

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DA CONFIABILIDADE

ALEXSANDER WEIGERT

**ESTUDO DE CASO DE IMPLANTAÇÃO DAS FERRAMENTAS WCM
EM UMA INDÚSTRIA TEXTIL PARA CRESCIMENTO DA
CONFIABILIDADE**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA
2018

ALEXSANDER WEIGERT

**ESTUDO DE CASO DE IMPLANTAÇÃO DAS FERRAMENTAS WCM
EM UMA INDÚSTRIA TEXTIL PARA CRESCIMENTO DA
CONFIABILIDADE**

Monografia apresentada como requisito parcial
à obtenção do título de Especialista em
Engenharia da Confiabilidade, do
Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Rodrigues

CURITIBA
2018



TERMO DE APROVAÇÃO

ESTUDO DE CASO DE IMPLANTAÇÃO DAS FERRAMENTAS WCM EM UMA INDÚSTRIA TEXTIL PARA CRESCIMENTO DA CONFIABILIDADE

Por

ALEXSANDER WEIGERT

Esta monografia foi apresentada em 03 de novembro de 2018, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Engenharia da Confiabilidade, outorgado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O Alexander Weigert foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Marcelo Rodrigues Dr.
Professor Orientador - UTFPR

Prof. Carlos Henrique Mariano Dr.
Membro Titular da Banca - UTFPR

Prof. Emerson Rigoni, Dr. Eng.
Membro Titular da Banca - UTFPR

“A única coisa permanente é a mudança”

Eraclito (500 a.C.)

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar ao Grande Mestre, Aquele que permite que todas as coisas se concretizem, nosso único e verdadeiro Deus.

Em segundo lugar agradeço a todas as pessoas que diretamente ou indiretamente, contribuíram para a construção dos meus valores: meus Pais, Amigos e em especial uma pessoa que não está entre nós Maria Zoni Weigert, sinto sua falta, aos mestres do passado e todos os que compartilharam um pouco do que sabem comigo.

Não vou deixar de agradecer a compreensão de pessoas especiais, quando minha presença não foi possível e quando minha preocupação e atenção pareciam se voltar exclusivamente para o trabalho, obrigado Dayane, obrigado Mãe e Pai. Ao amigo e orientador Prof. Dr. Marcelo Rodrigues ao coordenador Emerson Rigoni, que me incentivou a continuar com o projeto apesar das dificuldades, o meu mais sincero agradecimento. Alexander Weigert

RESUMO

WEIGERT, Alexander. **Estudo de caso de uma implantação das ferramentas WCM em uma indústria têxtil para crescimento da confiabilidade**. 2018. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Engenharia da Confiabilidade, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

Este trabalho tem a finalidade de propor um programa de manutenção preventiva baseada no pilar QC da metodologia World Class Manufacturing (Manufatura de Classe Mundial) em uma empresa de produção têxtil. Com o uso das ferramentas e a aplicação da confiabilidade para facilitar o controle dos serviços da manutenção, padronização dos procedimentos, codificação dos equipamentos e a execução da manutenção preventiva, facilitando o gerenciamento da produção. Com base em bibliografias e relatos dos gestores relacionados diretamente com a produção, foi criada uma programação com exemplos de ordem de serviços, layout, fichas de cadastros e históricos de equipamentos, procedimentos operacionais, métodos de controle, recrutamento e divisão de mão de obra e padronização da manutenção. O mesmo explica os principais tipos de manutenções (Corretiva planejada e não planejada e Preventiva) com ênfase na preventiva, demonstrando a importância das mesmas em uma empresa.

Palavras-chave: Manutenção. Prevenção. Confiabilidade. WCM. Pilar QC. FMEA.

ABSTRACT

WEIGERT, Alexander. **Case study of a deployment of wcm tools in a textile industry for reliability growth.** 2018. 70 F. Conclusion of A Specialization Course In Reliability Engineering, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

This work has the purpose of proposing a preventive maintenance program based on the QC pillar of the World Class Manufacturing methodology in a textile production company. With the use of tools and the application of reliability to facilitate the control of maintenance services, standardization of procedures, equipment coding and execution of preventive maintenance, facilitating production management. Based on bibliographies and reports from managers directly related to production, a schedule was created with examples of order of services, layout, records and equipment history, operational procedures, control methods, recruitment and division of labor and standardization of maintenance. The same explains the main types of maintenance (Planned and unplanned and Preventive Corrective) with emphasis on preventive, demonstrating the importance of the same in a company.

Keywords: Maintenance. Prevention. Reliability. WCM. Pillar QC. FMEA.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1 – Estrutura da Cadeia Produtiva e de Distribuição Têxtil e Confecção. ...	14
Figura 2.1 – Evolução da Manutenção.....	19
Figura 2.2 – Metodologia do WCM Desenvolvida Pelo Professor Yamashina.	21
Figura 2.3 – Templo do WCM e os 10 Pilares Técnicos.....	22
Figura 2.4 – Os Sete Passos de Implantação do Pilar de Manutenção Profissional. 25	
Figura 2.5 – Ferramenta PDCA e os 7 Steps da Implantação do WCM.....	26
Figura 2.6 – Falha Visível e Invisíveis Relacionadas a Uma Quebra de Máquina. ...	28
Figura 2.7 – Exemplo de Matriz X.	33
Figura 2.8 – Exemplo de Matriz QM.	34
Figura 2.9 – Modelo de Análise 4M ou Diagrama de Ishikawa - Aplicação de Cola..	35
Figura 2.10 – Modelo de Análise 5W2H Para Investigação de Causa Raiz.	36
Figura 3.1 – Fluxograma para Gravação da Matriz de Serigrafia.....	37
Figura 3.2 – Aplicação da Tinta na Matriz.	39
Figura 4.1 – Objetivo das Melhorias X Linha do Tempo.....	49
Figura 4.2 – Matriz X da Análise do Processo de Serigrafia.	50
Figura 4.3 – Matriz QM da Análise do Processo de Serigrafia.	51

LISTA DE FOTOGRAFIA

Fotografia 3.1 – Máquina de Gravação de Tela.	38
Fotografia 3.2 – Fotos do Setor de Serigrafia.....	40
Fotografia 4.1 – Área Readequada Para a Limpeza das Telas e Espátulas.	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1 – Gráfico de Pareto dos Dados RPN Provenientes do FMEA.....	48
Gráfico 4.2 – Gráfico de Controle na Fase de Análise do Ciclo PDCA.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Número de Prioridade de Risco - NPR.....	30
Tabela 2.2 – Análise de FMEA - Modelo de Formulário.....	31
Tabela 2.3 – Etapas da Coleta de Dados.....	31
Tabela 2.4 – As Cinco Perguntas Para Zero Defeitos.....	34
Tabela 4.1 – Defeitos Mais Comuns Encontrados Durante a Implantação.....	43
Tabela 4.2 – Planilha de FMEA Aplicada na Linha de Serigrafia.....	45
Tabela 4.3 – Defeitos Mais Comuns Encontrados Durante a Implantação.....	46
Tabela 4.4 – Benefícios do WCM na Serigrafia.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS

5QFZD *5 Question For Zero Defectou* (Cinco Perguntas Para Zero Defeitos)

5W2H What, Who, When, Where, Why, How e How Much (quanto, o que, quem, quando, onde, por que, como e quanto custa)

a.C. Antes de Cristo

ENV *Environment* (Meio Ambiente)

FI *Focused Improvement* (Melhoria Focada),

LOG *Logistics* (Logística)

SAF *Safety* (Segurança)

LISTA DE SIGLAS

ABIT	Associação Brasileira da Indústria Têxtil
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
FCA	<i>Fiat Chrysler Automobiles</i>
SAE	<i>Society of Automotive Engineers</i> (Sociedade de engenheiros automotivos)
UAP	Unidade Autônoma de Produção
WCM	<i>World Class Manufacturing</i> (Manufatura de Classe Mundial)

LISTA DE ACRÔNIMOS

AA	<i>Autonomous Activities</i> (Atividades Autônomas),
CD	<i>Cost Deployment</i> (Desenvolvimento de Custos),
CIL-R	Ciclo de Inspeção, Lubrificação e Reaperto
EM/EPM	<i>Early Equipment/Product Management</i> (Gestão Antecipada Equipamento/Produtos Manutenção)
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (Análise dos Modos de Falhas e Efeitos)
JIT	<i>Just-in-Time</i> (Na hora certa)
MCC	Manutenção Centrada em Confiabilidade
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i> (Tempo médio entre falhas)
MTM	<i>Methods Time Measurement</i> (Medida dos Tempos e Métodos)
NPR	Número de Prioridade de Risco
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> (Eficácia geral do equipamento)
PD	<i>People Development</i> (Desenvolvimento de Pessoas)
PDCA	<i>Plan, Do, Check and Act</i> (Planejar, Executar, Controlar, Atuar)
PM	<i>Professional Maintenance</i> (Manutenção Profissional),
QA	<i>Quality Assurance</i> (Garantia da Qualidade)
QC	<i>Quality control</i> (Controle de Qualidade)
TIE	<i>Engineering Industry Total</i> (Engenharia e Indústria Total)
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> (Manutenção Produtiva Total)
TQC	<i>Total Quality Control</i> (Controle Total da Qualidade)
TQM	<i>Total Productive Maintenance</i> (Manutenção Produtiva Total)
VSM	<i>Value Stream Mapping</i> (Mapeamento da Cadeia de Valor)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	PREMISSAS E PROBLEMATICAS do estudo de caso	11
1.2	OBJETIVOS	12
1.2.1	Geral	12
1.2.2	Objetivos Específicos	12
1.3	Justificativa	13
1.4	A PROBLEMÁTICA	15
1.5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	16
1.5.1	Metodologia WCM Aplicada	16
1.5.2	Fases de Implementação	17
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1	DA METODOLOGIA WCM	20
2.1.1	Os 10 Pilares Técnicos	23
2.1.1.1	Segurança (SAF - Safety)	23
2.1.1.2	Desenvolvimento de Custos (CD – <i>Cost Deployment</i>)	23
2.1.1.3	Melhoria Focada (FI – <i>Focused Improvement</i>)	23
2.1.1.4	Atividades Autônomas (AA – <i>Autonomous Activities</i>)	23
2.1.1.5	Manutenção Profissional (PM – <i>Professional Maintenance</i>)	24
2.1.1.6	Controle de Qualidade (QC – <i>Quality Control</i>)	24
2.1.1.7	Logística (LOG – <i>Logistics</i>)	24
2.1.1.8	EM/EPM (<i>Early Equipment/Product Management</i>)	24
2.1.1.9	Desenvolvimento de Pessoas (PD – <i>People Development</i>)	24
2.1.1.10	Meio Ambiente (ENV – <i>Environment</i>)	24
2.1.2	O PDCA integrando o Pilar PM	26
2.1.3	Ferramentas do Controle de Qualidade	28
2.1.3.1	FMEA (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>)	28
2.1.3.1	Análise da matriz QA	31
2.1.3.2	Ishikawa	35
2.1.3.3	5W1H	35
3	ENTENDENDO O PROCESSO DE SERIGRAFIA	37
3.1	FUNÇÃO DO TECIDO SERIGRÁFICO	38
3.1.1	Defeitos mais frequentes	40
4	ESTUDO DE CASO	41
4.1	FERRAMENTA DE SUPORTE À MCC	43
4.2	COLETA DE DADOS	43
4.2.1	Defeitos Mais Comuns	43
4.2.2	FMEA	44
4.2.3	Estratificação	46
4.2.4	Diagrama de Pareto	46
4.2.5	Avaliação dos Sistemas de Medição	49
4.2.6	Uso da matriz X QM para análise do fenômeno e parâmetros	50
5	CONCLUSÃO	53
5.1	TRABALHOS FUTUROS	55
	REFERENCIA	56
	APÊNDICE A - ETAPAS DO PROCESSO DE GRAVAÇÃO DA TELA DE SERIGRAFIA	59
	APÊNDICE B - ANALISE DE MODOS DE FALHAS NA SERIGRAFIA	63
	APÊNDICE C - MATRIZ X E A MATRIZ QM - ANALISE do PRODUTO E PROCESSO	65

1 INTRODUÇÃO

Atualmente verifica-se uma crescente industrialização e competição nos mais diversos setores do mercado. Isso faz com que as empresas procurem caminhar rumo a excelência empresarial, desenvolvendo métodos que garantam a qualidade, a confiabilidade e a competitividade necessárias para a permanência no mercado. A melhoria do sistema produtivo é a chave para alcançar a excelência, mas ela só será possível se estiver sustentada por perfeitas condições operacionais. Tomando-se como exemplo, uma empresa de segmento têxtil que opera suas atividades no sistema *just in time*, observa-se que este jamais funcionaria com quebras frequentes de equipamentos. É nesta atual conjuntura que a manutenção adquire papel fundamental, não sendo mais uma atividade de urgência, feita às pressas para corrigir defeitos inesperados, mas sim a aquisição de uma cultura com política eficaz que impeça a quebra ou falha do equipamento. A Manufatura de Classe Mundial, mais conhecida como WCM (*World Class Manufacturing*) surgiu na década de 80 e reuniu os conceitos do TQC (*Total Quality Control*); TPM (*Total Productive Maintenance*); TIE (*Total Industrial Engineering*) e JIT (*Just In Time*). É composto por pilares operativos e gerenciais que serão identificados ao longo deste trabalho. Dentre eles o Pilar Controle Qualidade ou QC (*Quality Control*), que será um dos focos de estudo. O pilar QC é um pilar técnico do WCM que se propõe a obter produtos com zero defeito construindo a qualidade na parte interna do processo através de análise apurada da capacidade do processo e do controle apropriado do processo, com a utilização de uma série de ferramentas e métodos para identificação e priorização das anomalias, eliminação das causas raízes e alcance dos resultados de melhorias nos processos críticos.

1.1 PREMISSAS E PROBLEMATICAS DO ESTUDO DE CASO

O estudo de caso será realizado em uma empresa que possui diversas máquinas e processos na indústria têxtil, entre eles bordado, serigrafia e sublimação de impressão digital, todos os processos ligados às estampas direcionadas ao setor têxtil. O Setor de serigrafia corresponde a 70% do faturamento, é composto por 3 linhas com 120 berços (estação de trabalho), e ela opera principalmente com

disponibilidade. O processo operacional de cada trabalho, ocorre quase que obrigatoriamente pelos setores de design de impressão, corte, prensa e expedição, e qualquer falha neste processo seriado compromete todo o processo manufatureiro, gerando prejuízo e indisposição com o cliente.

Dentro deste contexto, a pergunta que se pretende responder por meio deste estudo é: **Qual é a eficácia da utilização do plano da Manutenção Preventiva Centrada em Confiabilidade na linha de produção?**

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Descrever as etapas de implantação de um programa de manutenção centrada na confiabilidade com o uso de ferramentas do pilar controle de qualidade em uma indústria têxtil.

1.2.2 Objetivos Específicos

Executar as etapas do processo de implantação de um programa de MCC. Tem o objetivo de melhorar a competitividade através da disponibilidade das máquinas e a confiabilidade em garantir repetibilidade, através da capacidade de antecipar os problemas que as máquinas possam apresentar:

- Descrever as atividades realizadas da empresa;
- Identificar as principais máquinas utilizadas no processo produtivo;
- Identificar as principais falhas e as prováveis causas;
- Levantar dados de falhas e análise da eficiência do plano de manutenção;
- Elaborar plano de manutenção para os componentes do subsistema crítico;
- Levantar dados de falhas e análise da eficiência do plano de manutenção após a implantação.

1.3 JUSTIFICATIVA

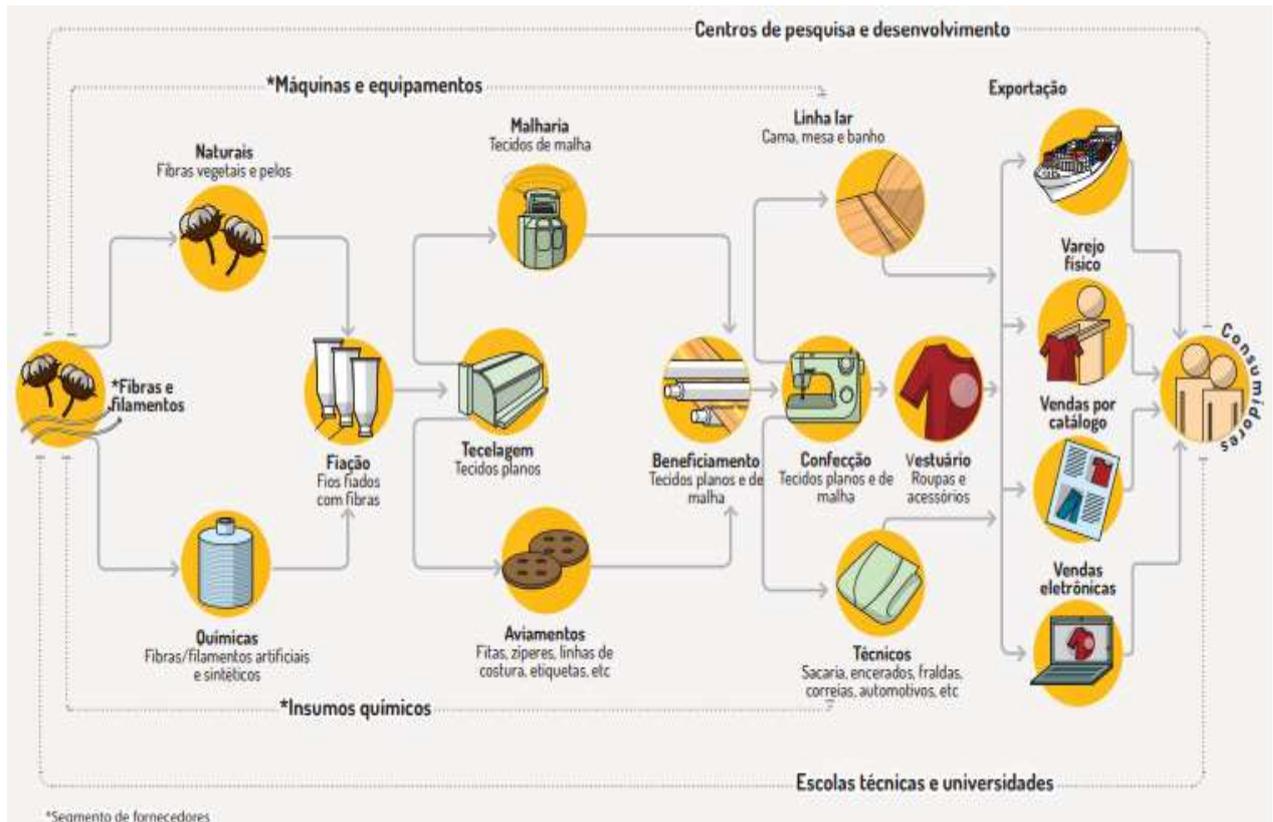
O Brasil está na lista dos 10 principais mercados mundiais da indústria têxtil, bem como entre os maiores parques fabris do planeta, sendo o segundo principal fornecedor de índigo e o terceiro de malha. O Brasil figura entre os cinco principais países produtores de confecções e é hoje, um dos oito grandes mercados de fios, filamentos e tecidos (GAZETA MERCANTIL, 2018).

Isso faz com que as empresas procurem caminhar rumo a excelência empresarial, desenvolvendo métodos que garantam a qualidade, a confiabilidade e a competitividade necessárias para a permanência no mercado. A melhoria do sistema produtivo é a chave para alcançar a excelência, mas ela só será possível se estiver sustentada por perfeitas condições operacionais. Tomando-se como exemplo, uma empresa de segmento têxtil que opera suas atividades no sistema *just in time*, observa-se que este jamais funcionaria com quebras frequentes de equipamentos. É nesta atual conjuntura que a manutenção adquire papel fundamental, não sendo mais uma atividade de urgência, feita às pressas para corrigir defeitos inesperados, mas sim a aquisição de uma cultura com política eficaz que impeça a quebra ou falha do equipamento.

Segundo dados da ABIT (Associação Brasileira da Indústria Têxtil) em sua publicação anual do balanço mercantil de 2017, relata que o setor cresceu 3,5% em relação à produção de vestuário, e os investimentos chegaram a quase R\$ 2 bilhões. A Abit aponta uma projeção no setor têxtil em 2018 próximo a 5,5%. Falando em valores, espera-se que chegue a R\$ 152 bilhões e totalizando 1,5 milhão de trabalhadores no setor têxtil. O crescimento esperado para a produção de vestuário com relação a 2017 é de 2,5%. Os investimentos também tendem a aumentar, chegando a R\$ 2,25 bilhões — um número 18,4% maior que o observado em 2017. Por outro lado, os custos da produção não devem subir neste ano. A competição nos mais diversos setores do mercado. A indústria têxtil brasileira é caracterizada pela sua heterogeneidade, no que se refere ao porte, à linha de produtos e ao estágio tecnológico e gerencial, sendo que na confecção é grande o grau de verticalização (ABIT, 2018).

Segundo Melo (2005), as indústrias têxteis e de confecções refletem um valor econômico-social, absorvendo uma quantidade de mão de obra representativa. Situa-se na economia brasileira, dentre os 24 setores de atividades industriais, no quinto lugar em empregos diretos e no sexto em faturamento, na figura 1.1 temos um diagrama macro do setor têxtil.

Figura 1.1 – Estrutura da Cadeia Produtiva e de Distribuição Têxtil e Confecção.



Fonte: ABIT, 2018.

As indústrias de confecção brasileiras vêm passando por várias transformações na produção, no que se refere à modernização tecnológica do seu parque industrial, na busca de novas matérias-primas, na melhoria da qualidade, na racionalização de energia, no desenvolvimento de produtos pioneiros para o mercado e na excelência de sua mão de obra direta e administrativa. Todos estes esforços têm um único objetivo: reduzir custos para ganhar competitividade no mercado mundial.

1.4 A PROBLEMÁTICA

A gestão das máquinas no estabelecimento apresenta geralmente muitos problemas: dificuldade de produção, dificuldade de manutenção, geração de defeitos de qualidade que causam necessidade de reparação, necessidade de competências especiais para a condução e execução, dificuldade para alcançar altos níveis de eficiência, conceitos de “gestão da manutenção” geralmente usados em grandes empresas com recursos para implantação e gerências do mesmo, mas quando olhamos para uma empresa de pequeno porte, essas falhas e perdas são altamente impactantes, e os planos de manutenção são natimortos por falta de recursos ou pessoal para gerenciá-los .

Conforme OHNO (1997),

“grande parte das perdas ocorridas no processo produtivo está, geralmente, concentrada no próprio processo produtivo, devido ao fato de haver movimentações desnecessárias, acarretadas por logística inadequada; gargalos produtivos, que geram esperas improdutivas, entre outros. Os problemas com qualidade ocorrem durante o processo produtivo de montagem por questões relacionadas ao treinamento da mão de obra, método inadequado de trabalho, erro na parametrização de máquinas, ou qualidade de matéria-prima.”(OHNO, 1997)

Nesse sentido, a integração dos processos de gestão de manutenção com foco na qualidade é um desafio, pois são reguladores do processo, contribuem na construção da melhoria contínua da organização, uma vez que a metodologia WCM é uma filosofia de trabalho para a gestão dos ativos, que proporciona ferramentas de controle e proporciona pela metodologia conhecida e já testada em diversos seguimentos da indústria, uma aplicação correta destas ferramentas traz um foco e um “lubrificante” para o funcionamento deste mecanismo, que podemos ter com ponto principal do processo de manufatura, pois a aplicação da serigrafia é crucial, pois a sua falha acarreta em refugo e perda total do matéria e mão de obra podendo inclusive gerar animosidades com o cliente.

Esses problemas geram incremento dos custos: dos custos iniciais e dos custos de transformação, dos custos de mão-de-obra, de manutenção, da falta de qualidade e dos custos das perdas devido a ineficiência. Além destes, devemos também considerar os riscos para a segurança.

A empresa trabalha no sistema *just in time* e possui prazos rigorosos e curtos de entrega de sua produção, o que torna importante a constante atuação de uma manutenção altamente especializada a fim de manter as máquinas em constante operação e alta disponibilidade. Quando se fala em alta disponibilidade de máquinas, estamos nos referindo especificamente à utilização de uma manutenção aprimorada e com conceitos aplicáveis da gestão de manutenção, dentre os quais os de manutenção corretiva, preventiva e preditiva.

Como a “manutenção preventiva” é quase inexistente na empresa e está só é realizada quando o equipamento apresenta alguma anormalidade como parada, falta de aquecimento, falta de pressão e ruído excessivo ou quando há a falha total do mesmo. Considerando o alto custo dos reparos e da compra de equipamentos novos, um programa de manutenção preventiva aumentaria a vida útil das máquinas, disponibilizando recursos da empresa e melhorando a qualidade dos serviços prestados.

Enfim, faz-se necessário a utilização e aplicação de conceitos e metodologias da engenharia de manutenção e confiabilidade que garantam a disponibilidade de todas as máquinas da produção.

A gestão de manutenção com ênfase no controle da qualidade, foco principal deste estudo, é necessária antes, durante e após o desenvolvimento de um processo produtivo.

1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com base na metodologia WCM, para bons resultados precisamos de boas ferramentas, entre todas as ferramentas foi buscado a que mais se aplica ao processo e produto deste ramo, neste estudo optamos em incluir uma ferramenta que é FMEA.

1.5.1 Metodologia WCM Aplicada

- **Pilar de Controle de Qualidade** - Matriz X e QM;

- **Pilar de Manutenção Profissional** – FEMEA, Livro de máquina, árvore de componentes, calendário e procedimentos de manutenção, mapa de lubrificação;
- **Pilar de Manutenção Autônoma** – Rota de inspeção, calendário CIL-R.

1.5.2 Fases de Implementação

Etapa 1 - Identificação das condições atuais. Elaborar a Matriz e árvore de componentes;

Etapa 2 - Levantamento dos parâmetros de processo;

Etapa 3 - Análise dos fatores de perdas crônicas;

Etapa 4 - Execução das ações previstas no Plano de ação para redução e eliminação de todas as possíveis causas de perdas crônicas;

Etapa 5 - Execução das etapas anteriores. Evolução e resultados das atividades. Elaboração de um indicador para acompanhamento dos resultados das ações.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho é apresentado e estruturado nos seguintes capítulos:

No capítulo 1 são realizados os comentários iniciais, apresentação e justificativa do tema, exposição dos objetivos, métodos de pesquisa e estrutura do trabalho.

No capítulo 2 é realizada a fundamentação teórica para desenvolvimento do trabalho, descrevendo a metodologia WCM, apresentando seu contexto histórico e evolução dos seus métodos e técnicas, onde são conceituados os diferentes métodos de manutenção, em função das técnicas e políticas empregadas.

No capítulo 3 são revisados os conceitos e definições empregados nas ferramentas, sua evolução temporal, descrição das ferramentas utilizadas e descrição do fluxo de aplicação.

No capítulo 4 é apresentada a proposta de modelo baseado na metodologia de implantação do WCM, com uma breve descrição operacional das etapas. Em seguida apresenta-se o estudo de caso da aplicação do modelo e da metodologia.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões do trabalho e sugestões de melhorias para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para podermos entendermos o conceito e a origem do WCM e a manutenção focada em disponibilidade e qualidade, precisamos analisar a evolução da manutenção. Primeiramente a manutenção é definida, conforme a ABNT da seguinte forma:

NBR-5462 (ABNT,1994): “A manutenção é indicada como a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.”

A evolução histórica da manutenção e dos processos industriais pode ser resumida através da figura 2.1 adaptada de Kardec e Nascif, 2009.

Figura 2.1 – Evolução da Manutenção.



Fonte :Adaptado de Kardec e Nascif, 2009.

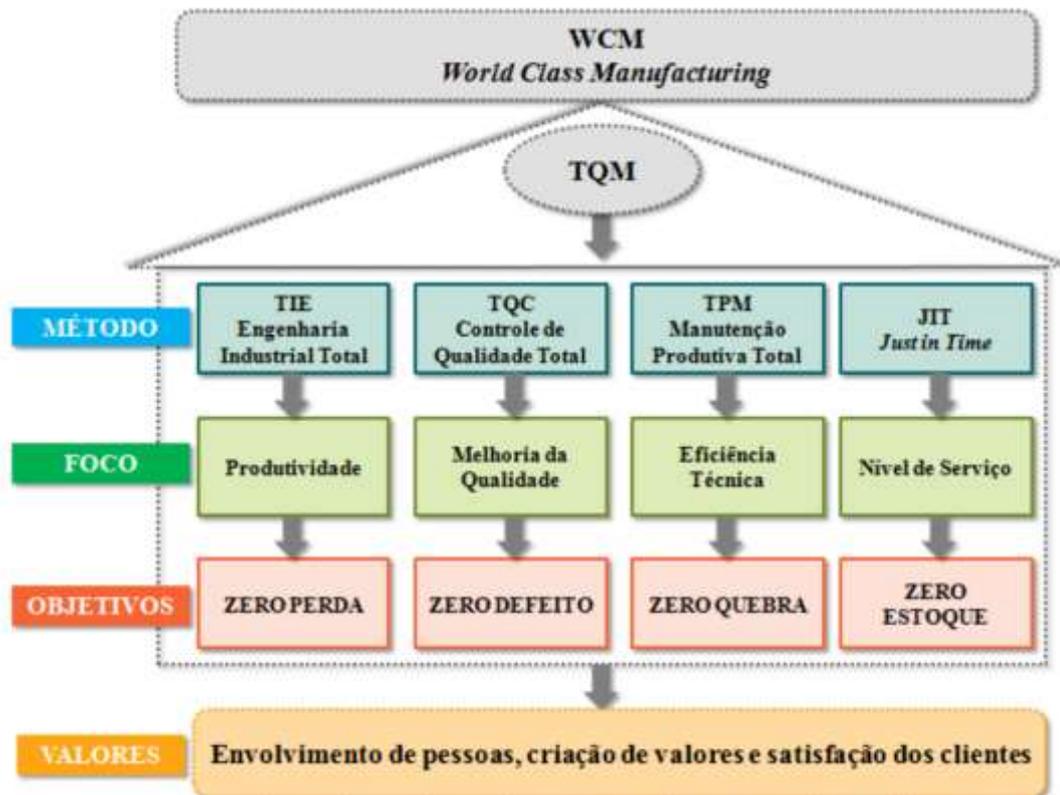
Conforme a evolução da manutenção e do conceito da Indústria 4.0 ganha notoriedade na indústria a manutenção e a gestão dos ativos por meio de soluções que integrem o gerenciamento nos sistemas de produção, cobra uma maior capacidade de operação e no planejamento. Outra característica da Indústria 4.0, na manutenção é monitoramento em tempo real integrado a um ambiente virtual, isso traz a possibilidade de antecipar a detecção de problemas, com manutenção proativa buscando, substituir a filosofia de cuidar das falhas – programadas ou não –

para identificar as causas básicas dos erros e evitá-las. A principal ação da manutenção proativa é analisar os indicadores de desempenho e identificar as causas primordiais das falhas e degradação do equipamento removê-las antes de se iniciem.

2.1 DA METODOLOGIA WCM

O *World Class Manufacturing* (WCM) é uma associação de conceitos, técnicas e princípios que tem por finalidade auxiliar a gestão dos processos operativos de uma empresa. A metodologia do WCM foi mencionada primeiramente por Richard Schonberger em 1986 com a publicação do livro *World Class Manufacturing: The Lessons of Simplicity Applied*. De acordo com Schonberger (1989), o WCM tem uma meta predominante e uma forma fundamental de se pensar para que seja possível alcançá-lo: o melhoramento contínuo e rápido. O modelo do WCM mencionado por Schonberger consistia na adequação das técnicas de produção *Just in Time* (JIT), no forte compromisso com a *Total Quality Management* (TQM) e o *Total Productive Maintenance* (TPM), e no envolvimento de todos os colaboradores nas atividades de melhoria. O programa do WCM foi desenvolvido por Hajime Yamashina, professor emérito da Universidade de Kyoto no ano de 2005, em conjunto com Grupo Fiat Chrysler Automobiles (FCA) de acordo com as necessidades da companhia. De acordo com Felice, Petrillo e Monfreda (2013), os conceitos do WCM apresentados inicialmente por Schonberger no ano de 1986 foram aplicados no desenvolvimento da metodologia com foco na produtividade, melhoria de qualidade, eficiência técnica e nível de serviço de forma a objetivar o alcance de zero perda, zero defeitos, zero quebras e zero estoque. Essa metodologia pode visualizadas na figura 2.2

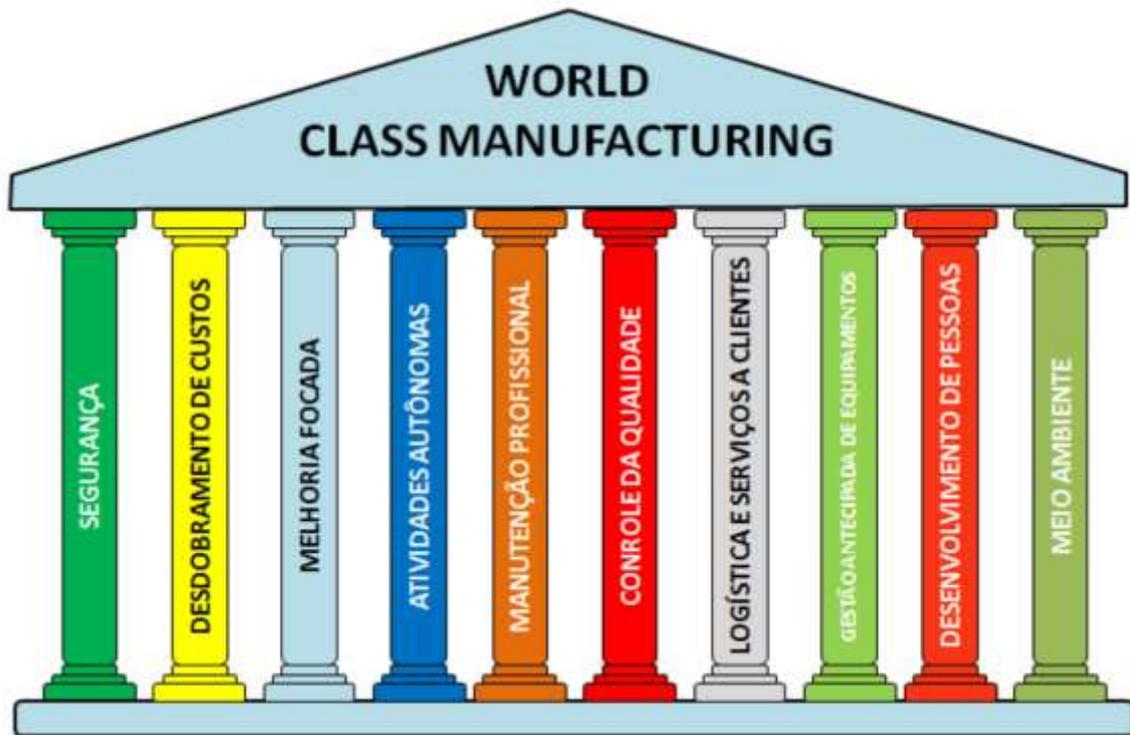
Figura 2.2 – Metodologia do WCM Desenvolvida Pelo Professor Yamashina.



Fonte: Adaptado de FELICE; PETRILLO e MONFREDA (2013).

O programa do WCM é estruturado pelo aprofundamento das 10 principais áreas integradas da produção conhecidos como pilares técnicos (Figura 2) através do templo do WCM. (PALUCHA, 2012). De acordo com Arraiz e Susan (2011) o WCM é uma ferramenta clara para identificar e eliminar as principais perdas do processo produtivo e os seus desperdícios através dos 10 pilares técnicos. Na figura 2.3 temos a representação do templo WCM do professor Hajime Yamashina.

Figura 2.3 – Templo do WCM e os 10 Pilares Técnicos.



Fonte: Adaptado de PALUCHA (2012).

O pilar de manutenção profissional é o quinto pilar do WCM e tem como objetivos: a maximização da confiabilidade e disponibilidade das máquinas e equipamentos com um custo econômico, a otimização do custo de manutenção por meio da eliminação de atividades de manutenção não planejadas e o excesso de manutenção, a otimização da utilização do operador de manutenção, melhoria das habilidades técnicas através do desenvolvimento de pessoal e de planos de treinamento. Para que os objetivos estabelecidos sejam alcançados, os sete passos de implementação figuram 2.3 bem como as atividades preliminares do pilar servem como guia no direcionamento das atividades de manutenção (SOUZA, 2014). Os resultados esperados para o pilar de manutenção profissional consistem em: aumento do *Mean Time Between Failures* (MTBF) que demonstra uma grande robustez na manutenção, uma significativa melhoria no *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) (acima de 75%), redução do custo de manutenção e o alcance de zero quebras em máquinas e equipamentos por falta de manutenção até o passo 3 de implementação.

2.1.1 Os 10 Pilares Técnicos

Segundo Yamashina (2009), o WCM é o nível de excelência de todo o ciclo logístico e produtivo, tratando das metodologias aplicadas e do desempenho alcançado pelas melhores organizações mundiais. De acordo com o autor, o WCM possui e segue os seguintes pilares:

2.1.1.1 Segurança (SAF - Safety)

Resumidamente tem como objetivo eliminar os acidentes dentro da fábrica, criando um ambiente livre de condições e comportamentos inseguros (YAMASHINA, 2009).

2.1.1.2 Desenvolvimento de Custos (CD – *Cost Deployment*)

Norteia os demais pilares na abertura de projetos em áreas ou máquinas onde há mais perdas e desperdícios, do ponto de vista de custo. Deste modo, constitui uma importante ferramenta para programar o orçamento (Budget) de cada ano (YAMASHINA, 2009).

2.1.1.3 Melhoria Focada (FI – *Focused Improvement*)

O objetivo principal é selecionar a ferramenta ou método correto para atuar em cada perda, de acordo com a complexidade do problema. Os projetos deste pilar priorizam grandes perdas identificadas no CD de maneira sistemática, e visam grandes benefícios a curto prazo (YAMASHINA, 2009).

2.1.1.4 Atividades Autônomas (AA – *Autonomous Activities*)

Esse pilar é dividido em dois. Organização do Posto de Trabalho (WO – *Workplace Organization*), que é focado em áreas onde há intensa atividade de mão de obra, como numa linha de montagem por exemplo. A meta é reduzir as atividades que não agregam valor, como andar para buscar uma peça para montar, por exemplo. A segunda parte é chamada de Manutenção Autônoma (*Autonomous Maintenance*), que é para áreas onde há mais máquinas e equipamentos, e a meta é prevenir as quebras cuja causa raiz é falta de condições básicas, que devem ser mantidas pelo operador da máquina (YAMASHINA, 2009).

2.1.1.5 Manutenção Profissional (PM – *Professional Maintenance*)

Tem como objetivo eliminar as quebras e maximizar a confiabilidade do equipamento, a um baixo custo (YAMASHINA, 2009).

2.1.1.6 Controle de Qualidade (QC – *Quality Control*)

O propósito é eliminar os retrabalhos e perdas de qualidade. A ideia é produzir dentro da qualidade especificada, da primeira vez (YAMASHINA, 2009).

2.1.1.7 Logística (LOG – *Logistics*)

É o pilar responsável pelos fluxos de informações e de materiais, e que visam satisfazer o cliente entregando os produtos (ou suprir a produção com peças a serem produzidas ou montadas) no momento correto, no lugar correto, na quantidade correta e com a qualidade correta (YAMASHINA, 2009).

2.1.1.8 EM/EPM (*Early Equipment/Product Management*)

Que tem como papel fundamental, introduzir uma nova máquina ou equipamento na linha de produção causando o mínimo de distúrbios, ou seja, que leve o mínimo de tempo possível para agregar valor. O mesmo ocorre para um novo produto a ser produzido (YAMASHINA, 2009).

2.1.1.9 Desenvolvimento de Pessoas (PD – *People Development*)

É o pilar responsável pela educação e treinamento das pessoas, para materializarem o WCM. Constitui um grande desafio, no sentido que o WCM exige uma mudança de cultura das pessoas, e isso é um dos maiores desafios (YAMASHINA, 2009).

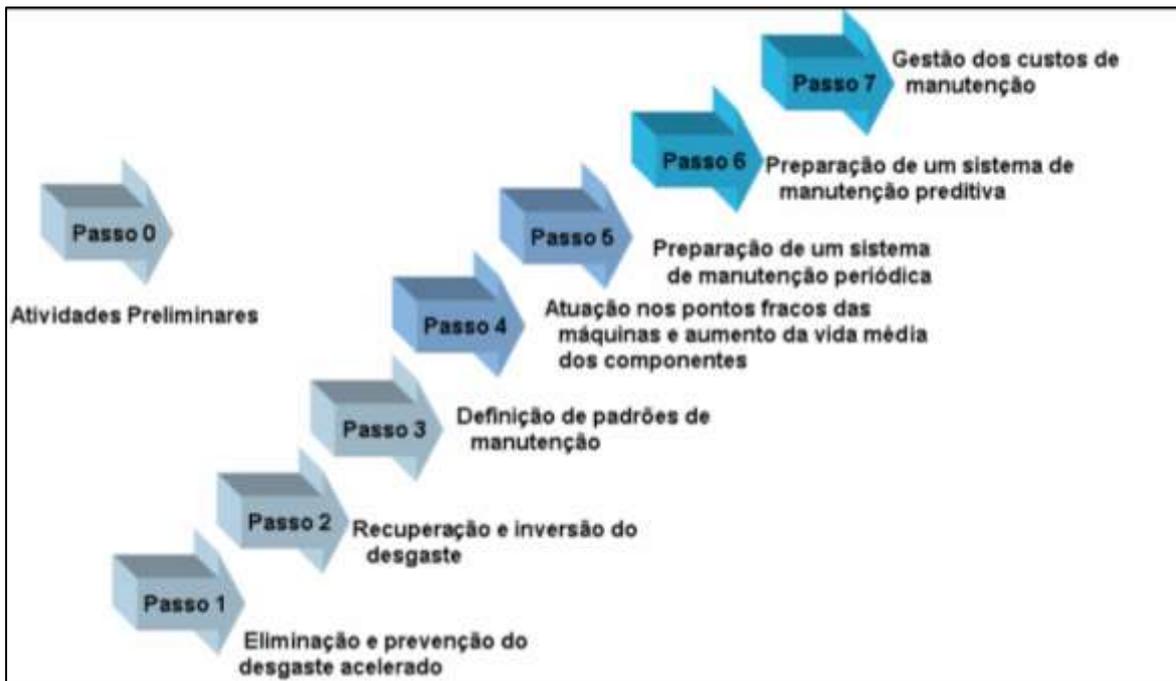
2.1.1.10 Meio Ambiente (ENV – *Environment*)

O responsável por fazer que a presença da empresa cause o mínimo de impacto para o ambiente (YAMASHINA, 2009). 19 Todos estes 10 pilares técnicos são “energizados” por 10 pilares gerenciais, que devem gerar um ambiente de melhoria contínua, onde todos os níveis hierárquicos estão envolvidos, desde

diretores e gerentes até o pessoal de chão de fábrica, a fim de obter o máximo de benefícios com o mínimo de esforços (YAMASHINA, 2009).

O quinto pilar da metodologia WCM, o PM (*Professional Maintenance*), tem como objetivo principal a obtenção da quebra zero sobre as áreas selecionadas. Esse objetivo é alcançado através da aplicação dos 7 passos deste pilar, são ilustrados na figura 2.4.

Figura 2.4 – Os Sete Passos de Implantação do Pilar de Manutenção Profissional.



Fonte: Adaptado de SOUZA (2009).

Cada pilar tem os 7 passos para implementação da metodologia. Os 7 passos do pilar de PM, serão apresentados nas próximas seções. Será abordado em detalhe, primeiramente o pilar *Cost Deployment*, responsável por direcionar as atividades em toda empresa e controlar o custo dos projetos. Em um segundo momento, os 7 passos do pilar de PM serão apresentados em detalhe, abordando alguns tópicos do pilar de AM, tendo em vista que algumas atividades são dependentes entre os dois pilares.

Os referentes do pilar têm como objetivo, implantar os projetos de perda que necessitem do seu envolvimento e também fazer o acompanhamento não só do projeto, mas de todas as atividades que possam envolver o seu pilar. Através deste monitoramento contínuo será possível identificar ações que possam gerar perdas

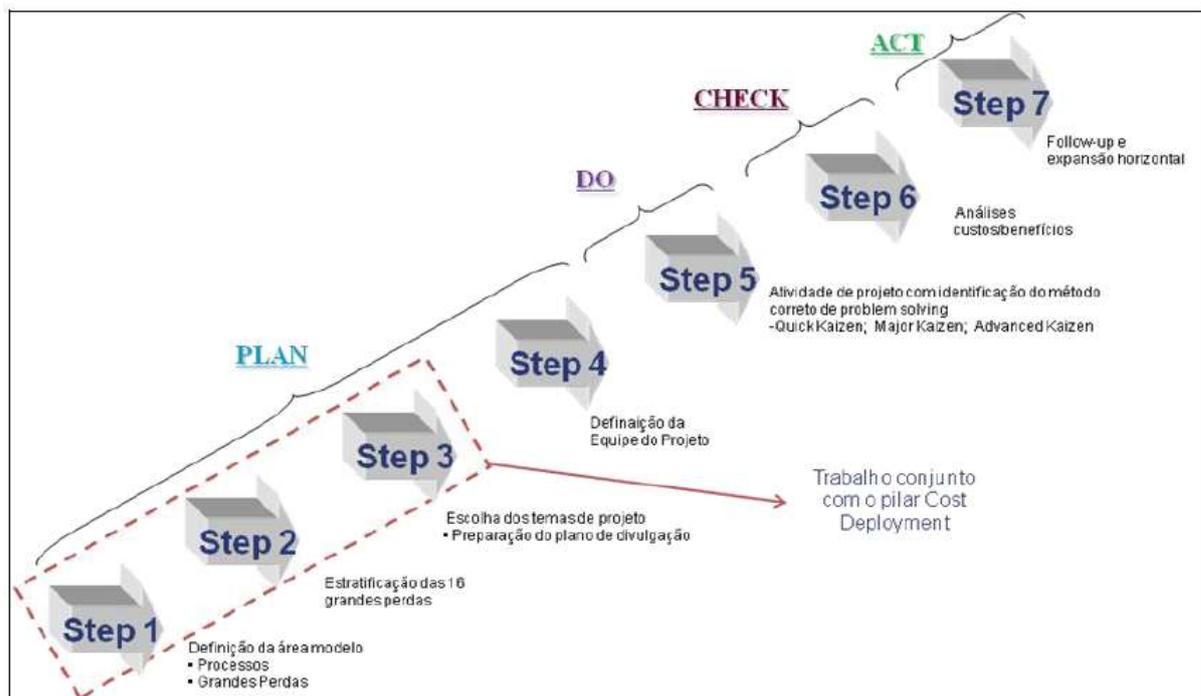
futuras e tomar medidas cabíveis para prevenir estas perdas. Não é necessário que cada funcionário seja referente de um pilar, ele pode ser referente de dois a três pilares, dependendo da estrutura e das perdas encontradas pela organização.

Para cada Pilar se faz através de 7 Passos de implementação. Cada passo possui o objetivo de guiar e uniformizar o percurso, e determinar a rigorosidade da profundidade na aplicação do método.

2.1.2 O PDCA integrando o Pilar PM

O ciclo PDCA é um método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização. Segundo ISHIKAWA (1989, 1993) e CAMPOS (1992, 1994) o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Action*) é composto das seguintes etapas listadas na figura 2.5.

Figura 2.5 – Ferramenta PDCA e os 7 Steps da Implantação do WCM.



Fonte: Adaptado de SOUZA (2009).

A implantação segue 7 passos e em cada passo são propostos atividades, indicadores e uso de ferramentas. O passo 1, onde o trabalho é reativo, auxilia na identificação dos acidentes e suas causas, nos passos 2 a 5, onde se trabalha com o preventivo, direciona expansão das contramedidas, já nos passos 6 e 7, onde o

trabalho é proativo, direciona-se a antecipação de possíveis causas de acidentes, e cria-se padrões de segurança (YAMASHINA, 2010).

- **Planejamento (P)** Essa etapa consiste em estabelecer metas e estabelecer o método para alcançar as metas propostas.

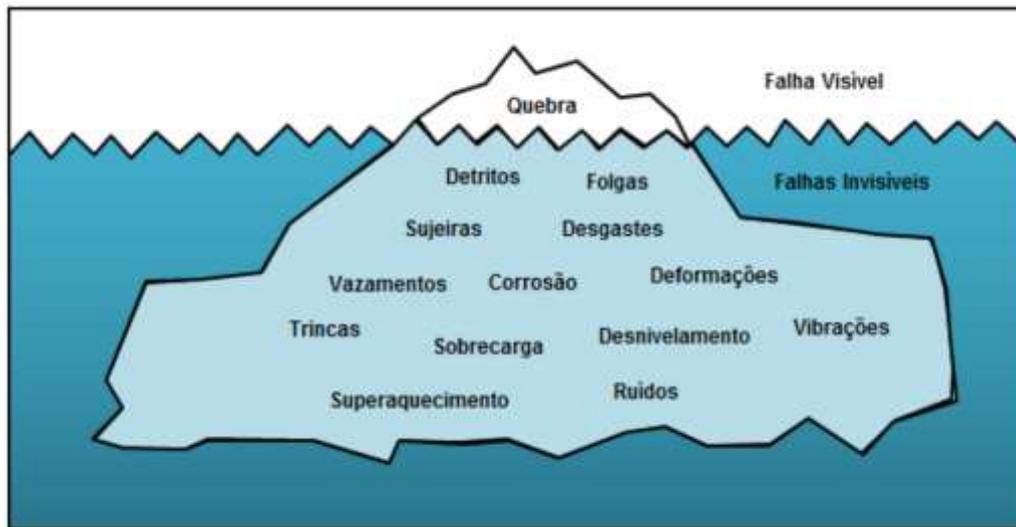
- **Execução (D)** Executar as tarefas exatamente como foi previsto na etapa de planejamento e coletar dados que serão utilizados na próxima etapa de verificação do processo. Na etapa de execução são essenciais educação e treinamento no trabalho.

- **Verificação (C)** A partir dos dados coletados na execução comparar o resultado alcançado com a meta planejada.

- **Atuação Corretiva (A)** Etapa que consiste em atuar no processo em função dos resultados obtidos, adotando como padrão o plano proposto, caso a meta tenha sido atingida ou agindo sobre as causas do não atingimento da meta, caso o plano não tenha sido efetivo.

O ponto de partida consiste em entender o conceito de zero quebra que retrata a eliminação do paradigma de que as quebras são inevitáveis. Todo sistema pode ser protegido contra a ocorrência de quebra, através da aplicação de diferentes estratégias de manutenção (inspeções planejadas, substituição periódica, análise preditiva, dentre outros). Sampaio (2005), afirma que a ideia de zero quebra está baseada no conceito de que a falha visível é como um iceberg como demonstrado na figura 2.6, entretanto, a falha visível é causada por uma série de falhas invisíveis. Logo, se os operadores e mantenedores estiverem conscientes de que devem evitar as falhas invisíveis, a quebra conseqüentemente deixará de acontecer.

Figura 2.6 – Falha Visível e Invisíveis Relacionadas a Uma Quebra de Máquina.



Fonte: Adaptado de SAMPAIO (2005).

Segundo Cortes (2010), ⁽¹⁾Hayes e Wheelwright introduziram o termo Manufatura de Classe Mundial ao descrever as capacidades desenvolvidas por empresas japonesas e alemãs ao entrarem na concorrência por mercados de exportação. Em 1986, Schonberger utilizou o mesmo termo em seu livro *World Class Manufacturing* com uma abordagem mais forte, levando a ideia de que adotando práticas de Just-in-Time e Qualidade Total qualquer empresa poderia reduzir seus *leads times* (tempo de ciclo) e se tornar uma Manufatura de Classe Mundial.

2.1.3 Ferramentas do Controle de Qualidade

Para análise dos resultados deste trabalho, as ferramentas do “Controle de Qualidade” desenvolvidas são as ferramentas Matriz X e QA e FMEA embora neste pilar a um a infinda de ferramentas para análise da causa raiz e os efeitos que a qualidade tem sobre o processo e produto, mas as ferramentas mais utilizadas neste pilar são elas.

2.1.3.1 FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

É um instrumento de confiabilidade que requer a identificação de modos de falha de um produto específico ou sistema, a sua frequência e as causas potenciais. Ele é normalmente aplicado por uma equipe de trabalho interfuncional, com o *know-how* necessário para analisar o ciclo de vida do produto (FRANCESCHINI; GALETTO, 2001), a tabela 2.1. é um exemplo de uma análise de FMEA.

⁽¹⁾ Hayes e Wheelwright são professores da Universidade de Havard e desenvolveram o modelo de 4 estágios, que avalia o papel competitivo e a contribuição da função produção de qualquer tipo de empresa Cortes (2010)

A FMEA é uma técnica de análise que foi desenvolvida para ser aplicada principalmente a componentes, cujo objetivo primordial é detalhar cada um dos componentes de um sistema a fim de levantar todas as maneiras pelas quais o componente possa vir a falhar e avaliar quais os efeitos que estas acarretam sobre os demais componentes e sobre o sistema, apresentada na norma SAE J1739 (2002).

Como o próprio nome da técnica diz, é um método útil para documentar de forma organizada os modos e os efeitos de falhas de componentes. Ou seja, investiga-se o componente a fim de levantar todos os elementos, incluindo as ações inadequadas do ser humano, que possam interromper ou degradar o seu funcionamento ou do sistema ao qual o componente pertença.

Assim pode ser avaliada a gravidade dos efeitos das falhas sobre a continuidade operacional do sistema, sobre a segurança dos operadores, da população circunvizinha ou dos demais equipamentos. Entre os objetivos da FMEA estão:

- Identificação dos modos de falha dos componentes de um sistema;
- Avaliação das causas, efeitos e riscos das falhas;
- Aumentar a segurança funcional, operacional e ambiental;
- Aumentar a confiabilidade;
- Melhorar a comunicação interna;
- Como detectar, como corrigir, etc.

A FMEA pode ser aplicada em vários níveis, ou seja, componentes, equipamentos ou sistemas, dependendo do grau de detalhamento desejado.

O índice de prioridade da FMEA é conhecido como NPR (Número de Prioridade de Risco) é obtido pelo produto dos fatores de Gravidade (G), Frequência (F) e Detectabilidade (D): $NPR = Gravidade \times Frequência \times Detectabilidade$ Quanto maior o valor do NPR, maior será a criticidade do modo de falha associado para o processo de manutenção. Os fatores que compõem o NPR resultam de uma

classificação comparativa dos modos de falha, levando em consideração os seguintes conceitos de Kardec e Xavier (2010):

- Gravidade – Reflete o grau de severidade dos efeitos da falha. A faixa de valores varia de 1 a 10, onde 10 representa a maior gravidade;
- Frequência – Reflete a probabilidade de ocorrência do modo de falha. A faixa de valores varia de 1 a 10, onde 10 representa a maior probabilidade de ocorrência;
- Detectabilidade – Reflete a dificuldade em se identificar as causas do modo de falha a tempo de prevenir uma falha funcional.

A faixa de valores varia de 1 a 10, onde 10 classifica como improvável de se detectar as causas do modo de falha. Um ponto importante, e que é de boa prática, para essa análise a o item G (A Gravidade da Falha) pode ser mandatória quando a risco a segurança, mesmo que o NPR esteja em um nível tolerável para aquele processo, tabela 2.2 ordena os critérios e pesos que devem ser utilizados na análise.

Tabela 2.1 – Número de Prioridade de Risco - NPR.

Componente do NPR	Classificação	Peso
FREQUÊNCIA DA OCORRÊNCIA - F	Impossível	1
	Muito Pequena	2 a 3
	Pequena	4 a 6
	Média	7 a 8
	Alta	9 a 10
GRAVIDADE DA FALHA - G	Apenas perceptível	1
	Pouca importância	2 a 3
	Moderadamente grave	4 a 6
	Grave	7 a 8
	Extremamente grave	9 a 10
DETECTABILIDADE - D	Alta	1
	Moderada	2 a 3
	Pequena	4 a 6
	Muito pequena	7 a 8
	Improvável	9 a 10
ÍNDICE DE RISCO - NPR	Baixo	1 a 50
	Médio	50 a 100
	Alto	100 a 200
	Muito alto	200 a 1000

Fonte: Adaptado de Kardec e Xavier, 2010.

Tabela 2.2 – Análise de FMEA - Modelo de Formulário.

Descrição do Produto/ Processo	Função(s) do produto	Tipo de Falha Potencial	Efeito de Falha Potencial	Causa da Falha em Potencial	Controles Atuais	Índices				Ações Recomendadas	Responsável/ Prazo	Ações e Melhorias				
						S	O	D	R			Medidas Implementadas	Índices Atuais			
						(6)	(7)	(8)	(9)				(13)	(14)	(15)	(16)
(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
Produto/ Processo objeto de análise	Função(s) ou características que devem ser atendidas pelo produto. Ex.: Suportar 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.: vazamento de ar, 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 processos/empresas da empresa.	SEVERIDADE	OCCORRÊNCIA	DETECÇÃO	RISCOS	Ações recomendadas para a diminuição dos riscos.	Responsável e Prazo	Medidas Implementadas				
FLUXOGRAMA	Quem está sendo analisado?	Quais funções ou características devem ser atendidas?	Como a falha ou característica pode não ser cumprida?	Quais efeitos tem este tipo de falha?	Quais poderiam ser as causas?	Quais medidas de prevenção e descoberta poderiam ser tomadas?	S	O	D	Quais os riscos prioritários?						

S = Severidade O = Ocorrência D = Detecção R = Riscos

Fonte: Adaptado de Kardec e Xavier, 2010.

2.1.3.1 Análise da matriz QA

Garantia da Qualidade, que conforme com Yamashina (2009) é utilizada para os estudos das condições atuais do controle da qualidade. Segundo o autor, ela é uma técnica para se garantir que as ações tomadas sejam realmente na área e ou para operação mais relevante. Por meio da análise da matriz QA, foi possível identificar entre todos os processos e operações de gravação e elementos que estava sendo o mais dispendioso em termos do defeito a tabela 2.3 descreve as etapas e as atividades relacionadas.

Tabela 2.3 – Etapas da Coleta de Dados.

Etapa	Referência	Atividade realizada
1	Identificação das condições atuais.	Elaboração da Matriz QA.
2	Restauração das condições normais	Levantamento dos parâmetros de liberação do processo. Restauração dos parâmetros do processo.
3	Análise dos fatores de perdas crônicas.	Definição do fenômeno. Diagrama de Ishikawa. Priorização dos fatores de perda. Elaboração de planos de ação.
4	Redução ou eliminação de todas as possíveis causas de perdas crônicas.	Execução das ações previstas no plano de ação.
5	Evolução e resultados das atividades.	Elaboração de indicadores para acompanhamento dos resultados das ações.

Fonte: O Autor, 2018.

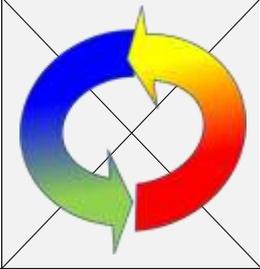
Os setes passos da Manutenção da Qualidade correspondem ao caminho para se atingir os objetivos do pilar voltados para os problemas associados a

defeitos e falhas das máquinas. Os principais projetos da empresa, seguem os *steps* do *Quality Maintenance* para eliminação dos defeitos, uma vez que o processo é predominantemente automatizado constituindo as perdas esporádicas ou crônicas críticas ao processo

Estudo das condições atuais: Nessa primeira etapa é importante esclarecer as relações entre as características de qualidade, equipamentos e os métodos operativos. Aqui utiliza-se as ferramentas FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis* ou Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos) e a Matriz QA.

Individualização das condições idôneas para zero defeitos: Quando se está na presença de atividades que têm um impacto sobre os equipamentos, é necessário definir as condições, entendidas como parâmetros operativos, que permitem evitar que o defeito aconteça de novo. Essas condições devem ter uma fácil visualização e manutenção. Para isso, deve-se criar padrões operativos do processo sobre a base de elementos de observação apropriados e definir as condições idôneas para zero defeito. As duas ferramentas utilizadas para garantir essas condições, são a Matriz QM e a Matriz X, introduzido assim o conceito das cinco condições/perguntas para zero defeitos. A Matriz X serve para ligar o fenômeno/defeito com as causas que o geraram e com os componentes do equipamento, que têm um impacto sobre a qualidade, e os relativos parâmetros operativos. Como pode ser visto na figura 4 abaixo, para cada componente são indicados os parâmetros a ser controlados com o valor padrão (incluindo a possível tolerância) que cria as condições adequadas para zero defeito. Todos esses componentes devem estar apontados na Matriz QM exemplo da matriz figura 2.7.

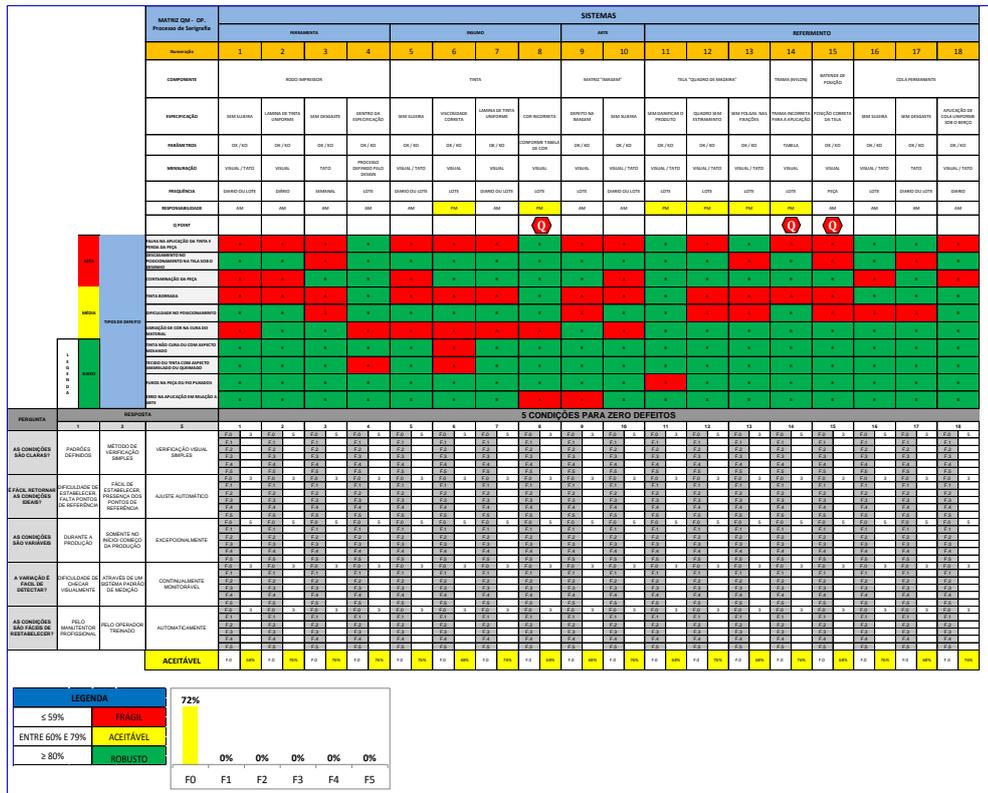
Figura 2.7 – Exemplo de Matriz X.

				8	INSUMO	TINTA	8							
		X		7			7	X						X
				6			6	X						X
			X	5			5	X			X			X
X				4	FERRAMENTA	RODO IMPRESSOR	4							
	X			3			3	X	X					X
		X		2			2	X			X			X
			X	1			1	X			X			X
OK / KO	OK / KO	OK / KO	OK / KO	3 - SISTEMA		COMPONENTE								
DENTRO DA ESPECIFICAÇÃO	SEM DESGASTE	LAMINA DE TINTA UNIFORME	SEM SUJEIRA	4 - PARÂMETROS DA MÁQUINA			2 - FENÔMENO ANORMAL							
OP	PM	OP	OP	1 - MODO DE DEFEITO										
	X	X	X	VARIAÇÃO DE POSICIONAMENTO SEM REPETIBILIDADE			X	X	X	X	X	X	X	
				FURO OU DANO A PEÇA			X						X	
		X	X	FALTA DE PREENCHIMENTO NA SERIGRAFIA			X	X	X	X	X	X	X	
X		X		EXCESSO DE TINTA NO DEPOSITO "IMAGEM BORRADA"			X	X	X	X	X	X	X	
	X			PEÇA SE DESLOCA NA MESA			X	X					X	

Fonte: O Autor, 2018.

A Matriz QM (de *Quality Maintenance*, ou melhor, Manutenção para a Qualidade) é uma tabela que permite visualizar, para todos os parâmetros de funcionamento do equipamento, os valores nominais com as respectivas tolerâncias, os instrumentos de medida, o responsável pelo controle, a frequência, com o objetivo de garantir seu correto funcionamento. Como o respeito aos padrões operativos para cada um dos parâmetros é uma condição necessária para se obter um bom output, torna-se útil ter uma medida para que o equipamento trabalhe nas condições-padrão, a tabela 2.5 demonstra a aplicação da ferramenta QM elaborada na Empresa estudada.

Figura 2.8 – Exemplo de Matriz QM.



Fonte: O Autor, 2018.

A Matriz QM deve apresentar os dados no menor espaço possível e da forma mais clara possível, pois para cada parâmetro é preciso aplicar as cinco condições para zero defeitos. A tabela 2.6 descreve as cinco perguntas para zero defeitos (5 Question For Zero Defectou 5QFZD) é o instrumento que utiliza uma avaliação em três níveis (1,3,5) das condições adequadas para garantir o respeito dos padrões operativos para alcançar o zero defeito.

Tabela 2.4 – As Cinco Perguntas Para Zero Defeitos.

Pergunta	Resposta			
	1	3	5	
As condições são claras?	Padrões definidos	Método de verificação simples	Verificação visual simples	
É fácil retornar as condições ideais?	Dificuldade de estabelecer, falta pontos de referência	Fácil de estabelecer, presença dos pontos de referência	Ajuste automático	
As condições são variáveis	Durante a produção	Somente no início/ começo da produção	Excepcionalmente	
A variação é fácil de detectar?	Dificuldade de checar visualmente	Através de um sistema padrão de medição	Continuamente monitorável	
As condições são fáceis de restabelecer?	Pelo mantenedor profissional	Pelo operador treinado	Automaticamente	

Fonte: O Autor, 2018.

2.1.3.2 Ishikawa.

O 4M, também conhecido como Diagrama de Ishikawa (também encontrado na versão 6M), classifica as causas de determinado fenômeno de acordo com as categorias mão de obra, material, máquina, método (MALDONADO; GRAZIANI, 2007), a figura 2.8

Figura 2.9 – Modelo de Análise 4M ou Diagrama de Ishikawa - Aplicação de Cola.

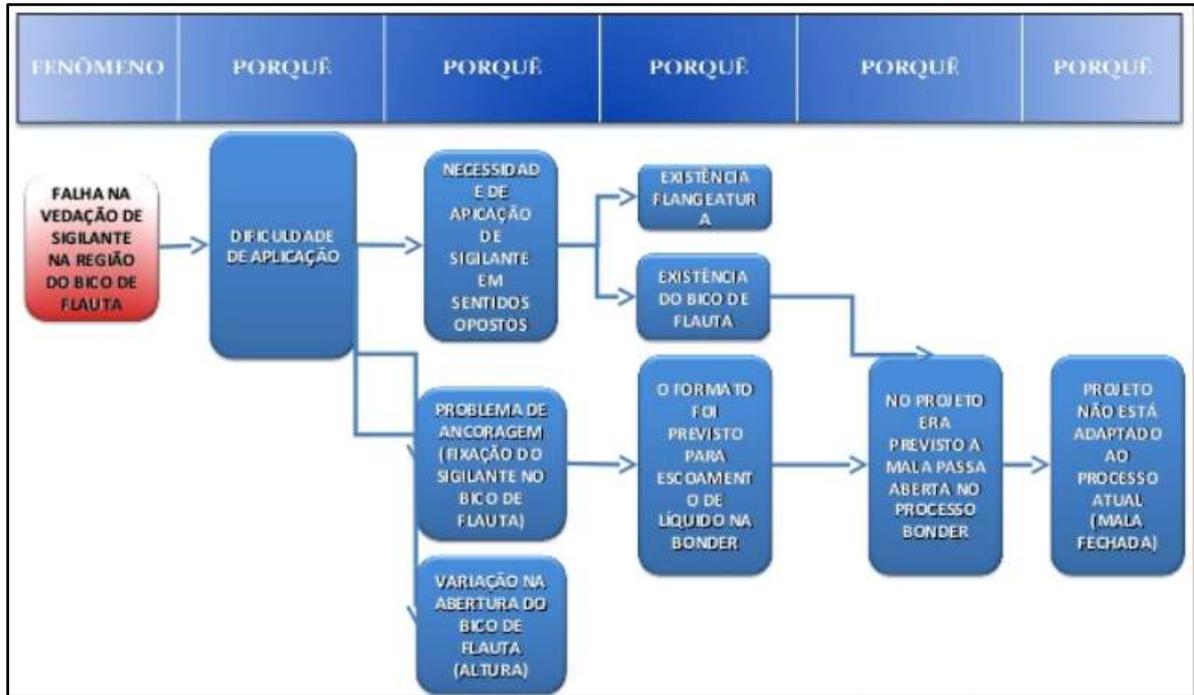


Fonte: (MALDONADO; GRAZIANI, 2007).

2.1.3.3 5W1H

De Souza et al. (2014) definem o 5W2H como um documento organizado que identifica as características de um plano de ação para resolução de problema, denotando as ações e responsabilidades de quem irá executar, por meio de um questionamento simples capaz de orientar as diversas ações que serão implementadas. como exemplo de aplicação da ferramenta na figura 2.9 podemos visualizar o fluxo da análise de uma falha de aplicação de cola na superfície.

Figura 2.10 – Modelo de Análise 5W2H Para Investigação de Causa Raiz.



Fonte: Souza et al. (2014).

Fotografia 3.1 – Máquina de Gravação de Tela.



Fonte: O Autor, 2018.

A finalização das matrizes é feita os testes para avaliar a qualidade em traduzir o conceito virtual no produto final, nesta fase é definido a tecnologia da tinta e a técnica para a produção, sendo geralmente o substrato onde será aplicado estampado o mandatório para essa decisão, geralmente é composto por dois matérias de base, fibra algodão ou sintético.

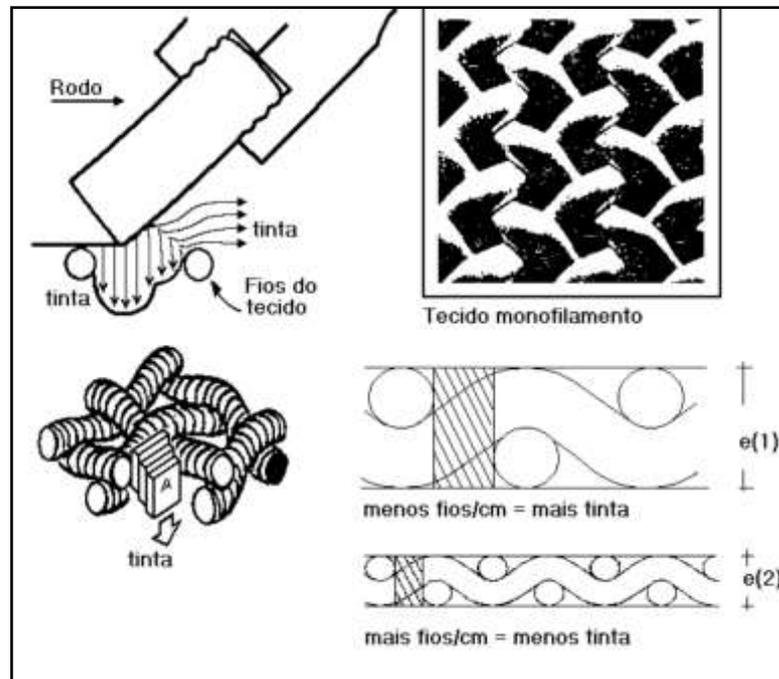
Para um melhor entendimento consultar o Apêndice A onde há um passo a passo do processo de gravação da matriz de serigrafia.

3.1 FUNÇÃO DO TECIDO SERIGRÁFICO

A função do tecido serigráfico, além de servir como base para fixa do estêncil é efetuar uma dosagem de quantidade de tinta por igual sob toda a área de impressão, Esta “filtragem” da tinta se dá pelo corte da mesma contra s fios do

tecido, sob ação da pressão exercida pela espátula (rodo), representação da aplicação da tinta sob o substrato figura 3.3.

Figura 3.2 – Aplicação da Tinta na Matriz.



Fonte: ABIT, 2018.

Há uma variedade de tipos de tecidos que pode ser utilizado, cada processo pode definir uma técnica, cada material tem característica própria que os tornam mais adequados. Cada Material tem também variações quanto à trama e tratamento que recebe durante a fabricação, são parâmetros que interferem diretamente na impressão:

- Diâmetro do fio;
- Quantidade de fios por unidade;
- Tipo de trama;
- Colandragem;
- Tenção admissíveis;

Existe para cada tipo de tecido uma quantidade mínima e uma máxima de tinta depositável, variável com o ângulo e velocidade do rodo e a viscosidade da tinta, na figura 3.4 temos a aplicação de uma imagem sob o berço aquecido.

Fotografia 3.2 – Fotos do Setor de Serigrafia.



Fonte: O Autor, 2018.

O tecido determina a quantidade de tinta depositada, com conjunto com a velocidade do rodo. Os fabricantes de tecidos fornecem tabelas técnicas com o volume teórico médio de tinta em micra, o que pode ajudar na definição do custo de fabricação e cálculos desperdício.

3.1.1 Defeitos mais frequentes

O serrilhado, por exemplo é um defeito característico pela repetição padronizada de uma falha de resolução. O defeito pode estar em um ou vários diferentes parâmetros inerentes ao processo:

1. Definição da matriz (resolução e ⁽²⁾acutância)
2. Na Pressão do rodo excessiva
3. No ângulo do rodo
4. Na falta de afiação do rodo
5. No foro-contato excessivo
6. Na viscosidade da tinta
7. Na velocidade do rodo
8. Apenas na acutância da matriz (emulsão delgada)

⁽²⁾acutância – Capacidade de uma lente de reproduzir bordas claras.

4 ESTUDO DE CASO

A manutenção é definida, conforme a ABNT da seguinte forma:

NBR-5462 (ABNT,1994): “A manutenção é indicada como a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.”

Para Moubray (2000), ‘manter’ significa continuar em um estado existente, ou seja, a manutenção é o conjunto de técnicas de atuação para que os ativos físicos (equipamentos, sistemas, instalações) cumpram ou preservem sua função ou funções específicas.

Para identificação das práticas da Manufatura de Classe Mundial focados no Pilar Qualidade, foi desenvolvido um estudo de caso em uma indústria têxtil, através de observações de campo, exemplos e experiências vividas na organização apoiados em análises bibliográficas principalmente àqueles internos da organização. O foco do estudo de caso será a observação do desenvolvimento do Pilar Qualidade, identificando a metodologia e os desdobramentos das práticas da gestão da qualidade sobre o conceito dos sete passos propostos por um dos principais difusores do WCM.

Para demonstrar de forma clara os sete passos estabelecidos para alcançar os objetivos deste sistema de gestão da qualidade serão apresentadas as ferramentas da qualidade utilizadas e os novos conceitos e modelos que esse sistema propõe que possam contribuir de uma forma mais eficiente para a melhoria dos sistemas produtivos das organizações.

A para o desenvolvimento deste projeto de implantação WCM, optou-se em mapear o processo e levantar as principais falhas e formas de controles hoje utilizados, para isso foi utilizados a ferramenta FMEA - *Failure Mode and Effect Analysis* (Análise de Modos de Falhas e Efeitos), esse preenchimento com a participação do time da produção e históricos apontados pelos gestores, os resultados esperados são: redução de quebras com foco em quebra zero e o aprendizado através da obtenção do conhecimento técnico por parte das pessoas a partir de cada melhoria aplicada. A partir de formulário preenchido para a

identificação da causa raiz das falhas, as notas e ordens de manutenção são criadas para realizar as atividades de reparo, ou seja, a nota e ordem de manutenção são consequências da Ferramenta de Análise de Falhas. A ferramenta deve apresentar as informações necessárias para o desenvolvimento da análise da quebra, dentre elas tem-se: dados iniciais e intervenção técnica, análise de causa da quebra, tipologia de causa raiz da falha e validação final da análise de quebra.

Quality Maintenance ou Manutenção da Qualidade Os setes passos da Manutenção da Qualidade correspondem ao caminho para se atingir os objetivos do pilar voltados para os problemas associados a defeitos e falhas das máquinas. Os principais projetos da empresa, seguem os *steps* do *Quality Maintenance* para eliminação dos defeitos, uma vez que o processo é predominantemente automatizado constituindo as perdas esporádicas ou crônicas críticas ao processo:

Estudo das condições atuais: Nessa primeira etapa é importante esclarecer as relações entre as características de qualidade, equipamentos e os métodos operativos. Aqui utiliza-se as ferramentas FMEA e a Matriz QA a ideia é detalhar a Matriz QA para conseguir individualizar o processo e a parte do processo mais crítica, ou seja, aquela que gera os defeitos prioritários e avaliar a influência dos parâmetros, condições e do método do equipamento na qualidade.

Restauração e melhoramento dos padrões operativos: Após a definição do defeito prioritário da Matriz QA, deve-se primeiro desenvolver a restauração das condições do equipamento fora da normalidade e intervir nos defeitos macroscópicos cujas causas podem ser identificadas mais facilmente.

Para resolver um problema específico cujas causas são univocamente identificáveis, os instrumentos a ser utilizados em relação à complexidade do problema conforme Yamashina (2009) podem variar dependendo da metodologia adotada, uma delas o MCC.

Definições de MCC Para Siqueira (2005), o processo da Manutenção Centrada em Confiabilidade e a utilização das ferramentas de apoio exigem inicialmente um perfeito entendimento de uma série de definições associadas à falhas e desempenhos dos itens físicos. Portanto, serão apresentadas algumas definições fundamentais para o desenvolvimento da MCC.

4.1 FERRAMENTA DE SUPORTE À MCC

A metodologia da MCC apresentada neste trabalho segue a linha de adoção da Análise de Modos e Efeitos de Falhas, traduzido do inglês FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) evoluindo para uma Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas, também provinda do inglês FMECA (*Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*), como ferramenta principal de suporte a sua implantação. Maiores detalhes sobre as metodologias FMEA e FMECA, a exemplo das tabelas comparativas utilizadas para classificação dos fatores do NPR, podem ser obtidos através de consulta à vasta literatura sobre o assunto, onde se destaca norma SAE J1739.

4.2 COLETA DE DADOS

Conforme WERKEMA (1995), uma descrição resumida da finalidade das principais técnicas estatísticas, que podem ser utilizadas como ferramentas integradas aos Ciclos PDCA para melhorar e manter resultados e apresentada a seguir:

4.2.1 Defeitos Mais Comuns

Para conseguirmos identificar as causas corretas é necessário identificar qual o tipo característico de defeito em questão. Podemos dizer de maneira genérica que acutância na própria matriz ou na impressão causa um desequilíbrio na regulagem e parâmetros no processo, a tabela 4.3 que lista os defeitos mais comuns encontrados durante o processo de serigrafia, defeitos pontados pelos gestores e operadores de linha da empresa durante a análise de falhas e quais contra medidas.

Tabela 4.1 – Defeitos Mais Comuns Encontrados Durante a Implantação.

Defeito	Agente causador	Correção
Serrilhado	Matriz	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar melhor a qualidade ad matriz
	Rodo	<ul style="list-style-type: none"> • Ângulo, afiação, pressão
	Movimentação	<ul style="list-style-type: none"> • Menor fora-contato, tela + estiramento
	Fluxo da tinta	<ul style="list-style-type: none"> • Melhorar laicidade da matriz; • Ajustar viscosidade; • Ajustar velocidade do rodo
Perfuração	Poeira	<ul style="list-style-type: none"> • Limpar sala apenas com pano úmido
	Fluxo de tinta	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir velocidade do rodo; ajustar viscosidade da tinta; • Afiar melhor o rodo

Falhas nas bordas da imagem	Relação entre dimensões da trama x espessura do estêncil	<ul style="list-style-type: none"> Reduzir espessura do estêncil inclinar mais o rodo, ajustar velocidade/ viscosidade inclinar rodo em relação ao percurso
	Idem acima com tecido HD	<ul style="list-style-type: none"> Usar tela no máximo 120 fios T ou S
	Platô - não plano Rodo	<ul style="list-style-type: none"> Usar rodo mais macio Afiar, ajustar ângulo
Perda de detalhe	Fluxo de tinta	<ul style="list-style-type: none"> Aumentar velocidade do rodo; aumentar viscosidade da tinta
	Acutância tela Fluxo de tinta	<ul style="list-style-type: none"> Verificar critérios quantidade matriz Aumentar a velocidade do rodo; Reduzir ângulo do rodo
E “Sombra” ou “sangramento”	Acutância matriz	<ul style="list-style-type: none"> Gerar matriz mais plana e “cortada” Reduzir pressão Utilizar rodo mais macio
Impressão borrada (Traços irregulares)	Matriz	<ul style="list-style-type: none"> Relação entre espessura da estêncil e a dos fios do tecido . Reduzir espessura do estêncil
	Tinta	<ul style="list-style-type: none"> Verificar (aumentar) viscosidade; ajustar ângulo e velocidade do rodo
	Movimento de tela (espaçamento)	<ul style="list-style-type: none"> Reduzir fora-contato, utilizar tela mais tensionada
	Tecido frouxo na tela	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar 20N/cm de tensão, no mínimo.
Falhas entre pistas (impressão de máscara)	Rodo	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar rodo 50 a 55 shore
	Reologia da tinta	<ul style="list-style-type: none"> Ajustar velocidade e ângulo de aplicação do rodo

Fonte: O Autor, 2018.

A tabela acima é genérica, devendo haver um estudo particularizado de cada defeito para descobrir a causa raiz, para uma investigação mais rápida é a matriz x QM que possibilita ter todos os parâmetros e os fenômenos mapeados para compromete do sistema, facilitando o entendimento.

4.2.2 FMEA

Para Rigoni (2009) esta metodologia se diferencia da primeira pelo fato de associar a cada modo de falha um índice de criticidade que servirá de orientação na priorização das ações a serem tomadas para prevenção ou mitigação das falhas, um exemplo de Análise pode ser vista na tabela 4.1.

Tabela 4.2 – Planilha de FMEA Aplicada na Linha de Serigrafia.

WCM			SISTEMA COMPONENTE					PROCESSO DE SERIGRAFIA				MATRÍCULA - Nº DESENHO		LINHAS DE SERIGRAFIA		Pág 1 de 1		
FMEA			RESPONSÁVEL	ESTABELECIMENTO / FORNECEDOR/FABRICA DO SILK			SUB GRUPO:		ITENS				DATA ELABORAÇÃO		13/04/2016			
ITEM (Nº componente árvore)	DESCRIÇÃO	FUNÇÃO	SOBRE PRODUTO		STATUS ATUAL				AÇÕES CORRETIVAS			STATUS DE MELHORAMENTO						
			MODO DE FALHA	EFEITO DA FALHA (sobre o cliente)	CAUSA DA FALHA	FORMAS DE CONTROLE PREVISTAS (Preventivo)	FORMAS DE CONTROLE PREVISTAS (Reativo)	PROBABILIDADE DE OCORRER O DEFEITO	GRAVIDADE DO DEFEITO	PROBABILIDADE DE DETECTAR O DEFEITO	ÍNDICE PRIORIDADE RISCO	AÇÕES RECOMENDADAS	RESPONSABILIDADE E Cronograma DAS AÇÕES	PROVIDÊNCIAS TOMADAS E DATAS DE REALIZAÇÃO	PROBABILIDADE DE OCORRER O DEFEITO	GRAVIDADE DO DEFEITO	PROBABILIDADE DE DETECTAR O DEFEITO	ÍNDICE PRIORIDADE RISCO
1	MATRIZ	FERRAMENTA DE GRAVAÇÃO DE IMAGEM	FALHA NA REPETIBILIDADE	PERDA DO LOTE	SUJIDADE	LIMPEZA PERIÓDICA DO EQUIPAMENTO	LIMPEZA	5	8	2	80	INSPEÇÃO DIÁRIA DO EQUIPAMENTO	PREPARADOR DE LINHA AO INICIAR AS ATIVIDADES	TODO INÍCIO DE OPERAÇÃO	2	8	1	16
					LÂMINA DE TINTA UNIFORME	AJUSTAR VISCOSIDADE	PADRÃO DA VISCOSIDADE	8	8	3	192	COMPARAR COM PEÇA PADRÃO	PREPARADOR DA LINHA AO INICIAR AS ATIVIDADES	TODO INÍCIO E FIM DO LOTE	5	8	2	80
					DEFEITO NA IMAGEM	COMPARAR RESULTADO COM MATRIZ "PILOTO"	INSPEÇÃO VISUAL	2	8	6	96	INSPEÇÃO DA MATRIZ	PREPARADOR DA LINHA AO INICIAR AS ATIVIDADES	TODO INÍCIO DE LOTE	1	8	5	40
					QUADRO SEM ESTIRAMENTO	VERIFICAÇÃO DE FOLGA	MONTAR E GRAVAR OUTRA MATRIZ	2	6	2	24				2	6	2	24
					SEM FOLGAS NAS FIXAÇÕES		REAPERTO	2	6	2	24				2	6	2	24
					TRAMA INCORRETA PARA A APLICAÇÃO	APROVAR COMO PROCESSO	MONTAR E GRAVAR OUTRA MATRIZ	3	8	3	72				3	8	3	72
					POSIÇÃO INCORRETA DA TELA	COMPARAR RESULTADO COM MATRIZ "PILOTO"	MONTAR E GRAVAR OUTRA MATRIZ	7	9	2	126	CHECAR A FIXAÇÃO	PREPARADOR DA LINHA AO INICIAR AS ATIVIDADES	TODO INÍCIO DE OPERAÇÃO	4	9	1	36
					PROBLEMA DE GRAVAÇÃO DO FOTOLITO FEITO DE FORMA INCORRETA	IMAGEM NÃO ESTÁ GRAVADA CONFORME A ARTE	APROVAR COMO DESIGN	2	9	6	108				2	9	6	108
3	TINTA	INSUMO	PARADA DA PRODUÇÃO	SEM SUEIRA	"COAR" A TINTA PAR REMOVER MATERIAL AGLUTINADO OU CONTAMINANTES	INSPEÇÃO VISUAL	2	8	1	16				2	8	1	16	
				LÂMINA DE TINTA UNIFORME	HOMOGENEIZAR A TINTA ANTES DO USO	AFIAR ESPÁTULA	8	8	3	192	PREPARADOR DA LINHA AO INICIAR AS ATIVIDADES	TODO INÍCIO E FIM DO LOTE	5	8	2	80		
				VISCOSIDADE CORRETA	PREPARAR E AJUSTAR A TINTA ANTES DA APLICAÇÃO.	EFETUAR TESTE	3	8	3	72				3	8	3	72	
				COR INCORRETA	COMPARAR RESULTADO COM MATRIZ "PILOTO"	COMPARAR COM PEÇA PADRÃO	3	9	5	135	PREPARADOR DA LINHA AO INICIAR AS ATIVIDADES	TODO INÍCIO E FIM DO LOTE	1	9	4	36		
4	MESA TÉRMICA	GARANTIR POSICIONAMENTO DO ELEMENTO	FALHA NO ACIONAMENTO	PARADA DA LINHA	SUJIDADE	LIMPEZA PERIÓDICA DO EQUIPAMENTO	LIMPEZA	8	8	2	128	INSPEÇÃO DA CONDIÇÃO DA MATRIZ E MESA	PREPARADOR DA LINHA AO INICIAR AS ATIVIDADES	TODO INÍCIO DE OPERAÇÃO	5	8	1	40
					SEM DESGASTE	COMPARAR RESULTADO COM MATRIZ "PILOTO"	INSPEÇÃO VISUAL	2	7	3	42				2	7	3	42
					SEM FOLGAS NAS FIXAÇÕES	REAPERTO DOS BATES DE POSIÇÃO	INSPEÇÃO VISUAL E CHECAGEM DOS LACRES	2	7	2	28	INSPEÇÃO DIÁRIA DO EQUIPAMENTO	MANUTENÇÃO	INSERIR ATIVIDADE NO CALENDÁRIO DE MANUTENÇÃO	1	7	1	7
					POSIÇÃO INCORRETA DA TELA	COMPARAR RESULTADO COM MATRIZ "PILOTO"	GABARITAR POSIÇÃO OU GRAVAR OUTRA MATRIZ	7	9	4	252	CHECAR A FIXAÇÃO	PREPARADOR DA LINHA AO INICIAR AS ATIVIDADES	TODO INÍCIO DE OPERAÇÃO	4	9	3	108
					AQUECIMENTO DA MESA	ESPECIFICAÇÃO DO INSUMO E PEDIDO NO PROCESSO	INSPEÇÃO DO MOSTRADOR DA MESA	6	7	2	84				6	7	2	84
5	FLASH PARA SECAGEM RÁPIDA	SISTEMA DE AQUECIMENTO SECUNDÁRIO	NÃO AQUECE	TINTA NÃO CURA	QUEIMADO	TROCAR PROCESSO	EFETUAR TESTE	6	7	2	84				6	7	2	84
			QUEIMA A PEÇA	ALTERA A COR	AQUECIMENTO FORA DO ESPECIFICADO	APROVAR COMO DESIGN	EFETUAR TESTE	6	7	2	84				6	7	2	84
6	MAQUINA DE GRAVAÇÃO	GRAVADOR DE DA MATRIZ	ERRO NO DESENHO	PERDA DE LOTE	FALHA NA GRAVAÇÃO	COMPARAR RESULTADO COM MATRIZ "PILOTO"	INSPEÇÃO VISUAL	8	9	3	216	COMPARAR COM PEÇA PADRÃO	PREPARADOR DA LINHA AO INICIAR AS ATIVIDADES	TODO INÍCIO E FIM DO LOTE	5	9	2	90
PROBABILIDADE DE OCORRER:			GRAVIDADE (INFLUÊNCIA SOBRE CLIENTE):			PROBABILIDADE DE DETECTAR			ÍNDICE DE PRIORIDADE DE RISCO:			PARTICIPAN	SETOR	EMPRESA				
VALORIZAÇÃO	PONTUAÇÃO	VALORIZAÇÃO	PONTUAÇÃO	VALORIZAÇÃO	PONTUAÇÃO	VALORIZAÇÃO	PONTUAÇÃO	VALORIZAÇÃO	PONTUAÇÃO	RESULTANTE	DAYANE	COMERCIAL	SILK					
- REMOTA	= 1	-NENHUMA	= 1	-QUASE CERTA	= 1	-BAIXO	= 1 + 50	ANDREA	PROPRIETÁRIA	SILK								
- BAIXA	= 2 a 3	-ABORRECIMENTO	= 2 a 4	-MUITO ALTA	= 2	-MÉDIO	= 50 + 100	CARLOS	PROPRIETÁRIA	SILK								
- MODERADA	= 5 a 6	-PERDA OU DEGRADAÇÃO DA FUNÇÃO SECUNDÁRIA	= 5 a 6	-MODERADA A ALTA	= 3 a 5	-ALTO	= 100 + 200	ALEXSANDER	CONSULTOR	AUTONOMO								
- ALTA	= 7 a 9	-PERDA OU DEGRADAÇÃO DA FUNÇÃO PRIMÁRIA	= 7 a 8	-REMOTA A BAIXA	= 6 a 8	-MUITO ALTO	= 200 + 1000	THAYS	PRODUÇÃO	SILK								
- MUITO ALTA	= 10	-NÃO ATENDIMENTO A REQUISITOS DE SEGURANÇ	= 9 a 10	-IMPROVÁVEL	= 9 a 10													

Fonte: O Autor, 2018. (Para visualizar a análise completa deste estudo, consultar o Apêndice B).

4.2.3 Estratificação

Consiste no agrupamento da informação (dados) sob vários pontos de vista, de modo a focalizar a ação. Os fatores equipamento, material, operador, tempo entre outros, são categorias naturais para a estratificação de dados. As saídas da análise de modos de falhas temos o apontamento de doze itens como causa raiz.

Tabela 4.3 – Defeitos Mais Comuns Encontrados Durante a Implantação.

Nº	CAUSA DA FALHA	PROBABILIDADE DE OCORRER O DEFEITO	GRAVIDADE DO DEFEITO	PROBABILIDADE DE DETECTAR O DEFEITO	ÍNDICE PRIORIDADE RISCO
01	POSIÇÃO INCORRETA DA TELA	7	9	4	252
02	FALHA NA GRAVAÇÃO	8	9	3	216
03	LÂMINA DE TINTA UNIFORME	8	8	3	192
04	COR INCORRETA	3	9	5	135
05	SUJIDADE	8	8	2	128
06	AQUECIMENTO DA MESA	6	7	2	84
07	QUEIMADO	6	7	2	84
08	AQUECIMENTO FORA DO ESPECIFICADO	6	7	2	84
09	VISCOSIDADE CORRETA	3	8	3	72
10	SEM DESGASTE	2	7	3	42
11	SEM FOLGAS NAS FIXAÇÕES	2	7	2	28
12	SEM SUJEIRA	2	8	1	16

Fonte: O Autor, 2018.

4.2.4 Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto é um gráfico formado por barras verticais, onde as informações são evidentes e visualizadas de forma clara. As informações demonstradas através do diagrama de Pareto permitem determinar e estabelecer metas numéricas possíveis de serem atingidas (WERKEMA,1995). O princípio de Pareto foi desenvolvido por ⁽³⁾Joseph Juran no ano de 1950, Juran utilizou a teoria de interação entre massas e elite, mais conhecida como “Teorias das Elites”, desenvolvida pelo sociólogo e economista Italiano Vilfredo Pareto (CARPINETTI,2010).

O princípio de Pareto mostra que a maior parte das perdas referentes a problemas de qualidade vêm da origem de poucos, mas importantes problemas, ou seja, o princípio de Pareto afirma que de 20 problemas relacionados à qualidade em um determinado produto, sejam estes: número de peças retrabalhadas, números de

⁽³⁾Joseh Juran: Engenheiro Romeno, congratulado como “Guru’ da Qualidade em 1951. Desenvolveu a trilogia da Qualidade sendo estas: Planejamento da Qualidade, Controle da Qualidade, Melhoramento da Qualidade. (CARPINETTI,2010).

peças defeituosas, números de peças sucateadas, número de peças não conformes que chegaram até o cliente, dentro destes casos, havendo solução de 6 a 7 destes defeitos, poderá representar 80 a 90% das perdas que afetam a organização, originadas por estes problemas.

As etapas para a construção de um gráfico de Pareto contemplam os seguintes passos:

1. Selecionar os tipos de problemas ou causas que se deseje comparar, frequência de ocorrência de diferentes tipos de defeitos resultantes de um processo, ou causas para ocorrência de um problema. Esta seleção é feita através de dados coletados ou através do RNP.

2. Selecionar a unidade de comparação, sequenciando os valores RNP em ordem decrescente;

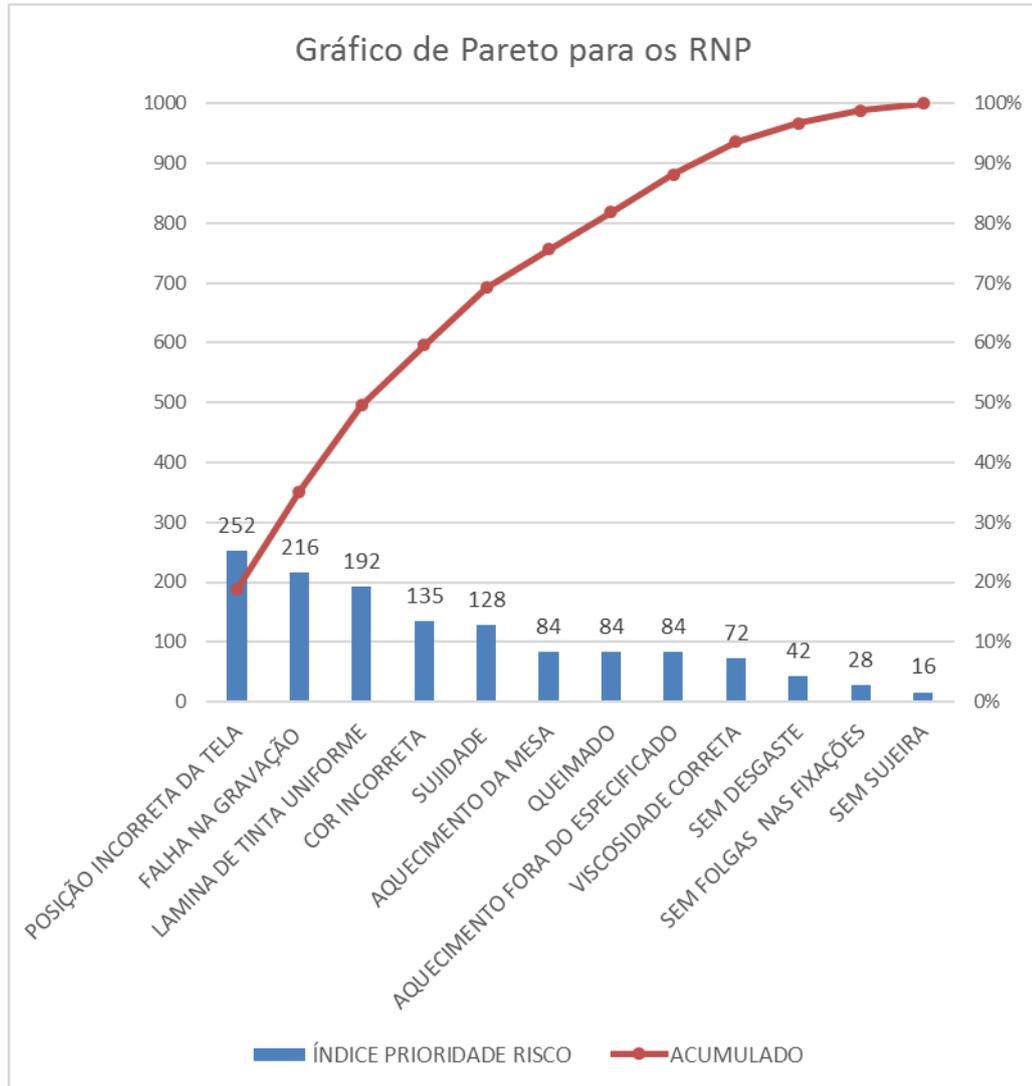
3. Listar na ordem decrescente as categorias da esquerda para a direita no eixo horizontal na ordem de frequência de ocorrência, custo;

4. Na parte superior de cada categoria, desenhar um retângulo cuja altura representa o valor RNP;

5. Do topo da barra mais alta, uma linha deve ser adicionada para representar a frequência cumulativa das categorias.

O gráfico de Pareto resultante desta análise das causas raízes a linha de serigrafia pode ser visualizado no gráfico 4.1, que demonstra o número de não conformidades já encontradas e também o percentual acumulado destas não conformidades.

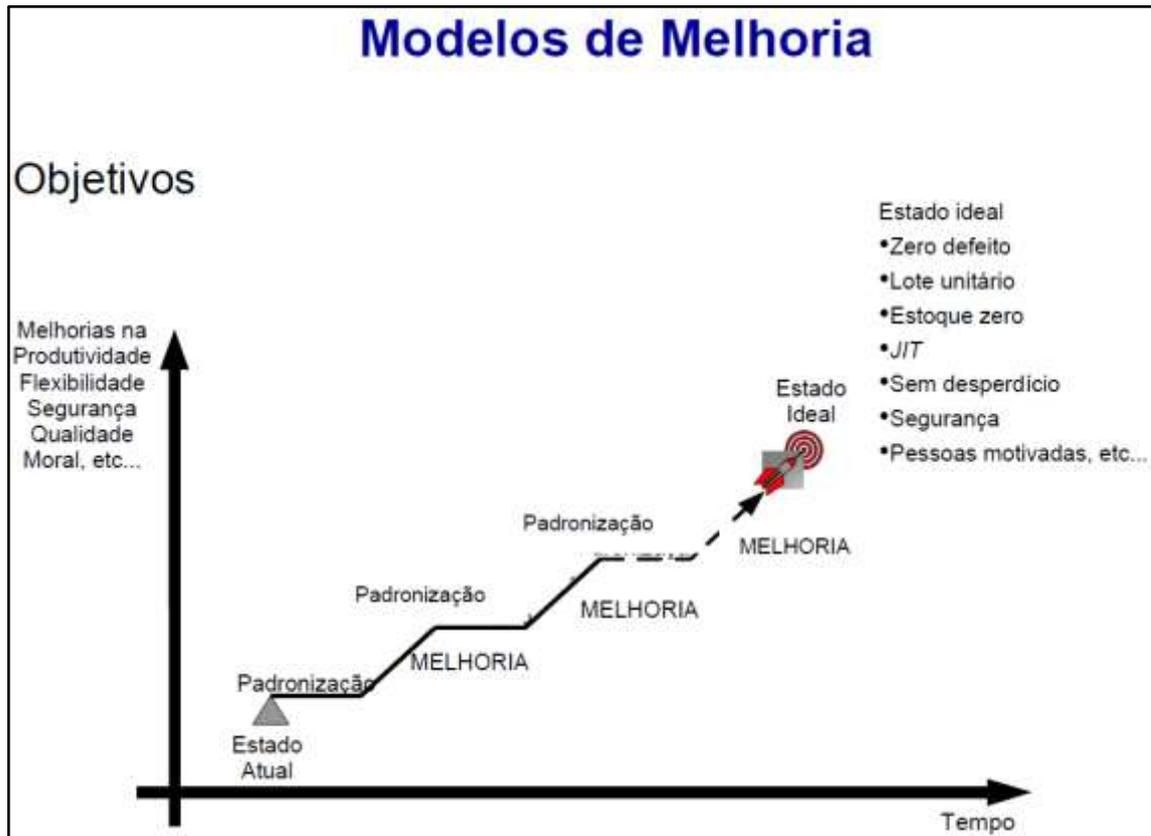
Gráfico 4.1 – Gráfico de Pareto dos Dados RPN Provenientes do FMEA.



Fonte: O Autor, 2018.

Muito se fala sobre a necessidade de melhoria contínua, motivada e impulsionada, principalmente, pelo modelo japonês; porém, muitos modelos tendem a convergir conforme a descrição apresentada na figura 4.1 fazendo uma relação entre melhoria e tempo.

Figura 4.1 – Objetivo das Melhorias X Linha do Tempo.

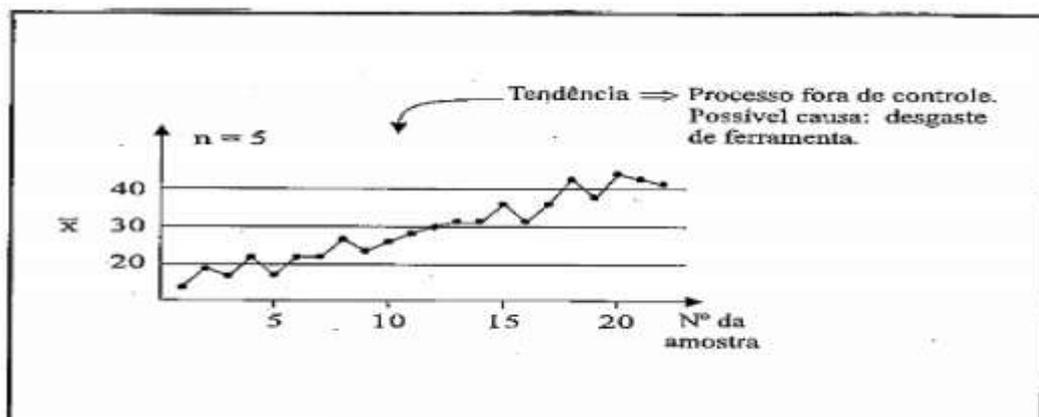


Fonte: O Autor, 2018.

4.2.5 Avaliação dos Sistemas de Medição

Estas técnicas permitem a avaliação do grau de confiabilidade dos dados gerados pelos sistemas e medição utilizados na empresa.

Gráfico 4.2 – Gráfico de Controle na Fase de Análise do Ciclo PDCA.



Fonte: As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos, WERKEMA (1995).

Fotografia 4.1 – Área Readequada Para a Limpeza das Telas e Espátulas.



Fonte: O Autor, 2018.

No estudo de caso de os principais benefícios do programa WCM na empresa estudada começaram a surtir efeito após 3 meses da implantação. Em um período de 2 meses antes da implantação, a entrega no prazo era de 60%, pela primeira vez, após implantação foi para uma margem de cerca de 85%. Melhorou perto de 12%, derrubando o índice de rejeitos eram cerca de 8%, passaram a ser cerca de 2%. Por isso, é muito grande a melhoria que vem sendo acrescentada ao benefício de WCM e aumento do lucro. Os prazos de entrega foram reduzidos de 14 para 4 dias, e desenvolvimento de novos produtos foi aumentada, conforme Tabela 3

Tabela 4.4 – Benefícios do WCM na Serigrafia.

	Antes do WCM	Depois do WCM
Prazo de entrega	14 dias	3-4 dias
Número de fornecedores	13	8
Entrega no prazo	60%	93%
Desenvolvimento de novos produtos	3 por ano	5 em (6 meses)
Sugestões dos funcionários para melhoria	Nenhuma	65% ideias recebidas
Rotatividade de Trabalhadores	5	3
Sistema de recompensa	Base individual	Base na equipe
Produção	8600 unidade/mês	11500 unidade/mês
Perdas	102	58

Fonte: O Autor, 2018.

5 CONCLUSÃO

Abordam-se nesta pesquisa as práticas da manufatura de classe mundial em razão da real necessidade da melhoria contínua, que as organizações buscam a fim de manterem-se competitivas e atrativas no mercado cada vez mais globalizado. E respondendo à pergunta do início desta monografia “Qual é a eficácia da utilização do plano da Manutenção Preventiva Centrada em Confiabilidade na linha de produção?” A resposta a esta questão é: Que o ganho é real.

Os efeitos colaterais, muitas vezes sentidos quando há uma mudança na cultura da empresa, são muito saudáveis com o WCM e pilar QC, pois cria uma incorporação da filosofia, tornando os colaboradores mais participativos, não importando a posição que ocupe na empresa, o comprometimento é real em identificar os problemas e buscar sempre resolve-los.

A utilização da tecnologia WCM tende a elevar tangencialmente a qualidade e a redução de custos de produção de uma empresa. Isto pode ser claramente observado na empresa de serviços têxtil estudada quando se identificou a evolução e melhoria das atividades realizadas, pois, inicialmente, a mesma apresentava uma forma de trabalho sem padrão, sem o controle ideal de suas atividades bastante desorganizada quanto ao uso de seus recursos materiais e ferramentas e com extrema necessidade de intervenção. Com a aplicação do pilar QC do WCM, a empresa passou a ser controlada de forma mais minuciosa no quesito organização, melhorou seu tempo de execução de atividades, quantificou de forma justa e clara seus valores de prestação de serviço e eliminou as perdas nas atividades realizadas de forma irregular ou despadronizada.

A partir da implantação de parte da tecnologia na empresa em estudo, conclui-se, que o sucesso inicial foi favoravelmente alcançado e seu proprietário pode perceber claramente as vantagens do uso de uma ferramenta de controle de qualidade baseadas em padrões e dados de falhas, se mostrando interessado em manter o controle e evoluir ainda mais no futuro próximo.

Atualmente no mercado, prevalecem somente as organizações que são competitivas e inovadoras, e o mínimo que uma empresa pode fazer é trabalhar em

prol de sua sobrevivência. A melhoria contínua por sua vez, pode ser considerada, como um dos fatores determinantes para uma organização enfrentar os desafios de um mundo extremamente competitivo e recheado de mudanças.

As organizações, nos anos mais recentes, têm sofrido grandes mudanças sociais e políticas. Estas transformações sociais, políticas e econômicas constituem um cenário desafiante para a competitividade entre as empresas. Para vencer esses desafios, e criar vantagem competitiva no mercado, o *World Class Manufacturing* surge para as empresas como ferramenta para inovação num contexto de constantes modificações que as empresas vivenciam na atualidade. Entretanto, é importante ressaltar que o WCM ainda está em fase de amadurecimento e muitas ferramentas ainda não foram consolidadas. Quando o sistema atingir o nível de Manufatura de Classe Mundial e conseguir disseminar a metodologia amplamente, a relação entre a inovação e o WCM pode se alterar. Hoje, o WCM ainda é pouco difundido entre as organizações e pouco conhecido entre os estudiosos, principalmente, no Brasil. O WCM é algo que aqui, somente o grupo composto pela empresa estudada e sua cadeia de fornecedores e outras poucas organizações tem implantado e avançado num processo de melhoria contínua. O estudo de caso, de acordo com as observações realizadas dentro da organização, vem confirmar a eficácia do Sistema de Gestão WCM na redução das perdas, eliminando progressivamente todos os fatores crônicos de desperdícios dentro da empresa, quando esses são conduzidos por métodos, ferramentas e conceitos compreendidos por seus funcionários e apoiados pela alta direção. Além disso, foi possível perceber que a metodologia do WCM se torna diferente de alguns outros programas de qualidade, pois além de ser uma aplicação direcionada a eliminação de perdas crônicas com foco nos processos, ele necessita de grande envolvimento das áreas e equipes de diferentes departamentos de modo a promover a mudança cultural e inovação necessária para alcance dos objetivos que o método se propõe a modificar. Desta maneira, foi possível analisar os ganhos e melhoria nos processos através da aplicação desta metodologia, observando que não basta só ter bons conhecimentos técnicos, mas que é fundamental o desenvolvimento das habilidades de relacionamento interpessoal, tendo em vista a importância de se obter organizações integradas em busca da eficiência e que cada integrante da

organização pode influenciar diretamente o desempenho de todo o grupo, e nunca esquecendo desta frase de ⁽⁴⁾Heráclito “A única coisa permanente é a mudança”.

5.1 TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho pode ser usado como início de outros estudos que possam contribuir para a melhoria da confiabilidade. Assim, os trabalhos futuros consistiriam em:

Determinação da contribuição no aumento da confiabilidade, ao sistema da indústria têxtil, na troca de outros equipamentos contidos no sistema;

Estratificar os modos de falha, de maneira regionalizada, para analisar possíveis diferenças nas causas das falhas por peculiaridades locais;

Estudar soluções para os modos de falha encontrados e propor medidas para que os equipamentos comprados sejam concebidos de modo a evitar esses modos de falha.

Nota-se na pesquisa que alguns métodos se correlacionam distintamente na opinião de cada um dos gestores entrevistados, fator que fica também como proposta de pesquisa e razão de um novo estudo a ser desenvolvido e analisado futuramente tem uma visão com relação ao tema ou aplicação em indústria manufatureira em diversos setores.

⁽⁴⁾Heráclito - Heráclito, conhecido como “o obscuro”, nascido em Éfeso, por volta de 540 a.C, foi um pensador e filósofo pré-socrático considerado o “Pai da Dialética”.

REFERENCIA

ABIT, ASSOCIAÇÃO **Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecções** - ABIT. Disponível em: <<http://www.abit.org.br>>. Acesso em: 12 Junho. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5462**. Rio de Janeiro, 1994.

CAMPOS, V. FALCONI, **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia a Dia**, 6ª ed., Belo Horizonte, Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1994.

CAMPOS, V. FALCONI, TQC – **Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**, Fundação Cristiano Ottoni/Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 1992.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da Qualidade: conceitos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 2010.

CORTES, P. R. L. **Análise das Relações entre o Processo de Inovação na Engenharia de Produto e as Ferramentas do WCM: Estudo de Caso Em Uma Empresa do Setor Automobilístico**. XX ENGEPP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção. SP: 2010.

EMERENCIANO VIANA, Fernando Luiz; VASCONCELOS ROCHA, Roberto Ednisio; RIBEIRO DE MELO NUNES, Fernando. **A indústria têxtil na região nordeste: gargalos, potencialidades e desafios**. Revista Produção Online, Florianópolis, v. 8, n. 3, out. 2008. ISSN 16761901. Disponível em: <<https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/132>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

FELICE, F.; PETRILLO, A.; MONFREDA, S. **Improving operations performance with World Class Manufacturing technique: A Case in Automotive Industry**. Intech, 2013. Disponível em < <http://www.intechopen.com/books/operations-management/improvingoperations-performance-with-world-class-manufacturing-technique-a-case-inautomotive-indus> > Acesso em 15 de Mai. 2018.

FRANCESCHINI, F.; GALETTO, M. **A new approach for evaluation of risk priorities of failure modes in FMEA**. International Journal of Production Research, v. 39, n. 13, p. 2991-3002, 2001.

GAZETA MERCANTIL. **Análise setorial: fiação, tecelagem, malharia**. São Paulo, 2018. (Panorama Setorial, V. II).

ISHIKAWA, K., **Controle de Qualidade Total: à maneira japonesa**, Editora Campos, Rio de Janeiro, 1993.

ISHIKAWA, K., **Introduction to Quality Control, 3A Corporation**, Tokyo. 1989.

KARDEC, Allan; XAVIER, **Júlio de Aquino Nascif. Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro, Editora Qualitymark, 2010.

MALDONADO, R., GRAZIANI, L. **Herramientas estadísticas de la calidad para la diagnosis: estudio de un caso en la industria de productos cárnicos.** *Interciencia*, v. 32, n. 10, 2007.

MOUBRAY, John. **Manutenção Centrada em Confiabilidade**, 2ed. Lutterworth, Inglaterra: Aladon Ltd, 2000.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala.** Artes Médicas, São Paulo, 1997.

PALUCHA, K. **World Class Manufacturing Model in Production Management.** *International Scientific Journal*, Poland, v. 58, n. 2, p.227-234, Dec. 2012.

RIGONI, Emerson. **Metodologia para implantação da manutenção centrada na confiabilidade: uma abordagem fundamentada em Sistemas Baseados em Conhecimento e Lógica Fuzzy.** Tese apresentada ao Programa de Pósgraduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia, Florianópolis, 2009.

SCHONBERGER, R. **“World Class Manufacturing: The Lessons of Simplicity Applied”.** Michigan: Ed. Free Press, universidade de Michigan, 1986.

SAMPAIO, A. **TPM/MPT: manutenção produtiva total.** TPM Total, São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.mantenimentomundial.com/sites/mm/notas/TPMtotal.pdf>. Acesso em: 16 junho. 2018.

SIQUEIRA, Iony Patriota de. **Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implementação.** 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

SOUZA, A. C. de. **Proposta para Aplicação do Passo 4 de Manutenção Autônoma por Meio da Metodologia WCM (World Class Manufacturing).** 2014. Trabalho de graduação apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro de Produção e Sistemas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2014.

SAE International. **SAE J1739: Potential Failure Mode and Effects Analysis in Design (Design FMEA), Potential Failure Mode and Effects Analysis in Manufacturing and Assembly Processes (Process FMEA), and Potential Failure Mode and Effects Analysis for Machinery (Machinery FMEA).** Warrendale, USA, SAE Publication, 2002.

YAMASHINA, H. **World class manufacturing: Apostila Métodos e instrumentos.** Material interno de aplicação WCM da empresa em estudo, 2009.

YAMASHINA, H. **WCM do dia-a-dia da fábrica para o dia-a-dia da sua vida. Material interno de divulgação do WCM Pilar safety da empresa em estudo,** 2010.

YAMASHINA, H. **Challenge to World Class Manufacturing.** *International Journal of Quality of Reliability Management.* v. 17, no. 2, 2000 Disponível em: http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2013/artigos/E2013_T00327_PCN43021.pdf%3E%3E%20em%20consultado%20em%2016/03/17> Acesso em: 16 junho 2018

WERKEMA, MARIA CRISTINA C., **As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos**, 1ª ed., Belo Horizonte, Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1995.

APÊNDICE A - ETAPAS DO PROCESSO DE GRAVAÇÃO DA TELA DE SERIGRAFIA



1 Colocar a emulsão sobre o emulsionador.



2 Incliná-lo emulsionador sobre a rede até a emulsão se encontrar em contacto sobre a mesma.



3 Arrastar o emulsionador de baixo para cima, aplicando alguma pressão, criando uma mancha uniforme.



4 Recuperar o excesso para dentro da embalagem de emulsão com a ajuda de um cartão.



5 Colocar o quadro dentro da prensa-estufa para secar a emulsão. Atenção não colocar por baixo de quadros molhados que possam pingar.



6 Lavar com água e escova o emulsionador e o cartão até ficar sem resíduos de emulsão.



7 Certificar que a emulsão esteja bem seca antes de retirar. Manter a porta fechada durante este processo para que a emulsão não entre em contacto com luz exterior.



8 Colocar o quadro com a rede em contacto com o vidro, sobre o fotolito.



9 Colocar as esponjas nas extremidades do quadro e a corda a passar por cima do mesmo.



10 Fechar a prensa-estufa e fazer vácuo.



11 Esperar até que o vácuo esteja terminado. Demora cerca de 3 a 5 minutos.



12 Carregar no botão START sem desligar o vácuo.



13 Assim que termine a exposição à luz, desligar o vácuo.



14 Esperar uns momentos antes de abrir, até que a lona levante um pouco.



15 Depois da exposição à luz, lavar com água quente sobre todo o espaço emulsionado de um lado e do outro até que o desenho fique visível.



16 Colocar n prensa-estufa a secar. Cerca de 15 minutos.



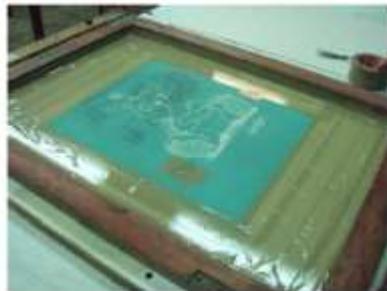
17 Colocar o quadro na base com grampos.



18 Fixar bem a base sobre a mesa.



19 Bloquear com fita cola de papel ou adesiva os quatro lados do quadro, metade sobre a rede e metade sobre o marco para que a tinta não se infiltre.



20 Bloquear toda a área que não esteja emulsionada.



21 Fazer registo com ajuda do fotolito.



22 Marcar registo na base e colocar papel.



23 Aplicar tinta o suficiente para imprimir.



24 Com a raquetele arrascar a tinta num só movimento de cima para baixo (impressão)



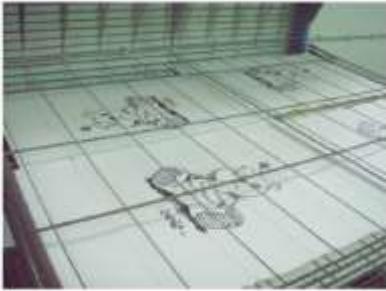
25 Levantar o quadro e arrastar para cima novamente, pousar raquetele sobre o marco e colocar bloco de madeira entre a base e o quadro para que se mantenha levantado e assim retirar o papel.



26 Manter as mãos limpas para não sujar o papel.



27 Impressão.



28 Colocar as impressões em lugar específico.



29 Recuperar a tinta que sobrou da raquetele para dentro da embalagem



30 Recuperar a tinta que sobrou no quadro para dentro da embalagem.



31 Com ajuda da mangeira retirar o excesso de tinta.



32 Retirar a fita.



33 Virar o quadro do outro lado e passar água com a pistola de pressão.



34 Retirar emulsão.



35 Esfregar com a escova e aguardar uns 5 minutos antes de retirar.



36 Lavar a raquetele com escova e água.



37 Retirar a emulsão com a pistolade pressão



38 Aplicar sabão.



39 Esfregar.



40 Retirar o sabão com a mangueira.



41 Limpar a escova.



42 Colocar o quadro a secar na presa-estufa. Atenção para que não fique a pingar sobre outros quadros que estejam em prateleiras inferiores. Se necessário trocar os quadros de sitio.

APÊNDICE B - ANÁLISE DE MODOS DE FALHAS NA SERIGRAFIA

WCM			SISTEMA COMPONENTE					PROCESSO DE SERIGRAFIA				MATRÍCULA - Nº DESENHO		LINHAS DE SERIGRAFIA		Pág 1 de 1		
FMEA			RESPONSÁVEL		ESTABELECIMENTO / FORNECEDOR		FABRICA DO SILK		SUB GRUPO: ITENS		DATA ELABORAÇÃO				13/04/2016			
			ALEXSANDER WEIGERT		FABRICA DO SILK		SOBRE PRODUTO		STATUS ATUAL		AÇÕES CORRETIVAS			STATUS DE MELHORAMENTO				
ITEM (Nº componente árvore)	DESCRIÇÃO	FUNÇÃO	MODO DE FALHA	EFEITO DA FALHA (sobre o cliente)	CAUSA DA FALHA	FORMAS DE CONTROLE PREVISTAS (Preventivo)	FORMAS DE CONTROLE PREVISTAS (Reativo)	PROBABILIDADE DE OCORRER O DEFEITO	GRAVIDADE DO DEFEITO	PROBABILIDADE DE DETECTAR O DEFEITO	ÍNDICE PRIORIDADE RISCO	AÇÕES RECOMENDADAS	RESPONSABILIDADE E CRONOGRAMA DAS AÇÕES	PROVIDÊNCIAS TOMADAS E DATAS DE REALIZAÇÃO	PROBABILIDADE DE OCORRER O DEFEITO	GRAVIDADE DO DEFEITO	PROBABILIDADE DE DETECTAR O DEFEITO	ÍNDICE PRIORIDADE RISCO
1	MATRIZ	FERRAMENTA DE GRAVAÇÃO DE IMAGEM	FALHA NA REPETIBILIDADE	PERDA DO LOTE	SUJIDADE	LIMPEZA PERIÓDICA DO EQUIPAMENTO	LIMPEZA	5	8	2	80	INSPEÇÃO DIÁRIA DO EQUIPAMENTO	PREPARADOR DE LINHA AO INICIAR AS ATIVIDADES	TODO INÍCIO DE OPERAÇÃO	2	8	1	16
					LÂMINA DE TINTA UNIFORME	AJUSTAR VISCOSIDADE	PADRÃO DA VISCOSIDADE	8	8	3	192	COMPARAR COM PEÇA PADRÃO	PREPARADOR DA LINHA AO INICIAR AS ATIVIDADES	TODO INÍCIO E FIM DO LOTE	5	8	2	80
					DEFEITO NA IMAGEM	COMPARAR RESULTADO COM A MATRIZ "PILOTO"	INSPEÇÃO VISUAL	2	8	6	96	INSPEÇÃO DA MATRIZ	PREPARADOR DA LINHA AO INICIAR AS ATIVIDADES	TODO INÍCIO DE LOTE	1	8	5	40
					QUADRO SEM ESTIRAMENTO	VERIFICAÇÃO DE FOLGA	MONTAR E GRAVAR OUTRA MATRIZ	2	6	2	24				2	6	2	24
					SEM FOLGAS NAS FIXAÇÕES		REAPERTO	2	6	2	24				2	6	2	24
					TRAMA INCORRETA PARA A APLICAÇÃO	APROVAR COM O PROCESSO	MONTAR E GRAVAR OUTRA MATRIZ	3	8	3	72				3	8	3	72
					POSIÇÃO INCORRETA DA TELA	COMPARAR RESULTADO COM A MATRIZ "PILOTO"	MONTAR E GRAVAR OUTRA MATRIZ	7	9	2	126	CHECAR A FIXAÇÃO	PREPARADOR DA LINHA AO INICIAR AS ATIVIDADES	TODO INÍCIO DE OPERAÇÃO	4	9	1	36
					AQUECIMENTO E GRAVAÇÃO DO FOTOLITO FEITO DE FORMA INCORRETA		MONTAR E GRAVAR OUTRA MATRIZ	7	7	2	98				7	7	2	98
					IMAGEM NÃO ESTÁ GRAVADA CONFORME A ARTE	APROVAR COM O DESIGN	MONTAR E GRAVAR OUTRA MATRIZ	2	9	6	108				2	9	6	108
2	TINTA	INSUMO	NÃO ATENDE OS REQUISITOS DO PROCESSO	PARADA DA PRODUÇÃO	SEM SUJEIRA	"COAR" A TINTA PAR REMOVER MATERIAL AGLUTINADO OU CONTAMINANTES	INSPEÇÃO VISUAL	2	8	1	16				2	8	1	16
					LÂMINA DE TINTA UNIFORME	HOMOGENEIZAR A TINTA ANTES DO USO		8	8	3	192	AFIAR ESPÁTULA	PREPARADOR DA LINHA AO INICIAR AS ATIVIDADES	TODO INÍCIO E FIM DO LOTE	5	8	2	80
			NÃO ATENDE OS REQUISITOS DO DESIGN	PARADA DA PRODUÇÃO E PERDA DO LOTE POR DEFEITO	VISCOSIDADE CORRETA	PREPARAR E AJUSTAR A TINTA ANTES DA APLICAÇÃO.	EFETUAR TESTE	3	8	3	72				3	8	3	72
					COR INCORRETA	COMPARAR RESULTADO COM A MATRIZ "PILOTO"		3	9	5	135	COMPARAR COM PEÇA PADRÃO	PREPARADOR DA LINHA AO INICIAR AS ATIVIDADES	TODO INÍCIO E FIM DO LOTE	1	9	4	36

(Continua...)

ITEM (Nº componente árvore)	DESCRIÇÃO	FUNÇÃO	MODO DE FALHA	EFEITO DA FALHA (sobre o cliente)	CAUSA DA FALHA	FORMAS DE CONTROLE PREVISTAS (Preventivo)	FORMAS DE CONTROLE PREVISTAS (Reativo)	PROBABILIDADE DE OCORRER O DEFEITO	GRAVIDADE DO DEFEITO	PROBABILIDADE DE DETECTAR O DEFEITO	ÍNDICE PRIORIDADE RISCO	AÇÕES RECOMENDADAS	RESPONSABILIDADE E CRONOGRAMA DAS AÇÕES	PROVIDÊNCIAS TOMADAS E DATAS DE REALIZAÇÃO	PROBABILIDADE DE OCORRER O DEFEITO	GRAVIDADE DO DEFEITO	PROBABILIDADE DE DETECTAR O DEFEITO	ÍNDICE PRIORIDADE RISCO
3	MESA TÉRMICA	GARANTIR POSICIONAM ENTO DO ELEMENTO	FALHA NO ACIONAMENTO	PARADA DA LINHA	SUJIDADE	LIMPEZA PERIÓDICA DO EQUIPAMENTO	LIMPEZA	8	8	2	128	INSPEÇÃO DA CONDIÇÃO DA MATRIZ E MESA	PREPARADOR DA LINHA AO INICIAR AS ATIVIDADES	TODO INÍCIO DE OPERAÇÃO	5	8	1	40
					SEM DESGASTE	COMPARAR RESULTADO COM A MATRIZ "PILOTO"	INSPEÇÃO VISUAL	2	7	3	42			2	7	3	42	
					SEM FOLGAS NAS FIXAÇÕES	REAPERTO DOS BATENTES DE POSIÇÃO	INSPEÇÃO VISUAL E CHEGAGEM DOS LACRES	2	7	2	28	INSPEÇÃO DIÁRIA DO EQUIPAMENTO	MANUTENÇÃO	INSERIR ATIVIDADE NO CALENDÁRIO DE MANUTENÇÃO	1	7	1	7
					POSIÇÃO INCORRETA DA TELA	COMPARAR RESULTADO COM A MATRIZ "PILOTO"	GABARITAR POSIÇÃO OU GRAVAR OUTRA MATRIZ	7	9	4	252	CHECAR A FIXAÇÃO	PREPARADOR DA LINHA AO INICIAR AS ATIVIDADES	TODO INÍCIO DE OPERAÇÃO	4	9	3	108
					AQUECIMENTO DA MESA	ESPECIFICAÇÃO DO INSUMO E PEDIDO NO PROCESSO	INSPEÇÃO DO MOSTRADOR DA MESA	6	7	2	84				6	7	2	84
4	FLASH PARA SECAGEM RÁPIDA	SISTEMA DE AQUECIMENT O SECUNDÁRIO	NÃO AQUECE	TINTA NÃO CURA	QUEIMADO	TROCAR PROCESSO	EFETUAR TESTE	6	7	2	84				6	7	2	84
			QUEIMA A PEÇA	ALTERA A COR	AQUECIMENTO FORA DO ESPECIFICADO	APROVAR COM O DESIGN	EFETUAR TESTE	6	7	2	84				6	7	2	84
5	MAQUINA DE GRAÇÃO	GRAVADOR DE DA MATRIZ	ERRO NO DESENHO	PERDA DE LOTE	FALHA NA GRAVAÇÃO	COMPARAR RESULTADO COM A MATRIZ "PILOTO"	INSPEÇÃO VISUAL	8	9	3	216	COMPARAR COM PEÇA PADRÃO	PREPARADOR DA LINHA AO INICIAR AS ATIVIDADES	TODO INÍCIO E FIM DO LOTE	5	9	2	90
PROBABILIDADE DE OCORRER:			GRAVIDADE (INFLUÊNCIA SOBRE CLIENTE):				PROBABILIDADE DE DETECTAR			ÍNDICE DE PRIORIDADE DE RISCO:			PARTICIPANTE	SETOR	EMPRESA			
VALORIZAÇÃO	PONTUAÇÃO		VALORIZAÇÃO		PONTUAÇÃO		VALORIZAÇÃO	PONTUAÇÃO		VALORIZAÇÃO		PONTUAÇÃO RESULTANT E	DAYANE	COMERCIAL	SILK			
- REMOTA	= 1		- NENHUMA		= 1		- QUASE CERTA	= 1					ANDREIA	PROPRIETÁRIA	SILK			
- BAIXA	= 2 a 3		- ABORRECIMENTO		= 2 a 4		- MUITO ALTA	= 2		- BAIXO	= 1 + 50		CARLOS	PROPRIETÁRIA	SILK			
- MODERADA	= 5 a 6		- PERDA OU DEGRADAÇÃO DA FUNÇÃO SECUNDÁRIA		= 5 a 6		- MODERADA A ALTA	= 3 a 5		- MÉDIO	= 50 + 100		ALEXSANDER	CONSULTOR	AUTONOMO			
- ALTA	= 7 a 9		- PERDA OU DEGRADAÇÃO DA FUNÇÃO PRIMÁRIA		= 7 a 8		- REMOTA A BAIXA	= 6 a 8		- ALTO	= 100 + 200		THAYS	PRODUÇÃO	SILK			
- MUITO ALTA	= 10		- NÃO ATENDIMENTO A REQUISITOS DE SEGURANÇA		= 9 a 10		- IMPROVÁVEL	= 9 a 10		- MUITO ALTO	= 200 + 1000							

