura 7 – Diagrama de Tarefas de Projeto

Fonte: Pahl e Beitz (1988)

Mello (2011) explica que o fluxograma acima é composto por idas e vindas. As ações são realimentadas constantemente, o que denota um processo dinâmico e

construtivo. Sua única ressalva remete ao fato de que o método não leva em conta assuntos como venda de produto e mercado.

Estorilio (2011) reforça ao dizer que a primeira fase (Projeto Informacional) finaliza com uma lista de requisitos de projeto, a qual servirá como orientação para todo o trabalho desenvolvido. É permitido assim o acompanhamento de todas as exigências previamente determinadas, de forma a manter o foco nas expectativas do consumidor.

2.3 Medicina do Trabalho

No contexto da Medicina do Trabalho a ergonomia é, segundo Vieira (2008) e outros autores, definida como uma ciência que visa à adaptação confortável do ser humano a seu posto de trabalho, considerando características de cada indivíduo. O homem passa a se preocupar com a ergonomia a fim de melhorar suas condições de trabalho e a partir de 1940 sistematiza e realiza pesquisas para atingir essa meta. Desde então a ergonomia e a consequente qualidade da saúde do trabalhador vem sendo tratados como temas de responsabilidade social em todas as partes do mundo e principalmente pelas grandes empresas.

No Brasil foi criada a NR-17, cujo tema refere à ergonomia e à melhoria das condições de trabalho. A norma determina que o empregador deve realizar detalhadamente um estudo dos postos de trabalho e detectar os possíveis riscos presentes, assim como se adequar à legislação e fornecer todos os subsídios necessários para regularizar uma possível situação de perigo ao trabalhador.

Dentre os principais danos possíveis sentidos por um operário, se destacam as Lesões por Esforços Repetitivos (LER) e as doenças de coluna, que acabam por afastar o trabalhador de seu posto de trabalho. De acordo com Vieira (2008) uma das maiores causas de dores na coluna e em membros superiores é a má postura durante a execução de tarefas. Ainda, segundo ele, operadores que trabalham em pé e com os braços acima do ombro desenvolvem os mesmos sintomas.

De acordo com Pinheiro e França (2006) existe uma real preocupação relacionada à capacidade do homem em realizar esforços. O objetivo é melhorar as condições de trabalho e diminuir estresse, assim como o risco psicológico e à saúde do trabalhador.

3 METODOLOGIA

Em um trabalho de conclusão de curso, a metodologia consiste em dizer quais técnicas serão empregadas para a solução do problema identificado, assim como justificar o porquê de se utilizar delas. Sendo assim, os tópicos a seguir procuram explicar a maneira como será conduzida a metodologia desse projeto. Além disso, buscam justificar o modelo metodológico a ser usado.

3.1 Descrição e justificativa da metodologia

Para que uma metodologia seja aplicada de forma coerente a um projeto, essa deve atingir suas reais necessidades. Antes de qualquer abordagem ao problema aqui proposto, foi feito um estudo profundo do mesmo. Sendo assim, foi possível escolher a linha de trabalho que melhor se aplicasse a essa ocasião.

Com base nos objetivos propostos no capítulo 1, o escopo desse trabalho visa o gerenciamento de um projeto, cabendo aos integrantes desse grupo a identificação das causas e, posteriormente a execução do projeto preliminar. Sendo assim, a metodologia aplicada segue duas frentes de trabalho.

A primeira (item 3.2) se destina a identificação das causas reais do problema em questão, o acionamento da corrente do motor. Para tal, foram utilizadas as ferramentas descritas no capítulo anterior, destacando-se o WCM e o Diagrama de Causa e Efeito. A segunda (item 3.3) tem seu foco aplicado à teoria proposta por Pahl e Beithz, conforme descrito no capítulo 2.

3.2 Identificação das causas (Ferramentas da Qualidade)

3.2.1 WCM

Conforme descrito anteriormente, o WCM busca de forma constante a rápida melhoria da qualidade, a redução de custos e do tempo de produção, a fim de se empregar um alto nível de serviço. O foco desse projeto envolve sucintamente os elementos propostos por essa ferramenta.

Foi identificado que alguns dos pilares do WCM estariam presentes como objeto de estudo desse trabalho, sendo eles os seguintes:

3.2.1.1 Segurança

A realização da atividade por parte do operador exigia que esse executasse um movimento de garra e aperto sobre a corrente, de modo a tensioná-la. Essa operação denotava o risco de cortes e lesões ao colaborador. De acordo com o médico do trabalho da empresa, essa tarefa não consistia em um movimento natural e ergonômico humano e poderia causar complicações à saúde do operador. Um exemplo disso é Lesão por Esforço Repetitivo (LER). Por esses motivos foram levantados valores referentes aos esforços realizados pelos operadores e, identificadas as atividades que não agregam valor e que poderiam ser retiradas do posto de trabalho em análise.

3.2.1.2 Desdobramento de Custos

O custo de produção está diretamente ligado ao custo de retrabalho dos motores. Foram levantados os dados referentes aos gastos que a empresa dispunha mensalmente em função desse serviço. Com o novo kit instalado, pôde-se verificar que esse valor diminuiu, tendo em vista que a parcela de retrabalho necessária ao reajuste da corrente do motor se tornou praticamente nula.

3.2.1.3 Controle de Qualidade

Conforme abordado anteriormente, o problema de qualidade é recorrente e denota a possibilidade de montagem irregular e fora do padrão. Sendo assim, é sempre necessária a inspeção final dos produtos fabricados.

Para a situação em questão, o operador é quem determina a força aplicada ao tensionador, no momento em que realiza seu aperto. É visível que, seus aspectos físicos como cansaço, desatenção e modo de aplicação, determinam o quanto tensionada estará a corrente no final do processo.

Os motores saiam da linha de montagem com um grave problema de qualidade, o que justificou a necessidade da empresa FL na demanda desse projeto. Além disso, a ocorrência de erros independia do turno ou do operador e era de natureza aleatória. O acionamento incorreto, conforme figura 08, era até então detectado pelo controle de verificação *error-proofing* (prova de erros).

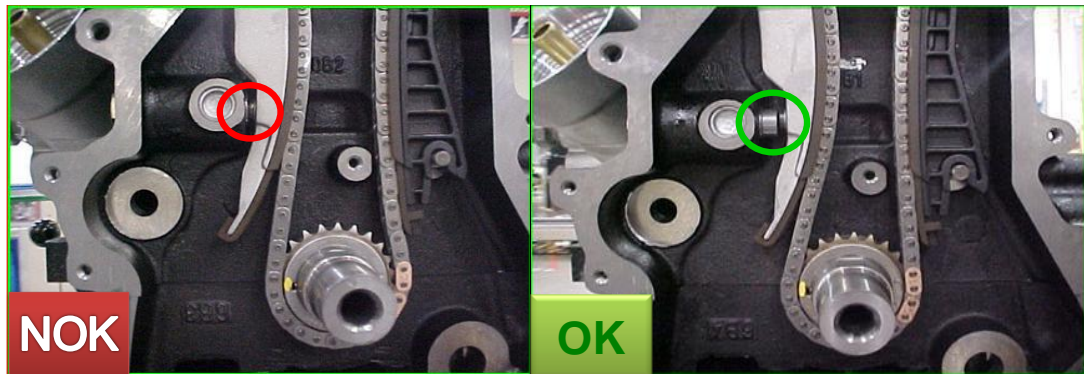


Figura 8 - Acionamento Incorreto e Correto do Tensionador

Fonte: do autor, 2015

3.2.1.4 *Melhoria Focada*

Esse tópico envolve a melhoria aqui desenvolvida. O acionamento do kit corrente antes realizado por operação humana e de forma manual passou a ser efetivado de forma autônoma e automática, sem a necessidade de intervenção humana. O foco nessa operação trouxe consequências positivas tanto no que diz respeito à qualidade final do produto como na redução do tempo de operação de aperto de corrente.

3.2.2 Diagrama de Ishikawa

De acordo com a teoria proposta no capítulo anterior, o Diagrama Espinha de Peixe tem como principal objetivo a identificação dos fatores de maior influencia na causa de um efeito. Sendo assim, de forma a complementar o uso do WCM, essa ferramenta foi aplicada ao projeto logo em sua fase inicial.

Foram indicadas duas possibilidades das causas mais prováveis do efeito da problemática aqui tratada, sendo elas o Método e a Mão de Obra, descritas a seguir.

3.2.2.1 Método

O método até então aplicado consistia na execução do movimento por parte do colaborador com a mão em forma de cunha. Essa atividade pôde ser considerada como de valor não agregado. Essas funções impedem que o tempo seja aproveitado da melhor maneira possível em uma linha de produção.

Verificou-se a possibilidade de excluir uma atividade de valor não agregado do colaborador, que precisava se deslocar para realizar tal ação. No problema aqui apresentado, foram identificadas algumas tarefas sem valor agregado. Como mostrado na Tabela 01 e no Gráfico 01, o tempo gasto na execução das atividades Não Valor Agregado (NVAA) era de cerca de um terço do ciclo da linha.

Tabela 1 – Análise MUDA - Tempo

Classificação		Tempo (Seg)	%
Valor Agregado	VA	21,47	60%
Semi Valor Agregado	SVA	2,45	7%
Não (sem) Valor Agregado	NVAA	12,01	33%
Dessaturação	DESSAT	0,00	0%
	TOTAL	35,93	100%

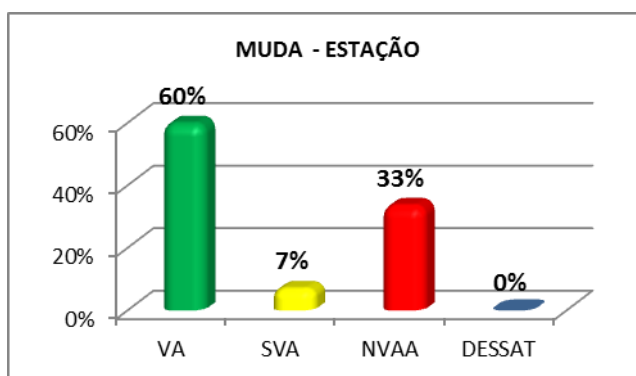


Gráfico 01 - % do tempo total de Ciclo
Fonte: do autor, 2015

3.2.2.2 Mão de Obra

Conforme explicado no capítulo 1, a mão de obra empregada para o acionamento por parte do operador demonstrava condições de trabalho não ideais. De acordo com a NR-17, o colaborador não realizava um movimento ergonômico e, além disso, empregava elevada força manual para realizar sua função. Tal força foi verificada com auxílio do dinamômetro de carga SHIMPO FGE-100. Cabe observar que tal força era elevada, considerando o movimento realizado, pois foram necessários cerca de 14kgf ou 140N (figura 09), conforme observado o Médico da empresa.



Figura 9 – Força média necessária para tensionamento da corrente

Fonte: do autor, 2015.

3.2.3 WCM, 5W1H e FMEA

Devido a grande influência do WCM sobre esse projeto, muitas ferramentas de qualidade foram utilizadas a fim de garantir a melhor eficiência em seus resultados.

O foco do trabalho foi identificado primeiramente com auxílio da ferramenta 5W1H. Por meio desse método, foi possível identificar as ações e as responsabilidades dos integrantes desse projeto. O apêndice A ilustra o diagrama representativo desse processo.

Com base no FMEA, foi possível identificar os possíveis modos de falha do processo, assim como seus efeitos. Desse modo, anteriormente a instalação de todo equipamento foi feita a prevenção com intuito de torna-lo robusto e a prova de falhas. O diagrama construído para esse método pode ser visto no apêndice C.

Por fim foi utilizado o Kaizen, o qual toma como base princípio do PDCA. Este mostra todos os passos do projeto conforme sua evolução, desde a causa raiz, até a solução implementada. Esse tópico é ilustrado pelo apêndice E.

3.3 Metodologia de projeto

Cabe aqui a inserção da metodologia proposta por Pahl e Beitz (2005) para o desenvolvimento de projetos. Vale ressaltar que nesse trabalho apenas são abordadas as duas fases iniciais do método de Paul e Beitz, descritas no capítulo 2. Sendo assim, essa frente da metodologia é focada nas etapas de Projeto Informacional e Projeto Conceitual. As fases seguintes estiveram sob responsabilidade da empresa FL. Após a implementação do dispositivo de aperto da corrente dentro da linha de produção, foram feitas as análises descritas no capítulo 2.

Tendo em vista a necessidade de criação de um produto específico e de uso exclusivo por parte da empresa FL, alguns itens citados dessa metodologia podem não apresentar eficácia relevante no contexto desse trabalho. Logo, apenas aqueles que se mostraram coerentes com a proposta foram considerados aqui. Sendo assim, foi realizada uma adaptação do método desenvolvido por Pahl e Beitz, de modo a não prejudicar sua essência.

Devido à particularidade desse projeto (criação de um produto inexistente no mercado), a técnica de *benchmarking* (identificação e comparação dos melhores produtos e práticas existentes no mercado) não poderia ser empregada no presente trabalho em sua forma completa. Isso é justificado pelo fato de que não foram encontrados dispositivos similares no mercado que realizam essa função específica. Sendo assim, seria necessária uma adaptação do método por parte dos autores desse trabalho.

Por outro lado, foi realizada a identificação das possíveis soluções para o problema proposto no presente trabalho. Essa análise levou em conta os pontos prós e contras de cada uma, conforme será apresentado no próximo capítulo.

A seguir, estarão dispostos alguns dos itens considerados e desenvolvidos com base na teoria de Pahl e Beithz (1983) e aplicados aqui. Já o capítulo 4 seguinte, irá complementar essa metodologia com base na Estrutura Funcional desenvolvida para esse projeto.

3.3.1 Definição do cliente do projeto

Conforme discutido anteriormente, o problema em estudo envolve características específicas e denota um cliente exclusivo. Logo, não foi necessário realizar um estudo detalhado para definir particularidades referentes ao tipo de cliente para qual o produto se destinaria. Portanto, esse trabalho foca em projetar e produzir apenas para a empresa FL, cujas características foram abordadas no tópico 1.2 desse trabalho.

3.3.2 A unidade em estudo

Os conceitos apresentados no capítulo anterior serão abordados na análise de um posto de trabalho específico, cuja montagem de peças acontece sem um padrão constante. A unidade em estudo é a linha de fabricação do motor, na qual é feito o aperto do kit corrente. A empresa em que o trabalho será aplicado está localizada na Região Metropolitana de Curitiba.

3.3.3 Definição das necessidades do cliente e apresentação do problema

Por meio de reuniões em conjunto ao cliente foi possível definir o problema e os dados requeridos para a realização desse projeto. Não foi necessário um estudo de pesquisa para identificar as necessidades específicas do cliente, pois, essas já estavam previamente definidas pela empresa FL.

Vale ressaltar que o problema presente na empresa ocorre de forma constante. Sua principal causa é a intervenção humana na realização do processo de aperto da corrente do motor. Logo, há necessidade de criação de um novo dispositivo automatizado. Essa ação trará consequências positivas à empresa: maior precisão de processo, eliminação dos riscos ao operador e menor tempo de ciclo poderia ser alcançado. Os tópicos a seguir visam apresentar as variáveis que caracterizam o problema em estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ESTRUTURA FUNCIONAL

Com base no que foi apresentado no capítulo 2 desse trabalho, foi esquematizado de forma simplificada a estrutura funcional representativa da problemática em questão. Desse modo, conforme figura 10, temos:

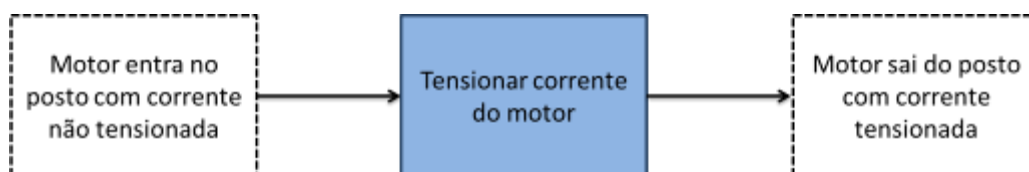


Figura 10 – Estrutura Funcional 1

Fonte: do autor, 2015

A estrutura proposta pode e deve ser expandida de tal forma que, para cada demanda de atividade uma solução seja evidenciada. Quando todas as soluções estiverem detalhadas a estrutura funcional estará completa. Aqui, cabe esclarecer que após o tensionamento do kit corrente, deve ser feita a verificação da precisão da atuação do dispositivo que realiza a ação. Para tal, um novo elemento deve ser inserido à estrutura, conforme a figura 11.



Figura 11 – Estrutura Funcional 2

Fonte: do autor, 2015.

A verificação do posicionamento da corrente entra como um processo secundário ao tensionamento. Mas, como ambos os processos estão diretamente relacionados, serão considerados agrupados.

Esse trabalho tem como foco a fabricação do dispositivo principal, entretanto, em conjunto com a empresa FL, será paralelamente projetado o sistema de verificação, cujo detalhamento não será dado aqui. Assim, apenas serão citadas algumas características do mesmo.

O próximo passo para que a estrutura funcional se dê por completa, é desenvolver soluções para cada demanda apresentada, figura 12. Seguem agora duas frentes de trabalho, representadas em azul, com suas respectivas soluções.

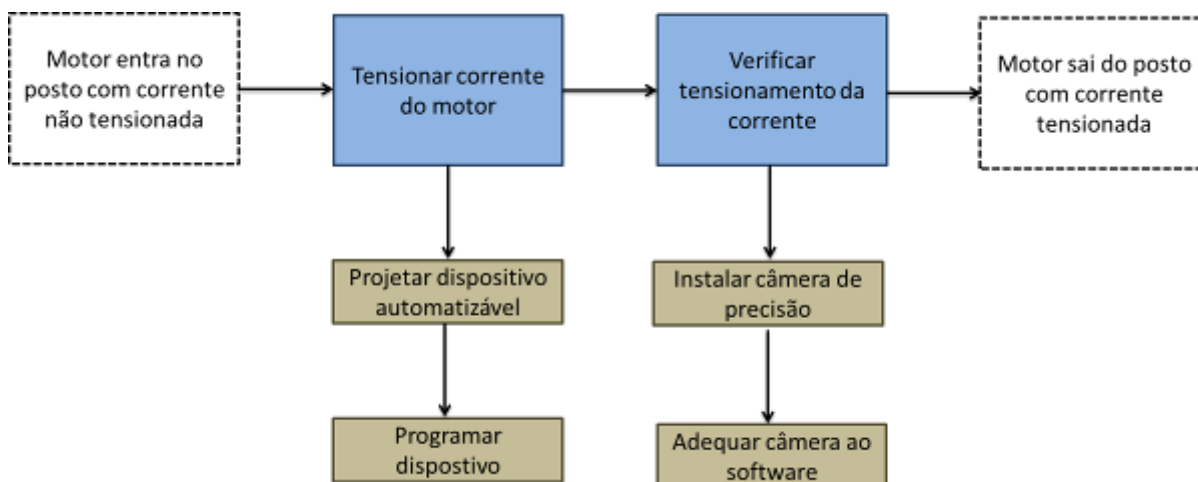


Figura 12 – Estrutura Funcional 3

Fonte: do autor, 2015

De acordo com o método proposto por Pahl and Beitz, essa etapa contemplaria uma matriz morfológica contendo diversas soluções para cada item da estrutura funcional. Entretanto, o método foi restringido apenas ao problema de tensionamento abordado por esse trabalho. Dessa forma, será explorado somente o item “Projetar dispositivo automatizável”.

Após um estudo dos possíveis mecanismos para solucionar o problema do aperto da corrente e, em conversa com o cliente, a empresa FL, foi decidido realizar a escolha dentre três possibilidades, sendo elas: utilização de sistema pneumático, auxílio de motor elétrico e operação manual com assistência de dispositivo.

Essas alternativas de mecanismos de automação foram estudadas separadamente, sendo analisadas as vantagens e desvantagens de cada, conforme a tabela 02.

Tabela 2 – Possibilidade para mecanismo automatizável

Solução 01	Solução 02	Solução 03
ATUADOR PNEUMÁTICO	AUXÍLIO DE MOTOR ELÉTRICO	OPERAÇÃO MANUAL COM AUXÍLIO DE DISPOSITIVO
Vantagens		
Facilidade de manutenção;	Facilidade de manutenção;	Não necessidade de eletricidade;
Elevada eficiência;	Elevada eficiência;	Pouca demanda de serviços de projeto;
Baixo custo operacional;	Baixo custo operacional;	
Baixo custo de implantação;	Facilidade de programação,	
Espaço de atuação reduzido;	Acionamento rápido,	
Facilidade de programação,	Precisão apurada.	
Acionamento rápido.		
Desvantagens		
Precisão pouco apurada;	Elevado custo de implantação;	Possibilidade de falhas humanas;
Sujeição a pequenas vibrações;	Maior custo operacional;	Baixa precisão de movimentos;
Menor força aplicada.	Necessidade de maior espaço físico de atuação;	Riscos de segurança e saúde do operador;
	Necessidade de implantação de estruturas de suporte.	Custo operacional elevado (salário do operador);

Fonte: do autor, 2015

Por meio de análise, optou-se pela solução que apresentasse os melhores benefícios à empresa, tanto a curto como em longo prazo. Decidiu-se então pela solução 1, Atuador Pneumático.

5 PRODUTOS DE PROJETO

Um atuador robusto da marca FESTO atua na pressão da linha do posto de trabalho, que atualmente desempenha 6 bar. São necessários dois atuadores internos para realizar o movimento de aproximação do motor e garantir a força necessária para suportar a estrutura acoplada a ele. Há ainda outro atuador menor, composto por guias e acoplado a uma ponteira de nylon, conforme figura 13.

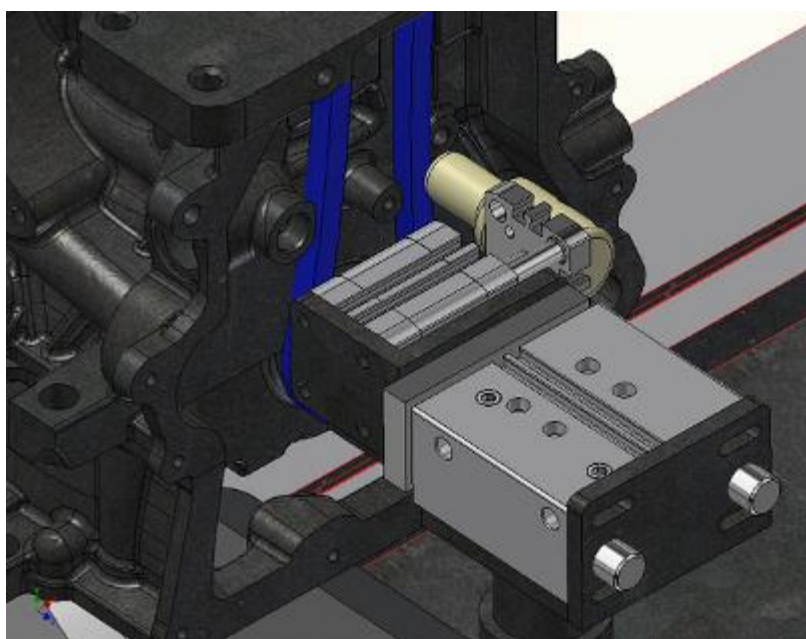


Figura 13 – Projeto Conceito da Solução

Fonte: FCA, 2015

O movimento do dispositivo ocorre em duas fases, conforme mostra a figura 14. Na primeira imagem o atuador está parado e, na segunda o atuador principal é acionado. Na última o atuador menor é movido, realizando o acionamento com auxílio da ponteira de nylon.

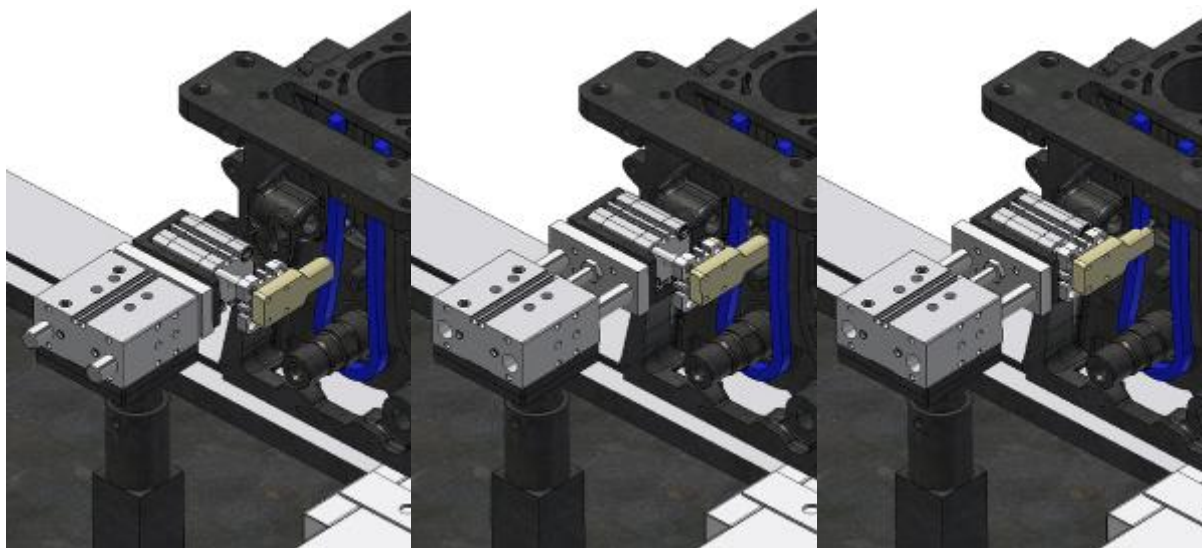


Figura 14 – Sequenciamento de Funcionamento

Fonte: FCA, 2015

A estrutura de apoio ao dispositivo será fixada ao chão. Dessa forma, serão evitadas possíveis movimentações ou vibrações, que poderiam comprometer o uso adequado do dispositivo durante a realização da atividade, como observado na figura 15.

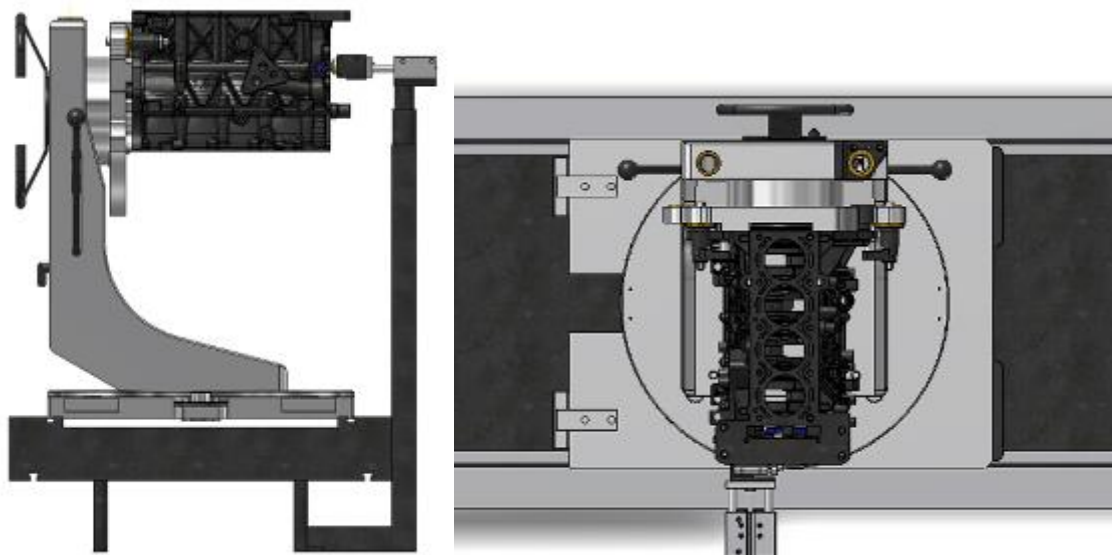


Figura 15 - Vista Lateral e Superior do Projeto

Fonte: FCA, 2015

Depois que a corrente é tensionada, sua verificação é feita pela câmera Banner iVu TG. Seu objetivo é verificar a qualidade alcançada durante o processo por meio da averiguação de erros – *error proofing*, conforme figura 16.



Figura 16 - Banner iVu TG – Câmera de *Error Proofing*

Fonte: <http://info.bannerengineering.com>
Disponível em 21/01/2011, às 14:23.

Essa câmera específica possui um *preset* pelo qual é possível determinar se o tensionador está acionado, de acordo com sua posição. Caso atente a um problema de erro, a linha é parada até que seja encontrada uma solução. O posicionamento da câmera pode ser visto na figura 17

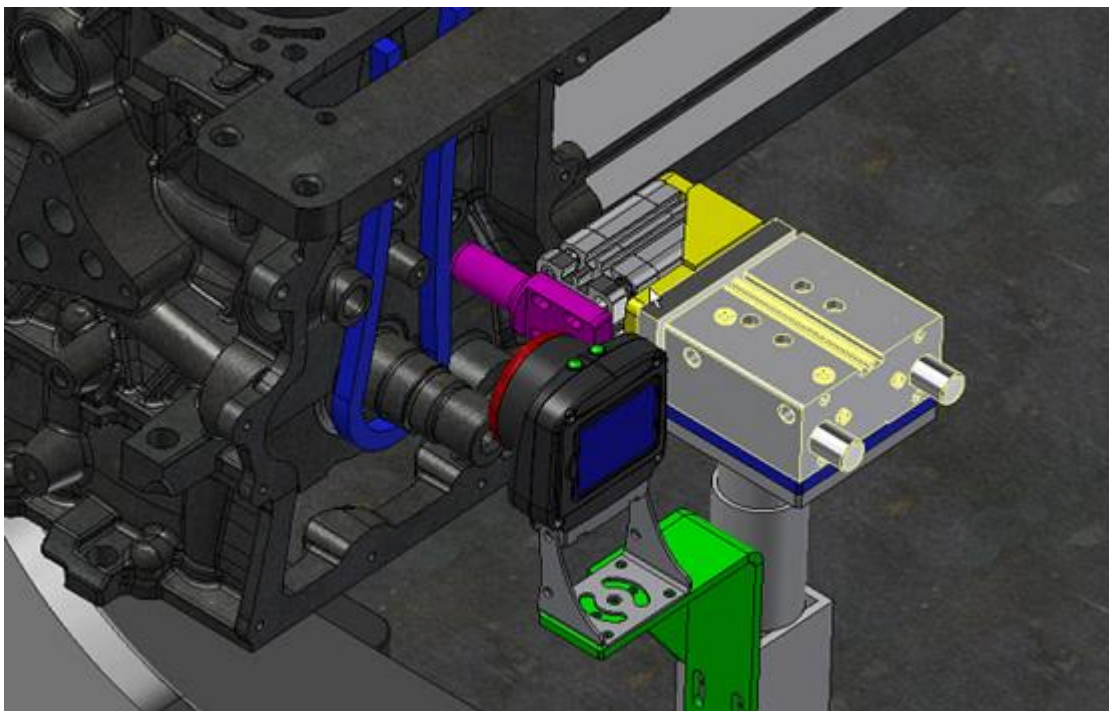


Figura 17 – Posicionamento da Câmera

Fonte: FCA, 2015

Para a instalação de todo o projeto, é necessária a adequação às normas de segurança, NR10 e NR12. Dentre as exigências, equipamentos robustos automatizados devem estar inseridos dentro de uma proteção metálica móvel nas cores amarelo e preto. Essa proteção visa cuidados com a saúde e a integridade física dos colaboradores. O dimensionamento, seleção de materiais e cálculo de forças estarão de acordo com o espaço físico existente e seguem dentro do fator de segurança apropriado.

6 IMPLEMENTAÇÃO E RESULTADOS

6.1 Implementação

Antes da implementação foi realizada a montagem do equipamento junto ao setor da manutenção. Todos os equipamentos envolvidos foram identificados e se encontravam de acordo com as exigências do projeto. Atendeu aos requisitos como cotas, dureza, curso dos cilindros e capacidade. Posteriormente foi pintado de acordo com as normas ditas pela NR 12. Essa norma ressalta que equipamentos, cujos trabalhos forem de natureza estática, devem ser brancos. Já os dispositivos que se movimentam devem ter a cor laranja, conforme observado na figura 18 a seguir.

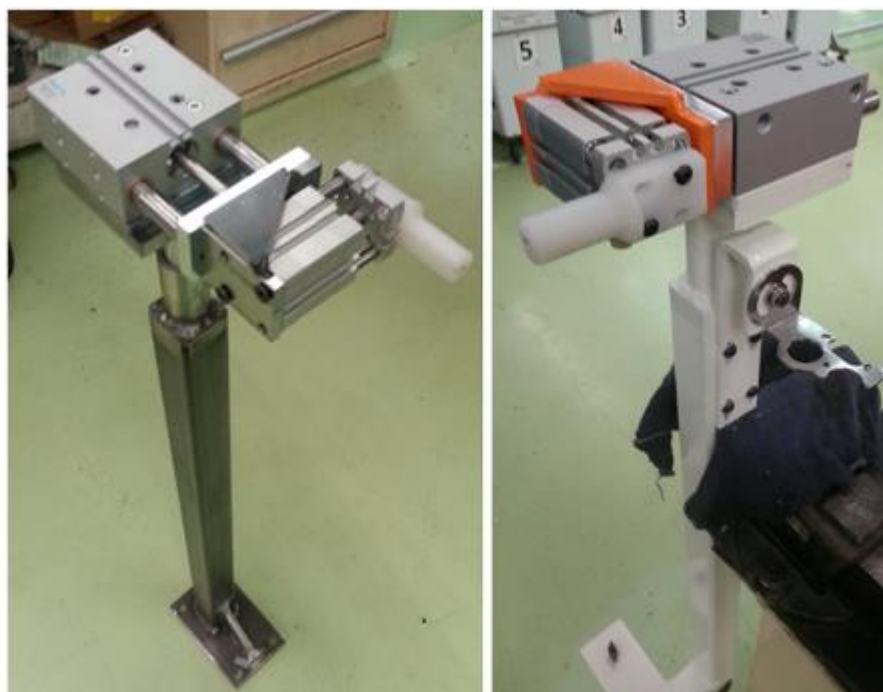


Figura 18 - Montagem e Verificação do Dispositivo

Fonte: Do autor, 2015

Após a montagem e calibragem dos atuadores pneumáticos, foi realizado o *try-out* ou teste de verificação do dispositivo fora da linha de produção. Foi possível detectar se o mesmo atenderia aos requisitos de projeto da maneira presumida. Ainda, essa técnica foi usada para identificar possíveis modos de falha, portanto

evitando a ocorrência de imprevistos de funcionamento do dispositivo junto a linha de produção. Esse teste foi averiguado também para a câmera de verificação. A figura 19 a seguir ilustra esse processo.

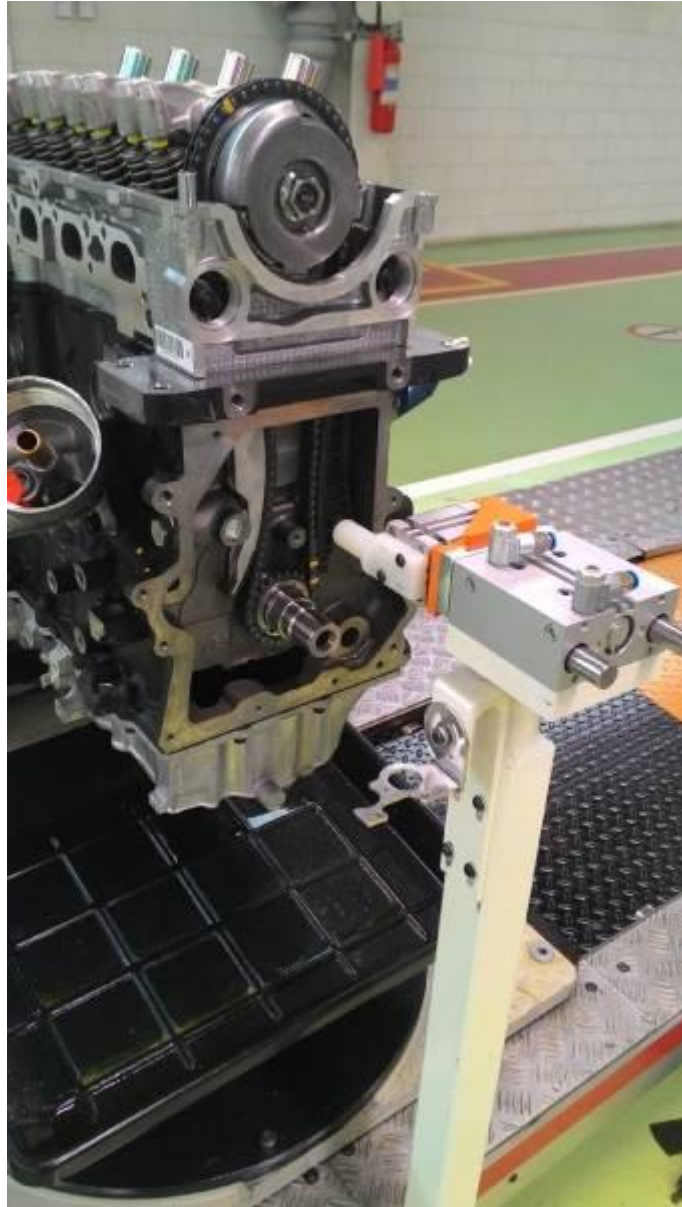


Figura 19 - Try- out do dispositivo

Fonte: Do Autor, 2015

Os modos de falha foram encontrados e discutidos em reunião com os engenheiros de processo da planta, a fim de promover maior robustez e cobrir a maior quantidade possível de ocorrência de erro. As informações encontradas foram

alimentadas no FMEA de processo da montagem (PFMEA), conforme previsto pelo WCM. Os modos de falha estão descritos na tabela 3 a seguir.

Tabela 3 – Modos de Falha

Função do Processo Operação	Defeito	Efeito do defeito	Gravidade	Classificação da característica	Classificação da característica	Causa do defeito (4 M)	Probabilidade	Solução Tecnológica prevista para evitar que o defeito ocorra (Prevenção)	Método de controle idôneo do elemento (Detecção)	Detecção	PROTEÇÃO DO CLIENTE	Índice Prioridade de Risco (Risk Priority Number)
ACIONAMENTO DO TENSIONADOR DO KIT CORRENTE	NÃO ACIONAMENTO DO TENSIONADOR	PROCESSO: N/A CLIENTE: RUÍDO / QUEBRA DA CORRENTE	7	A	-	MÉTODO: BAIXA FORÇA DE APLICAÇÃO	1	CONTROLE POR PLC E PRESSOSTATO	ERROR PROOFING: CAMERA DE VERIFICAÇÃO	2	PROTEGIDO	14
						MATERIAL: CLINDRO NÃO AVANÇA	1	-	ERROR PROOFING: CAMERA DE VERIFICAÇÃO	2	PROTEGIDO	14
						MATERIAL: CLINDRO FORA DE POSIÇÃO	1	-	ERROR PROOFING: CAMERA DE VERIFICAÇÃO	2	PROTEGIDO	14
						MATERIAL: HASTE DANIFICADA	1	-	ERROR PROOFING: CAMERA DE VERIFICAÇÃO	2	PROTEGIDO	14
	TENSIONADOR DANIFICADO	PROCESSO: N/A CLIENTE: RUÍDO / QUEBRA DA CORRENTE	7	A	-	MÉTODO: FORÇA EXCESSIVA DE APLICAÇÃO	1	CONTROLE POR PLC E PRESSOSTATO	ERROR PROOFING: CAMERA DE VERIFICAÇÃO	2	PROTEGIDO	14
						MÁQUINA: DESLOCAMENTO DO PALLET	1	-	ERROR PROOFING: CAMERA DE VERIFICAÇÃO	2	PROTEGIDO	14
						MATERIAL: TENSIONADOR TRAVADO	1	-	ERROR PROOFING: CAMERA DE VERIFICAÇÃO	2	PROTEGIDO	14
	CORRENTE DANIFICADA	PROCESSO: N/A CLIENTE: RUÍDO / QUEBRA DA CORRENTE	7	A	-	MÉTODO: FORÇA DE EXCESSIVA APLICAÇÃO	1	CONTROLE POR PLC E PRESSOSTATO	-	10	DESPROTEGIDO	70
						MATERIAL: MATERIAL DE COMPOSIÇÃO DA GUIA	1	-	-	10	DESPROTEGIDO	70
						MÁQUINA: DESALINHAMENTO DO PALLET	1	-	-	10	DESPROTEGIDO	70
	GUIA DA CORRENTE DANIFICADA	PROCESSO: N/A CLIENTE: RUÍDO / QUEBRA DA CORRENTE	7	A	-	MÉTODO: FORÇA DE APLICAÇÃO EXCESSIVA	1	CONTROLE POR PLC E PRESSOSTATO	-	10	DESPROTEGIDO	70
	ACIONAMENTO DE APENAS UM ESTÁGIO DO TENSIONADOR	PROCESSO: CLIENTE: RUÍDO / QUEBRA DA CORRENTE	7	A	-	MÉTODO: BAIXA FORÇA DE APLICAÇÃO	1	CONTROLE POR PLC E PRESSOSTATO	ERROR PROOFING: CAMERA DE VERIFICAÇÃO	2	PROTEGIDO	14

Fonte: Do autor, 2015.

Em conjunto à engenharia de processo da empresa, a instalação foi também acompanhada pela equipe de segurança do trabalho, de manutenção e de engenharia de qualidade. Esta última realizou a validação do equipamento. Foi verificado se o mesmo se encontrava adequado às normas vigentes, em especial à

NR 12. Foi necessário realizar a instalação da grade de proteção do novo dispositivo a fim de evitar acidentes e garantir a segurança dos colaboradores. A figura 20 a seguir ilustra o equipamento descrito em fase de instalação.



Figura 20 – Grade de Proteção do dispositivo tensionador da corrente.

Fonte: do autor, 2015.

6.2 Resultados

Com dados fornecidos pela empresa, pôde-se prever o tempo de execução manual do aperto do kit corrente. Esse movimento, apesar de simples, consumia cerca de 2 segundos para ser executado, além do tempo necessário de deslocamento para realizar a atividade, conforme observado na tabela 04. Era realizado durante cerca de 30 minutos diário, sendo 80 ciclos por hora.

Tabela 4 – Análise Muda

ANÁLISE MUDA - ESTAÇÃO						
ATIVIDADES				MÉDIA (Segundos)	MÉDIA (%)	CLASSIFICAÇÃO NVAA
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3			
INSPECIONAR TUCHOS E VERIFICAR PONTO DA CORRENTE	3,92	4,13	4,24	4,10	11%	NVAA
ACOPLAR DC 900 E REALIZAR TORQUE DA ENGRENAGEM	4,87	3,15	2,81	3,61	10%	VA
ACOPLAR DC 900 E REALIZAR TORQUE PLUG TENSIONADOR	4,70	4,96	4,51	4,72	13%	VA
INSPECIONAR TUCHOS (LADO ADMISSÃO)	1,09	0,73	0,64	0,82	2%	NVAA
PEGAR TAMPA DE VÁLVULAS	2,96	2,04	2,34	2,45	7%	SVA
PRÉ-INSTALAR TAMPA DE VÁLVULAS	4,62	4,48	4,77	4,62	13%	VA
PEGAR PARAFUSADEIRA	1,61	2,23	1,98	1,94	5%	NVAA
REALIZAR TORQUE NOS GUIAS	6,77	6,53	6,58	6,63	18%	VA
DEVOLVER PARAFUSADEIRA	0,92	0,76	0,99	0,89	2%	NVAA
TENSIONAR	1,97	1,96	1,73	1,89	5%	NVAA
RETORNAR AO INÍCIO	4,61	4,62	3,57	4,27	12%	NVAA

Fonte: Do autor, 2015.

A automatização do processo garantiu que, com a eliminação do tempo destinado a essas atividades, ocorresse diminuição do tempo de retorno ao início. Dessa forma, o ciclo teve seu tempo total reduzido em alguns segundos. Além disso, foi possibilitada a inserção de outra atividade na estação, sem aumento do tempo atual do ciclo.

Foi levantado em conjunto ao líder de produção o questionário representativo da eficácia e da adequação do dispositivo na linha. Essa ferramenta foi usada com o intuito de abordar os principais objetivos do trabalho. Dessa forma foi possível identificar se os requisitos aqui propostos foram atendidos e se, sua qualidade foi satisfatória. O resultado é mostrado no gráfico 02 a seguir.

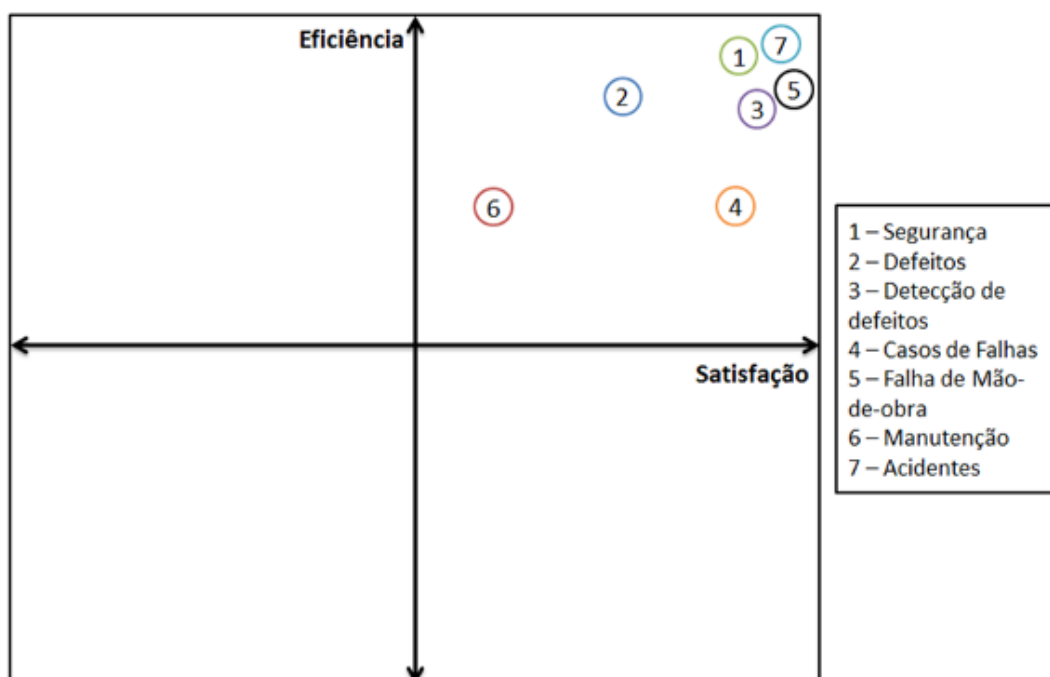


Gráfico 02 – Diagrama Eficiência x Satisfação

A análise dos resultados encontrados por meio desta pesquisa indica que a implementação do dispositivo propiciou eficácia em grande parte dos objetivos pretendidos pelo trabalho.

Vale ressaltar que, de acordo com o gráfico acima, a segurança obteve grande destaque entre as variáveis analisadas. Melhorias relacionadas com as possibilidades de acidentes, considerados críticos antes da instalação do novo dispositivo, apresentaram grande satisfação, assim como elevada eficiência.

A detecção de defeitos apresentou nítida melhoria devido ao uso do novo equipamento auxiliado pela câmera de *Error Proofing*, enquanto que as falhas de mão de obra se tornaram praticamente nulas, uma vez que a operação passou a ser realizada de maneira automática.

O ponto que demonstrou a menor eficiência foi a manutenção. Isso se explica pela necessidade da realização de testes diários precedentes ao início da produção. Como método de ação preventiva, as ponteiras de nylon foram trocadas semanalmente. Além disso, houve a necessidade de atualização de software e calibração da câmera e atuadores pneumáticos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o que foi apresentado nesse projeto, conclui-se que o mesmo atingiu os objetivos pretendidos, cumprindo com a proposta da redução de custos e da diminuição da carga do posto de trabalho, além de garantir melhor qualidade ao produto final.

O uso das ferramentas da qualidade aliadas às metodologias de projetos foi essencial ao desenvolvimento desse trabalho, uma vez que garantiu a identificação dos principais problemas inerentes ao processo estudado, assim como possibilitou a análise para solução dos mesmos.

A implantação do novo dispositivo de aperto de corrente do motor trouxe vantagens lucrativas para a empresa e propiciou melhores condições de trabalho aos seus colaboradores.

Para os integrantes desse TCC, o proveito percebido se concentrou na oportunidade de aplicar a um projeto real, uma parte significativa do aprendizado adquirido ao longo dos anos cursados na Engenharia Mecânica.

8 REFERÊNCIAS

AFFONSO, Cleber Horácio. **Noções de automação**: AMX Automação Industrial. Campinas, entre 2001 e 2003. Disponível em: <<http://amxai.tripod.com.br>>. Acesso em: 08, janeiro, 2015.

AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B.; DAVIS, M. M. Fundamentos da administração da produção. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 1999.

BARROS, C. D. **Análise do modelo WCM em uma montadora de automóveis**: percepção dos gestores de implantação. Belo Horizonte: FEAD, 2012.

BOLTON, W. **Engenharia de controle**. Tradução Valceres Vieira Rocha e Silva. São Paulo: Makron Books, 1995.

BORGES, M. S. **Manual e Regras Básicas de Segurança e Gerenciamento de Resíduos de Laboratório**. Curitiba, 2002.

CAMPOS, V. F. **Qualidade total**: padronização de empresas. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

COGAN, S. Custos e preços: formação e análise. São Paulo: Pioneira, 1999.

DENNIS, P. **Produção Lean simplificada**: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo. 2ª Ed. Bookman, 2008.

ESTORILLO, **Definições do QFD (Desdobramento da Função Qualidade) e aplicações da “Primeira Casa da Qualidade”**. Curitiba, 2009.

FEIGENBAUM, A. V. **Total Quality Control**. 3ª ed. Nova York: McGraw Hill, 1983.

GENERAL MOTORS CORPORATION. **Análise de modo e efeitos de falha Potencial (FMEA)**. 4ª ed. São Paulo, 2008.

GOLDBARG, M. C. Times: ferramenta eficaz para qualidade total. São Paulo: Makron Books, 1995

HAYES, R.H.; WHEELWRIGHT, S.C. Restoring Our Competitive Edge: Competing Through Manufacturing. New York: John Wiley, 1984.

HAYES, R.H.; G.P.; Manufacturing strategy: ta the intersection of two paradigma shifts. Production and operations management. HBS Press, Boston, MA. V.5, n.1, p.25-41, 1996.

HINO, S.. **O pensamento Toyota**: princípios de gestão para um crescimento duradouro. Porto Alegre: Bookman, 2009.

KOCK, N.; TOMELIN, C. A.; ASPER, G. **Qualidade total na prática**. PMQP – Programa de melhoria da qualidade e produtividade. Rio de Janeiro: Infobook, 1999.

LAS CASAS, A. L. **Qualidade total em serviços**. 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 1997.

LUCEMA, Pedro Barretta de. Automação Industrial, 2003. Disponível em < http://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_14.pdf>. Acesso em: 08, janeiro, 2015.

MARSHALL JUNIOR, I. **Gestão da Qualidade**. Rio de Janeiro, 2008.

MARTINS, P. G.; F. P. Administração da Produção. São Paulo: Saraiva, 1998.

PAHL G. e BEITZ W. **Engineering design: a systematic approach**. Berlin: Springer - Verlag, 1988. 2nd. ed.

PANIAGO, A. L. **Kaizen – Implementação na indústria de autopeças**: resultados na redução das perdas na área produtiva. São Paulo, 2008.

PINHO, J. B. **O poder das marcas**. 3ª ed. São Paulo: Summus, 1996.

ROSSATO, I.F. Uma metodologia para a análise e solução de problema. (Dissertação de Mestrado, UFSC) 1996. SCHOLTES, P. R. Times da qualidade: como usar equipes para melhorar a qualidade. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

SCHONBERGER, R. J. **World class Manufacturing**; the lessons on simplicity applied. The free press, New York, 1986

SILVEIRA, Paulo R.; SANTOS, Winderson E. **Automação e controle discreto**. 2. ed. São Paulo: Érica, 1998

TORMINATO, S. M. **Análise da utilização da ferramenta Cep**: um estudo de caso na manufatura de autopeças. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, Campinas, 2004.

VIEIRA. S. **Estatística para a qualidade**: como avaliar com precisão a qualidade em produtos. Rio de Janeiro: Campos, 1999.

VIEIRA, Sebastião Ivone. **Manual de Saúde e Segurança do Trabalho**. 2^o ed. São Paulo, LTr, 2008.

APÊNDICE A – 5W1H

5W1H

PROJETO AUTOMAÇÃO TENSIONADOR

O QUÊ / What	Dados
Em que objeto / produto que foi identificado o problema? O que foi identificado no problema (variáveis: material utilizado, dimensões, coloração, dano causado, etc)?	Identificado que não existia um padrão para acionamento do tensionador do kit corrente no motor, variando com a força manual que cada colaborador aplica.
QUANDO / When	Dados
Quando se manifesta o problema? (horário) Em que fase da operação? (início de produção, set-up, funcionamento normal, parada de produção, após troca de ferramenta, após troca de tipo de produto, etc)	O problema ocorria durante todo o turno, não havendo um horário específico.
ONDE / Where	Dados
Onde é verificado o problema (linha, operação, estação) Em qual parte específica é verificado o problema? Onde no produto é verificado o problema?	O problema tem um risco de ir para o cliente e de gerar complicações físicas ao colaborador.
QUEM / Who	Dados
O problema é ligado a uma capacidade específica? Qual comportamento específico pode causar o problema? - apenas alguns funcionários apresentam esse problema? - apenas em um turno é verificado o problema? - está ligado ao nível de experiência / treinamento?	O problema é decorrente com todos os operadores e durante todo o turno de trabalho, pode estar atrelado ao cansaço do operador na estação, pois exige esforço físico e movimento repetitivo não ergonômico.
QUAL / Which	Dados
Quais características são ligadas ao problema? O problema apresenta uma tendência ou correlação com algo? O problema é casual? (poucos fenômenos são realmente casuais) .	O problema ocorre em todos os tensionadores e colaboradores e não possui uma logica e nem uma correlação.
COMO / How	Dados
Como se apresenta o equipamento / máquina em relação às condições de funcionamento ideais? Como o problema é detectado? Qual a frequência de ocorrência do problema?	A operação é cem por cento manual assim dificultando bastante para o operador seguir o mesmo nível de aplicação da força e a forma de acionamento, podendo vir a gerar lesões e outras complicações, o problema não acontece em surtos e sim esporadicamente durante o dia de trabalho.
Descrição do problema revisada	Descrição
Reescrever o problema usando os dados levantados acima.	Identificado que não existia um padrão para acionamento do tensionador do kit corrente no motor, variando com a força que cada colaborador aplicava. O problema ocorria durante todo o turno, não havendo um horário específico. O problema tem um alto risco de ir para o cliente e de gerar complicações físicas para o colaborador .O problema é decorrente com todos os operadores e durante todo o turno de trabalho, pode estar atrelado ao cansaço do operador na estação, pois exige esforço físico e movimento repetitivo não ergonômico. O problema ocorre em todos os tensionadores e não possui uma logica e nem uma correlação. A operação é cem por cento manual assim dificultando bastante para o operador seguir o mesmo nível de aplicação da força e a forma de acionamento, podendo vir a gerar lesões e outras complicações, o problema não acontece em surtos e sim esporadicamente durante o dia de trabalho..

APÊNDICE B – 5 PORQUÊS

5 Porquês

PROJETO:
AUTOMAÇÃO TENSIONADOR

1° PORQUÊ	Causa raiz?	2° PORQUÊ	Causa raiz?	3° PORQUÊ	Causa raiz?	4° PORQUÊ	Causa raiz?	5° PORQUÊ	Causa raiz?
	S N		S N		S N		S N		S N
Tensionador não acionado.	S N	Falta de Metodo.	S N		S N		S N		S N
	S N	Operação Manual	S N	Falta de dispositivo robusto e sem variáveis.	S N		S N		S N
	S N		S N		S N		S N		S N
	S N		S N		S N		S N		S N
	S N		S N		S N		S N		S N
	S N		S N		S N		S N		S N

APÊNDICE C – FMEA

Função do Processo Operação	Defeito	Efeito do defeito	Gravidade	Classificação da característica	Classificação da característica	Causa do defeito (4 M)	Probabilidade	Solução Tecnológica prevista para evitar que o defeito ocorra (Prevenção)	Método de controle do elemento (Detecção)	Detecção	PROTEÇÃO DO CLIENTE	Índice de Prioridade de Risco	
ACIONAMENTO DO TENSIONADOR DO KIT CORRENTE	NÃO ACIONAMENTO DO TENSIONADOR	PROCESSO: N/A CLIENTE: RUÍDO / QUEBRADA CORRENTE	7	A	-	MÉTODO: BAIXA FORÇA DE APLICAÇÃO	1	CONTROLE POR PLC E PRESSOSTATO	ERROR PROOFING: CAMERA DE VERIFICAÇÃO	2	PROTEGIDO	14	
						MATERIAL: CILINDRO NÃO AVANÇA	1	-	ERROR PROOFING: CAMERA DE VERIFICAÇÃO	2	PROTEGIDO	14	
						MATERIAL: CILINDRO FORA DE POSIÇÃO	1	-	ERROR PROOFING: CAMERA DE VERIFICAÇÃO	2	PROTEGIDO	14	
						MATERIAL: HASTE DANIFICADA	1	-	ERROR PROOFING: CAMERA DE VERIFICAÇÃO	2	PROTEGIDO	14	
	TENSIONADOR DANIFICADO	PROCESSO: N/A CLIENTE: RUÍDO / QUEBRADA CORRENTE	7	A	-	MÉTODO: FORÇA EXCESSIVA DE APLICAÇÃO	1	CONTROLE POR PLC E PRESSOSTATO	ERROR PROOFING: CAMERA DE VERIFICAÇÃO	2	PROTEGIDO	14	
						MÁQUINA: DESLOCAMENTO DO PALLET	1	-	ERROR PROOFING: CAMERA DE VERIFICAÇÃO	2	PROTEGIDO	14	
						MATERIAL: TENSIONADOR TRAVADO	1	-	ERROR PROOFING: CAMERA DE VERIFICAÇÃO	2	PROTEGIDO	14	
						MÉTODO: FORÇA DE EXCESSIVA APLICAÇÃO	1	CONTROLE POR PLC E PRESSOSTATO	-	10	DESPROTEGIDO	70	
	CORRENTE DANIFICADA	PROCESSO: N/A CLIENTE: RUÍDO / QUEBRADA CORRENTE	7	A	-	MATERIAL: MATERIAL DE COMPOSIÇÃO DA GUIA	1	-	-	-	10	DESPROTEGIDO	70
						MÁQUINA: DESALINHAMENTO DO PALLET	1	-	-	10	DESPROTEGIDO	70	
						MÉTODO: FORÇA DE APLICAÇÃO EXCESSIVA	1	CONTROLE POR PLC E PRESSOSTATO	-	10	DESPROTEGIDO	70	
						MÉTODO: BAIXA FORÇA DE APLICAÇÃO	1	CONTROLE POR PLC E PRESSOSTATO	ERROR PROOFING: CAMERA DE VERIFICAÇÃO	2	PROTEGIDO	14	

APÊNDICE D – KAIZEN DO PROJETO

FORMULÁRIO DE PROJETO

Major
 Standard
 Advanced

Código WCMNet:

Área/Op/Est: 24
Implementação das Ações: (Sketch + Descrição)

5 Foi desenvolvido um dispositivo automático para elevar o acionamento do tensionador, assim o motor chegando na estação e elevar o acionamento, mantendo o mesmo padrão em 100% dos motores, e não possibilitando a falta de nenhum motor sem o tensionamento, tendo como ponto de aplicação, seguido de verificação realizada por um Smart Cam.

AMOSTRA	CARGA(N)
1	153,3
2	133,1
3	154,2
4	119,5
5	140,8
Média 140,2	

SMART CAM

PRESSOSTATO

DISPOSITIVO DE ACIONAMENTO

6 Resultado:

ZERO DEFEITO

7 Padronização:

1a Falta de padrão no acionamento do tensionador do kit corrente, acionamento manual não ergonômico gerando complicações ao operador.

1b Descrição do Fenômeno: (5G + 5WH + SKETCH)

Identificado que não existia um padrão para acionamento do kit corrente no motor, variando com a força que cada colaborador aplicava. O problema ocorria durante todo o turno, não havendo um horário específico. O problema tem um alto risco de ir para o cliente e de gerar complicações físicas para o colaborador. O problema é decorrente com todos os operadores e durante todo o turno de trabalho, pode estar atrelado ao cansaço do operador, na estação, pois exige esforço físico e movimento repetitivo não ergonômico. O problema ocorre em todos os tensionadores e não possui uma lógica e nem uma correlação. A operação é tem por cento manual assim dificultando bastante para o operador seguir o mesmo nível de aplicação de força e a forma de acionamento, podendo vir a gerar lesões e outras complicações, o problema não acontece em surtos e sim esporadicamente durante o dia de trabalho. Identificado que não existia um padrão para acionamento do tensionador do kit corrente no motor, variando com a força que cada colaborador aplicava. O problema ocorre durante todo o turno, não havendo um horário específico. O problema tem um alto risco de ir para o cliente e de gerar complicações físicas para o colaborador. O problema é decorrente com todos os operadores e durante todo o turno de trabalho, pode estar atrelado ao cansaço do operador na estação, pois exige esforço físico e movimento repetitivo não ergonômico. O problema ocorre em todos os tensionadores e não possui uma lógica e nem uma correlação. A operação é tem por cento manual assim dificultando bastante para o operador seguir o mesmo nível de aplicação de força e a forma de acionamento, podendo vir a gerar lesões e outras complicações, o problema não acontece em surtos e sim

NOK

OK

AUXÍLIO VISUAL

2 Sistema: (Máquina, Processo, Padrão e Parâmetros)

O operador realizava a operação realizando movimento de girar, realizando força excessiva em um movimento não ergonômico, além de não garantir padrão de acionamento.

3 Definição dos Objetivos: (Valores e Prazos)

O projeto tem como objetivo manter um padrão no acionamento do tensionador, para garantir a satisfação do cliente, assim automatizando 100% a atividade chegando no ZERO DEFEITO. E Sanar com qualquer problema do colaborador relacionado a segurança e ergonomia do trabalho.

4 Análise das Causas: (5W, 4M; Teste de Hipóteses, TWITTY/HERICA; Análise de Tendências)

DEPENDÊNCIA DA FORÇA APLICADA DURANTE O ACIONAMENTO MANUAL NÃO OCORRE O TENSIONAMENTO TOTAL.

PROCESSO TOTALMENTE MANUAL COM FORÇA VARIANDO ENTRE OPERADORES E DURANTE O DIA.

A FERRAMENTA É INADEQUADA PARA O TRABALHO

Líder do Projeto: ELIPE MORAIS

Time do Projeto: 4) MARCOS RIVABEM

1) FERNANDO SOUZA
2) DIRCEU BAIDA
3) WILSON NETTO
5) MARCOS ROSSETIM
6) 7)

Data Abertura: 31/07/2015

Data Fechamento: 09/08/2015

Benefício: R\$89.000,00

Custo: R\$6.800,00

Salv: R\$87.200,00

B/C: 13,088

Validação Líder:

Validação CD: