

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE GESTÃO E ECONOMIA  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DA PRODUÇÃO

JACKSON PIAZZA

**IMPLANTAÇÃO DOS PRIMEIROS PASSOS DO PILAR CONTROLE DA  
QUALIDADE DO WCM EM UMA ÁREA MODELO**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2017

JACKSON PIAZZA

**IMPLANTAÇÃO DOS PRIMEIROS PASSOS DO PILAR CONTROLE DA  
QUALIDADE DO WCM EM UMA ÁREA MODELO**

Trabalho de Conclusão de Curso de  
Especialização apresentado como requisito  
parcial para a obtenção do título de  
Especialista em Engenharia da Produção.

Orientador: Prof. M.Sc. Jairo Muller Wolf

CURITIBA

2017

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **IMPLANTAÇÃO DOS PRIMEIROS PASSOS DO PILAR CONTROLE DA QUALIDADE DO WCM EM UMA ÁREA MODELO**

Esta monografia foi apresentada no dia 04 de março de 2017, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia da Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato apresentou o trabalho para a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após a deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. M.Sc. Jairo Muller Wolf  
Orientador

---

Prof. Dr. Wilson Roberto Vicente Miccoli  
Banca

---

Prof. Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa  
Banca

Visto da coordenação:

---

Prof. Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

## **DEDICATÓRIA**

A Deus, aos meus pais e aos meus irmãos, companheiros de todas as horas.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador Professor Jairo Muller Wolf pela sua singular disponibilidade em ajudar no desenvolvimento deste trabalho. Sou grato também à empresa onde foram realizadas as pesquisas, pois graças ao apoio e confiança em minha pessoa foi possível a elaboração desta monografia.

*“Não ache um culpado, ache uma solução”.*

Henry Ford

## RESUMO

PIAZZA, Jackson. Implantação dos primeiros passos do pilar controle da qualidade do WCM em uma área modelo. 2016. 39 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

O *World Class Manufacturing* (WCM) ou Manufatura de Classe Mundial é uma metodologia de gestão bastante efetiva e eficaz. Baseado nos conceitos de desperdício zero, quebra zero, defeito zero e estoque zero, vem apresentando excelentes resultados para as empresas que o adotaram. Como um estudo de caso, este trabalho tem o objetivo de descrever o processo de implantação dos três primeiros passos do pilar controle da qualidade da metodologia WCM em uma fábrica de motores elétricos. A implantação será em uma área que servirá de modelo para as próximas implantações. O trabalho mostra o procedimento adotado em cada um dos três passos, bem como a utilização das ferramentas necessárias para o alcance dos objetivos. Para a implantação total do pilar, o trabalho terá continuidade através dos próximos passos na sequência, porém isto será desenvolvido como trabalho futuro.

**Palavras-chave:** World Class Manufacturing. Pilar do Controle da Qualidade. Melhoria Continua.

## ABSTRACT

PIAZZA, Jackson. Implementation of the first steps of the quality control pillar from WCM in a model area. 2016. 39 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

World Class Manufacturing (WCM) is a very powerful and effective management methodology. Based on the concepts of zero waste, zero failure, zero defect and zero stock, it has showed excellent results in the companies that had implemented it. As a case study, this paper aims to describe the implementation process of the first three steps of the quality control pillar of the WCM methodology in an electric motor factory. This implementation will be in an area that will serve as a model for the next implementations. This paper shows the procedure followed in each of the three steps, as well, the necessary tools to reach the objectives. For the full implementation of this pillar, the work will continue through the next steps in the sequence, but it will be developed as a future work.

**Keywords:** World Class Manufacturing. Quality Control Pillar. Continuous Improvement.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura geral do WCM .....	15
Figura 2 – Exemplo de: a) Ação reativa, método de aviso para prevenir acidentes de cruzamento; b) Ação preventiva, método de cancela para prevenir acidentes de cruzamento; c) Ação proativa, método de passagem elevada para prevenir acidentes de cruzamento.....	16
Figura 3 – Pilares do WCM.....	17
Figura 4 – O espiral do PDCA .....	21
Figura 5 – Exemplo de matriz QA.....	22
Figura 6 – Exemplo de Fluxograma .....	23
Figura 7 – Exemplo de diagrama SIPOC .....	24
Figura 8 – Exemplo de diagrama 6M's apenas com aplicação de 4M's. ....	25
Figura 9 – Questionário TWTTP + HERCA .....	26
Figura 10 – Matriz QA completa.....	29
Figura 11 – 5W1H preenchido pelos integrantes do grupo .....	32
Figura 12 – Fluxograma representando o processo de crimpagem .....	33
Figura 13 – SIPOC do processo de crimpagem.....	34
Figura 14 – Plano de ações desenvolvido para o passo 3.....	35

## LISTA DE TABELAS/GRÁFICOS

Tabela 1 – Exemplo de aplicação dos 5 Porquês.....	25
Gráfico 1 – Exemplo de Diagrama de Pareto.....	23
Gráfico 2 – Pareto da ocorrência de defeitos de campo .....	30
Gráfico 3 – Maiores custos de defeitos de campo .....	30
Gráfico 4 – Estratificação dos defeitos de curto-circuito de campo.....	31

## LISTA DE SIGLAS, ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

- CD - Cost Deployment (Desdobramento de Custos)
- CS - Customer Service (Serviço ao Cliente)
- EEM - Early Equipment Management (Gestão Preventiva de Equipamentos)
- EM - Environment (Meio Ambiente)
- FI - Focused Improvement (Melhoria Focada)
- HERCA - Human Error Cause Analysis (Análise da Causa Raiz de Erro Humano)
- JIT - Just In Time (Na Hora Exata)
- LCS - Logistic (Logística)
- PD - People Development (Desenvolvimentos de Pessoas)
- PDCA - Plan, Do, Check, Act (Planejar, Fazer, Verificar, Agir)
- PM - Professional Maintenance (Manutenção Profissional)
- QA - Quality Assurance (Garantia da Qualidade)
- QC - Quality Control (Controle da Qualidade)
- SAF - Safety (Segurança)
- SIPOC - Supplier, Input, Process, Output e Customer (Fornecedor, Entradas, Processo, Saídas, Cliente)
- TIE - Total Industrial Engineering (Engenharia Industrial Total)
- TPM - Total Productive Maintenance (Manutenção Produtiva Total)
- TPS - Toyota Production System (Sistema Toyota de produção)
- TQC - Total Quality Control (Controle da Qualidade Total)
- TWTTP - The Way to Teach People. (A Maneira de Ensinar as Pessoas)
- WCM - World Class Manufacturing (Manufatura de Classe Mundial)
- WO - Workplace Organization (Organização do Posto de Trabalho)

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1 OBJETIVOS .....	12
1.1.1 Objetivo Geral .....	13
1.1.2 Objetivo Específico .....	13
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
2.1 SISTEMA WORLD CLASS MANUFACTURING .....	14
2.2 CONCEITOS DE WCM ATRAVÉS DA SUA EVOLUÇÃO .....	14
2.3 CONSCIÊNCIA DE CUSTOS.....	15
2.4 MÉTODOS E FERRAMENTAS APROPRIADAS .....	15
2.4.1 Reativa.....	15
2.1.1 Preventiva .....	15
2.1.2 Proativa .....	16
2.5 PILARES DO WCM .....	16
2.5.1 Segurança (Safety – SAF) .....	17
2.5.2 Desdobramento de Custo (Cost Deployment – CD).....	17
2.5.3 Melhoria Focada (Focused Improvement – FI).....	17
2.5.4 Organização do Posto de Trabalho (Workplace Organization – WO) .....	18
2.5.5 Manutenção Profissional (Professional Maintenance – PM).....	18
2.5.6 Controle da Qualidade (Quality Control – QC).....	18
2.5.7 Logística (Logistic / Customer Service – LSC / CS).....	18
2.5.8 Gestão Preventiva de Equipamentos (Early Equipment Management – EEM) .....	18
2.5.9 Desenvolvimento de Pessoas (People Development – PD).....	19
2.5.10 Meio Ambiente (Environment — EN) .....	19
2.6 O PILAR CONTROLE DA QUALIDADE .....	19
2.6.1 A abordagem PDCA .....	20
2.6.2 Ferramentas do Controle da Qualidade .....	21
<b>3 PROCECIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>27</b>
3.1 ESTUDO DE CASO .....	27
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA EM ESTUDO.....	27
3.3 COMPONENTE E PROCESSO ESTUDADOS .....	27
3.4 COLETA DE DADOS .....	28
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>
4.1 PASSO 1: SELECIONAR O PROBLEMA .....	29
4.2 PASSO 2: ENTENDER OS OBJETIVOS E DEFINIR METAS .....	31
4.3 PASSO 3: PLANEJAR AS ATIVIDADES .....	35
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>38</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O cenário atual de alta competitividade tem causado mudanças significativas no ambiente de produção industrial (BRUZZONE; LONGO, 2010), levando as organizações à busca contínua de estratégias para perpetuação de seus negócios. O investimento contínuo das empresas em qualidade e melhorias no processo é hoje fundamental para manter a competitividade. Assim, neste contexto, as empresas devem ser capazes de responder rapidamente às necessidades dos clientes, como um grande produtor de bens de alta qualidade com um bom preço (BLACK, 2002).

Dentre as várias técnicas de estruturação e direcionamento de uma empresa, existem muitas metodologias que são muito utilizadas e o *World Class Manufacturing* ou Manufatura de Classe Mundial é uma delas. O WCM surgiu como uma metodologia eficaz na eliminação de perdas e vêm ganhando cada vez mais espaço dentro das organizações que buscam recursos cada vez mais eficientes para obter um nível de excelência em seus negócios.

WCM é um conjunto de técnicas, princípios, conceitos e políticas baseadas nos princípios da TPS (*Toyota Production System* ou Sistema de Produção Toyota) para a gestão dos processos operacionais. Também visa integrar todos os níveis da organização por meio da aplicação de ferramentas, instrumentos e padronização dos resultados alcançados. O objetivo com o WCM é que o padrão de produção da empresa alcance um patamar mundial e que seja reconhecido por este.

Segundo Yamashina (2010), o WCM é simples, onde se precisa identificar qual é o problema, qual é a sua perda, o método que será adotado e após isso controlar os resultados. Esta é a base deste sistema.

O presente trabalho visa a inicialização da metodologia WCM em uma fábrica de motores elétricos. A abordagem será em uma área específica a qual foi identificada como uma das responsáveis pelo alto índice de defeitos de campo.

### 1.1 OBJETIVOS

A seguir, descrevem-se o objetivo geral e os objetivos específicos que se pretende com a realização deste estudo.

### 1.1.1 Objetivo Geral

Estudo da metodologia WCM e aplicação dos primeiros passos do pilar Controle da Qualidade em uma área modelo de uma fábrica de motores elétricos. Isto como uma estratégia inicial visando a redução dos índices de defeitos de campo.

### 1.1.2 Objetivo Específico

- a) Identificar uma área modelo para a utilização da metodologia;
- b) Aplicar os 3 primeiros passos do pilar Controle de Qualidade nesta área modelo;
- c) Apresentar as ferramentas utilizadas durante o processo.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste tópico será realizado um referencial teórico geral. Onde serão abordados alguns assuntos importantes e fundamentais para a realização deste estudo.

### 2.1 SISTEMA WORLD CLASS MANUFACTURING

WCM é um conceito de gestão introduzido por organizações que utilizam os melhores sistemas de produção do mundo, baseadas, principalmente, nos modelos criados pelas indústrias japonesas após a Segunda Guerra Mundial. O WCM adapta estes modelos para obter significantes vantagens competitivas. O objetivo é atingir a competitividade global aderindo aos seguintes princípios: "sem desperdício", "sem estoque", "sem falhas", "sem defeitos", melhoria dos processos aplicados, aumento da produtividade, melhoria da segurança, redução de custos, etc. (MATUSZEK et al, 2011). Ou seja, WCM é fazer melhoria contínua, de forma sistemática e organizada, envolvendo todos os níveis da organização, com o objetivo de obter os máximos benefícios com os mínimos esforços. (Dantas, 2016).

### 2.2 CONCEITOS DE WCM ATRAVÉS DA SUA EVOLUÇÃO

WCM foi definida inicialmente por Hayes e Wheelwright (1984) e Schonberger (1986) como uma estratégia competitiva que emprega as melhores práticas de qualidade, produção enxuta e engenharia simultânea (FULLERTON; MCWATTERS, 2004). Schonberger (1986) desenvolveu o conceito de WCM, focado na melhoria contínua, adicionando o desenvolvimento de relações com os fornecedores, projeto de produto e JIT. Gunn (1987) fornece uma forte ênfase no papel da tecnologia no WCM, enquanto Hall (1983) enfatiza que o *World Class Manufacturing* é uma maneira fundamentalmente diferente de operar uma organização, ao invés de somente um conjunto de técnicas. Giffi, Roth e Seal (1990) consideram a qualidade e o cliente como o principal foco do WCM, apoiado por uma combinação de estratégia e capacidade produtiva, abordagens da gestão, fatores organizacionais, ativos humanos, tecnologia e medição de desempenho (FLYNN et al., 1997). Hanson e Voss (1993) definem o WCM como tendo as melhores práticas em qualidade total, engenharia simultânea, produção enxuta, sistemas de fabricação, logística, organização e prática (VOSS, 1995). Embora as palavras possam ser rearranjadas e aparecerem de forma diferente, a mensagem é fundamentalmente a mesma - o WCM está relacionado com a competição entre os melhores fabricantes do mundo (FALAH, 2003).

## 2.3 CONSCIÊNCIA DE CUSTOS

A estrutura geral do WCM visa a redução sistemática dos desperdícios e das perdas, conforme é mostrado na figura 1. Estas perdas e desperdícios são apontados pelo desdobramento de custos que os classifica de maiores impactos, podendo assim, priorizar os de maior importância. Os conceitos básicos apontados na estrutura (TIE, TQC, TPM e JIT) objetivam zerar o desperdício, defeito, quebras e estoque.

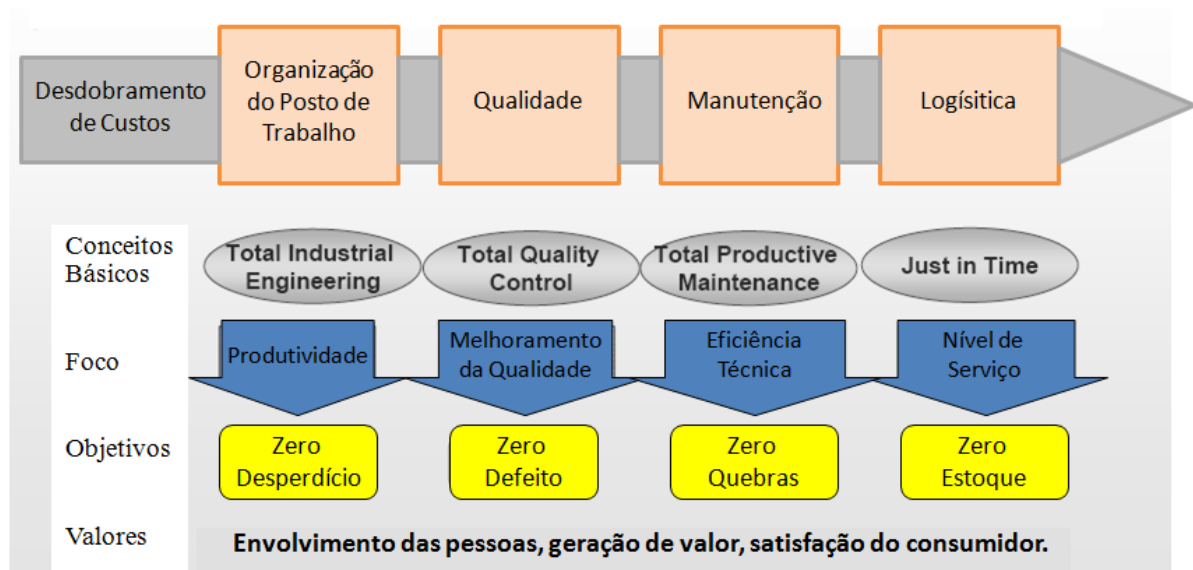


Figura 1 – Estrutura geral do WCM  
Fonte: OLIVEIRA (2009)

## 2.4 MÉTODOS E FERRAMENTAS APROPRIADAS

Não existe o método perfeito que possa resolver todos os problemas. Precisa-se escolher o método/ferramenta apropriada para cada problema identificado. (DANTAS, 2016) Existem basicamente três níveis de contramedidas (YAMASHINA, 2008), conforme segue.

### 2.4.1 Reativa

Os problemas ocorrem e são resolvidos com medidas corretivas. Nestas o processo não é alterado.

#### 1.1.3 Preventiva



Análise dos problemas e detecção das causas raiz. Implementação de medidas preventivas para evitar a ocorrência dos mesmos problemas (problemas similares em condições similares). Com esta ação o processo é fortalecido.

#### 1.1.4 Proativa

Baseada na análise teórica de riscos, contramedidas apropriadas são tomadas para se prevenir a ocorrência de problemas específicos. O processo também é fortalecido.

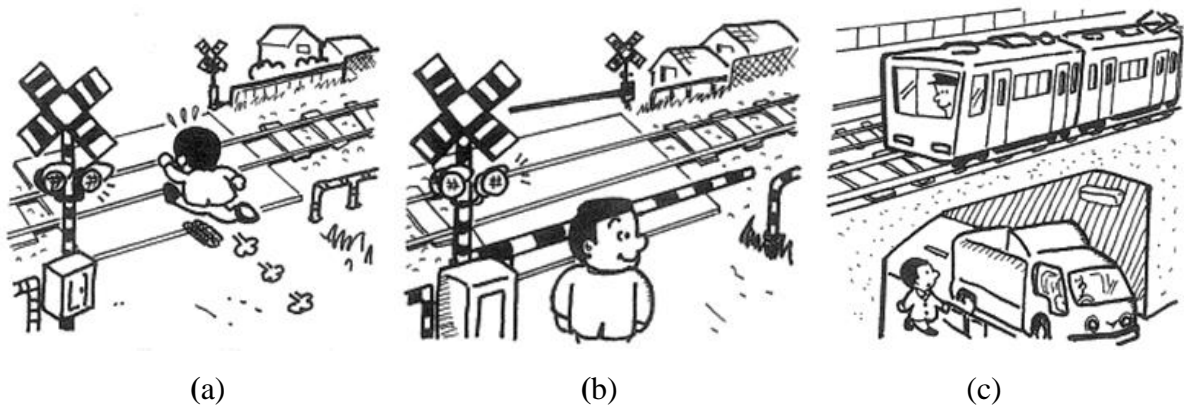


Figura 2 – a) Ação reativa, método de aviso para prevenir acidentes de cruzamento; b) Ação preventiva, método de cancela para prevenir acidentes de cruzamento; c) Ação proativa, método de passagem elevada para prevenir acidentes de cruzamento

Fonte: YAMASHINA (2008, p.166)

#### 1.5 PILARES DO WCM

O WCM é baseado em 10 pilares técnicos e 10 pilares gerenciais. Na figura 3 estão demonstrados estes pilares.

A seguir serão descritos cada pilar técnico do WCM. Após será detalhado referente ao pilar do Controla da Qualidade o qual foi usado para o desenvolvimento no estudo.

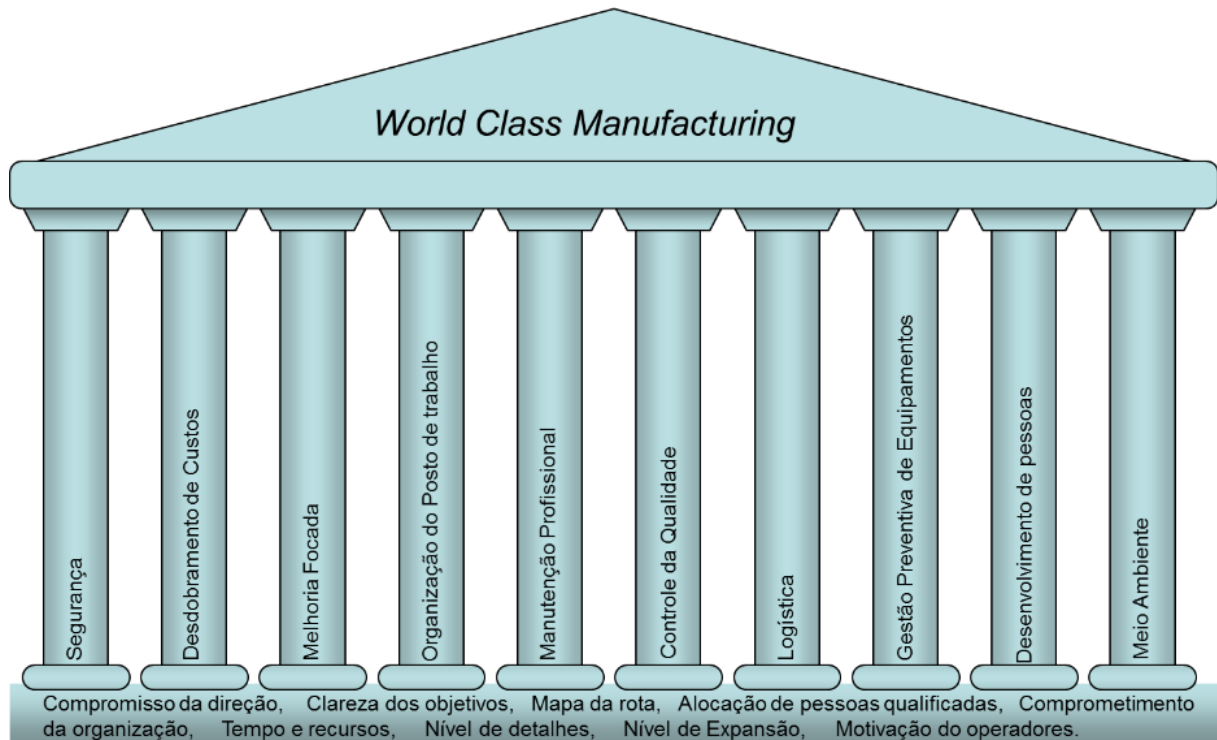


Figura 3 – Pilares do WCM

Fonte: YAMASHINA (2008, p.118)

### 1.5.1 Segurança (*Safety* – SAF)

O principal objetivo deste pilar é a eliminação de acidentes. É necessário implementar uma cultura voltada à segurança na empresa, principalmente na área fabril, baseado em um ambiente com condições seguras e comportamentos seguros.

### 1.5.2 Desdobramento de Custo (*Cost Deployment* – CD)

Visa a identificação de todas as perdas de uma forma científica e metodológica do sistema produtivo. Assim se podem priorizar às que ofereçam as maiores potencialidades de redução de custos.

### 1.5.3 Melhoria Focada (*Focused Improvement* – FI)

Pilar dedicado a atacar as maiores perdas identificadas pelo desdobramento de custo. Com o objetivo de reduzir as perdas com base na criação de *know-how* e aplicação de ferramentas e métodos adequados.

#### 1.5.4 Organização do Posto de Trabalho (*Workplace Organization – WO*)

Atividades que os próprios operadores podem realizar em seu dia-a-dia. Especialmente colaborando com a manutenção e conservação das máquinas e implantando melhorias dos processos de produção e trabalho.

#### 1.5.5 Manutenção Profissional (*Professional Maintenance – PM*)

Com o objetivo de zerar as quebras em máquinas através de manutenções preditivas e corretivas. Este alcance à quebra zero deve acontecer a um custo mínimo através de um sistema de Classe Mundial.

#### 1.5.6 Controle da Qualidade (*Quality Control – QC*)

Assegurar produtos de qualidade que garantem a máxima satisfação dos clientes, reduzindo os custos da não qualidade e mantendo as condições definidas para a conformidade do produto. O objetivo principal é zerar os defeitos e construir a qualidade internamente no processo (qualidade embutida em todas as etapas do processo).

#### 1.5.7 Logística (Logistic / Customer Service – LSC / CS)

Tem como objetivo satisfazer de forma integral o cliente final, assegurando que os produtos sejam entregues com qualidade, no momento exato e no menor custo. O conceito *Just in Time* deve ser adotado neste pilar para atingir os objetivos.

#### 1.5.8 Gestão Preventiva de Equipamentos (*Early Equipment Management – EEM*)

Tem por objetivo atingir custos reduzidos do ciclo de vida dos equipamentos. Tornando-os equipamentos confiáveis, de fácil manutenção, acessíveis, de fácil inspeção e limpeza, de baixo barulho/rumor; ciclos de Manutenção Preventiva definidos na fase de projeto, e economicamente sustentados, com setup e reinício rápido e qualidade elevada do produto.

### 1.5.9 Desenvolvimento de Pessoas (*People Development* – PD)

Este pilar tem o propósito de instituir na fábrica um sistema de desenvolvimento das competências das pessoas, identificando os motivos que as levam a cometer erros e possíveis acidentes. Com os objetivos de eliminar os erros humanos, melhorar o clima organizacional, reduzir o absenteísmo e envolver os funcionários em sugestões de melhorias.

### 1.5.10 Meio Ambiente (*Environment* — EN)

Relacionado a todo o sistema produtivo através de uma visão orientada para a conscientização e a gestão dos aspectos e impactos ambientais relativos às atividades realizadas. Isto através da redução do consumo de recursos (exemplo: energia, água), reduzindo a geração de resíduos, melhorando a qualidade das emissões da atmosfera e efluentes. (YAMASHINA, 2008).

## 2.6 O PILAR CONTROLE DA QUALIDADE

A noção de qualidade acompanha o homem na vida cotidiana. Ao pensar sobre a qualidade, o consumidor tem em mente uma série de atributos de qualidade do produto, tais como: uso, funcionalidade, durabilidade, estética, custo-benefício, segurança e cada vez mais ecologia do produto. Dependendo de características e preferências pessoais, os consumidores procuram vários produtos e serviços que irão satisfazer suas necessidades individuais. Por esta razão, as empresas contemporâneas que desejam vencer competidores fortes no mercado global devem oferecer serviços e bens que atendam aos requisitos de qualidade de seus clientes. Essa abordagem para a gestão empresarial torna a qualidade uma prioridade para uma empresa moderna e em desenvolvimento com estratégias de longo prazo.

O pilar técnico controle da qualidade visa o fornecimento de produtos de acordo com a necessidade do cliente, protegendo-o de defeitos. A metodologia WCM classifica o defeito com relação a frequência, custo e detecção do mesmo. Com relação a detecção, sabe-se que quanto mais próximo do cliente o defeito for detectado, maior será a gravidade (custo, imagem da empresa, etc). Assim defeitos de campo e/ou reportados pelos clientes possuem um peso muito maior na priorização, esta classificação é obtida pela matriz QA (ferramenta do WCM).

O WCM tem como um dos principais objetivos tornar o processo capaz de produzir peças que atendam as especificações, ou seja, mais atenção é dada para soluções no sistema de produção. Sendo assim as inspeções em produtos acabados tendem a reduzir ou até mesmo acabar com o decorrer da implantação do WCM.

Yamashina (2008) estabelece como procedimento do pilar da qualidade sete passos, descritos a seguir.

1. Seleção do problema;
2. Entender a situação e definir os objetivos;
3. Planejar as atividades;
4. Analisar as causas;
5. Definir e implementar medidas preventivas;
6. Verificar os resultados;
7. Padronizar as atividades de controle e suas implantações.

O foco deste estudo é mostrar a execução dos 3 primeiros passos. Para cada passo a metodologia fornece diversas ferramentas para serem usadas de acordo com a complexidade do problema.

#### 2.6.1 A abordagem PDCA

Outro legado para o Controle da Qualidade é a abordagem repetitiva do método PDCA (DEMING, 1986), que consiste em repetir muitas vezes o ciclo Planejar, Fazer, Verificar, Agir (*Plan, Do, Check, Act*). É bom lembrar que o PDCA é um método para a realização de um plano de ação que se faz continuamente para garantir a eficácia e a confiabilidade. Ele consiste de desenhar um plano, implementar um plano, verificar os resultados e introduzir ações corretivas. Usar o PDCA em modo repetitivo para obter um padrão, refletirá sobre os resultados alcançados e introduzirá ações de melhoria na maneira de fazer as coisas.

A sugestão é utilizar o ciclo PDCA em modo repetitivo para atacar os defeitos cujas causas não são claramente identificadas com um só giro do PDCA, com a finalidade de reduzir progressivamente as criticidades e chegar ao defeito zero.

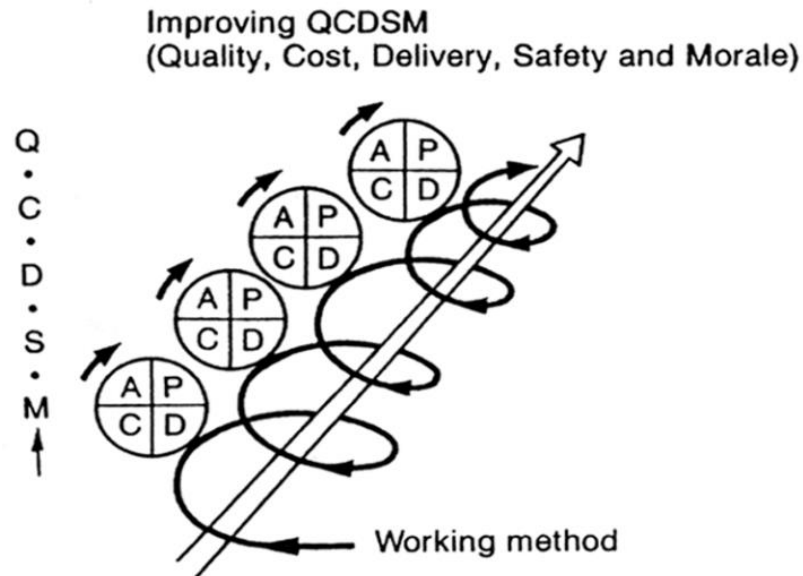


Figura 4 – O espiral do PDCA  
Fonte: YAMASHINA (2008, p. 96)

Pode-se referenciar o PDCA com os sete passos do pilar do controle da qualidade. O passo 1 ao 4 do pilar se refere a fase Planejar (*Plan*), o passo 5 contempla o Fazer (*Do*), o passo 6 representa o Verificar (*Check*) e o passo 7 corresponde ao Agir (*Act*) (DANTAS, 2016). Ambos são tratados como uma melhoria contínua.

#### 2.6.2 Ferramentas do Controle da Qualidade

A seguir serão descritas as principais ferramentas do pilar do controle da qualidade que foram utilizadas neste trabalho. A primeira ferramenta aqui abordada é a matriz QA (*Quality Assurance* ou Garantia da Qualidade), que de acordo com Yamashina (2009) é uma ferramenta que é utilizada para os estudos das condições atuais do controle da qualidade. O autor descreve que ela tem como objetivo mostrar quais áreas ou operações que tem mais relevância para que as ações sejam direcionadas com mais eficiência. Ela deve ser alimentada através de dados externos dos clientes e dados internos das linhas de montagem e controles da planta em questão. A partir desses dados a matriz vai fazer a priorização dos defeitos de maior relevância que deverão ser abordados através de ferramentas apropriadas.

MATRIZ QA - INJEÇÃO DE ROTORES														
(PERÍODO: JANEIRO A AGOSTO/2015)														
Fonte	Projeto	Problema	Carcça	Frequência	Custo Total	Frequência	Custo Total	Gravidade					Prioridade	OWNER
								Injeção	Torneamento	Balanciamento/Choque	Montagem	Cliente Externo		
N.	R\$	R=1:5	R=1:5	1	2	3	4	5	A x B x C	Responsável Interno	Responsável Externo			
Nota QM	1	FALHA DE INJEÇÃO	IEC 63 A 100	1.234	21.971,11	5	4	1	2	3	4	200		
Nota QM	2	FALHA DE INJEÇÃO	IEC 112 A 132	389	16.274,25	3	3	1	2	3	4	90		
Nota QM	3	FALHA DE INJEÇÃO	NEMA 42 A 56	1.757	19.445,20	5	3	1			4	75		
Nota QM	4	FALHA DE INJEÇÃO	IEC 160 A 200	82	29.216,55	2	4	1	2		4	56		
Nota QM	5	FALHA DE INJEÇÃO	IEC 225 A 315	49	34.624,44	2	4	1	2	3		48		
Nota QM	6	DIMENSIONAL/COTA PRENSAGEM	IEC 225 A 315	29	17.565,06	1	3	1	2	3	4	30		
Nota QM	7	AMASSADO/BATIDO	IEC 225 A 315	38	16.242,26	1	3	1	2	3	4	30		
Nota QM	8	BATIMENTO	IEC 225 A 315	21	10.447,71	1	3	1	2		4	21		
Nota QM	9	COMPRIMENTO	IEC 160 A 200	28	3.883,57	1	2	1	2	3	4	20		
Nota QM	10	BATIMENTO	IEC 355 A HGF	4	5.647,30	1	2	1			4	10		
Nota QM	11	COMPONENTE/MOLDE TROCADO	NEMA 42 A 56	347	9.765,93	3	3	1				9		
Nota QM	12	AMASSADO/BATIDO	IEC 355 A HGF	8	4.298,09	1	2	1	2			6		
Nota QM	13	FALHA DE INJEÇÃO	IEC 355 A HGF	4	6.643,26	1	3	1				3		

Figura 5 – Exemplo de matriz QA

Fonte: Autoria própria.

O 5W1H é outra ferramenta de análise lógica. Com ela se pode compreender de modo mais aprofundado uma determinada situação. Através das perguntas os problemas chaves são focalizados. (PARIS, 2016). As perguntas são as seguintes:

- O que? (*What?*): O que aconteceu? Que problemas estão ocorrendo? (Associar ao modo de falha).
- Quando? (*When?*): Em que fase, etapa da sequência do processo de fabricação ocorreu o problema?
- Onde? (*Where?*): Onde aconteceu? (Associar a linha e/ou ao local e/ou ao equipamento e/ou ao componente da máquina e/ou ao tipo de produto).
- Quem? (*Who?*): O problema pode estar relacionado à habilidade? (Depende ou não da habilidade do operador e/ou do manutentor e/ou de outra função).
- Qual? (*Which?*): Qual forma/tendência o problema apresenta? Acontece aleatoriamente ou em sequência?
- Como? (*How?*): Qual é o estado do equipamento em relação a sua condição normal (amassado, dobrado, torcido)?

Outra ferramenta é o diagrama de Pareto. Este foi enunciado em 1897 por Vilfredo Frederico Samaso Pareto que diz que 80% das dificuldades vêm de 20% dos problemas, em outras palavras, existem poucos itens vitais e muitos itens triviais. Assim ele classificou os problemas em dois grupos: poucos vitais e muito triviais. O diagrama é composto por duas escalas laterais onde uma mede a unidade a ser analisada e a outra mede a percentagem

acumulada para mostrar a contribuição de cada item para o efeito total. Os dados devem figurar em ordem decrescente para identificar a priorização. (PARIS, 2016).

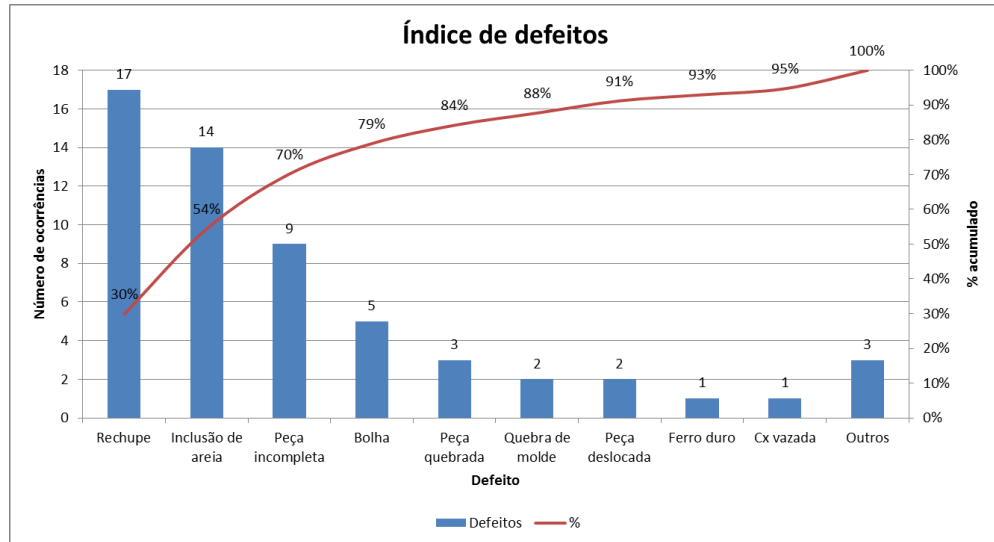


Gráfico 1 – Exemplo de Diagrama de Pareto  
Fonte: Autoria própria.

Com o Fluxograma se pode representar graficamente as atividades em ordem de execução. Assim todos conseguem visualizar e entender facilmente o processo como um todo permitindo que pontos a serem melhorados possam ser identificados e trabalhados. O oblongo indica o início e o fim de uma operação ou atividade, o retângulo indica os itens de ação e o losango indica os pontos de decisão. (GUOLO; PARIS, 2015).

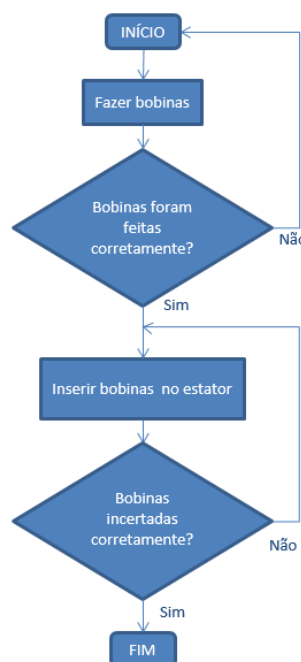


Figura 6 – Exemplo de Fluxograma  
Fonte: Autoria própria.



O diagrama de SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output e Customer*) é uma ferramenta técnica utilizada para a identificação e descrição de processos, desde seus fornecedores até seus clientes. Assim obtendo um conhecimento mais detalhado sobre as relações de causa e efeito do processo em estudo (PARIS, 2016).

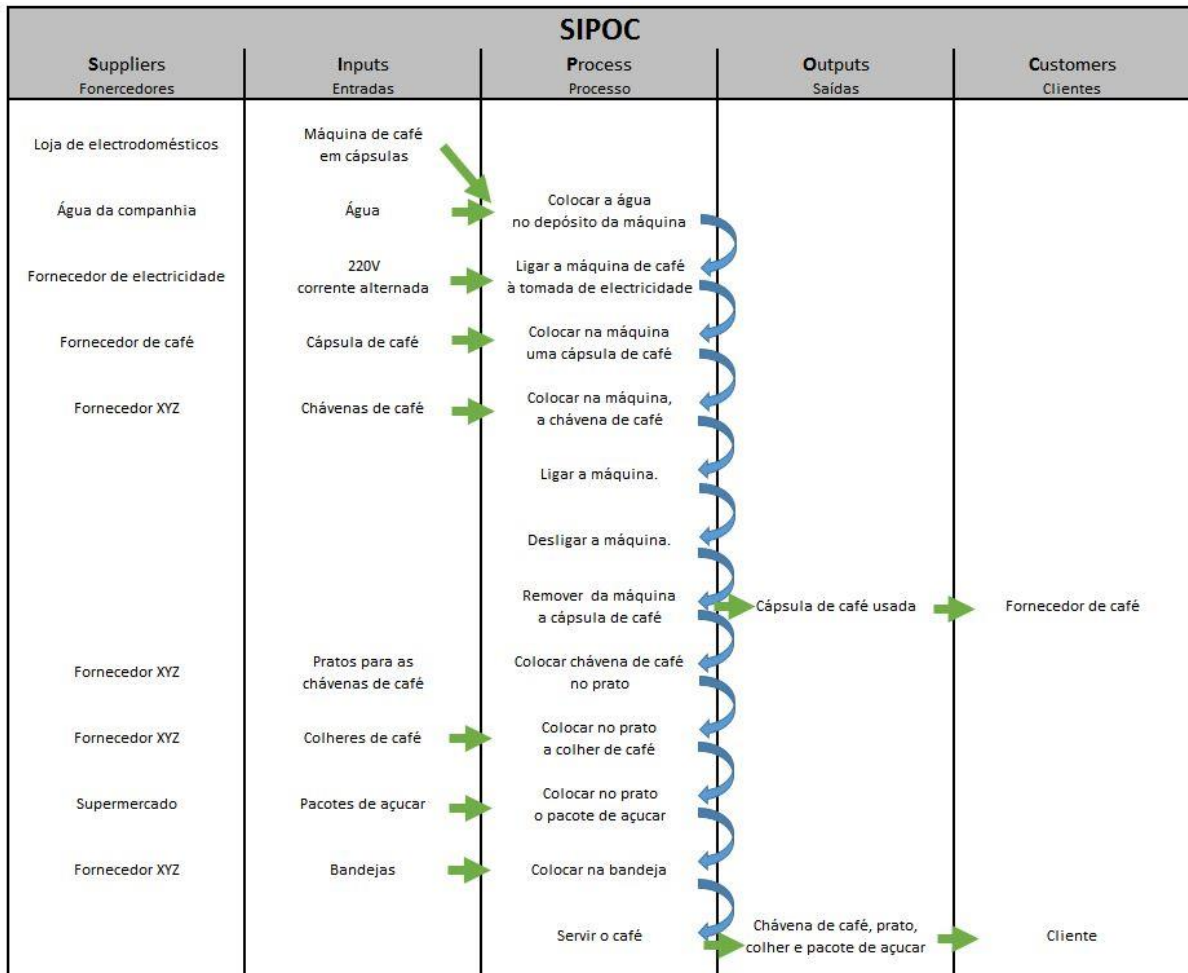


Figura 7 – Exemplo de diagrama SIPOC

Fonte: PARIS (2016)

A ferramenta 6M's ou Ishikawa é um procedimento que serve para analisar um fenómeno (efeito) fazendo uma lista de possíveis fatores (causas) que estão na origem daquele fenómeno, porém não necessariamente para analisar um problema aplicasse todos os 6M's pode se utilizar somente os que afetam o problema. Na metodologia WCM os fatores são organizados em quatro categorias: Método, Material, Mão de obra e Máquina (CNH, 2013).

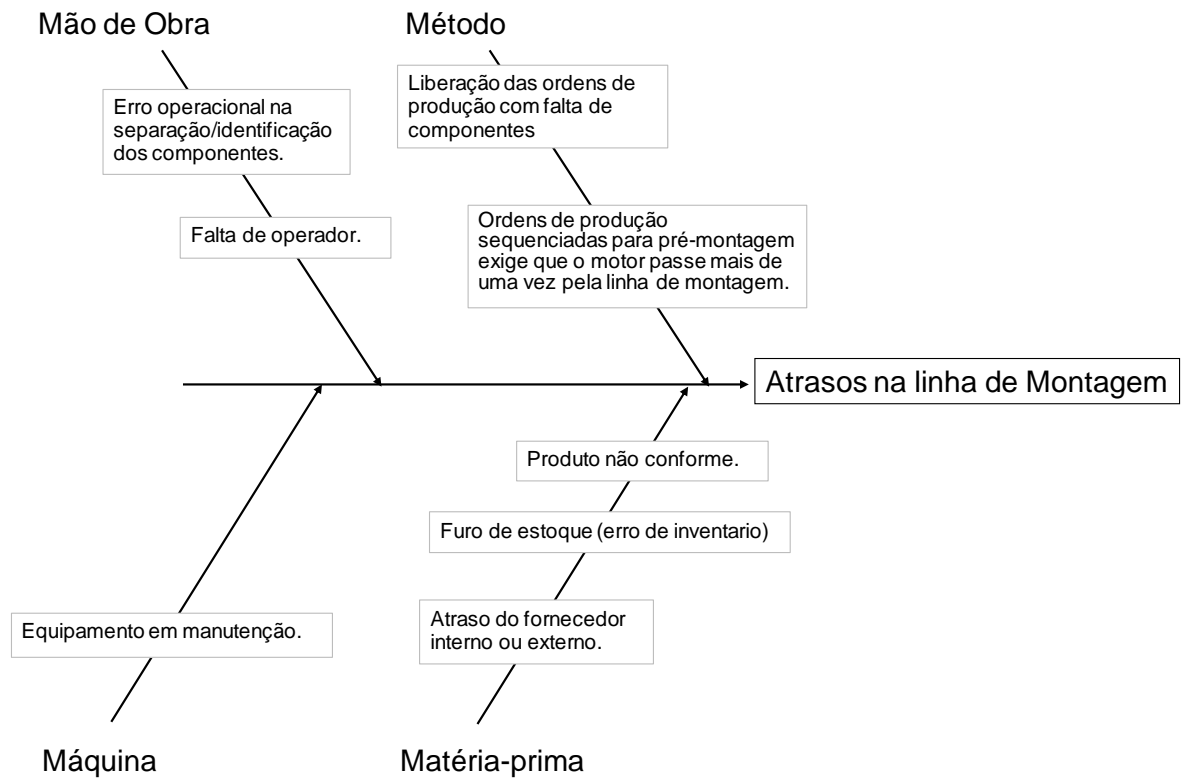


Figura 8 – Exemplo de diagrama 6M's apenas com aplicação de 4M's.  
Fonte: Autoria própria.

O 5 Porquês é uma ferramenta utilizada para identificar e examinar as causas de um fenômeno (efeito) atípico através de uma cadeia sucessiva de perguntas (WEG, 2016).

FENÔMENO	POR QUE?	POR QUE?	POR QUE?	POR QUE?	POR QUE?
	1º Round	2º Round	3º Round	4º Round	5º Round
Motor quente	Nível de água fora do especificado	água vazou	Trinca no radiador	Batida de pedra	Falta de proteção
Máquina parou	desgaste excessivo	Falta de lubrificação	Furo na mangueira	Ressecamento	Estocagem incorreta

Tabela 1 – Exemplo de aplicação dos 5 Porquês  
Fonte: Autoria própria.

As ferramentas TWTP e HERCA são utilizadas para a identificação da causa raiz de erros humanos, onde se pode identificar se alguma variável está afetando o operador durante a montagem. Os erros humanos devem ser reduzidos, pois são perdas que impactam nos custos.

TWTPP + HERCA					
PROBLEMA :		OPERAÇÃO ( NÚMERO E DESCRIÇÃO):		Departamento/ Unidade	
				Data da Aplicação	
Data da Ocorrência (Se possível, incluir horário)		Nome do operador		Area/Posto/ Linha	
				Nome do entrevistador:	

ENTREVISTA					
O CAMINHO PARA ENSIAR AS PESSOAS (THE WAY TO TEACH PEOPLE)					
TWTPP			1. ENTREVISTA (A ser feito em conjunto com o operador)		
1.1	COMO VOCE FAZ ESTE TRABALHO? Voce compreende as atividades que voce esta fazendo?	Resposta do operador:			Avaliação
	A Sim.				A
	B Não completamente.				B
	C Não.				C
1.2	COMO VOCE SABE QUE ESTÁ FAZENDO SEU TRABALHO CORRETAMENTE?	Resposta do operador:			2
	A Eu sigo as instruções de trabalho.				A
	B Sei por minha experiência.				B
	C Outros.				C
1.3	COMO VOCE SABE QUE O RESULTADO É LIVRE DE DEFEITOS / ERROS?	Resposta do operador:			3
	A Eu pergunto frequentemente ao meu lider se estão sendo detectados defeitos relacionados ao meu trabalho nos postos seguintes.				A
	B Realizo auto-controle automaticamente devido à minha experiencia.				B
	C Outros.				C
1.4	O QUE VOCE FAZ QUANDO ENCONTRA UM PROBLEMA?	Resposta do operador:			4
	A Aviso imediatamente meu lider.				A
	B Falo com meu lider, caso ele pergunte.				B
	C Outros.				C

Se uma ou mais das respostas for diferente de "A", o passo 1.5 deve ser preenchido. Caso contrário, siga para a questão 2

1.5 ANÁLISE DETALHADA		CONTRAMEDIDAS													
FALTA DE CONHECIMENTO / HABILIDADE		SIM	NÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1.5.1	Ela é causada pela falta de formação ou treinamento inadequado?	SIM	NÃO												
1.5.2	Foi causado por entendimento limitado sobre as ferramentas utilizadas?	SIM	NÃO												
1.5.3	Você ficou afastado do seu trabalho por mais de 3 (três) meses?	SIM	NÃO												
1.5.4	Você está realizando esta atividade há menos de 1 (uma) semana?	SIM	NÃO												

ANÁLISE DA CAUSA RAÍZ (HERCA)			CONTRAMEDIDAS													
2 - FLUXO DO PROCESSO / PROCEDIMENTOS			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2.1	Existe alguma situação ergonomica inadequada?	SIM NAO														
2.2	Esta atividade é muito complexa, difícil ou é realizada sem consulta?	SIM NAO														
2.3	O processo é passivo de erros?	SIM NAO														
2.4	As operações precisam ser descritas de forma mais clara, simples, fácil de entender?	SIM NAO														
2.5	Há alguma informação que está faltando nas folhas de processo, instruções de trabalho (SOP's)?	SIM NAO														
2.6	A Gestão Visual não está muito clara, faltam informações ou não está disponível no local determinado?	SIM NAO														
3 - PROBLEMAS TÉCNICOS			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3.1	Faltam condições básicas relacionados a ferramentas/equipamentos (limpeza, lubrificação, armazenamento, etc)?	SIM NAO														
3.2	Existe ferramenta inadequada para realizar operação?	SIM NAO														
3.3	Não estão disponíveis no posto de trabalho as ferramentas descritas nos procedimentos?	SIM NAO														
4 - POSTO DE TRABALHO / MEIO AMBIENTE			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4.1	Há problemas causados pela carga de trabalho excessiva (saturação computável)?	SIM NAO														
4.2	O posto de trabalho possui um lay-out inadequado, podendo causar erros facilmente?	SIM NAO														
4.3	Os materiais ao lado da linha estão organizados de maneira não adequada?	SIM NAO														
4.4	Existe falta de condições relacionados a iluminação, temperatura, ruído, etc...?	SIM NAO														
4.5	Existem etiquetas / avisos similares no posto de trabalho que podem confundir os operadores gerando erros?	SIM NAO														
5 - ATITUDE E COMPORTAMENTO			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5.1	O operador tem demonstrado baixa motivação em relação a operação específica que está executando?	SIM NAO														
5.2	Há falta de motivação generalizada?	SIM NAO														
6 - DESATENÇÃO E ESQUECIMENTO			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6.1	Foi causado por distração ou esquecimento?	SIM NAO														
6.2	O conteúdo de trabalho é excessivamente repetitivo?	SIM NAO														
7 - PROBLEMAS PESSOAIS (Perguntas a serem ajustadas de acordo com as exigências de privacidade local)			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
7.1	O operador tem problemas de saúde ou problemas físicos?	SIM NAO														
7.2	O operador está estressado?	SIM NAO														
7.3	Há problemas de envolvimento do operador com o trabalho?	SIM NAO														
7.4	Há dificuldades de integração do operador com a equipe de trabalho?	SIM NAO														
7.5	O operador tem outros problemas pessoais?	SIM NAO														

Figura 9 – Questionário TWTPP + HERCA  
 Fonte: DANTAS, 2016

A seguir será abordado sobre a metodologia e no capítulo consequente a apresentação e discussão dos resultados.

### 3 PROCECIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa teve como objetivo analisar os três primeiros passos do pilar do controle da qualidade da metodologia WCM em uma área específica de uma fábrica que deverá servir de modelo de implantação deste sistema para as demais áreas. Através dessa análise foi possível ter conhecimento das práticas para os passos iniciais deste pilar, já que esta empresa está iniciando a implantação do sistema WCM como um todo.

Com relação à natureza, essa pesquisa é considerada aplicada, pois tem como objetivo gerar conhecimento para a aplicação prática e solução de problemas específicos que acontecem na realidade. A metodologia utilizada foi o estudo de caso, neste tipo de pesquisa o objeto é observado e analisado. Além disso, proporciona contato com uma completa variedade de evidências, tais como, documentos, artefatos, observações, etc (YIN, 2001).

Para conduzir este trabalho foi criado um grupo com colaboradores de diversas áreas relacionadas ao processo e a metodologia a serem abordados. Este grupo se reúne duas vezes por semana, com duração média de duas horas cada encontro. O grupo é composto por dez pessoas de três diferentes departamentos: Fabril, Engenharia Industrial e Controle da Qualidade.

#### 3.1 ESTUDO DE CASO

Este estudo de caso visa apresentar todas as atividades realizadas durante a implantação dos três primeiros passos do pilar do controle da qualidade. Serão enfatizados quais foram as ferramentas principais utilizadas para concluir com ênfase cada um dos três pilares e quais serão as ferramentas que deverão ser utilizadas para o quarto passo.

#### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA EM ESTUDO

O estudo foi elaborado em uma fábrica de motores elétricos localizado no Sul do Brasil. Para se manter no topo do mercado e com crescimento contínuo, a empresa tem buscado sempre implantar e usar os melhores modelos de gestão integrado. Atualmente o WCM está sendo a base para o novo sistema que a empresa começou a estruturar no início de 2016.

#### 3.3 COMPONENTE E PROCESSO ESTUDADOS

O componente alvo do estudo se refere ao Estator bobinado de motores elétricos manufaturados em uma das fábricas da empresa. Este componente é submetido a um processo de conexão das bobinas. Estas conexões podem ser realizadas através de duas maneiras, através do processo de soldagem ou do processo de crimpagem. O que determina qual processo utilizar é o projeto do motor, mas também pode ser revisto de acordo com as dificuldades durante a operação.

Ambos os processos devem seguir procedimentos em que os resultados devem ser equivalentes aos padrões que garantem o bom funcionamento do motor, evitando problemas como o de curto-circuito. O processo envolvido, para o bom funcionamento deste componente e que será abordado neste estudo, começa desde o fazer bobinas até a prensagem da cabeça das bobinas. Este processo será detalhado mais à frente.

### 3.4 COLETA DE DADOS

Os dados apresentados durante a aplicação dos três passos do pilar controle da qualidade foram coletados de registros internos, pesquisas com os colaboradores e observações de processo. Ferramentas citadas no item 2.6.2 foram utilizadas neste processo.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A apresentação e análise dos resultados serão feitas conforme foi conduzido o trabalho para a coleta dos dados, ou seja, através dos três primeiros passos do pilar controle da qualidade.

### 4.1 PASSO 1: SELECIONAR O PROBLEMA

Neste passo o objetivo principal é identificar o problema que será tratado. Para isso foi iniciado a investigação através da análise da Matriz QA, onde é possível evidenciar dentre todos os processos e operações da fábrica aquele que estava sendo mais dispendioso. Para o preenchimento da Matriz QA foram levantados os dados de todos os defeitos internos, externos e custos da não qualidade ocorridos durante o último ano. De acordo com a ocorrência, custo e detecção, o problema de maior importância detectado pela Matriz QA foi o defeito de campo curto circuito.

WMS - MATRIZ QA															
Departamento: Fábrica IV		Tipo de Produto: Geral			Período: Janeiro à Novembro										
Defeito / Detalhe	Componente	Ocorrência	Custo da não qualidade	Frequência		Custo	Detecção				Prioridade A x B x Máx C	PPM	Responsável		
				A	B		Autocontrole	Inspeção Interna	Cliente Interno	Cliente Externo					
														R=1:5	R=1:3
Qtd.	R\$														
CURTO CIRCUITO	ESTATOR BOBINADO	82	R\$ 56.810,86	1	3						4	13	39	228	
PROCESSO-PREPARAÇÃO	BOBINA	15	R\$ 12.254,67	1	3							13	39	42	
ACABAMENTO/ASPECTO-AMASSADO/BATIDO	FIO CIRCULAR	2990	R\$ 61.856,76	3	3	2	3	4					36	8.316	
ACABAMENTO/ASPECTO-DESLOCADO	ISOLANTE ENTRE FASES	2719	R\$ 17.299,09	3	3	2	3	4					36	7.562	
ACABAMENTO/ASPECTO-AMASSADO/BATIDO	TAMPA DEFLETORA	2215	R\$ 13.600,05	3	3	2	3	4					36	6.161	
ACABAMENTO/ASPECTO-AMASSADO/BATIDO	ROLAMENTO	2125	R\$ 18.724,93	3	3	2	3	4					36	5.910	
ACABAMENTO/ASPECTO-AMASSADO/BATIDO	CABO	1568	R\$ 48.882,64	3	3	2	3	4					36	4.361	
DESEMPENHO-LIGAÇÃO	BOBINA	2507	R\$ 15.892,71	3	3			3					27	6.973	
DESEMPENHO-RESIST OHMICA/SOLDA	BOBINA	2173	R\$ 13.857,48	3	3			3					27	6.044	
IDENTIFICACAO-TROCADO	MOTOR	147	R\$ 2.881,36	1	2				4	13			26	409	
QUEBRADO-ALETA	CARCACA ALUMINIO	52	R\$ 4.493,96	1	2	2			4	13			26	145	
DIMENSIONAL-CONCENTRICIDADE	CARCACA FOFO	23	R\$ 4.433,83	1	2	2				13			26	64	
ACABAMENTO/ASPECTO-AMASSADO/BATIDO	RESOLVER	14	R\$ 1.041,16	1	2	2				13			26	39	
ACABAMENTO-CORTADO	CABO	5	R\$ 2.368,72	1	2					13			26	14	
ACABAMENTO/ASPECTO-AMASSADO/BATIDO	PROTETOR TERMICO BIMETALICO	3	R\$ 3.717,45	1	2					13			26	8	
RUIDO-MAGNETICO	MOTOR	3	R\$ 2.156,53	1	2					13			26	8	
FALHA ELETRICA	PLACA BORNES	3	R\$ 2.023,86	1	2					13			26	8	
ACABAMENTO-RISCADO	EIXO	3	R\$ 933,66	1	2					13			26	8	
CURTO CIRCUITO	GRANALHA	2	R\$ 2.087,97	1	2					13			26	6	
SOLTO-COMPONENTE	ARRUELA ONDULADA	2	R\$ 1.638,17	1	2					13			26	6	
TROCADO-COMPONENTE	ESTATOR BOBINADO	2	R\$ 803,81	1	2					4	13		26	6	
RUIDO	ROLAMENTO	1	R\$ 947,68	1	2						13		26	3	
DESEMPENHO-DESBALANCEAMENTO DE CORRENTE	ESTATOR BOBINADO	1	R\$ 740,46	1	2						13		26	3	
QUEBRADO-ROSCA	CARCACA FOFO	1	R\$ 680,49	1	2						13		26	3	
FALHA ELETRICA	TERMISTOR	1	R\$ 629,93	1	2						13		26	3	
PINTURA/REVESTIMENTO-COR	MOTOR	1	R\$ 517,12	1	2						13		26	3	
PINTURA-FALTA COBERTURA	MOTOR	2675	R\$ 829,00	3	2				4				24	7.440	
DESEMPENHO-CRIMPAGEM	BOBINA	1475	R\$ 9.361,64	2	3			3					18	4.102	
PINTURA-CONTAMINADA	TAMPA DEFLETORA	1383	R\$ 1.065,00	2	2								16	3.847	
ACABAMENTO/ASPECTO-AMASSADO/BATIDO	HASTE	1172	R\$ 865,37	2	2	2				4			16	3.260	

Figura 10 – Matriz QA completa

Fonte: Autoria própria.

O Pareto dos defeitos de campo também prioriza o curto circuito como o principal problema por ocorrência. Este defeito representa 52% de todos os defeitos de campo com 218 PPM (partes por milhão).

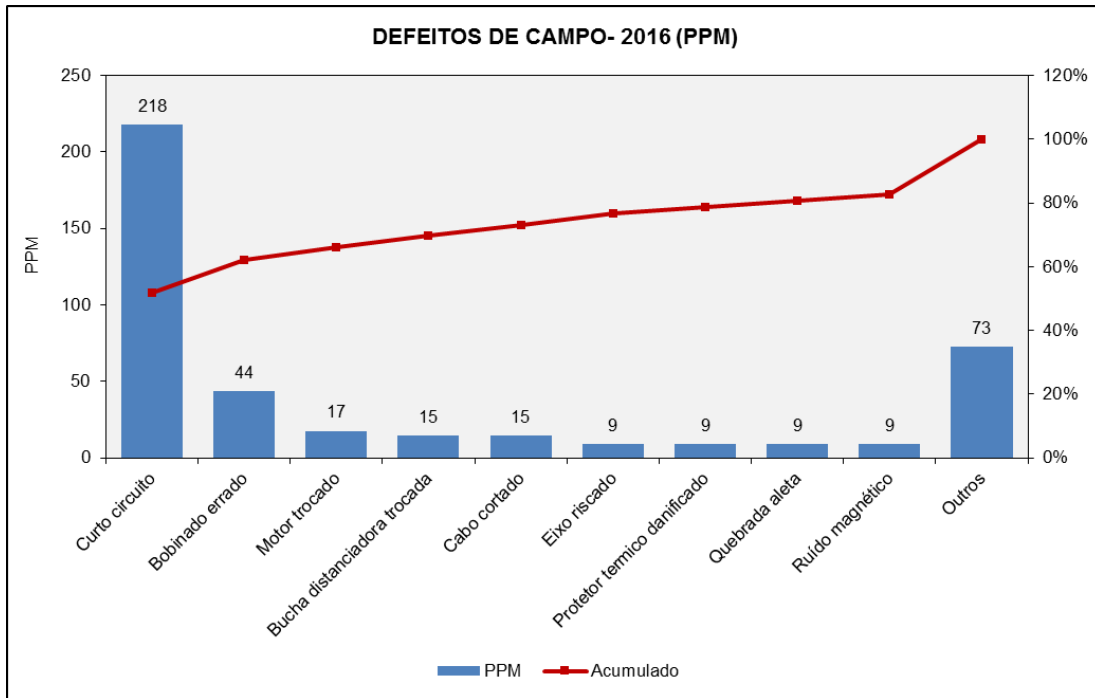


Gráfico 2 – Pareto da ocorrência de defeitos de campo  
Fonte: Autoria própria.

No gráfico 3 pode se verificar que dentre os defeitos de campo no critério custo o defeito de curto-circuito também é o mais significativo. Tendo um custo quatro vezes maior que o segundo defeito.

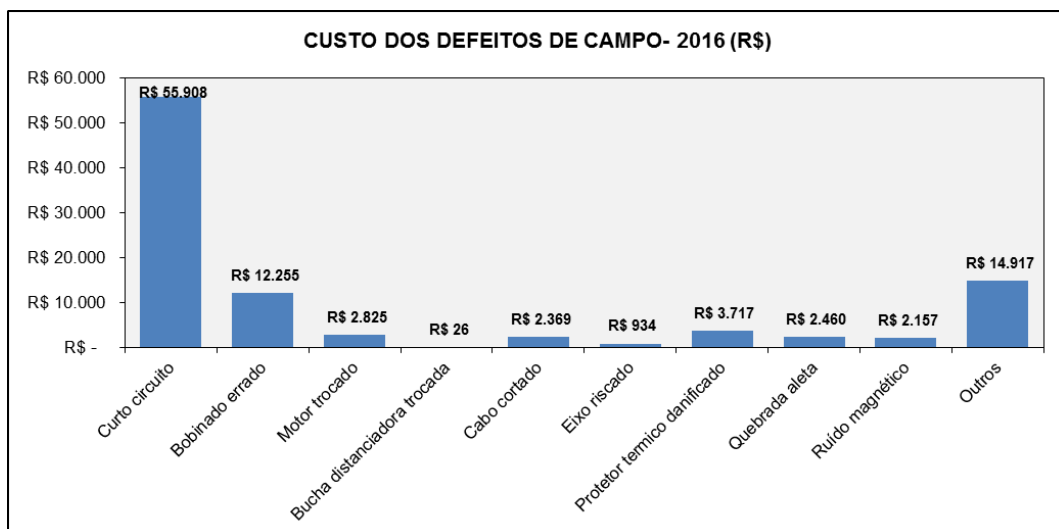


Gráfico 3 – Maiores custos de defeitos de campo  
Fonte: Autoria própria.

Como o defeito de curto circuito pode estar relacionado a diversos fatores, uma estratificação deste defeito foi realizada para determinar qual a principal causa. Dentre todas as causas a maior é devido à conexão – solda mal isolada, ver gráfico 4.

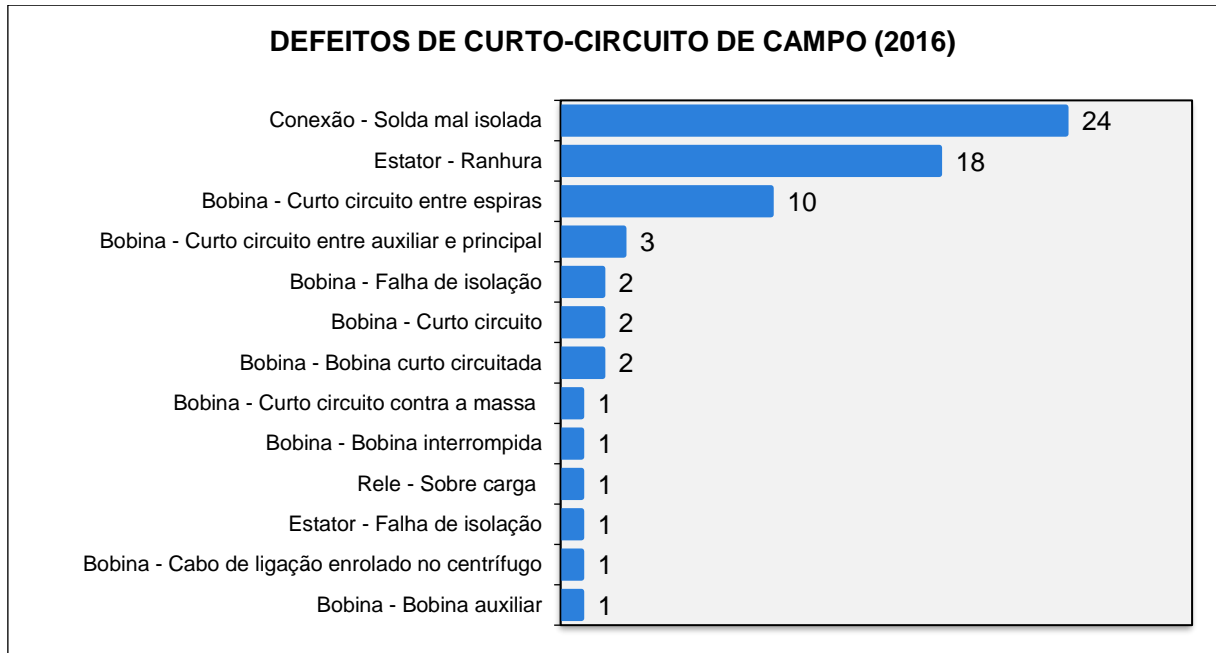


Gráfico 4 – Estratificação dos defeitos de curto-circuito de campo  
 Fonte: Aatoria própria.

Após a Matriz QA apontar que o principal defeito foi curto-circuito e que dentro deste a causa principal é a conexão por solda mal isolada, foi realizada uma pesquisa com os responsáveis da área. Os operadores informaram que muitos projetos especificam que a conexão deva ser feita por crimpagem, mas devido a inúmeras dificuldades, o processo é realizado com solda. As dificuldades na crimpagem são: procedimentos não adequados, postos de trabalho ergonomicamente incorretos, máquinas não executam a operação corretamente, erro de especificação, entre outros. Assim foi decidido que o processo a ser melhorado para reduzir o defeito de curto-circuito deve ser a crimpagem.

#### 4.2 PASSO 2: ENTENDER OS OBJETIVOS E DEFINIR METAS

Definidos a área e o time de projeto, o próximo passo é entender a situação. Nesta etapa primeiramente foi utilizado o 5W1H com o time completo. Com o preenchimento desta ferramenta foi possível verificar os detalhes de como ocorre o problema, onde ocorre, etc. Assim também a compreensão do que estava ocorrendo foi nivelada entre os integrantes do grupo.



<b>Responsável:</b>		
<b>Área / Departamento:</b>		CRIMPAGEM
<b>WMS - QC - PILAR CONTROLE DA QUALIDADE</b>		
<b>5W1H</b>		
<b>O QUE (WHAT)?</b>	O que aconteceu? Que coisas vc está vendo? Que problemas estão ocorrendo? (associar ao modo de falha)	CURTO EM CONEXÃO.
<b>ONDE (WHERE)?</b>	Onde aconteceu (Associar a linha e/ou ao local e/ou ao equipamento e/ou ao componente da máquina e/ou ao tipo de produto)	CRIMPAGEM;
<b>QUANDO (WHEN)?</b>	Em que fase, etapa da sequência do processo de fabricação ocorreu o problema?	INSERÇÃO CORTE DE CABOS; (QDO?) MÁQUINA/FERRAMENTA DE CRIMPAR ISOLAMENTO DA CONEXÃO (SOPRADOR);(QDO?) PRENSAGEM.(QDO?)
<b>WHO (QUEM)?</b>	O problema pode estar relacionado à habilidade? (depende ou não da habilidade do operador e/ou do manutentor e/ou de outra função)	REGULAGEM DA MÁQUINA; - ALTURA DO GRAMPO; - TIPO DE FERRAMENTA; - TIPO DO GRAMPO. POSIÇÃO DO GRAMPO (PASSO); REBARBA?; DISPOSIÇÃO DO FIO/CABO DENTRO DO GRAMPO;
<b>WHICH (QUAL)?</b>	Existe tendência origem e propagação no local da ocorrência onde (vide pergunta 2) se observa o que ocorreu? A tendência é aleatória ou há um padrão? P.E. fissurada fora para dentro, da esquerda para a direita, etc.	NÃO HÁ TENDÊNCIA
<b>HOW (COMO)?</b>	Qual é o estado do equipamento em relação a sua condição normal (amassado, dobrado, torcido)?	QUANDO A FERRAMENTA NÃO ESTÁ REVISADA, AS PEÇAS APRESENTAM AMASSADO NO GRAMPO.

Figura 11 – 5W1H preenchido pelos integrantes do grupo

Fonte: Autoria própria.

Na sequência foi desenvolvido o fluxograma para o melhor entendimento da lógica de como funciona o processo para todos. O fluxograma foi essencial para a simplificação e racionalização do trabalho.

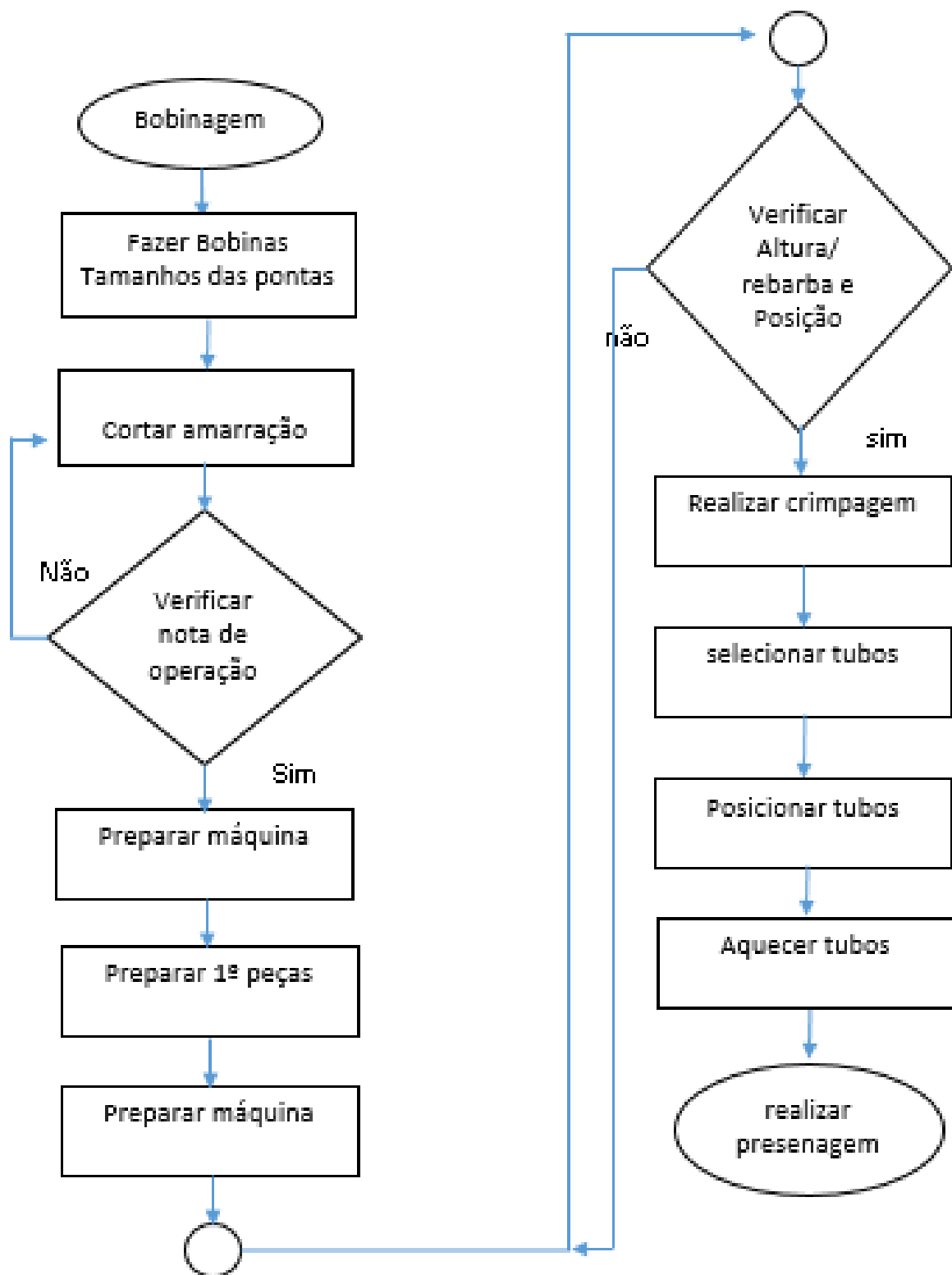


Figura 12 – Fluxograma representando o processo de crimpagem  
 Fonte: Autoria própria.

Com o fluxograma pronto, pode-se fazer uma análise mais macro do sistema em questão. Assim, foi utilizado o SIPOC, que cita para cada etapa do processo as entradas e as saídas, também mostrando os fornecedores e os clientes, conforme mostrado na figura 13.

<b>S</b> (Fornecedor / Supplier)	<b>I</b> Entrada (Input)	<b>P</b> Processo (Process)	<b>O</b> Saída (Output)	<b>C</b> Cliente (Client)
Fábrica de fios.	1.1. Parametros de preparação (*).	1. FAZER BOBINAS	1.2. Comprimento mínimo das pontas (*).	Máquina de amarrar
Bobinadeiras	2.1. Comprimento mínimo da inserção; 2.2. Parametro de corte (*).	2. CORTE DAS PONTAS APÓS A AMARRAÇÃO	2.1. Comprimento mínimo das pontas (*).	Linha de bandagem
	3.1. Especificação: Ferramenta/grampo/altura (*).	3. VERIFICAR NOTA DE OPERAÇÃO	3.2. Ferramenta/grampo correto.	
Linha de bandagem	4.1. Alinhamento do batente com grampo(*); 4.2. Alinhamento do conjunto(*); 4.3. Disco do ajuste fino travado aplicador e máquina (funcionando)(*); 4.4. Faca afiada(*); 4.5. Ferramenta/grampo corretos(*); 4.6. Altura esp. correto(*); 4.7. Ferramenta limpa(*); 4.8. Bigorna com canto vivo(*); 4.9. Corpo da bigorna com canto vivo(*); 4.10. Avanço/ passo(*).	4. PREPARAR MÁQUINA	4.11. Altura do grampo; 4.12. Rebarba(*).	Máquina de crimpar
	5.1. Decapar cabos (10mm); 5.2. Comprimento mín das pontas(*) 5.3. Número de fios paralelos; 5.4. Posição dos fios; 5.5. Método de posicionamento para crimpagem; 5.6. Grampo com serrilha.	5. CRIMPAR 1X	5.7. Altura do grampo; 5.8. Rebarba(*). 5.9. Sem filamento solto; 5.10. Não crimpar na borracha 5.11. Sem sujeira na crimpagem; 5.12. Contato elétrico.	
	6.1. Regulagem do disco do ajuste fino; 6.2. Método de medição.	6. MEDIR E AJUSTAR	6.3. Altura do grampo; 6.4. Rebarba(*); 6.5. Sem filamento solto; 6.6. Não crimpar na borracha.	
	7.1. Método de crimpar (WPS/TOP); 7.2. Posto adequado ergonomicamente; 7.3. Limpeza da ferramenta.	7. CRIMPAR (G4Gr3*) cobre?	7.4. Altura do grampo; 7.5. Rebarba; 7.6. Sem filamento solto; 7.7. Não crimpar na borracha.	Linha
Máquina de crimpar	8.1. Especificação do tubo na N.O.; 8.2. Qualidade do tubo(*): - Resistência; - Espessura; - Resistência dielétrica; - Fibras sem deslocamento; - % de contração; - Ponta fechada. 8.3. Separação por tamanho.	8. SELECIONAR TUBOS	8.4. Tubo conforme especificado.	
	9.1. Correto;	9. POSICIONAR TUBOS	9.2. Posição radial do tubo com relação ao grampo (testar e avaliar); 9.3. Posição axial;	
	10.1. Posição do aquecedor em relação ao tubo (de cima para baixo); 10.2. Parametros: Temperatura, distância e tempo.	10. AQUECER TUBOS	10.3. Tubo encolhido uniforme, firme, sem soltar;	Máquina de prensagem
Linha		11. REALIZAR PRENSAGEM		Impregnação
	(* não está definido, falta espec.			

Figura 13 – SIPOC do processo de crimpagem

Fonte: Autoria própria.

Com o SIPOC completo fica muito mais fácil para que todos enxerguem o trabalho e suas dificuldades, permitindo um olhar mais crítico e a identificação de oportunidades de melhorias. Com essa informação se pode elaborar o plano de atividades, com cronograma e divisão de responsabilidades, do próximo passo.

Agora para completar este passo dois foi definida a seguinte meta: Até final de 2017, devem-se reduzir em 50% os defeitos de curto-circuito originados por problemas de conexão e 15% os defeitos de curto-circuito independente da causa.

### 4.3 PASSO 3: PLANEJAR AS ATIVIDADES

Para cada etapa do processo listado no SIPOC foi feita uma comparação com a prática para conferir se o processo estava equivalente ao descrito na planilha. Assim foram verificados quais são os pontos a serem melhorados e foi definido, com responsáveis e prazos, um plano de ações, ver figura 14. Esse plano de ações foi gerado para garantir que todos os requisitos sejam respeitados na prática. O acompanhamento é realizado dentro dos encontros semanais e a situação de cada ação é atualizada.

Processo	Problemas Identificados na fábrica	Como?	Quem?	Prazo	Situação	Pendências
1. FAZER BOBINAS	1.1 Não tem parâmetros de preparação para comprimento das pontas; 1.2 Comprimento das pontas após o processo de bobinagem e inserção: Usam 370mm no mínimo para todos os casos (250mm do maior tubo + 120mm). Deve-se especificar na N.Op;	Garantir a especificação mínima de 370mm; Avaliar para colocar na nota de operação; Alterar parâmetros do programa; Testar em pacotes grandes (210); Treinamentos;	Elvis	08/dez	Linha 5 - Programação sendo alterada conforme a demanda; Treinamento executado; Na inserção foi modificado o procedimento de enrolar fios de saída;	Atualizar a colocação na nota de Operação; Testar em pacotes grandes (210)
2. CORTE DAS PONTAS APÓS A AMARRAÇÃO	2.1 Corte da pontas na máquina de amarrar não especificado pode gerar problemas. (ex.: pode ser cortado muito curto);	Garantir a especificação mínima de 350mm; Colocar em norma; Garantir que o operador corte 20mm; Treinamentos;	Adroaldo	08/dez	Treinamento executado; Norma Ok.	Realizar controle temporário do comprimento das pontas (medir por amostragem) pelo CQ
3. VERIFICAR NOTA DE OPERAÇÃO	3.1 Falta especificação de ferramenta, grampo e altura devido a erros nos critérios e cadastramento;	Cobrar a engenharia para colocar todas as informações necessárias na OP; Adequar os critérios e informar a Engenharia.	Rosália		Bloqueio para fio de cobre foi eliminado; Novos critérios não temos o prazo;	Engenharia precisa reformular os critérios (sem prazo)
4. PREPARAR MÁQUINA	4.1 Revisar todas as máquinas, para verificar se estão todas com a mesma altura utilizando a mesma ferramenta.	Verificar se existe alguma folga nas máquinas; Levantar os valores admissíveis de folga; Solicitar a manutenção preventiva anual;	Sidnei	08/dez	Verificação da folga nas máquinas ok; duas estavam com folga, aberto nota de manutenção mas não foram arumadas ainda; Preventiva já acertada com a manutenção;	Valores de folga admissíveis; Cronograma da manutenção preventiva;
	4.2 Revisar todas as ferramentas, para verificar se estão todas com a mesma altura utilizando a mesma máquina.	Verificar se existe alguma folga nas ferramentas; Criar procedimento para revisar ferramenta com problema (cartão vermelho).	Sidnei	08/dez	33 Ferramentas a altura dos calços foram ajustadas, faltam 8.	Criar procedimento para revisar ferramenta com problema (cartão vermelho). OK Incluir na revisão das ferramentas a avaliação da altura dos calços (semestral).
	4.3 Melhorar a limpeza das ferramentas, diminuir sujeira de cavaco e sobras de fios.	Acompanhar após a implantação do comprimento das pontas.	Elvis	ok	ok	
	4.4 Metodologia para avaliar rebarba. (MÉTODO)	Avaliar opções com a Metrologia.	Luciano	08/dez	Em andamento, teste de dispositivo já utilizado na WAU para medir altura de terminal; Paquímetro sugerido pela metrologia não atende; Aguardando projeto e orçamento do dispositivo.	
5. CRIMPAR 1X	5.1 Padronizar o método de posicionamento para crimpagem. (MÉTODO)	conforme 7.2 Operar com as duas mãos utilizando batente	Elvis/Adroa	08/dez	Em treinamento	Treinamento
6. MEDIR E AJUSTAR						
7. CRIMPAR	7.1 Detalhar melhor o método de crimpar na norma WPS/TOP. Norma WPS-12548, indica apenas por foto que o colaborador deve segurar as pontas com as duas mãos ao executar a crimpagem. (MÉTODO)	Revisar a norma e melhorar a descrição do procedimento.	Adroaldo	15/fev	Não iniciado	
	7.2 Melhorias gerais: posição do operador, posição das máquinas, fixação máquinas para não tombar, (avaliação geral) (MÁQUINA)	Definir a posição do operador no posto de trabalho e na máquina; Definir posição da máquina; Chumbar a bancada e prender a máquina na bancada; Avaliar condições de ergonomia; Retirar chapa de proteção para melhorar acesso durante processo;	Elvis/Adroa	08/dez	Linha 5 - Fixação da Máquina OK; posição da máquina definida, falta fixar na bancada; bancada está chumbada; foi retirada a proteção para melhorar o acesso;	Falta fixar máquina na bancada; testar máquina na lateral; fazer avaliação ergonômica.
REVISÃO DOS APLICADORES (Almoxarifado)	Falta critérios de logística e periodicidade para revisão das ferramentas. (MÉTODO)	Controlar e revisar ferramentas utilizando CFC; Definir procedimento para revisão das ferramentas no CFC Para ferramentas revisadas por problema colocar a data da revisão no CFC Definir turno responsável por semana para efetuar a revisão Treinamento dos responsáveis	Rosália/Alb	15/fev	CFC Funcionando, foram revisadas 10 ferramentas; Ferramentas revisadas por problema não é possível alterar a data da revisão;	Elaboração do procedimento; Definir turno responsável por semana para efetuar a revisão; Treinamento dos responsáveis

Figura 14 – Plano de ações desenvolvido para o passo 3

Fonte: Autoria própria.

Com a definição deste plano de ações o passo 3 está concluído, a partir de agora o acompanhamento das ações será continuado até a conclusão total. Esse estudo tinha como objetivo a implantação até este passo. O próximo passo (passo 4) ainda não teve início e será realizado assim que as ações forem finalizadas como estudo futuro. Mas pode-se adiantar que será utilizada análise 4M, 5W (5 Porquês) e o HERCA/TWTTP.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O WCM representa um sistema integrado que engloba todos os processos da fábrica. O objetivo é melhorar continuamente o desempenho para atingir o objetivo de zero desperdício, zero defeito, zero quebras e zero estoque. A implementação do WCM ajudará a melhorar o sistema interno da organização e criará uma mudança cultural resultando no envolvimento de todos os colaboradores.

Este estudo teve como foco principal os aspectos técnicos da implementação dos primeiros passos do pilar controle da qualidade da metodologia baseada no WCM em uma área piloto de uma empresa. Nesta abordagem foram aplicadas algumas ferramentas para a identificação e eliminação de desperdícios e defeitos. O estudo aprofundado destas ferramentas e o envolvimento do grupo de trabalho foi essencial para identificarmos e melhorarmos os vários pontos no processo considerados ineficientes. O entendimento e aplicação destas ferramentas também colaborou com a elaboração de um plano de ações no qual foram direcionados os esforços da equipe para solucionar problemas específicos. Este procedimento pode ser utilizado como guia inicial para a implantação do pilar do controle da qualidade para as outras áreas ou fábricas da empresa, pois estas possuem grande similaridade entre si.

A aplicação da cultura do WCM em uma empresa, não é algo que se consiga rapidamente, pois exige dedicação, mudança de cultura e apoio da alta direção o tempo todo. Assim este trabalho foi apenas o início do que ainda será feito nos próximos anos. Os resultados positivos ainda serão vistos, já que se trata de um processo que ainda é complexo e lento, porém será contínuo e eficaz. Com a experiência vivida neste contínuo processo da implantação do WCM, melhorias serão realizadas nos procedimentos da metodologia de acordo com as experiências dos trabalhos executados e com as adaptações feitas para à realidade da empresa em questão. Assim, o procedimento mostrado neste trabalho provavelmente sofrerá alterações de melhorias para alavancar a implantação e os resultados finais.

O grande desafio não é a aplicação destes passos e sim será o envolvimento de toda a empresa e a sustentabilidade do programa. Para isto deve se valorizar cada grupo de trabalho e reconhecer cada esforço, para que as equipes se sintam parte do sucesso da companhia, já que um time, motivado e consciente das mudanças, pode conferir um melhor dinamismo aos processos.

O grupo que esteve envolvido nesse trabalho irá executar os próximos passos, sempre se baseando na metodologia apresentada. Outros grupos de outros pilares também estão trabalhando de forma similar. A alta direção apoia este trabalho, pois sabe que se os grupos continuarem trabalhando desta maneira sistemática, a metodologia será incorporada com sucesso e resultando em ótimos ganhos.

## REFERÊNCIAS

BLACK, J.T. Design for system success. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 20, n. 6, p. 77-82, 2002.

BRUZZONE, A. G.; LONGO, F. An advanced system for supporting the decision process within large-scale retail stores. **Simulation**, v. 86, p. 742-762, 2010.

CNH. **Manual de ferramentas WCM**. Belo Horizonte, 2013.

DANTAS, A. **Manufatura Classe Mundial (WCM)**. Apostila do curso de pós-graduação de engenharia de produção, Curitiba – PR, 2016.

DEMING, W. E. **Out of the crisis**. Massachusetts: MIT Press, 1986.

FALAH, K. A.; MOHAMED, Z.; AHMED, A. M. The role of supply-chain management in world-class manufacturing: an empirical study in the saudi context. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v.33, n.5, p.396-407, 2003.

FLYNN, B. B.; SCHROEDER, R. G.; FLYNN, E. J.; SAKAKKIBARA, S.; BATES, K. A. World-class manufacturing project: overview and selected results. **International Journal of Operations & Production Management**, v.17, n. 7, p. 671-685, 1997.

FULLERTON, R. R.; MCWATTERS, C. S. An empirical examination of cost accounting practices used in advanced manufacturing environments. **Advances in Management Accounting**, n.12, p. 85-113, 2004.

GUNN, T. G. **Manufacturing for competitive advantage: becoming a world class manufacturer**. Ballinger Publishing Co., Cambridge, MA, 1987.

GUOLO, A.; PARIS W. S. **Gestão da produção**. Universidade Positivo, 2015.

HALL, R. W. **Zero Inventories**. Dow Jones-Irwin, Homewood, IL, 1983.

HANSON, P.; VOSS, C. A. **Made in britain, the true state of britain's manufacturing industry**. IBM Ltd/London Business School, Warwick, 1993.

HAYES, R. H.; WHEELWRIGHT, S. C. **Restoring our competitive edge**: competing through manufacturing. Wiley, New York, NY, 1984.

MATUSZEK, J.; GREGOR, M.; PLINTA, D.; KURCZYK, D. Tendencies of development of production management methods and technique: concept, methods and tools of modern management. **Scientific Society for Organization and Management**. J. Pyka (Ed.), Katowice, 2011.

OLIVEIRA, M.G. **Estudo de aplicação de ferramentas da produção enxuta em uma linha de montagem industrial, alcançando os parâmetros de uma manufatura de classe mundial**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção). Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

PARIS, W. S. **Ferramentas e indicadores de qualidade e produtividade**. Apostila do Curso de Pós-Graduação de Engenharia de Produção, Curitiba – PR, 2016.

SCHONBERGER, R. J. **World class manufacturing**: the lessons of simplicity applied. Free Press, New York, 1986.

VOSS, C. A. Alternative paradigms for manufacturing strategy. **International Journal of Operations & Production Management**, v.15, n. 4, p. 5-16, 1995.

WEG. **Ferramentas da qualidade**. Apostila de curso interno na empresa em estudo. Jaraguá do Sul, 2014.

YAMASHINA, H. **Advanced WCM** (Part 1). 2008 (Apostila).

\_\_\_\_\_. **WCM do dia-a-dia da fábrica para o dia-a-dia da sua vida**. Material de divulgação do WCM, 2010.

\_\_\_\_\_. **World class manufacturing**: métodos e instrumentos. Material de divulgação do WCM, 2009.

YIN, R. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 3 ed. Bookman: Porto Alegre, 2005.