

Geraldo Sales dos Reis

**SELEÇÃO DE MODELO DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO  
PARA MICRO E PEQUENAS ORGANIZAÇÕES.**

Dissertação submetida ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia e Ciências Mecânicas –  
Pós-ECM da Universidade Federal  
de Santa Catarina para a obtenção  
do Grau de Mestre em Engenharia  
e Ciências Mecânicas.

Orientador: Prof. Dr. Acires Dias.

Coorientador: Prof. Dr. Régis  
Kovacs Scalice

Joinville  
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária  
da UFSC.

Reis, Geraldo Sales dos Reis

Seleção de modelo de gestão da manutenção para  
micro ou pequeno empreendimento / Geraldo Sales dos  
Reis Reis ; orientador, Acires Dias Dias,  
coorientador, Régis Kovacs Scalice Scalice, 2017.  
132 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Santa Catarina, Campus Joinville, Programa de Pós  
Graduação em Engenharia e Ciências Mecânicas,  
Joinville, 2017.

Inclui referências.

1. Engenharia e Ciências Mecânicas. 2. Gestão da  
manutenção. 3. Micro empreendimentos. 4.  
Especificidades de pequenas empresas. 5. Modelos de  
referência. I. Dias, Acires Dias. II. Scalice,  
Régis Kovacs Scalice. III. Universidade Federal de  
Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia e Ciências Mecânicas. IV. Título.

Geraldo Sales dos Reis

**SELEÇÃO DE MODELO DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO  
PARA MICRO E PEQUENAS ORGANIZAÇÕES.**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Engenharia e Ciências Mecânicas” e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Mecânicas – Pós-ECM da Universidade Federal de Santa Catarina.

Joinville, 5 de dezembro de 2017

---

Prof. Breno Salgado Barra, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Acires Dias, Dr.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Régis Kovacs Scalice, Dr.  
Coorientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Cristiano Vasconcelos Ferreira, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Luís Fernando Peres Calil, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Carlos Mauricio Sacchelli, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos pilares da  
minha vida, meus queridos pais e  
família e a minha amada esposa Silvia.

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Acires Dias por ter aceitado ser meu orientador e ter me proporcionado muito mais que orientações e sim experiências de vida não medindo esforços para que este trabalho fosse realizado

Ao professor Régis Kovacs Scalice pela contribuição dada e pelas ricas orientações.

Aos professores do programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Mecânicas – Pós-ECM da Universidade Federal de Santa Catarina pela transmissão de vários conhecimentos.

Ao Instituto Federal de Santa Catarina na pessoa do professor Valter Vander da Silva, que proporcionou espaço para que isto pudesse acontecer.

Aos meus pais, pelo incentivo e por me educarem na perseverança.

A minha amada esposa Silvia que é e sempre será minha fonte de inspiração, pela compreensão das horas em que eu faltei e pelo incentivo que sempre me deu.

Aos colegas do programa Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Mecânicas – Pós-ECM da Universidade Federal de Santa Catarina pela oportunidade de poder compartilhar, dialogar sobre os temas estudados.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

(Marthin Luther King)

## RESUMO

O crescimento de micro e pequenas organizações no Brasil é significativo conforme o relatório Evolução das Microempresas e Empresas de Pequeno Porte 2009-2012, 25,2% para as Microempresas (ME) e 43,1% para as Empresas de Pequeno Porte (EPP). Porém este crescimento não está sendo acompanhado pelo número de sobrevivências dessas empresas, conforme aponta o relatório do SEBRAE, Sobrevivência das Empresas no Brasil 2008-2012. A gestão da manutenção é um dos fatores importantes para o sucesso. Além disso, temos o fato de que a maioria destas organizações não dispõe de boas orientações e possuem dificuldade de acesso a literaturas que facilitem e orientem para uma melhor gestão dos seus empreendimentos, do ponto de vista das ações de manutenção. Especificamente para as micros e pequenas organizações da área de metal mecânico a dificuldade não é diferente, por isso esta pesquisa procurou estudar as especificidades destas organizações e dentre os diversos modelos de referência selecionar aquele que melhor se adequa a sua realidade. Para isso buscou-se pesquisar nos modelos de referência existentes, seus pontos principais. Por outro lado baseado em pesquisas recentes foi utilizado o método de Mudge como ferramenta para auxiliar na seleção deste modelo de referência. As especificidades usadas na comparação foram baseadas em estudos que sugeriram uma lista simplificada, que foi usada nesta comparação. O modelo de referência selecionado serviu para testar a metodologia em uma instituição que possui máquinas com características similares às empresas do setor, embora fosse uma organização do setor público. O planejamento da manutenção foi alcançado. O resultado embora específico sugere que a metodologia possa ser capaz de apontar para um planejamento adequado às especificidades de um empreendimento estudado. Há ainda necessidade de se pesquisar a evolução dos micros empreendimentos nas demais etapas de implantação de um sistema de gestão da manutenção.

**Palavras-chave:** Gestão. Manutenção. Especificidade.

## **ABSTRACT**

The growth of micro and small organizations in Brazil is significant, according to the report Evolution of Micro and Small Enterprises 2009-2012, 25.2% for Micro-enterprises (ME) and 43.1% for Small Enterprises (EPP) . However, this growth is not being accompanied by the number of survivors of these companies, according to the SEBRAE report, Survival of Companies in Brazil 2008-2012. Maintenance management is one of the important factors for success. In addition we have the fact that most of these organizations do not have good guidelines and have difficulty accessing literature that facilitates and guides them to better manage their projects from the point of view of maintenance actions. Specifically for the micro and small organizations of the area of mechanical metal the difficulty is not different, so this research tried to study the specificities of these organizations and among the several models of reference select the one that best suits their reality. To do this, we sought to search existing reference models, their main points. On the other hand based on recent research was used the Mudge method as a tool to assist in the selection of this reference model. The specificities used in the comparison were based on studies that suggested a simplified list, which was used in this comparison. The selected reference model served to test the methodology in an institution that has machines with similar characteristics to the companies of the sector, although it was a public sector organization. Maintenance planning has been achieved. The result, although specific, suggests that the methodology may be able to point to a planning that is appropriate to the specificities of a project studied. There is still a need to research the evolution of micro enterprises in the other stages of implementing a maintenance management system

**Keywords:** Management, Maintenance, Specificity.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Taxa de Mortalidade de Empresas de dois anos de funcionamento no Brasil por Porte .....	17
Figura 1.2 - Metodologia da Pesquisa.....	19
Figura 2.3 - Modelo de representação organizacional .....	29
Figura 3.1 - Esquema de modelo de gestão.....	37
Figura 3.2 - Aspectos importantes na gestão da manutenção.....	38
Figura 3.3 - A interligação da função manutenção, a sua gestão com o sistema produtivo.....	39
Figura 3.4 - Modelos Terotecnológicos .....	42
Figura 3.5 - A “bola de futebol” do <i>TQMain</i> .....	44
Figura 3.6 - Elementos chave do SMM .....	46
Figura 3.7 - Integração do sistema de manutenção – modelo estratégico .....	47
Figura 3.8 - Elementos chave do ECM .....	49
Figura 3.9 - Arquitetura do modelo RBM.....	50
Figura 3.10 - Os pilares básicos da implementação do TPM.....	53
Figura 3.11 - Interligação entre os pilares do TPM.....	55
Figura 3.12 - Processo de implementação do RCM.....	58
Figura 3.13 - Ferramenta de FMEA (SAE, 2002a) .....	59
Figura 3.14 - Árvore de decisão.....	61
Figura 3.15 - Manutenção de classe mundial com foco na gestão de ativos .....	66
Figura 3.16 - Evolução de um programa de gestão da manutenção .....	66
Figura 3.17 - Pirâmide de um sistema de gestão da manutenção .....	68
Figura 3.18 - Pilares, atributos e métricas para a WCM .....	69
Figura 3.19 - Pilares 1 a 6 de sustentação do modelo <i>World Class Maintenance</i> .....	70
Figura 3.20 – Pilares 7 a 10 de sustentação do modelo <i>World Class Maintenance</i> .....	71
Figura 3.21 - Interligação dos modelos pirâmide da implantação de um sistema de gestão da manutenção e o modelo <i>World Class Maintenance</i> .....	72
Figura 4.1 – Ficha para avaliação das especificidades dos Micro e Pequenos Empreendimentos .....	75
Figura 4.2 – Barreiras na implantação de melhorias na gestão da manutenção	77
Figura 4.3 – Sequencia a ser usada .....	78
Figura 4.4 – Categoria de Especificidades .....	79
Figura 4.5 – Análise quanto à necessidade de recursos .....	82
Figura 4.6 – Análise quanto a comunicação/interação.....	83
Figura 4.7 – Análise quanto a informalidade .....	83
Figura 4.8 – Análise quanto a liderança.....	83
Figura 4.9 – Análise quanto a maior conhecimento/habilidade .....	83
Figura 4.10 – Análise quanto a processos mais funcionais .....	84
Figura 4.11 – Análise quanto necessidade de planejamento .....	84
Figura 4.12 – Análise quanto a tomada de decisões .....	85
Figura 4.13 – Análise quanto a complexidade de implantação .....	85

Figura 4.14 – Análise quanto a recursos de hardware .....	85
Figura 4.15 – Análise quanto a necessidade de dados .....	86
Figura 4.16 – Análise quanto a Tecnologia de Informação .....	86
Figura 4.17 – WCM-componentes. ....	90
Figura 5.1 – Organização Estrutural da Instituição.....	93
Figura 5.2 - Vista do Laboratório de Fabricação .....	93
Figura 5.3 – Macroprocesso do Fluxo de Trabalho no Laboratório de Fabricação .....	94
Figura 5.4 – Formulário usado – Parte I .....	99
Figura 5.5 – Formulário usado – Parte II.....	100
Figura 5.6 – Formulário usado – Parte III .....	101
Figura 5.7 – Percepções dos Níveis Estratégicos.....	104
Figura 5.8 - Percepções do Nível Tático.....	104
Figura 5.9 - Percepções do Nível Operacional .....	105
Figura 5.10 - Visão Geral das Percepções – Valores médios .....	105
Figura 5.11 – Plano de Ações para Implantação do Modelo de Gestão da Manutenção-Parte 1 .....	106
Figura 5.12 - Plano de Ações para Implantação do Modelo de Gestão da Manutenção-Parte 2.....	107
Figura 5.13 – Julgamento da Influência das Especificidades da Instituição no Plano de Ações – Parte I.....	108
Figura 5.14 - Julgamento da Influência das Especificidades da Instituição no Plano de Ações – Parte II .....	108
Figura 5.15 - Macro fluxo das Estratégias por frentes operacionais .....	110
Figura 5.16 – Cronograma de Ações – Parte I.....	111
Figura 5.17 – Cronograma de Ações – Parte II .....	111
Figura 5.18 – Cronograma expandido .....	112
Figura 5.19 – Cronograma expandido II.....	112

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Critérios para classificar pequenos empreendimentos .....	27
Quadro 2.1 - Critérios para classificar pequenos empreendimentos .....	28
Quadro 2.2 - Especificidades estruturais dos pequenos empreendimentos .....	30
Quadro 2.3 - Especificidades comportamentais dos pequenos empreendimentos .....	31
Quadro 2.4 - Especificidades estratégicas dos pequenos empreendimentos .....	33
Quadro 2.5 - Especificidades tecnológicas dos pequenos empreendimentos .....	34
Quadro 2.6 - Matriz SWOT das especificidades dos pequenos empreendimentos .....	35
Quadro 3.1 - Modelos de referência.....	41
Quadro 4.1 – Especificidades organizacionais a serem comparadas em modelos de referências .....	81
Quadro 4.2 – Sigla dos Modelos de Referência .....	81
Quadro 5.1 – Especificidades da Instituição .....	95

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Classificação do porte das empresas - SEBRAE .....	24
Tabela 2.2 - Classificação do porte das empresas - BNDES .....	24
Tabela 2.3 - Classificação do porte das empresas - IBGE e MTE .....	25
Tabela 2.4 – Evolução do universo de empresas no país .....	25
Tabela 2.5 - Universo de empresas em Santa Catarina .....	27
Tabela 4.1 – Graus de Importância do modelo WCM .....	87
Tabela 5.1 – Lista de Máquinas do Laboratório de Fabricação .....	92
Tabela 5.2 – Lista de Máquinas do Laboratório de Materiais .....	92
Tabela 5.3 – Distribuição das Questões sobre a Implantação do Sistema de Gestão da Manutenção.....	97
Tabela 5.3 – Distribuição das Questões sobre a Implantação do Sistema de Gestão da Manutenção.....	98
Tabela 5.4 – Quantidade de Questionários .....	98
Tabela 5.5 – Critério de pontuação para o questionário sobre as percepções ...	99
Tabela 5.6 – Tabela de Percepções Gerais.....	101
Tabela B.1 - Níveis de Maturidade x critérios, colocada abaixo. ....	129
Tabela B.1 - Níveis de Maturidade x critérios, colocada abaixo. ....	130
Tabela B.2 - Quanto ao porte da empresa.....	131
Tabela B.3 - Quanto a região do país.....	131
Tabela B.4 – Municípios dentro de Santa Catarina .....	132
Tabela B.5a – Porte das empresas por município da região norte do estado de SC.....	132
Tabela B.5b – Porte das empresas por município da região norte do estado de SC.....	133
Tabela B.6a – Níveis de Maturidade em termos de percepções.....	133
Tabela B.6b – Níveis de Maturidade em termos de percepções .....	134

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
AFNOR	- <i>Association Française de Normalisation</i>
BNDES	- Banco Nacional do Desenvolvimento
BSI	- British Standards Institution
CMMS	- <i>Computerized Maintenance Management System</i>
ECM	- Manutenção Centrada na Eficácia
EPP	- Empresa de Pequeno Porte
ERP	- <i>Enterprise Resource Planning</i>
GE	- Grande Empresa
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFSC	- Instituto Federal de Santa Catarina
ME	- Micro Empresa
MPE	- Micro Pequeno Empreendimento
MTE	- Ministério do Trabalho e Emprego
PIB	- Produto Interno Bruto
RBM	- Manutenção Baseada no Risco
RCM	- Manutenção Centrada na Confiabilidade
SEBRAE	- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SMM	- Gerenciamento Estratégico da Manutenção
SERASA	- Serviço de Assessoria Sociedade Anônima
SSMA	- Saúde Segurança e Meio Ambiente
SWOT	- <i>Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats</i>
TPM	- Manutenção Produtiva Total
TQMain	- <i>Total Quality Maintenance</i>
UFSC	- Universidade Federal de Santa Catarina
WCM	- Manutenção de Classe Mundial
WMS	- <i>World Maintenance System</i>

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
1.1. Justificativas .....	17
1.2. Objetivos .....	18
1.3. Metodologia científica.....	19
1.3.1 Diagrama de Mudge .....	20
1.4. Resultados esperados.....	21
1.5. Organização da dissertação .....	22
<b>2. GESTÃO DE MICRO E PEQUENOS EMPREENDIMENTOS – MPE'S .....</b>	<b>23</b>
2.1. Caracterizações dos MPE.....	23
2.2. Realidades dos micros e pequenos empreendimentos no Brasil.....	25
2.3. Especificidades das micro e pequenas empresas .....	27
2.3.1. Especificidades ambientais.....	29
2.3.2. Especificidades organizacionais .....	30
2.3.2.1. Especificidades estruturais .....	30
2.3.2.2. Especificidades comportamentais.....	31
2.3.2.3. Especificidades estratégicas .....	32
2.3.2.4. Especificidades tecnológicas .....	33
<b>3. GESTÃO DA MANUTENÇÃO.....</b>	<b>36</b>
3.1. O que são modelos de gestão?.....	36
3.2. Modelos de referência para a Gestão da manutenção.....	40
3.2.1. Modelos Terotecnológicos .....	41
3.2.2. Modelo Qualidade Total da Manutenção (ou <i>TQM</i> ain do inglês <i>Total Quality Maintenance</i> ).....	43
3.2.3. Modelo Gerenciamento Estratégico da Manutenção (ou <i>SMM</i> do inglês <i>Strategic Maintenance Mangement</i> ).....	45
3.2.4. Modelo Manutenção Centrado na Eficácia (ou do inglês <i>Effectiveness Centered Maintenance</i> ) .....	48
3.2.5. Modelo Manutenção Baseado no Risco (ou do inglês <i>Risk Based Maintenance</i> ).....	49

3.2.6. Modelo Referência – Manutenção Produtiva Total (ou TPM do inglês <i>Total Productive Maintenance</i> ) .....	51
3.2.7. Modelo Manutenção Centrada na Confiabilidade (ou RCM do inglês <i>Reliability Centered Maintenance</i> ) .....	57
3.2.8. Modelo Manutenção de Classe Mundial (ou WCM do inglês <i>World Class Maintenance</i> ) .....	62

#### **4. ANÁLISE E SELEÇÃO DO MODELO DE REFERÊNCIA QUE MAIS FAVORECE UM MICRO OU PEQUENO EMPREENDIMENTO**

**75**

4.1 Identificação das principais especificidades de um Micro ou Pequeno Empreendimento.....	75
4.2 Avaliação dos modelos de referência para a manutenção e o seu favorecimento para as MPE's.....	77
4.3 Comentários finais .....	88

#### **5.0 ESTUDO DE CASO PARA AFERIR A INCORPORAÇÃO DA GESTÃO WCM NUMA MICRO ESTRUTURA DE MANUFATURA....**

**91**

5.1 Caracterização da Empresa.....	91
5.1.1.1 Ambientais.....	95
5.2 Modelo Proposto .....	96
5.3 Resultado das Avaliações .....	101
5.4 Percepções por Níveis.....	103
5.5 Propostas para o plano de ações desta instituição .....	106
5.6 Comentários Finais da Implantação .....	113

#### **6.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....**

**114**

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....**

**116**

#### **APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SOBRE GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO.....**

**128**

#### **APÊNDICE B – PESQUISA DE CAMPO SOBRE GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO .....**

**129**

B.1 Comentários .....	135
-----------------------	-----

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos vinte anos a manutenção tem procurado novos modos de pensar, técnicos e administrativos, já que as novas exigências de mercado tornaram visíveis as vulnerabilidades de um empreendimento, sem uma boa gestão da sua manutenção. Esta já era uma preocupação que já tinha sido mencionado por Moubray (1997).

Segundo Quinello e Nicoletti, (2005), a origem do termo manutenção vem do vocabulário militar e significava manter, nas unidades de combate, o efetivo e o material num nível constante. O surgimento da palavra manutenção na indústria ocorreu em 1950 nos Estados Unidos da América. Na França, por exemplo, esse termo está mais associado à palavra “conservação” (MONCHY, 1989).

A manutenção é uma função empresarial, da qual se espera o controle constante das instalações, assim como o conjunto de trabalho de reparo e revisões necessárias para garantir o funcionamento regular e o bom estado de conservação das instalações produtivas, serviços e instrumentação dos estabelecimentos (FILHO, 2000).

Formalmente, a definição de manutenção é a combinação de ações técnicas, administrativas e de supervisão, com o objetivo de manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida, ou seja, fazer o que for preciso para assegurar que um equipamento ou máquina opere dentro de condições mínimas de requerimentos e especificações (ABNT, 1994).

As atividades de manutenção existem para evitar a degradação natural ou não de quaisquer equipamentos ou instalações. Esses desgastes, quando se manifestam produzem problemas de: má aparência, perdas parciais e até perda total das funções requeridas, causando paradas de produção, fabricação, perda da qualidade dos produtos ou serviços, poluição e desastres ambientais. Como essa área tem uma forte relação com os setores produtivos, principalmente quanto à qualidade e produtividade, ela acaba desempenhando um papel estratégico fundamental na melhoria dos resultados operacionais e financeiros dos negócios (XENOS, 1998).

Por outro lado a pressão exercida pelos ambientes externos às empresas impõe uma melhoria na eficiência das suas gestões.

O microempreendedor por sua vez, tem maior dificuldade ainda pelas características do seu tipo de empreendimento.

As áreas de manutenção, quando identificadas e otimizadas dentro do contexto geral de um empreendimento, podem oferecer vantagem competitiva, pois ela está presente nas atividades de Apoio



(fornecimento e manutenção da infraestrutura como, por exemplo, energia elétrica, água, ar comprimido, vapor e gás) e nas atividades Primárias (a manutenção de equipamentos e bens de capital).

O desafio que fica é desenvolver uma gestão de manutenção que seja eficiente, ágil, segura e de baixo orçamento. Estes fatores são imprescindíveis para o sucesso da gestão de manutenção de qualquer empreendimento.

### 1.1. Justificativas

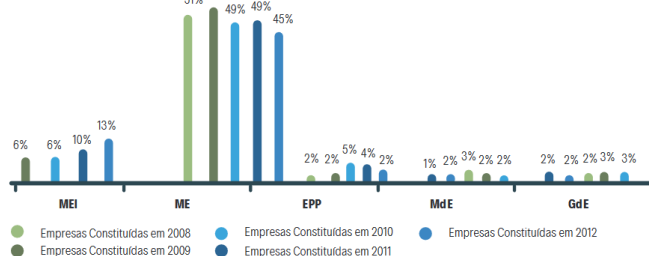
As justificativas que corroboram para o desenvolvimento deste trabalho se apoiam nos aspectos do crescimento do micro empreendedorismo e no aspecto científico

Percebe-se um aumento significativo no crescimento de micro e pequenas empresas no Brasil. O SEBRAE, no relatório Evolução das Microempresas e Empresas de Pequeno Porte 2009-2012 apontou um crescimento de 25,2% no número de Microempresas (ME) e um crescimento de 43,1% para as Empresas de Pequeno Porte (EPP). (SEBRAE, 2014).

Estas empresas além de estarem empregando mais mão de obra são responsáveis por boa parte do PIB estadual.

Porém estes tipos de empresas embora estejam se desenvolvendo muito rapidamente, em muitas delas este crescimento não é de forma organizada. Segundo o SEBRAE no relatório Sobrevivência das Empresas no Brasil 2008-2012 aponta que a taxa de mortalidade de empresas com dois anos de funcionamento é maior no grupo das ME e das EPP, como está representado na Figura 1.1 (SEBRAE, 2016).

Figura 1.1 - Taxa de Mortalidade de Empresas de dois anos de funcionamento no Brasil por Porte



Fonte: SEBRAE, 2016

Segundo o SERASA o número de falências no Brasil foi o maior dos últimos 4 anos, sendo que do número total de pedidos 53,6% eram de micro e pequenas empresas. (JORNAL VALOR ECONOMICO, 2017)

Conforme apontou o relatório Sobrevivência das Empresas no Brasil 2008-2012, SEBRAE (2016), dentre outros fatores, a falta de gestão por parte dos empreendedores, como uma das causas para o aumento do número de falências dos micros empreendimentos, embora é sabido que este ano foi um ano bastante recessivo no país.

Outra justificativa para este trabalho se deve ao fato de que a maioria destes empreendimentos, não dispõe de boas orientações e possuem dificuldade de acesso a literaturas que facilitem e orientem para uma melhor gestão dos seus empreendimentos, do ponto de vista das ações de manutenção.

A gestão e o processo de manutenção de uma empresa têm mudado muito rapidamente, na medida em que as próprias empresas precisam fazer mudanças nos seus processos, para fazer frente às necessidades de negócio. Gerenciar um setor de manutenção hoje em dia e lidar com várias variáveis, e ter que saber fazer as escolhas corretas da forma de trabalhar, sob pena de imputar ao negócio um peso muito grande de prejuízo e insucesso.

No período de 2000 a 2013 foi feita uma pesquisa de campo em várias empresas da área de metal mecânica e da área têxtil. Nesta pesquisa percebeu-se que as pequenas organizações apresentaram os números mais baixos de gestão da manutenção. (Apêndice B).

Devido à existência dos diversos tipos de empreendimentos em várias áreas, este trabalho se limitará a fazer estudos voltados para empreendimentos dentro da área de metalomecânica.

Fica o desafio para o gestor de ter que fazer uma gestão eficiente, simples, porém segura e principalmente que não onere a empresa.

## 1.2. Objetivos

O principal objetivo é identificar dentre os diversos modelos de referência de gestão de manutenção existentes na literatura, um modelo que facilite a sua implantação, para micro e pequenos empreendimentos. Também tem como objetivos específicos:

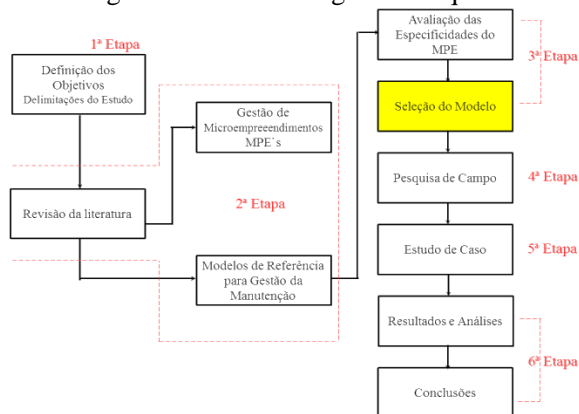
- a) Organizar o conhecimento sobre modelos de referência de gestão de manutenção;

- b) Organizar os pontos positivos dos modelos, mais apropriados aos micros empreendimentos;
- c) Propor um modelo a ser utilizado na manutenção, mais eficiente e simples utilizando práticas modernas.
- d) Propor, aplicar e analisar pesquisa feita, visando entender o comportamento dos micros empreendimentos, da região de Joinville, dentro do aspecto gestão da manutenção;
- e) Propor a implementação do modelo concebido em uma empresa ou instituição de micro ou pequeno porte.

### 1.3. Metodologia científica

A metodologia a ser usada no desenvolvimento desta pesquisa é baseada em Gil (2002) e tem como base a pesquisa exploratória sobre os modelos de referencia encontrados na literatura. O planejamento da pesquisa envolverá as seguintes etapas: levantamento bibliográfico, pesquisa em fontes, estudo de caso e aplicação. Será também feito pesquisa de campo em entrevistas não estruturadas para levantar a percepção dos possíveis usuários, como também avaliação do desenvolvimento da pesquisa.

Figura 1.2 - Metodologia da Pesquisa



Fonte: Do autor.

A Figura 1.2 - Metodologia da Pesquisa ilustra a organização da metodologia científica, aonde a 1ª etapa envolve a definição dos objetivos e a delimitação do tema, as demais sub etapas se referem a revisão bibliográfica, a organização dos conhecimentos adquiridos, a avaliação do melhor modelo e a aplicação do mesmo.

A 2ª etapa, revisão bibliográfica foi feita em cima das bases disponibilizadas pela UFSC/IFSC, destacando-se: *Reliability Engineer & System Safe, International Journal of Quality & Reliability Mangement* e *Journal of Quality in Maintenance Engineer*.

Para a 3ª etapa serão feitos comparativos entre os modelos de referência para auxiliar na definição/seleção do modelo.

Para a 4ª etapa, pesquisas de campo foram utilizados dados de experiência de empresas da região de Joinville.

Para a 5ª etapa o modelo selecionado será testado na implantação de um micro empreendimento.

Para a 6ª etapa, serão feitas conclusões e análises dos resultados.

### 1.3.1 Diagrama de Mudge

O método de Mudge é um método numérico que propende avaliar a hierarquia entre requisitos. A avaliação é obtida através da comparação direta entre dois requisitos, de modo a determinar qual é mais importante. Schuster, Schuster e de Oliveira (2015), Rozenfeld, Forcelini e Amaral (2007) expressam que o diagrama de Mudge é uma ferramenta que permite a comparação de função de duas em duas, com o objetivo de ordená-las por relevância. Esta comparação resultara em quatro respostas de acordo como o seguinte critério:

Valor= 5 - o requisito que é considerado muito mais importante do que outro

Valor= 3 - um requisito considerado mais importante que outro

Valor= 1- um requisito é considerado pouco mais importante que outro

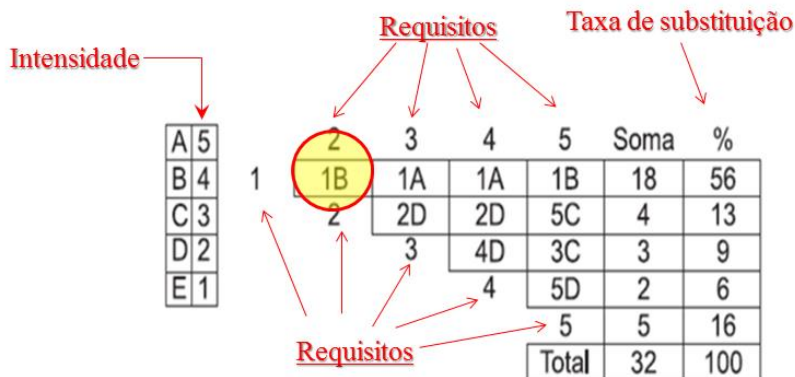
Valor= 0 - os requisitos que são considerados de igual Importância

Há algumas variações dessa escala pontuando valores intermediários 2 e 4.

Na Figura 1.3 - Diagrama de Mudge, a integração de número/letra nos campos centrais da matriz representa qual requisito é predominante e sua importância, nas duas últimas colunas, obtêm-se os pesos dos requisitos das partes interessadas, ou seja, seus respectivos graus de importância. Segundo Nickel, *et al* . (2009) estes graus de

importância passam a ser entendidos como ‘taxas de substituição’ na medida em que se obtêm os valores percentuais.

Figura 1.3 – Diagrama de Mudge



1B – Requisito 1 é prevaece sobre o requisito 2 com intensidade 4

Fonte: Nickel et Al (2009)

#### 1.4. Resultados esperados

Ao final desta pesquisa a expectativa é ter alcançado um bom nível de conhecimento dos modelos de referência de gestão da manutenção a ponto de junto com as especificidades das micro e pequenas empresas, conseguir ter um modelo selecionado que melhor atenda a estas especificidades, além disso, também é esperado:

- Proporcionar à micro e pequenos empreendimentos uma melhor compreensão dos modelos de gestão de manutenção;
- Com o modelo selecionado, facilitar gestão de manutenção de micro empreendimentos;
- Auxiliar no crescimento das micro e pequenas empresas em termos de gestão empresarial.

### 1.5. Organização da dissertação

Esta dissertação está organizada em 7 capítulos, dispostos da seguinte maneira:

**Capítulo 1** – Apresenta-se uma introdução ao tema, bem como os objetivos e justificativos da escolha do tema, bem como a metodologia científica a ser usada e uma visão dos resultados esperados.

**Capítulo 2** – Trará uma revisão do que é um micro e um pequeno empreendimento, sua realidade atual no Brasil e as especificidades envolvidas neste tipo de gestão.

**Capítulo 3** – Apresenta a literatura dos principais modelos de referência de Gestão da Manutenção, seus princípios básicos e suas principais vantagens e desvantagens.

**Capítulo 4** – Serão feitos comparativos entre os principais modelos de referência de gestão da manutenção, os pontos em que os mesmos favorecem aos micros e pequenos empreendimentos, este comparativo irá auxiliar na definição/seleção do modelo que mais favorece.

**Capítulo 5** – O modelo selecionado será testado na proposta de implantação em uma instituição da região de Joinville.

**Capítulo 6** – Conclusões e trabalhos futuros. Encerra a dissertação e também conterá as considerações finais do trabalho.

## **2. GESTÃO DE MICRO E PEQUENOS EMPREENDIMENTOS – MPE’S**

Neste capítulo destacam-se as particularidades da Gestão de Micro e Pequenos Empreendimentos (MPE’s). Aborda-se o que as diferencia dos grandes empreendimentos (GE’s), suas características, a importância para a economia nacional e as suas principais especificidades.

Ferreira (1997) destaca que um empreendimento, significa uma ação de quem, ou de uma instituição que toma para si uma responsabilidade, sendo esta responsabilidade a de desenvolver um projeto, uma empresa, uma obrigação, um negócio, etc..

O processo para se classificar um determinado empreendimento em Micro ou Pequeno é muito amplo, pois é dificultado pela grande diversidade desses empreendimentos, por isso existem vários critérios que podem ser manuseados para classificar as empresas dentro das suas classes (TERENCE, 2008). Nem todos os critérios podem ser válidos para todos os tipos de empreendimento, por causa da diversidade de setores e da relevância que cada critério tem, ou não, para aquele determinado setor.

### **2.1. Caracterizações dos MPE**

De acordo com Drucker (1981), o tamanho não altera as particularidades de uma empresa, nem os seus problemas administrativos ou mesmo as suas dificuldades, o que o tamanho afeta é a sua estrutura administrativa como um todo, cada tamanho de empresa exige dos seus órgãos comportamento e atitudes diferentes.

Caracterizar pequenos empreendimentos não é algo muito simples, pois há diferentes critérios para diferentes propósitos, além do que existem critérios que podem ser aplicáveis às áreas industriais, mas não são aplicáveis a outros tipos de empreendimentos. Geralmente os critérios utilizados para as definições são de ordem quantitativa ou qualitativa, os mais usados são os quantitativos, que são mais facilmente obtidos, enquanto os qualitativos são mais subjetivos e mais difíceis de serem obtidos.

No âmbito nacional, existem instituições públicas e privadas que utilizam critérios para classificar o porte da empresa, as tabelas abaixo Tabela 2.1 - Classificação do porte das empresas - SEBRAE (2014) e Tabela 2.2 - Classificação do porte das empresas - BNDES (2013), resumem os critérios usados a empreendimentos industriais.

Na Tabela 2.1 - Classificação do porte das empresas - SEBRAE, o critério que o SEBRAE usa está baseado na lei que regulamenta o Estatuto Nacional da Micro e Empresa de Pequeno Porte, também conhecida por Lei Geral, que foi alterada pela Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006.

Tabela 2.1 - Classificação do porte das empresas - SEBRAE

Porte	Critério	
	Quantidade de Empregados	Faturamento Anual
Microempreendedor Individual	≤ 19 empregados	Até R\$ 60 mil
Microempresa (ME)		≤ R\$ 360 mil, exceto MEI
Empresa de Pequeno Porte (EPP)	20 a 99 empregados	> R\$ 360 mil a R\$ 3,6 milhões
Média empresa	de 100 a 499 empregados	Maior que R\$ 3,6 milhões
Grande empresa	≥ 500 empregados	Maior que R\$ 3,6 milhões

Fonte: SEBRAE (2014).

Na Tabela 2.2 - Classificação do porte das empresas - BNDES, o critério usado pelo BNDES é conforme a Receita Operacional Bruta (ROB) das empresas ou conforme a renda anual de clientes pessoas físicas.

Tabela 2.2 - Classificação do porte das empresas - BNDES

Porte	Critério
	Faturamento Anual
Microempresa	Até R\$ 2,4 milhões
Pequena empresa	Acima de R\$ 2,4 milhões até R\$ 16 milhões
Média empresa	Acima de R\$ 16 milhões até R\$ 90 milhões
Empresa média-grande	Acima de R\$ 90 milhões até R\$ 300 milhões
Grande empresa	Acima de R\$ 300 milhões

Fonte: BNDES (2015).

Tabela 2.3 - Classificação do porte das empresas - IBGE e MTE é mostrado o critério usado tanto pelo IBGE como pelo Ministério do



Trabalho e Emprego (MTE). Baseia-se, principalmente, nas informações da Relação Anual de Informações Sociais – RAIS.

Tabela 2.3 - Classificação do porte das empresas - IBGE e MTE

Instituição	Num. Pessoas ocupadas	Classificação
IBGE e MTE	Até 19	Microempresa
	De 20 a 99	Pequena empresa

Fonte: Martins (2014, p. 46).

Neste estudo especificamente não será abordado os microempreendedores individuais, e também não será abordado empreendimentos que não sejam da área industrial, o enfoque estará voltado para o micro e o pequeno empreendimento da área industrial.

## 2.2. Realidades dos micros e pequenos empreendimentos no Brasil

Os pequenos negócios no país e em particular as microempresas (ME) e as Empresas de Pequeno Porte (EPP), possuem um destaque importante na economia brasileira, como pode ser observado na Tabela 2.4 – Evolução do universo de empresas no país, mostrada abaixo.

Na tabela 2.4 é possível perceber que o número total de empresas cresceu de 4.950 mil em 2009, para 8.905 mil em 2012, o que representou um aumento de quase 80% em quatro anos. Por outro lado o crescimento dos pequenos empreendimentos relativos a esta pesquisa (ME+EPP), foi de 27,7% comparativamente ao mesmo período.

Tabela 2.4 – Evolução do universo de empresas no país

Porte	2009	2010	(2010/ 2009)	2011	(2011/ 2010)	2012	(2012/ 2011)	(2012/ 2009)
MEI	47.987	793.799	1554,2%	1.664.447	109,7%	2.640.400	58,6%	5402,3%
ME	4.113.929	4.769.078	15,9%	4.940.321	3,6%	5.152.562	4,3%	25,2%
EPP	660.594	791.073	19,8%	891.659	12,7%	945.070	6,0%	43,1%
MGE	127.781	148.977	16,6%	159.908	7,3%	167.592	4,8%	31,2%
<b>Brasil</b>	<b>4.950.291</b>	<b>6.502.927</b>	<b>31,4%</b>	<b>7.656.335</b>	<b>17,7%</b>	<b>8.905.624</b>	<b>16,3%</b>	<b>79,9%</b>

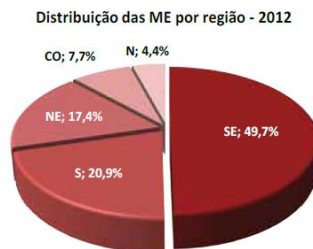
Fonte: SEBRAE (2014).

Ainda com base nos dados da pesquisa do SEBRAE (2014) foi possível constatar que o número de Microempresas (ME) no país saiu de

4,1 milhões, em 2009, para 5,15 milhões, em 2012, representando crescimento de 25,2% no período. No tocante às Empresas de Pequeno Porte, em 2009, somavam 660 mil. Em 2012, totalizaram 945 mil, com elevação de 43,1%, superando a taxa de crescimento das Médias e Grandes Empresas (MGE), de 31,2%.

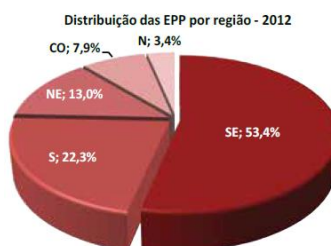
Também foi possível avaliar a distribuição dos pequenos empreendimentos por regiões do país, a Figura 2.1 - Distribuição (%) das ME por região do país - 2012 e a Figura 2.2 – Distribuição (%) das EPP por região do país - 2012 mostra como estavam distribuídos os pequenos empreendimentos (ME + EPP). Sendo que a região sul foi a 2ª maior região do país em termos de quantidade de pequenos empreendimentos.

Figura 2.1 - Distribuição (%) das ME por região do país



Fonte: SEBRAE, 2014

Figura 2.2 - Distribuição (%) das EPP por região do país



Fonte: SEBRAE (2012).

Voltando a análise especificamente para o estado de Santa Catarina, a Tabela 2.5 - Universo de empresas em Santa Catarina - 2012, mostra a situação da evolução dos empreendimentos no estado.

É possível perceber que também no estado de Santa Catarina os pequenos empreendimentos representam quase a totalidade dos

empreendimentos, 99,2%, além do que representava na data da pesquisa 59,2% do total de empregados do estado, um valor bem maior do que os 24,8% dos grandes empreendimentos.

Tabela 2.5 - Universo de empresas em Santa Catarina

Estoque de empresas e empregos de Santa Catarina - segundo o porte – 2012				
Porte	Estabelecimentos		Empregos	
	Quantidade	Participação	Quantidade	Participação
Micro (M)	325.121	93,4%	473.941	29,4%
Pequena (PE)	20.294	5,8%	481.276	29,8%
Média (MD)	1.984	0,6%	257.851	16,0%
Grande (GD)	874	0,3%	400.543	24,8%
MPE (M + PE)	345.415	99,2%	955.217	59,2%
<b>Total</b>	<b>348.273</b>	<b>100,0%</b>	<b>1.613.611</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: SEBRAE (2014)

### 2.3. Especificidades das micro e pequenas empresas

Os critérios e os dados apresentados no tópico anterior abordaram mais a parte quantitativa. A preocupação em definir micros e pequenas empresas não é de agora. Já em 1984, Dutra e Guaghardi (1984) estabeleceram critérios para classificar os pequenos empreendimentos, o Quadro 2.1 - Critérios para classificar pequenos empreendimentos.

Quadro 2.1 - Critérios para classificar pequenos empreendimentos

Quantitativos	Qualitativos	Mistos
➤ Número de empregados	➤ Trabalho próprio ou de familiares	➤ Baixa relação investimento/mão de obra
➤ Faturamento anual	➤ Não administram de forma especializada	➤ Menor dependência a fontes externas tecnológicas
➤ Patrimônio Líquido	➤ Não pertencem a grupos financeiros	➤ Completam atividades de indústrias complexas
➤ Capital Social		
➤ Ativo Imobilizado	➤ Não tem produção em escala	
➤ Valor do Passivo		

“continua”

Quadro 2.1 - Critérios para classificar pequenos empreendimentos

Quantitativos	Qualitativos	Mistos
		<i>“continuação”</i>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Apresentam condições peculiares</li> <li>➤ São organizações rudimentares</li> <li>➤ Usam equipamentos menos complexos</li> <li>➤ Receptoras de mão de obra de baixa qualidade</li> <li>➤ Treinam mão de obra especializada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ produção/distribuição de bens/serviços</li> <li>➤ Suporte à política de apoio a cidades de porte médio</li> <li>➤ Preparam executivos e futuros empresários</li> </ul>

Fonte: Dutra e Guaghardi (1984).

Leone (1991) explica que para compreender os pequenos empreendimentos, ambos os critérios são importantes, pois há grande diferenciação desse tipo de empreendimento em relação aos demais.

No critério quantitativo, Leone (1991) argumenta que dependendo do tamanho da empresa, do comportamento econômico e do comportamento social os problemas são diferente e exigem recursos também diferentes para solucioná-los. Na mesma pesquisa a autora afirma que os pequenos empreendimentos podem ser estudados a partir de suas especificidades, ou seja, a partir das suas características inerentes, ou seja, critérios mais qualitativos.

Há outros estudos feitos por pesquisadores como Bortoli Neto (1980) e Pinheiro (1996), que se destacam os critérios qualitativos, pois representam uma imagem mais fiel da empresa, e por isso, verifica-se que a necessidade de encarar de modo diferenciado a gestão dos pequenos empreendimentos.

Na pesquisa feita por Leone (1999) foi citado, por exemplo, a importância do papel do empreendedor, as suas aspirações, as suas motivações, bem como os seus objetivos pessoais. Também foi citado o papel do ambiente, que impõe a esses empreendimentos a necessidade de adaptação.

Bigaton e Escrivão Filho (2006) citaram na sua pesquisa várias formas de classificar as especificidades dos pequenos empreendimentos, sendo elas: as especificidades ambientais e as especificidades organizacionais (estruturais, comportamentais, estratégicas e tecnológicas). Essa visão está representada na Figura 2.3 - Modelo de representação organizacional, aonde o modelo citado é adaptado da literatura de Nadler e Tushman (1994).

Figura 2.3 - Modelo de representação organizacional



Fonte: Bigaton e Escrivão Filho (2006)

### 2.3.1. Especificidades ambientais

Os pequenos empreendimentos são mais vulneráveis a esse tipo de especificidade que impõe limitações através de fatores oriundos internamente (dentro da empresa) e externamente (fora da empresa). Como exemplo dessas limitações externas, temos a excessiva carga tributária, as obrigações fiscais, dificuldade de acesso a financiamentos, além dos juros excessivos. Como exemplo das limitações internas, tem-se o próprio ambiente operacional, influenciado diretamente pelos clientes, concorrentes e fornecedores.

### 2.3.2. Especificidades organizacionais

As especificidades organizacionais são aquelas relacionadas aos aspectos internos da empresa, ou seja, dependem de como está montado à estrutura do pequeno empreendimento, ou do comportamento do(s) seu(s) dirigente(s), do(s) comportamento(s) do(s) colaborador(es), da estratégia adotada e qual a tecnologia utilizada. Na literatura encontramos a afirmação:

as especificidades de pequenos empreendimentos relacionadas à estrutura são referentes ao modo como as atividades nestes empreendimentos são divididas, organizadas e coordenadas (BIGATON e ESCRIVÃO FILHO, 2006, p. 2).

#### 2.3.2.1. Especificidades estruturais

Bigaton e Escrivão Filho (2006 apud Drucker, 1981, p. 225) compartilham deste ponto de vista ao afirmar “para cada configuração de pequeno empreendimento e a sua estrutura administrativa, pois assim como também existem problemas distintos e com as suas deficiências típicas”. O Quadro 2.2 – Especificidades estruturais dos pequenos empreendimentos resume as principais especificidades citadas.

Quadro 2.2 - Especificidades estruturais dos pequenos empreendimentos

Especificidade
Estruturas simples, enxuta e menos formalizada.
Flexibilidade Organizacional, ou seja, pode operar mudanças com mais rapidez do que uma grande organização.
Grande Capacidade de executar trabalhos mais “artesanais” e de atendimento personalizado para os clientes
Gestão informal com a ausência de regras e normas escritas em termos de métodos e processos de trabalhos
Maior flexibilidade quanto à diversidade de mão-de-obra, ou seja, possui empregados com e sem qualificação técnica formalizada.
Falta de mão-de-obra e pessoal administrativo qualificado e motivado
Os sistemas de comunicação são mais ágeis e eficazes graças à proximidade entre os integrantes desses empreendimentos.

Fonte: Adaptado de Bigaton e Escrivão Filho (2006).

As especificidades listadas no Quadro 2.2 estão relacionadas com o processo de organização do pequeno empreendimento, ou seja, de

como ocorre a divisão do trabalho, a delegação de autoridade e a forma de comunicação entre os integrantes. O que se percebe é que em termos de especificidades estruturais, os pequenos empreendimentos possuem estruturas mais simples e por isso possuem menos setores e funções administrativas, por outro lado isso favorece a uma fluidez da comunicação.

### 2.3.2.2. Especificidades comportamentais

As especificidades dos pequenos empreendimentos relacionadas ao comportamento visam, segundo Bigaton e Escrivão Filho (2006, p. 3)

explicitar o comportamento dos dirigentes e dos colaboradores, em termos de valores, atitudes, desejos, motivações, competências, experiências, estilo de liderança etc., tanto nas decisões tomadas como na execução das atividades.

O Quadro 2.3 - Especificidades comportamentais dos pequenos empreendimentos, resume essas especificidades.

Quadro 2.3 - Especificidades comportamentais dos pequenos empreendimentos

Especificidade
Despreparo técnico formalizado dos recursos humanos, já que muitas vezes não há nem treinamento.
Estilo de gerenciamento flexível, porque é dada a cada funcionário a possibilidade de usar processos/métodos que acreditam serem os ideais.
Tomada de decisões ágil, apesar de ser intuitiva.
Administração não profissional, já que muitas vezes o empresário da pequena empresa não possui conhecimento de técnicas administrativas e não utiliza práticas de bom gerenciamento.
Falta de experiência gerencial do dirigente, o que leva a erros gerenciais no desenvolvimento do negócio.
Problemas da vida familiar misturam-se com os da empresa, já que muitas vezes os funcionários dessas empresas fazem parte da família.
Influência pessoal do proprietário-dirigente.
Centralização de diversos cargos e atividades nas mãos do dirigente

Fonte: Adaptado de Bigaton e Escrivão Filho (2006).

As especificidades listadas no Quadro 2.3 nos mostram que a tomada de decisão é baseada no julgamento ou na intuição do proprietário-dirigente e, na maior parte do tempo, dentro de uma ótica operacional de curto prazo (LEONE, 1999). O tipo de comportamento levantado sugere que como as decisões são centralizadas, o dirigente não dispõe de tempo e nem de habilidade necessária para atitudes mais analíticas e estratégia.

Silva (2004, p. 45) salienta “que a gestão de pequenos empreendimentos é muito influenciada pelas características comportamentais dos seus respectivos proprietários, sendo nesse caso de suma importância ter estas habilidades pessoais bem desenvolvidas, para que os resultados sejam positivos para o empreendimento”.

### 2.3.2.3. Especificidades estratégicas

Á respeito dessas especificidades Bigaton e Escrivão Fiho (2006, p. 4), destacam que:

referem-se à visão interna e externa à empresa, a forma como se desenvolve o processo de elaboração de estratégias (decidir antecipadamente quais ações serão desenvolvidas no futuro, como elas serão executadas, o momento adequado de execução e quem será o executor; definir o horizonte de tempo para o qual será válido, podendo ser de longo, médio ou curto prazo; e definir o grau com que será detalhado, escrito e explícito a toda organização), a utilização da técnica de planejamento estratégico e a disponibilidade de informações.

Ao analisarmos os dados do Quadro 2.4 – Especificação estratégica dos pequenos empreendimentos precisa-se entender que o sucesso e o desenvolvimento de pequenos empreendimentos dependem de vários fatores, que por sua vez podem ser subdivididos em fatores internos e externos, porém vale ressaltar que existe um grau de dependência entre os mesmos e isso faz com que a análise não possa ser feita de forma isolada.



Quadro 2.4 - Especificidades estratégicas dos pequenos empreendimentos

Especificidade
Estratégia intuitiva e pouco formalizada.
Ausência de uma programação eficiente de produtos.
Inexistência de serviços de assistência técnica e de pós-venda estruturado.
Enfoque no produto e não no cliente, e ainda esse enfoque muitas vezes tem um posicionamento errado quanto à imagem, propaganda, promoção, canais de distribuição e preço.
Localização inadequada da empresa
Incapacidade básica para reconhecer a origem de seus próprios problemas, voltando sua atenção para reclamações imediatas e visíveis
Grande preocupação com o curto prazo, o que gera uma “miopia” diante da perda da competitividade, frente aos concorrentes e às tecnologias.
Ausência de atividade de planejamento formal, sendo quase tudo na base da improvisação.
Incapacidade de gerar capital excedente, para a realização de investimentos que permitam melhorias quantitativas e qualitativas na produção, e assim ter um crescimento sadio e planejado.
Falta constante de capital de giro, provocada muitas vezes pelo desequilíbrio quantitativo e/ou qualitativo dos estoques de matérias-primas, produtos em elaboração e produtos acabados.
Não possuem condições de realizar grandes dispêndios com promoções e propaganda.
Carência de dados quantitativos e informações gerenciais confiáveis sobre a evolução do mercado e dos seus produtos.
Não beneficiamento das oportunidades e avanços da pesquisa em ciência e tecnologia.

Fonte: Adaptado de Bigaton e Escrivão Filho (2006).

#### 2.3.2.4. Especificidades tecnológicas

“Tecnologia é o conjunto de conhecimentos necessários para se conceber, produzir e distribuir bens e serviços de forma competitiva” (KRUGLIANSKAS, 1996, p. 13). As especificidades tecnológicas de pequenos empreendimentos estão relacionadas, principalmente com as características das tecnologias de processamento, das inovações

tecnológicas e da tecnologia da informação (ALBUQUERQUE, 2004). As principais especificidades tecnológicas citadas na literatura são:

Os dados do Quadro 2.5 nos mostram que em termos tecnológicos essas especificidades não favorecem a competitividade dos pequenos empreendimentos, pois como as mesmas estão voltadas à produção, elas revelam uma vulnerabilidade na gestão desta área.

Quadro 2.5 - Especificidades tecnológicas dos pequenos empreendimentos

Especificidade
Facilidade em alterar e adaptar os equipamentos, pois são menos especializados, e dessa forma conseguem uma produção eficiente em uma escala menor
Maquinário, instalações e ferramentas em mau estado de conservação em virtude da falta de manutenção;
Tendem a evitar nichos de mercados, que exijam recursos consideráveis, pela falta de área de Planejamento e Desenvolvimento.
Não realiza inovação de processos e produtos.
Um número reduzido de pessoas envolve-se com o desenvolvimento de novos produtos e processos.
Os sistemas de informação são simples.
Não utiliza totalmente os benefícios da Tecnologia da Informação

Fonte: Adaptado de Bigaton e Escrivão Filho (2006).

No Quadro 2.6 - Matriz SWOT das especificidades dos pequenos empreendimentos, as especificidades dos pequenos empreendimentos são colocadas em uma matriz SWOT, para uma visão clara e objetiva sobre quais são as suas forças e fraquezas no ambiente interno, suas oportunidades e ameaças no ambiente externo.

Na avaliação feita levou-se em consideração que as especificidades ambientais de um modo geral são ameaçadoras, embora é sabido que para algumas pequenas organizações possa ser uma oportunidade, como no caso das organizações micro empreendedor individual.

Quadro 2.6 - Matriz SWOT das especificidades dos pequenos empreendimentos

OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Especificidades Ambientais</li><li>➤ Especificidades Tecnológicas</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Especificidades estruturais</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Especificidades Estratégicas</li><li>➤ Especificidades comportamentais</li></ul>

Fonte: Do autor.

### 3. GESTÃO DA MANUTENÇÃO

As oscilações no cenário econômico tanto no Brasil como no mundo são uma presença constante nas últimas décadas. Em meio a uma crise econômica que afeta a todos, grandes ou pequenos empreendimentos, as organizações são constantemente testadas quanto a sua capacidade de serem competitivas e de se adaptarem as transformações necessárias. Especificamente em se tratando dos Micro e pequenos empreendimentos, as dificuldades são ainda maiores devido as suas especificidades.

Associado a isso, a exigência dos clientes tem aumentado, fazendo com que os processos produtivos sejam cada vez melhores e sem falhas ou interrupções que acabem impedindo que as empresas cumpram os seus objetivos.

Por outro lado as máquinas estão se tornando mais complexas, através da modernização e da automação, ao ponto de tornar-se ativos como críticos para o sucesso do negócio empresarial, porém ao mesmo tempo em que se tornam complexos, também se tornam mais caros e nesse contexto uma falha operacional pode levar a indisponibilidade e afetar a capacidade produtiva, aumentando custos e interferindo na qualidade do produto, além do que falhas podem também acarretar prejuízos na imagem institucional da empresa, principalmente se incluírem aspectos de segurança pessoal, patrimonial ou de meio ambiente.

Nesse cenário, de se manter a organização competitiva, que a compreensão estratégica da função manutenção e a sua integração com os demais setores, contribui de forma significativa, para o sucesso ou para o fracasso de uma organização.

#### 3.1. O que são modelos de gestão?

A palavra “modelo” é oriunda do latim *modellum* e, significa a maneira de se conduzir ou de se dirigir ou a maneira de ser e de fazer Houaiss, Villar e Franco (2001).

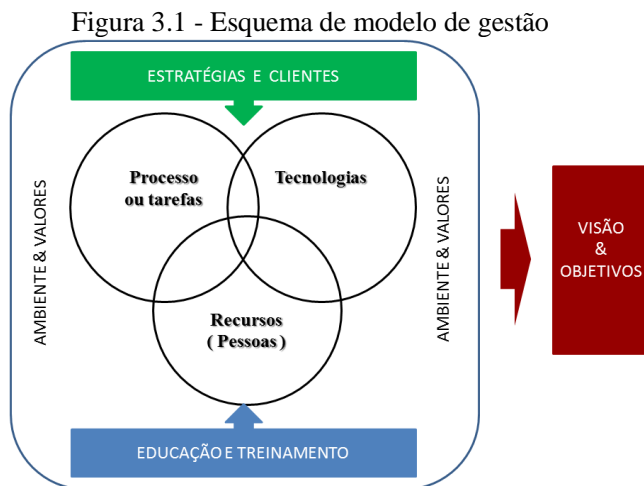
Ferreira et al (2010) esclarecem que para o estudo dos modelos de gestão é necessário conhecer suas diferentes perspectivas de construção e os impactos trazidos por estas às organizações, aos seus indivíduos e à sociedade.

Segundo Barboza e Costa (2012, p. 4) “independentemente do modelo de gestão adotado, existem duas dimensões específicas presentes, que são: a forma e a função; a primeira expressa a

configuração organizacional, a segunda, as tarefas que precisam ser cumpridas”.

Já Rodriguez (2010) afirma que é necessário que exista um modelo de gestão específico adequado ao funcionamento de cada empresa e que muitas das vezes *esse modelo* se torna implícito a organização e não muito visível aos funcionários. O autor classifica modelo de gestão como a forma estruturada e organizada de como ocorre a integração entre os sistemas internos assegurando o atendimento às estratégias do negócio e que há três pilares básicos que sustentam qualquer modelo de gestão, que são: as pessoas, os processos e as tecnologias, todos amparados pela educação e a aprendizagem e orientados pelas estratégias e pelos clientes.

A Figura 3.1 - Esquema de modelo de gestão ilustra a visão do autor, quanto aos pilares básicos de um modelo de gestão a as suas interligações.



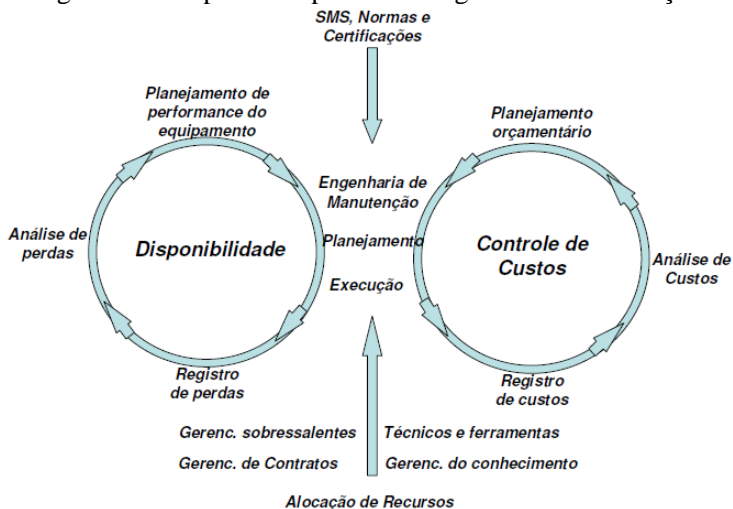
Fonte: Adaptada de Rodrigues (2010).

Segundo Rodriguez (2010), o modelo de gestão proposto na Figura 3.1, refere-se à forma como as empresas organizam suas atividades (tarefas ou processos), seus recursos (pessoas), com a aplicação de procedimentos (tecnologia), normas e regras (estrutura). Desta forma, a gestão da empresa reflete sua cultura organizacional (ambiente), seus valores, sua visão (objetivos) e missão (negócios).

A manutenção também tem que responder às crescentes exigências que lhe são feitas. A visão retrógrada da manutenção como um centro de custos, onde o corte de gastos, muitas vezes sem critérios, proporciona elevação rápida dos lucros, ainda persiste em muitas organizações. Companhias de ponta, porém, percebem a manutenção como uma atividade que protege o fluxo de caixa futuro da empresa, necessária e estratégica, portanto, para a perpetuação do negócio.

Também já passou o tempo em que a manutenção deveria responder simplesmente às demandas da operação, numa atitude criticada como passiva ou reativa. A função da manutenção não é consertar o equipamento quebrado, mas se antecipar à quebra, evitando os altíssimos custos de indisponibilidade dos sistemas. Haarman e Delahay (2004) nos dão uma visão dos vários aspectos envolvidos na atividade e na gestão de manutenção. A Figura 3.2 - Aspectos importantes na gestão da manutenção ilustra os aspectos e seu inter-relacionamento.

Figura 3.2 - Aspectos importantes na gestão da manutenção



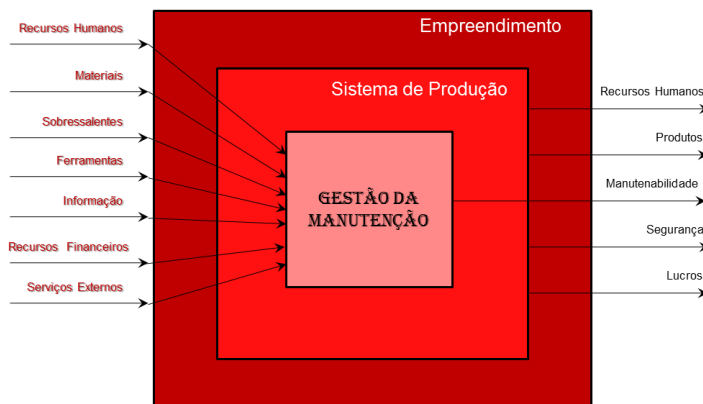
Fonte: Haarman e Delahay (2004).

Para a Figura 3.2, Gurski e Rodrigues (2008, p.2) comentam que “a gestão de manutenção tornou-se uma disciplina complexa. A resposta simples a demandas de reparos de equipamentos que já estão em pane não é mais tolerada”, ainda os autores afirmam que:

é necessário responder adequadamente ao gerenciamento dos custos, à disponibilidade de equipamentos, às demandas de SMS (Segurança, Meio-ambiente e Saúde), ao enquadramento em normas e certificações, tudo isso com uma alocação eficiente dos recursos, como pessoal, estoque, contratos e equipamentos.

Segundo Tsang (2002), a maneira como a manutenção é realizada irá influenciar a disponibilidade de instalações de produção, o volume, qualidade e custo de produção, bem como a segurança da operação, estes, por sua vez, irá determinar a rentabilidade da empresa.

Figura 3.3 - A interligação da função manutenção, a sua gestão com o sistema produtivo



Fonte: (TSANG, 2002).

A Figura 3.3 - A interligação da função manutenção mostra a sua gestão de forma interativa com o sistema produtivo, segundo Tsang (2002), representa a inserção da manutenção dentro do sistema produtivo de um empreendimento, sendo a gestão da manutenção, responsável por gerir várias entradas necessária para o desenvolvimento da sua função. Ao analisarmos a Figura 3.3 proposta por Tsang (2002), é possível enxergar quatro dimensões necessárias dentro de um modelo de gestão de manutenção:

1. Recursos: diz respeito às entradas e a capacidade de gerir corretamente;

2. Processo da Manutenção: Organização da função – a maneira como as tarefas deverão ser estruturadas.
3. Metodologia/Tecnologias – como devem ser selecionadas as estratégias de manutenção;
4. Infraestrutura – Necessária para o desenvolvimento das atividades.

Comparando a visão de Tsang (2002), com o modelo de gestão proposto por Rodriguez (2010), é possível ver que ambos os autores convergem sobre os pilares básicos de um modelo de gestão.

Como as atividades de manutenção em si já não aceitam mais a reatividade como norma de atuação, a gestão de manutenção também deve ser proativa, antecipando-se aos problemas, visualizando e projetando o seu próprio crescimento.

### 3.2. Modelos de referência para a Gestão da manutenção

Paralelamente ao estudo dos modelos de gestão, existem os chamados modelos de referência, que servem como um “Guia”, auxiliando os empreendimentos nos seus processos de gestão, incluindo práticas já consagradas internacionalmente, como também maneiras de pensar, abordar e articular problemas de uma organização empresarial. Cardoso et al (2008), afirmam que as empresas devem utilizar estes modelos para formatar o seu próprio modelo de gestão, adaptando as suas especificidades, transformando-o assim em algo único.

Segundo Karathanos (1999), os modelos de referência servem para orientar os gestores, possibilitando assim que se construam soluções integradas. Já para Harrison e Shiron (1998), modelos de referência existem, para que seja possível verificar a eficácia de uma organização, através da comparação.

Em pesquisas feitas por Fraser, Hvolby e Tseng (2015), Stoneham (1998), Sherwin (2000), Mostafa (2004) e Garg e Deshmukh (2006), com base em periódicos das bases Emerald, EBSCOHost, Science Direct (Elsevier), SAGE, SpringerLink, e Wiley, foi possível identificar a menção de vários modelos de referência para a gestão de manutenção. O Quadro 3.1 - Modelos de referência apresenta a visão desses autores de uma forma mais holística e foi possível destacar 8 modelos mais citados que são:



Quadro 3.1 - Modelos de referência

SIGLA	Descrição	Description
	Modelos Terotecnológicos	
TQMain	Qualidade Total na Manutenção	Total Quality Maintenance
SMM	Gerenciamento Estratégico da Manutenção	Strategic Maintenance Mangemente
ECM	Manutenção Centrada na Eficácia	Effectiveness Centered Maintenance
WCM	Manutenção de Classe Mundial	World Class Maintenance
TPM	Manutenção Produtiva Total	Total Productive Maintenance
RCM	Manutenção Centrada na Confiabilidade	Reliability Centered Maintenance
RBM	Manutenção Baseada no Risco	Risk Based Maintenance

Fonte: Fraser e Kym (2015), Stoneham (1998), Sherwin (2000), Mostafa (2004) e Garg e Deshmukh (2006),

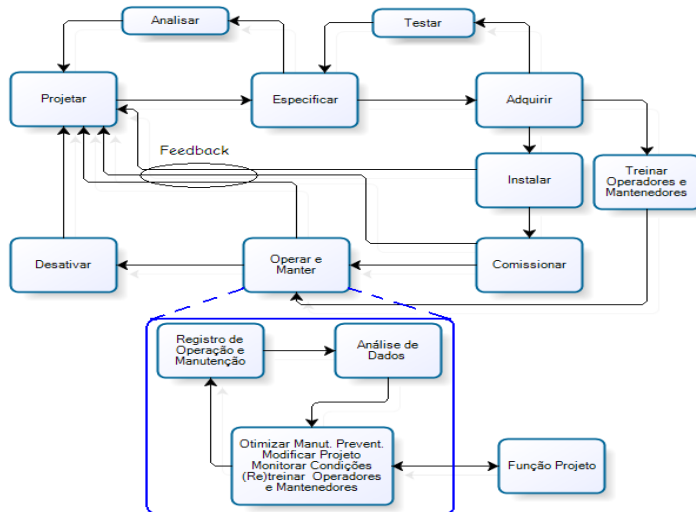
### 3.2.1. Modelos Terotecnológicos

Trata-se de um modelo de manutenção desenvolvido na década de 70, pelos ingleses, que busca a combinação de gerência de economia com gerência de tecnologia, destacando a importância do custo de ciclo de vida dos equipamentos.

O objetivo principal está na busca de alternativas técnicas, estudos de confiabilidade e avaliações técnicas-econômicas para obter ciclos de vida de equipamentos cada vez menos dispendiosos. A terotecnologia veio para demonstrar a importância do envolvimento dos usuários finais, como operadores e técnicos de manutenção, na fase de concepção do projeto para facilitar a mantabilidade dos equipamentos.

Conforme Lima, Santos e Sampaio (2010), “esse modelo foi criado para obter o *feedback* das informações produzidas nos vários estágios do ciclo de vida dos sistemas mantidos. Todos os *feedbacks* nos referentes estágios vão para os projetistas”. A Figura 3.4 – Modelos Terotecnológicos apresenta o modelo expandido.

Figura 3.4 - Modelos Terotecnológicos



Fonte: Lima, Santos e Sampaio, (2010)

No modelo apresentado na Figura 3.4 é possível perceber que em todas as etapas do ciclo de vida de um equipamento, o setor de projetos acompanha e recebe informações, que visam serem analisadas com vistas a melhorar o projeto do equipamento em si, também é possível verificar que, entre as etapas de aquisição e operação, os operadores e mantenedores deverão ser treinados, bem como na fase de operação e manutenção, existe a preocupação com o registro e análise dos dados visando não só melhorar a própria manutenção, mas visando dar ao projeto um melhor acompanhamento do equipamento em uso.

Os pontos norteadores *desse modelo* são:

- a) Equipamentos com maior confiabilidade e facilidade de manutenção, uma vez que o projeto sempre é melhorado;
- b) Interação muito forte entre as áreas operacionais com o setor de manutenção e o setor de projeto;
- c) Um envolvimento muito maior da manutenção na hora da especificação, da compra, da instalação, da fase de testes e na fase inicial do funcionamento.

Para Monchy (1989), a manutenção deve começar já na fase de projeto de uma máquina, visando dar a esta máquina características de manutenibilidade, confiabilidade e disponibilidade ao longo de toda a sua vida útil.

Segundo Irani (2011) a manutenção deixa de ser apenas eficiente para se tornar eficaz, com a aplicação desse modelo de gestão, uma vez que o objetivo está na busca de alternativas técnicas, que possibilitem um melhor desempenho das máquinas e conseqüentemente uma redução na demanda dos serviços.

Para Lima, Santos e Sampaio (2010), esse modelo pode ser dividido em duas fases: a) Modelo terotecnológico básico e b) Modelo terotecnológico avançado.

Segundo os autores a diferença está que na primeira fase o enfoque é a importância do custo do ciclo de vida dos equipamentos. Já na segunda fase o enfoque é a lucratividade ao longo do ciclo de vida dos equipamentos. Os autores destacam que para a implementação desta segunda fase, são necessários sistemas de tecnologia de Informação e comunicação suficientemente integradas, para que possa dar conta das demandas das informações que irão acontecer ao longo do ciclo de vida do equipamento, pois estas informações irão alimentar os modelos matemáticos que farão as simulações, os cálculos e outros procedimentos que orientaram a tomada de decisões.

### 3.2.2. Modelo Qualidade Total da Manutenção (ou *TQM* do inglês *Total Quality Maintenance*)

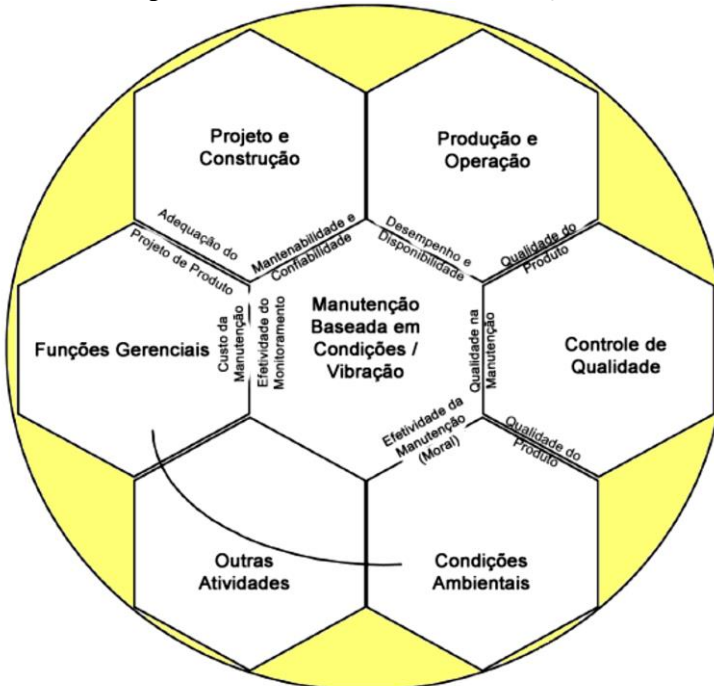
Conforme Lima, Santos e Sampaio (2010) “esse modelo é baseado no ciclo Deming da Qualidade Total, também denominado ciclo PDCA, do inglês *Plan-Do-Check-Act* ou Planejar-Executar-Verificar-Atuar”. O objetivo principal é a utilização máxima do equipamento ao longo do seu ciclo de vida útil, mais especificamente procurando minimizar as perdas de produção de cada parte dos sistemas produtivos que estão sujeitas a desgaste, com isso tornar a disponibilidade a mais alta possível, *esse modelo* é apoiado pelo uso de técnicas de monitoramento de condições das máquinas, que dão o suporte para a tomada de decisões.

Segundo Lima, Santos e Sampaio (2010), esse modelo propõe “que a manutenção deva estar alinhada com a produção e sugere que o planejamento de ambas deva ser em conjunto, evitando ao máximo a

execução de serviços nos períodos produtivos, evitando assim a parada total da unidade produtiva”.

Lima, Santos e Sampaio (2010) citam Al-Najjar (1996), em sua pesquisa destacando que “essa política da uma importância relativa a fatores que o modelo sugere que seja considerado quando do estabelecimento de uma política de manutenção, os fatores que o modelo enfatiza são a manutenibilidade, confiabilidade, disponibilidade, produtividade, qualidade, eficácia e custos de manutenção”. A Figura 3.5 - A “bola de futebol” do *TQM* ilustra a visão do autor sobre o modelo e a importância dos fatores considerados.

Figura 3.5 - A “bola de futebol” do *TQM*



Fonte: (SHERWIN, 2000).

Na Figura 3.5 - A “bola de futebol” do *TQM* percebe-se que a melhoria contínua defendida por *esse modelo* é visto desde a fase inicial de projeto com a preocupação com a manutenibilidade e a confiabilidade com o projeto do produto, também na fase de produção e operação a preocupação com o desempenho e a disponibilidade e a

qualidade do produto que ficam uma interface com o Controle da qualidade e o próprio sistema de monitoramento proposto. Tudo está ligado ao monitoramento proposto que fará com que ocorra a efetividade das ações e da própria manutenção.

Sohal e Morrison (1995) afirmaram em sua pesquisa que *esse modelo* significa projetar continuamente novas ideias, porém mantendo o que já está implementado, e isto requer constante aprendizado, para que *esse modelo* quando implementado seja eficiente e eficaz.

Segundo Sherwin (2000), o foco da pesquisa feita por Al-Najjar (1996) está no monitoramento das condições das máquinas, especificamente voltada para a análise de vibração e por isso é natural que o modelo proposto inclua a inspeção e o acompanhamento das políticas de manutenção.

Ainda segundo Sherwin (2000), esse modelo sugere uma programação fortemente integrada com a produção exigindo uma base de dados integrada, que permita extrair dados para escolher e aperfeiçoar uma política de manutenção.

O modelo proposto por Al-Najjar (1996) sugere que as ações de manutenção deverão ser implementadas, após confrontação dos dados comparativos do monitoramento com os dados históricos armazenados, sendo que para isso há a necessidade do uso dos procedimentos do controle da qualidade, para identificar as causas dos desvios e aí poder atuar para melhorar os processos de manufatura, bem como as condições ambientais, o próprio controle de qualidade, e otimizar pessoal, métodos e materiais.

Ainda segundo Al-Najjar (1996), esse modelo visa a total previsibilidade das falhas e das ações de manutenção.

### 3.2.3. Modelo Gerenciamento Estratégico da Manutenção (ou SMM do inglês *Strategic Maintenance Management*)

Segundo Murthy, Atrens e Eccleston (2002), a abordagem da manutenção segundo esse modelo se apoia em dois elementos fundamentais que são:

- a) A Gestão da manutenção é uma atividade crucial para o negócio tanto como para a sobrevivência, como para sucesso do próprio empreendimento e como tal precisa gerenciada de forma estratégica;

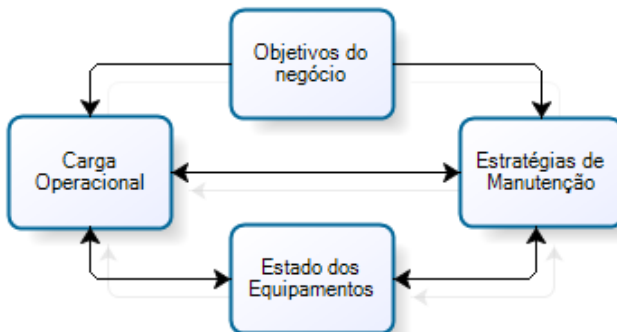
- b) A Gestão da manutenção para ser eficaz precisa ser baseada em modelos quantitativos de negócios que integram a manutenção com outras decisões, tais como produção.

Lima, Santos e Sampaio (2010), destacam que nesse *modelo* a manutenção é visto como uma atividade multidisciplinar, e que envolve:

- a) Uma compreensão científica dos mecanismos de degradação, ligado com a coleta e análise de dados, para avaliar o estado dos equipamentos;
- b) Construção de modelos quantitativos para prever o impacto de diferentes ações (manutenção e operação) sobre a degradação do equipamento;
- c) Gestão da manutenção de uma perspectiva estratégica.

Uma visão esquemática *desse modelo* é dada por Murthy, Atrens e Eccleston (2002), na Figura 3.6 - Elementos chave do SMM abaixo:

Figura 3.6 - Elementos chave do SMM



Fonte: Murthy, Atrens e Eccleston (2002).

Segundo a pesquisa feita *desse modelo* pelos autores, o ponto de partida é o estado do equipamento, tanto inicial, como ao longo da sua vida útil. Esse estado é afetado pelas cargas operacionais e pelas próprias ações de manutenção.

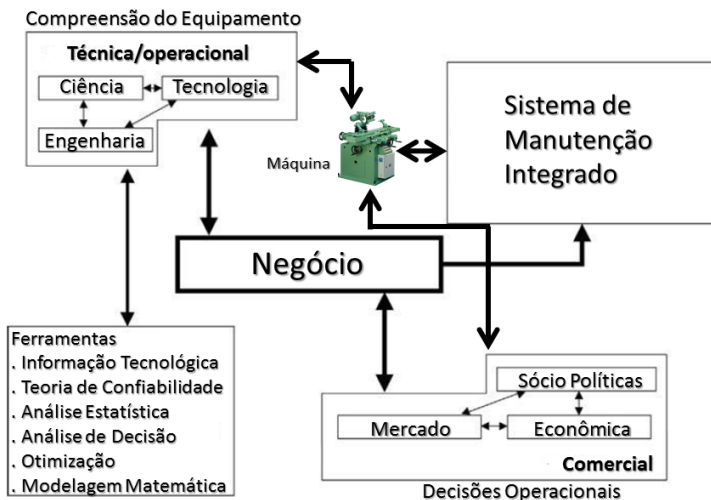
As ações de manutenção são dependentes da confiabilidade do equipamento, ou seja, equipamentos menos confiáveis maior necessidade de esforços de manutenção, que também são dependentes

das decisões tomadas durante o projeto e a fabricação. Pelo lado operacional, as cargas operacionais dependem das decisões tomadas pela produção, que são influenciadas, por considerações comerciais e de mercado e tem grande impacto sobre o desempenho geral da empresa.

Por fim tanto as decisões operacionais como as de manutenção precisam ser tomadas em conjunto, levando em conta a degradação dos equipamentos e os objetivos gerais do negócio. Segundo os autores os diferentes elementos da teoria da confiabilidade são muito importantes, na abordagem *desse modelo*, pois lida com a previsão, estimação, otimização e sobrevivência dos equipamentos e por consequência as ações da manutenção.

Murthy, Atrens e Eccleston (2002), afirmam que para o sucesso da implementação *desse modelo* algumas das especificidades organizacionais como a estrutura da equipe e as estratégias usadas precisam ser bem dimensionadas., outro aspecto abordado pelos autores é a estratégia, que precisa ser vista num contexto maior de longo prazo. A Figura 3.7 ilustra a visão dos autores sobre as empresas precisarem ter um sistema de gestão de manutenção integrado para melhoria continua ela mostra os elementos principais (técnica / operacional, comercial e ferramentas) do sistema.

Figura 3.7 - Integração do sistema de manutenção – modelo estratégico



Fonte: Adaptado de Murthy, Atrens e Eccleston (2002).

### 3.2.4. Modelo Manutenção Centrado na Eficácia (ou do inglês *Effectiveness Centered Maintenance*)

Segundo PUN *et al.*, 2002, esse modelo foca nas funções do sistema de manutenção e no serviço prestado ao cliente, na visão dos autores *esse modelo* tem muitas características que são boas práticas para a melhoria da manutenção, sendo apoiado na participação das pessoas, melhora da qualidade, desenvolvimento da estratégia de manutenção e medição de desempenho.

Já na pesquisa feita por Sherwin (2000) a eficácia que *esse modelo* propõe depende fundamentalmente de um desdobramento apropriado dos recursos necessários, quer sejam eles humanos ou materiais (peças, sobressalentes, consumíveis, ferramental etc.), sendo no final sendo medido pelo lucro obtido, ao longo do ciclo de vida da organização. Para isso as organizações devem estabelecer estratégias de manutenção viáveis e desenvolver um sistema de medição da eficácia global alinhada com as melhores práticas na indústria.

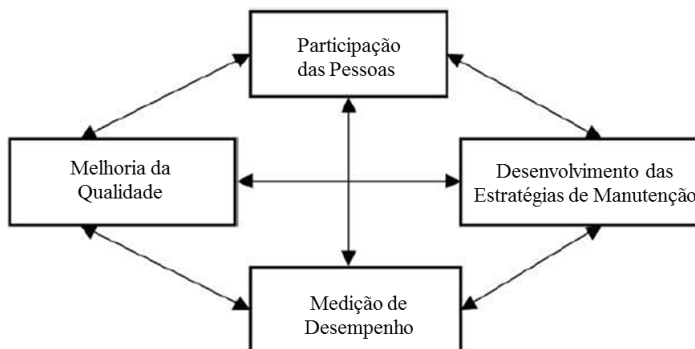
Os autores PUN *et al.*, 2002, afirmam que em vez de simplesmente administrar os resultados, é necessário controlar as condições dos equipamentos que produzem os resultados.

Para Shenoy e Bhadury (1998), uma estratégia de manutenção global sempre requer uma mudança cultural e uma melhoria contínua da formação, sendo que a efetividade da manutenção vem com uma boa coordenação dentro dos grupos, uma abordagem adequada e uma boa utilização dos recursos humanos, se isto estiver implantado a organização tende a ter abordagens integradas e centrada na eficácia, que salienta que é melhor “fazer as coisas certas” do que só fazer as coisas.

Os autores PUN *et al.*, (2002) afirmam na pesquisa feita que *esse modelo* procurou utilizar boas práticas de outros modelos de referência, como o TPM, o RCM e o *TQM*ain, salientam que é fundamental manter a função do ativo ou equipamento, com uma preocupação constante sobre a confiabilidade, segurança, operações e serviços para o cliente, associado a um bom sistema de medição de desempenho, que pode servir de base para a definição de objetivos futuros e sustentar a melhoria contínua do desempenho. A Figura 3.8 - Elementos chave do ECM, abaixo ilustra os elementos chaves desse modelo, na visão dos pesquisadores.



Figura 3.8 - Elementos chave do ECM



Fonte: Pun et al (2002).

### 3.2.5. Modelo Manutenção Baseado no Risco (ou do inglês *Risk Based Maintenance*)

Para Garg e Deshmukh (2006) este é um modelo de gestão que objetiva minimizar os perigos causados por falhas não previsíveis dos equipamentos, de uma maneira economicamente viável.

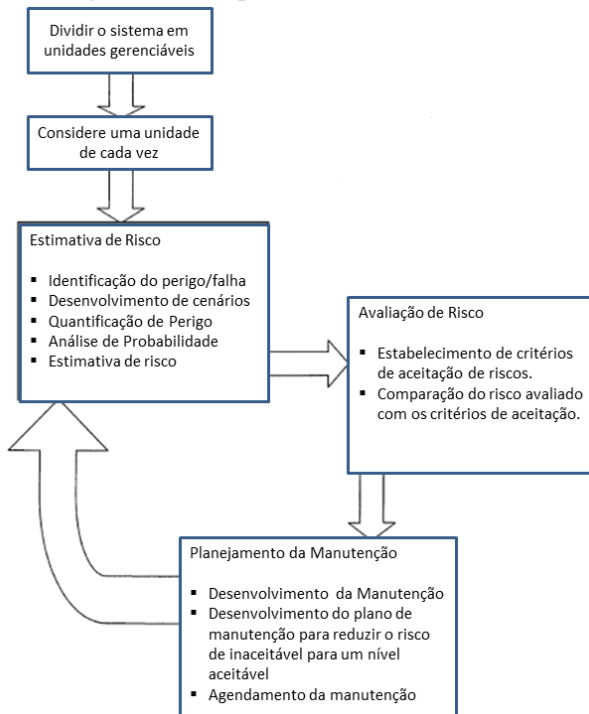
Já para Kauer et al (2002), a base para se estabelecer um programa da Manutenção baseado em risco é estritamente necessária entender corretamente quais riscos devem ser medidos e os critérios de aceitação que devem ser usados para obter recursos externos (público, autoridades etc.) e interno (gerência, operação, inspeção etc.).

Segundo Brear, Jarvis e Middleton (2002 apud Lima, Santos e Sampaio, 2010, p. 8) “a análise de riscos está associada a identificação dos perigos, da probabilidade de ocorrência e das suas consequências”. Perigo é uma situação ou condição que introduz certo potencial de causar danos. As consequências correspondem aos efeitos que poderiam se originar caso os eventos de risco ocorressem.

Backlund e Hannu (2002) afirmam que uma utilização eficaz dos recursos pode ser conseguida através de decisões de manutenção baseado em risco e recomendação onde e quando realizar a manutenção.

Ainda segundo os autores a necessidade de se priorizar as ações de manutenção em uma fabrica ou uma planta industrial, tornou-se cada vez mais importante dentro dos diversos ramos da indústria. E dependendo do tipo de processo industrial, uma análise de riscos pode fornecer uma orientação segura quanto ao local e aonde às ações devem ser dirigidas.

Figura 3.9 - Arquitetura do modelo RBM



Fonte: (KHAN; HADDARA, 2003).

Conforme ilustra a Figura 3.9 o sistema pode ser dividido em unidades e analisado individualmente, segundo Khan e Haddara (2003), o objetivo geral do processo de manutenção é aumentar a rentabilidade da operação e aperfeiçoar o ciclo de vida total, sem comprometer a segurança ou questões ambientais. Esse modelo integra a confiabilidade com a segurança e, portanto, pode ser usado como uma ferramenta de decisão para o planejamento de manutenção. Isso ajuda na gestão, na tomada de decisões corretas relativas ao investimento em manutenção.

Esse modelo terá melhor resultado, se aplicado em empreendimentos onde o processo exige riscos efetivos ao patrimônio, as pessoas ou ao meio ambiente.

### 3.2.6. Modelo Manutenção Produtiva Total (ou TPM do inglês *Total Productive Maintenance*)

Segundo Poduval, Pramod e Raj (2013), esse é um modelo de gestão para melhorar a produtividade de uma organização e produzir produtos de alta qualidade, minimizando as perdas e reduzindo assim os custos.

Segundo Suzuki (1994) TPM é uma metodologia de melhoria orientado a produção que é projetada para otimizar a confiabilidade dos equipamentos e assegurar a utilização eficiente da planta através do uso de envolvimento dos funcionários e capacitação, ligando funções de fabricação, manutenção e engenharia. Ele foi desenvolvido pelo *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) como uma ferramenta muito importante para os setores de fabricação de equipamentos intensiva; é um meio fundamental para aumentar a disponibilidade da máquina.

A ideia central do programa TPM, segundo Nakajima (1989), era eliminar completamente as "seis grandes perdas que ocorrem em grandes equipamentos, a saber: avaria/quebra do equipamento, instalação e configuração inicial, em marcha lenta, parada menores ou velocidade reduzida, rendimento reduzido, defeitos de qualidade e perdas com retrabalho.

No entanto, no relato de implantação de TPM por Kumar, Kumar Soni e Agnihotri (2014), o modelo demonstrou ser incapaz de oferecer uma solução estratégica e instantânea. Além disso, analisando questões como a atitude e valores dos empregados foi um procedimento demorado que consumiu muito tempo para absorver. Em geral, não é realista esperar melhorias de desempenho em toda a empresa durante a fase inicial da implantação.

Para Lima, Santos e Sampaio (2010), o modelo de gestão TPM considera o fato de que:

a deterioração de máquinas é acelerada pela operação abusiva e falha nos cuidados primários, tais como lubrificação, reaperto e limpeza, ações que podem ser efetuadas pelos próprios operadores. Os esforços dos operadores podem retardar as necessidades de manutenção preventiva e certamente falhas onerosas e desnecessárias irão ocorrer se estas ações não forem feitas.

Já Wyrebski (1997), considera que antes de tudo o modelo TPM, deve ser encarado como uma filosofia de gestão empresarial centrada na disponibilidade total do equipamento para a produção. Tal filosofia deve ser seguida por todos os segmentos da empresa, desde a alta gerência até o operador do equipamento.

Para Wireman (1992,2003) o TPM foi inicialmente implantada como uma função de manutenção que com o tempo evoluiu para uma função de gestão. É um programa de gerenciamento de equipamentos que envolvem todos os funcionários da empresa na manutenção e reparo dos ativos da empresa, seja uma instalação ou planta.

Já a pesquisa feita por Poduval, Pramod e Raj (2013), a Manutenção Produtiva Total ou TPM é uma filosofia para melhorar a produtividade de uma organização e produzir produtos de alta qualidade, minimizando os resíduos, reduzindo assim os custos. O conceito foi iniciado pelos japoneses nos anos sessenta quando perceberam que o aumento da demanda exigia máquinas mais especializadas que, por sua vez, exigiam grupos de manutenção dedicados.

Para melhorar a confiabilidade do equipamento, a estratégia TPM planeja a manutenção diária, aquela mais simples e regular a ser realizada pelos operadores, enquanto que para os serviços mais complexos e mais especializados à equipe de manutenção ficaria responsável, trabalhando para minimizar a falhas, aumentando a disponibilidade da máquina, reduzindo custos e melhorando a rentabilidade da organização.

Ainda segundo os autores o foco principal está em promover o sentido de propriedade entre toda a fábrica, porque na visão dos autores, as equipes trabalham isoladamente, ou seja, a manutenção dos equipamentos é realizada por grupo de manutenção enquanto a operação dos equipamentos é feita pelo grupo de operações. Os engenheiros de manutenção ficam atolados em trabalhos de manutenção de rotina e não têm tempo de qualidade para analisar falhas e desenvolver programas para evitar falhas no futuro.

Por isso os autores entendem que ainda há uma barreira rígida entre operações e manutenção que precisa ser derrubada. De acordo com o conceito de TPM, o pessoal de operação deve cuidar da manutenção de rotina do equipamento, como lubrificação, substituição de óleo, limpeza etc. e o pessoal de manutenção devem ser liberados para realizar programas de modificação que resultarão na melhoria da confiabilidade do equipamento e na qualidade dos bens produzidos. O conceito aqui é que os operadores da fábrica que lidam com os equipamentos dia após dia têm uma maior sensibilidade com os

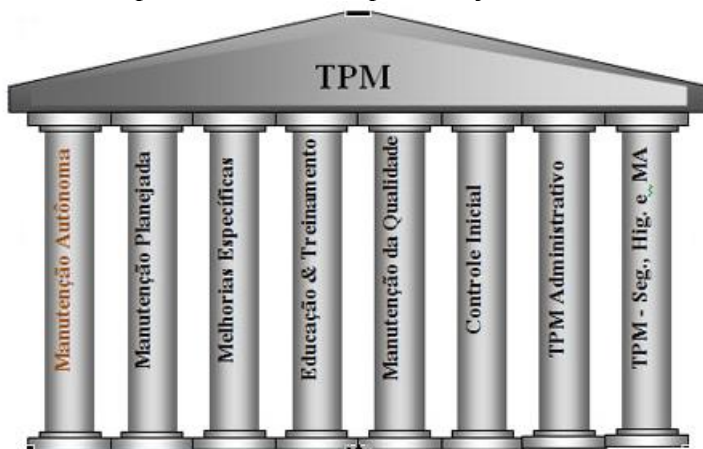
equipamentos e precisam ser capacitados para realizar a manutenção de rotina dos equipamentos.

Para Willmott e McCarthy (2001), o progresso da TPM está diretamente relacionado à prioridade que a gerência atribui a mesma. Os autores entendem que o mecanismo de implementação começa com o compromisso e a determinação de longo prazo da alta administração e dos funcionários. Uma alta gerência comprometida é obrigatória para a implementação, pois é apenas a alta gerência que pode aproximar todos os departamentos da organização

Os autores afirmam na sua pesquisa que sem o envolvimento da alta administração, a implementação do modelo falhará. Uma vez que a alta gerência está a bordo, os próximos passos são: convencer os funcionários e educá-los sobre os conceitos do TPM, para que as ações necessárias possam ser realizadas para uma implementação bem-sucedida. É muito importante que os funcionários estejam plenamente conscientes dos benefícios, pois são os principais especialistas que operam e mantêm as máquinas e equipamentos.

O TPM tem pilares básicos que devem ser seguidos e trabalhados durante sua implementação, para que os resultados sejam atingidos. Os pilares do TPM, segundo Nakajima (1988), estão apresentados na Figura 3.10 - Os pilares básicos da implementação do TPM, a saber:

Figura 3.10 - Os pilares básicos da implementação do TPM - 4º Geração



Fonte: (Kardec e Nascif, 2001, p.185)

A respeito da Figura 3.10 - Os pilares básicos da implementação do TPM, Kardec e Nascif (2001) analisaram em seu livro o significado de cada um destes pilares como sendo:

- a) Manutenção Autônoma – autogerenciamento e controle, liberdade de ação, elaboração e cumprimento de padrões, conscientização da filosofia TPM;
- b) Manutenção Planejada – significa realmente ter o planejamento e o controle da manutenção, o que implica em técnicas de planejamento (software), utilização de um sistema mecanizado de planejamento da programação diária e do planejamento das paradas;
- c) Melhorias Específicas – foco na melhoria global do negócio, redução dos problemas, visando à melhora do desempenho;
- d) Treinamento e Educação – ampliação da capacidade técnica, gerencial, comportamento do pessoal de manutenção e operação;
- e) Manutenção da Qualidade – estabelecimento de um programa de zero defeito;
- f) Controle Inicial – estabelecimento de um sistema de gerenciamento da fase inicial para novos projetos/equipamentos. Eliminar falhas no nascedouro, implantar sistemas de monitoração;
- g) TPM Administrativo – estabelecimento de um programa de TPM nas áreas administrativas, visando o aumento da eficiência;
- h) Estabelecimento de um sistema de saúde, segurança e meio ambiente.

Na pesquisa feita por Fuentes (2006), o autor avaliou a importância dos pilares sob outra ótica, conforme é mostrado na Figura 3.11

Figura 3.11 - Interligação entre os pilares do TPM



Fonte: FUENTES (2006).

1. Educação, treinamento e capacitação em novas habilidades - desenvolvimento de novas competências significa avaliar as capacidades dos recursos humanos envolvidos, determinando quais são as necessidades de formação são e avaliá-los após a sua implementação;
2. Manutenção Planejada – Definição dos tipos de manutenção preventiva de manutenção, os critérios a adotar na manutenção, planejamento, controle de estoque e outros;
3. Manutenção Autônoma – Conscientização de todos os envolvidos no sentido de que o operador do equipamento cuida do equipamento como se fosse "seu";
4. Manutenção da qualidade - avalia o efeito do equipamento sobre a qualidade do produto e define parâmetros de controle;
5. Controle administrativo - inclui todas as diferentes áreas de manutenção que estão envolvidos no processo de produção, tais como compras, qualidade e outros;
6. Melhorias específicas - Aperfeiçoamentos individuais em equipamentos procurar eliminar, basicamente, as seis grandes perdas no processo de produção;

7. Meio ambiente, saúde e segurança – Ofertas de políticas de prevenção e avaliação dos riscos e custos destas áreas;
8. Projetos de Manutenção – Consiste na análise de viabilidade de investimentos, custo do ciclo de vida bem como da substituição de equipamentos e o prolongamento da vida útil;

As duas óticas mostram que o modelo é metódico e implica em recursos suficientes para a implantação. A implementação do TPM não é fácil, mas sua recompensa é enorme. A administração tem de investir em tempo, dinheiro e recursos para uma implementação bem sucedida.

Os pesquisadores Ahuja e Khamba (2008), apontam em seu trabalho as barreiras encontradas em uma implantação do modelo TPM em uma empresa de manufatura indiana, a saber:

1. Falta de compromisso da alta administração;
2. Resistência da organização à mudança;
3. Falta de vontade de comprometer recursos;
4. Cultura de trabalho de cada empresa;
5. Resistência dos empregados;
6. Compromisso de longo prazo da gerência e dos empregados;
7. Custos de mão-de-obra;
8. Não Envolvimento de pessoal não gerencial;
9. Falta de um mecanismo de recompensa adequado;
10. Falta de conhecimento de TPM;
11. Necessidade de formação;
12. Não execução do estudo-piloto;
13. Constituição imprópria das equipes;
14. Atitude em relação ao processo de fabricação / produção;
15. Reparação de manutenção orientada;
16. Incapacidade de planejar mudanças de projeto ou manutenção de substituição;
17. Processo de gerenciamento de manutenção;
18. Problemas na modificação de projeto;
19. Não disponibilidade de Procedimentos Operacionais Padrão;
20. Ferramentas e instrumentos;
21. Realização de um grande inventário.

A implantação deste modelo exige tanto das lideranças como dos colaboradores, a necessidade de mudança cultural é muito forte e o envolvimento não pode ser parcial, sobe pena de perda de tempo, de



dinheiro e de recursos. Para sucesso deste modelo é requerido dos gestores processos de capacitação contínua, focado na educação e na gestão integrada de projeto, produção, vendas e recursos econômicos (Dias, 2016).

### 3.2.7. Modelo Manutenção Centrada na Confiabilidade (ou RCM do inglês *Reliability Centered Maintenance*)

Para Lima, Santos e Sampaio (2010), este modelo baseia-se na combinação de várias técnicas e ferramentas de análise visando basicamente estabelecer as ações de manutenção requeridas por um ativo no seu contexto operacional, com o objetivo de definir o que deve ser feito para assegurar que ele continue a fornecer as suas funções pretendidas. Para Fuentes (2006), a essência desse modelo, se resume em:

- a) Preservação da função do sistema;
- b) Identificação das falhas funcionais e dos modos de falhas predominantes;
- c) Priorização das falhas funcionais de acordo com as suas consequências;
- d) Seleção das tarefas de manutenção aplicáveis e de custo-eficiente favoráveis, por meio de um diagrama de decisão.

Para ser desenvolvida, a metodologia utiliza sete perguntas sobre cada item em revisão ou sob análise crítica, para que seja preservada a função do sistema produtivo, a saber (MOUBRAY, 1997):

1. Quais são as funções e padrões de desempenho do ativo no seu contexto atual de operação?
2. De que forma ele falha em cumprir sua função?
3. O que causa cada falha funcional?
4. O que acontece quando ocorre cada falha?
5. De que modo cada falha importa?
6. O que pode ser feito para predizer ou prevenir cada falha?
7. O que deve ser feito se não for encontrada uma tarefa pró-ativa apropriada?

Márquez et al. (2009) esquematizaram o processo do RCM em três etapas, uma fase inicial, que envolve a formação das equipes de trabalho, com participação e envolvimento de operadores e mantenedores, o que motiva o trabalho e a interação entre as equipes, o que facilitará a implementação das ações de manutenção, além de fomentar o aprendizado como um todo da organização.

A fase de implementação, que contempla as etapas de: Contextualização do ativo, análise de FMEA e a Árvore de decisão, e a fase final é aonde as ações de manutenção serão então definidas no plano de manutenção.

A Figura 3.12 apresenta as duas visões dos autores Moubray (1997) e Márquez et al (2009)

Figura 3.12 - Processo de implementação do RCM

Marquez et al, 2009		Moubray, 1997	Resultados Esperados
Etapa Inicial	Formação da Equipe		Nível de Análise / Planejamento MCC
	Análise de Criticidade		
Fase de Implantação	Definição do Contexto Operacional e Seleção de Ativos	1 - Identificação das funções do sistema 2 - Análise dos Modos de Falha e Efeitos 3 - Seleção das Funções significantes 4 - Seleção das Atividades Aplicáveis 5 - Avaliação das Atividades aplicáveis e Efetivas	Critérios de Manutenção
	Funções		
	Falhas Funcionais		
	Modos de Falhas		
	Efeitos dos Modos de Falha		
	Aplicação da Lógica RCM		
		6 - Seleção das Atividades aplicáveis e efetivas 7 - Definição da periodicidade das Atividades	Plano de Manutenção
Fase Final	Documentação do Plano de Manutenção		Banco de dados

Fonte: O Autor

Conforme ilustra a Figura 3.12, na fase inicial, forma-se uma equipe para a análise de criticidade dos equipamentos e instalações. Para Tsang (2002), esse é um modelo de gestão caro e demorado e deve ser implementado de forma seletiva, somente para sistemas complexos e de alto risco operacional.

Na visão de Marques et al (2009) na fase de implementação define-se o contexto operacional, selecionam-se os ativos, identificando as funções dos mesmos, os modos e os efeitos das falhas associados.

As primeiras cinco etapas na visão de Moubray (1997) corresponde a mesma visão de Marquez et al, (2009) e as duas última etapa da visão de Moubray (1997), corresponde a ultima fase da etapa de implementação da visão de Marquez et al, (2009). Comparando as

duas visões, conforme mostrado na Figura 3.12 - Processo de implementação do RCM, o resultado esperado é o mesmo.

Segundo a ABNT, na sua norma NBR5462(1994), Entende-se como:

- a) Falha funcional – O término da capacidade de um item desempenhar a sua função requerida;
- b) Função – A característica que tem que ser atendida pelo produto ou serviço;
- c) Modo de Falha - A forma como a característica ou função pode deixar de ser atendida, ou seja causa da falha funcional;
- d) Efeito da Falha - A consequência do tipo de falha sobre o sistema ou sobre o cliente.

Na etapa da identificação das falhas funcionais, em ambas as visões é utilizado uma técnica e ferramenta de gerenciamento de risco chamada Análise de Efeitos e Modos de Falha, conforme mostrado na Figura 3.13 - Ferramenta de , essa análise visa identificar e classificar as necessidades de ações, de forma prioritária, analisando sob diversas óticas quanto à consequência da falha no sistema estudado.

Figura 3.13 - Ferramenta de FMEA (SAE, 2002a)

ANÁLISE DOS MODOS DE FALHA E EFEITOS (FMEA DE PROJETO)

Sistema FMEA nº 1234 Página 1 de 1  
 Sub-sistema Responsável pelo projeto Body Engineering  
 Componente 01.03/Body Closures Preparado por A. Tate - X6412 - Body Engr  
 Ano(s)/programa(s) 199X/Lion 4dr/Wagon Data chave 9X 03 01 ER Data (Orig.) 8X 03 22 (Rev.) 8X 07 14  
 Equipe principal T. Fender-Car Product Dev., Childers-Manuf., J. Ford-Assy Ops (Dalton, Fraser, Henley Assembly Plants)

Item / Função	Modo de falha potencial	Efeito potencial	Causas / Mecanismos potenciats		Controles atuais		Ações recomendadas	Responsável e meta para finalização	Ações executadas		N	P
			S	O	D	R			S	O		
Porta dianteira L.H H8HX-0000-A • Entrar e sair do veículo • Proteção dos ocupantes contra o tempo, ruído, e impacto lateral	Painel inferior de dentro da porta corrodido	Deterioração da porta, levando a: • Aparência insatisfatória devido à ferrugem através da pintura ao longo do tempo • Função da porta no interior prejudicada	Gume superior da aplicação da proteção de cera especificado para o interior do painel é muito baixo	Teste de durabilidade e geral do veículo T-118, T-09, T-301	6 7 9	2 9 9	Adicionar um teste de corrosão acelerada em laboratório	Tate-Boby Engrg 8X 09 30	Baseado nos resultados do teste (nº 1481) a especificação para o gume superior sulz 125mm	7 2 2 8	2 8	8
			Especificação da espessura da cera é insuficiente	Teste de durabilidade e geral do veículo - como acima	4 6	7 6	Adicionar um teste de corrosão acelerada em laboratório • Fazer um DOE (Design of Experiments) da espessura da cera	11 6	15	• Combinar x/testes para a verificação do gume superior da cera • Tate-Boby Engrg 9X 01 15	Os resultados do teste (nº 1481) mostram que a espessura especificada é adequada. DOE mostrou que variação de 25% na espessura é aceitável	7 2 2 8

Fonte: Dias et al. (2011)

Para a interpretação e análise da ferramenta de FMEA mostrada na Figura 3.13, o Quadro 3.2 – Significado das Colunas mostra o significado de cada uma das colunas identificadas na Figura 13, a saber:

Quadro 3.2 – Significado das Colunas da Ferramenta de FMEA

Coluna	Significado
1	Pode conter várias linhas, e, em cada uma delas, existe uma especificação para o item e para a respectiva função. Para cada função pode-se ter mais de um modo de falha potencial.
2	Tem-se o modo de falha que identifica que o painel inferior de dentro da porta está corroído.
3	Registram-se os efeitos relacionados a cada modo de falha
4	Atribui-se um valor de severidade desses efeitos, que é usado caso opte-se pela análise de criticidade (S).
5	A causa potencial vem registrada nesta coluna.
6	O índice de ocorrência é registrado nesta coluna (O).
7	Registram-se os controles já existentes para prevenir e detectar as causas que podem gerar modos de falha durante o processo de projeto.
8	Atribui-se um valor para o grau de dificuldade de se detectar a causa, ou mesmo o modo de falha(D).
9	(SOD) - registra-se o produtório dos valores atribuídos para os índices de severidade (4), ocorrência (6) e dificuldade de detecção (8) (9). O valor do produto é chamado de “número de prioridade de risco” (NPR). Como regra, os maiores valores estão relacionados com a prioridade de análise.
10	A partir desta priorização, pelo valor do NPR relatam-se as recomendações para a equipe de projetistas, já que o FMEA é de projeto.
11	Faz-se a indicação do responsável por implementar as ações.
12	Registram-se as ações desenvolvidas.
16	Acompanha-se a implementação com nova análise de NPR atribuindo-se novos índices de severidade, ocorrência e detecção nas colunas 13, 14, 15, respectivamente.

Fonte: Dias et al (2011)

As recomendações, responsabilidades e ações são desenvolvidas somente para:

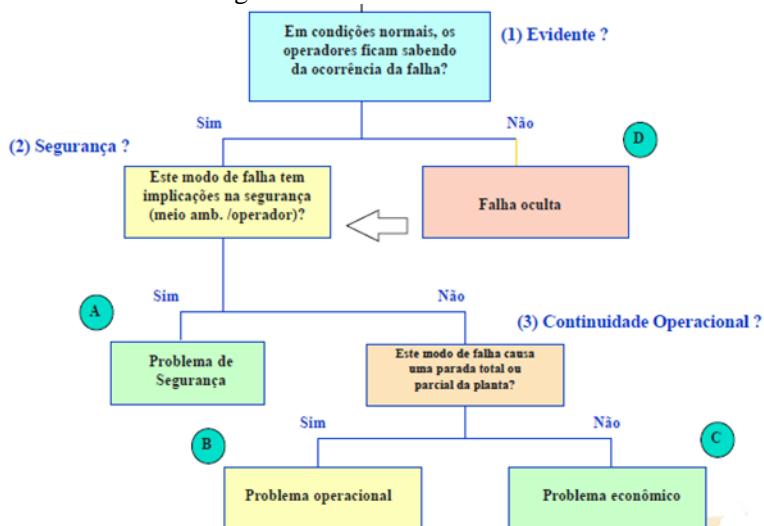
- a) Valores de NPR significativos, por exemplo, onde a média dos NPR for superior a 70% do valor máximo do NPR.

- b) Noutros casos aonde o valor atribuído de severidade for igual ou superior a 8 ou 9 deve-se fazer análise, independente da ocorrência e detecção.

No entanto, estas regras ou normas de condutas para as ações vão depender da equipe de FMEA e do tipo de FMEA.

Segundo Smith (1993), em seguida deve ser feita uma análise quanto à decisão do planejamento das ações usando uma ferramenta chamada de Árvores de Decisão, que serve para selecionar os tipos de tarefas de manutenção preventiva, que são aplicáveis e efetivas, as quais devem compor o plano de manutenção.

Figura 3.14 - Árvore de decisão



Fonte: Smith (1993)

Conforme ilustra a Figura 3.14, esse diagrama apontará para os efeitos das falhas e aonde as mesmas influenciaram. É um diagrama que abrange decisões em diferentes níveis de manutenção, desde problemas operacionais, problemas econômicos quanto problemas de segurança e risco, como pode ser visto em Dias et al. (2011).

Para os pesquisadores Gupta e Mishra (2016), no seu trabalho sobre os diversos modelos de implementação de RCM, afirmam que os gestores precisam tomar uma decisão de forma estratégica, para cada tipo de empreendimento, sob pena de tomarem uma decisão errada. No

trabalho desenvolvido pelos autores, várias implementações deste modelo de gestão foram estudadas e na análise dos pesquisadores 48% dos trabalhos encontrados na literatura foram implementações com abordagens qualitativas, que se mostraram muito eficientes na busca da melhoria contínua, com muito bons resultados na definição da melhor estratégia e na redução de custos, porém com a deficiência na análise da confiabilidade quantitativa, que prejudicou a compreensão dos conceitos de RCM. Já 26% das implementações estudadas, foram baseadas na análise quantitativa lógica e estruturada, porém muito complexa e demorada demandando uma grande quantidade de dados de entrada substanciais, que por sua vez exigiu a utilização de maiores recursos. Por último 26% das implementações foram feitas de forma mais prática, com base em análise de falhas qualitativas e demonstraram resultados menos eficientes e menos duradouros.

O que se percebe no trabalho dos pesquisadores acima citados, é que é fundamental neste modelo o conhecimento do equipamento, das suas funções e principalmente dos dados do seu histórico, a falta ou o desconhecimento dos mesmos praticamente inviabiliza a utilização desse modelo de gestão.

### 3.2.8. Modelo Manutenção de Classe Mundial (ou WCM do inglês *World Class Maintenance*)

Segundo Kodali, Mishra e Anand (2009), o conceito de "Manutenção de Classe Mundial - WCM" foi usado inicialmente por empresas norte-americanas dentro do conceito global de WCM, para denominar um modelo que é novo, diferente e eficaz para a função de manutenção, com visão estratégica e contribuição para os resultados do negócio.

A função de manutenção com a óptica de classe mundial é interpretada como uma capacidade estratégica que uma empresa tem que lhe permite competir através de uma boa gestão integral do equipamento durante toda a vida.

Muitos autores têm definido a manutenção de classe mundial de maneiras diferentes. Wireman (1991), em seu livro intitulado "gestão de manutenção de classe mundial", referiu que muitas empresas estão percebendo uma necessidade crítica para a manutenção efetiva de instalações de produção e sistemas operacionais. Ele também enfatizou que é vital para a gestão de manutenção, que ela seja integrada com a estratégia corporativa para garantir a disponibilidade de equipamentos,

produtos de qualidade, entregas no prazo e preços competitivos, que são alguns dos objetivos de um fabricante de classe mundial.

Labib (1999) descreveu que é fundamental a implementação de um sistema informatizado de gestão de manutenção (CMMS) como uma ferramenta eficaz para apoiar a tomada de decisão em uma organização com o objetivo de alcançar o status de fabricação de classe mundial. Ele explicou que o sistema poderia ser usado para analisar as tendências e os níveis de desempenho, com base nos quais as técnicas que podem ser formulados para eliminar perdas.

Hiatt (2000) afirmou que operações apoiadas pelo WMS diferem de um departamento de operações, que produzem peças seriadas e contínuas, pelo fato de serem únicas pelo grau em que alcançam a sua função primária: garantir que a quantidade certa de equipamento, esteja pronta e disponível.

Norman (2001) afirma que uma organização que aspira alcançar o status de classe mundial em manutenção terá as seguintes características: trabalho em equipe, CMMS, manutenção preventiva, manutenção preditiva, etc. Ele definiu WMS como:

um sistema holístico que é criado quando as organizações combinam liderança coerente, apoiado por processos robustos e uma cultura de apoio para garantir que a visão e posse de métodos adequados de manutenção permeiem a organização (NORMAN, 2001, p. 83).

Blann (2002, 2003) afirmou que as organizações que estabeleceram WMS irão possuir as seguintes características: operações estarão funcionando de forma eficiente em todas as fases; excelente gestão informatizada de manutenção será no lugar com dados do equipamento em “*streaming*”; operações e manutenção estarão trabalhando como parceiros de forma contínua e tais organizações também terão uma boa gestão e um bom controle do processo.

Ingalls (2000, 2002) definiu as organizações com WMS como aquelas que demonstram consistentemente melhores práticas da indústria e produzem melhores resultados finais. A última parte dessa declaração, “produzir resultados finais”, é o que separa o melhor do resto. Ele ressaltou que a capacidade de ser bem-sucedido encontra-se dentro das práticas e sistemas que compõem a função de manutenção e de fato, independentemente de quem faz a manutenção, ou uma empresa especializada qualificada ou multi-qualificada, ou operadores/mecânicos

altamente treinados. As práticas de manutenção são a chave para o WMS que levam a operações de classe mundial.

Ingalls (2000, 2002) também explicou que, embora os jargões como “excelência em manutenção” ou WMS, ou melhor, “manutenção prática” são diferentes, eles se referem a uma descrição comum de "processos otimizados de trabalho de manutenção". Ele afirmou que a maioria dos ambientes de produção está longe de serem otimizados e estão realmente em um estado conflitante entre a fabricação planejada e uma manutenção reativa.

Segundo Kodali, Mishra e Anand (2009), os cinco fundamentos da abordagem deste modelo são:

- a) Melhorar a eficácia dos equipamentos;
- b) Maior envolvimento dos operadores na manutenção diária;
- c) Eficiência e eficácia da manutenção;
- d) Educação e formação;
- e) Concepção e gerenciamento de equipamentos para prevenção de manutenção.

Melhorar a Eficácia do Equipamento - em outras palavras, olhando para as seis grandes perdas que são metas no modelo TPM, Perda 1 – Quebras: quantidade de itens que deixam de ser produzidos porque o equipamento quebrou. Perda 2 – Setup (ajustes): quantidade de itens que deixam de ser produzidos porque a máquina está sendo ajustada para a produção de um novo. Perda 3 – Pequenas paradas/tempo ocioso: quantidade de itens que deixam de ser produzidos devido a paradas no processo para pequenos ajustes. Perda 4 – Baixa velocidade: é a quantidade de itens que deixam de ser produzidos porque o equipamento está operando em uma velocidade menor que a normal. Perda 5 – Qualidade insatisfatória: é a quantidade de itens perdidos, quando o processo já entrou em regime. Perda 6 – Perdas com start-up: é a quantidade de itens perdidos, quando o processo ainda não entrou em regime.

Envolver os operadores na Manutenção diária - Isso não significa necessariamente que eles irão realizar a manutenção. Em muitos programas, os operadores não têm de realizar ativamente a manutenção. Eles estão envolvidos na atividade de manutenção - no plano, no programa, na parceria, mas não necessariamente no ato físico de manter os equipamentos.

Melhorar a eficiência e a eficácia da manutenção - Na maioria das organizações de classe mundial, o operador está diretamente envolvido



em manutenção. Este esforço envolve um melhor planejamento e um melhor agendamento, melhor manutenção preditiva, manutenção centrada na confiabilidade, peças sobressalentes e oficinas específicas, a localização das ferramentas - o domínio coletivo do departamento de manutenção das tecnologias de manutenção.

Educação e Formação - Esta é talvez a tarefa mais importante na abordagem de classe mundial, envolver todos na empresa: os operadores são ensinados a operar suas máquinas corretamente e o pessoal de manutenção para mantê-los adequadamente. Porque os operadores poderão estar fazendo algumas das inspeções, ajustes rotineiros da máquina e outras tarefas de medidas preventivas. O treinamento envolve o ensino de operadores como fazer essas inspeções e como colaborar com a manutenção. Também está envolvida a formação de supervisores sobre como supervisionar em um ambiente proativo da equipe do tipo.

Projetando e Gerenciando Equipamentos para Prevenção de Manutenção - O equipamento é caro e deve ser visto como um ativo produtivo para toda a sua vida. Projetar equipamentos que sejam mais fáceis de operar e manter do que os projetos anteriores é uma parte fundamental do desempenho proativo. Sugestões dos operadores, dos técnicos da manutenção ajudam os engenheiros a projetar, especificar e adquirir equipamentos mais eficazes. Avaliando os custos de operação e manutenção do novo equipamento durante todo o seu ciclo de vida, os custos em longo prazo serão minimizados. Baixo preço de compra não significa necessariamente baixos custos do ciclo de vida.

A gestão dos ativos é um programa de manutenção cujo enfoque é deixar de ter uma rotina de administração da falha, para uma rotina de administração do ciclo de vida do ativo, normalmente partindo de uma manutenção baseada em quebra, para uma baseada em planejamento, evoluindo para uma manutenção de melhoria a fim de alcançar o conceito mais amplo da gestão de ativos.

A Figura 3.15 – Manutenção de classe mundial com foco na gestão de ativos ilustra a visão do autor sobre a evolução que uma empresa precisa atingir para conseguir tratar a atividade de manutenção em sua maior amplitude.

Figura 3.15 - Manutenção de classe mundial com foco na gestão de ativos



Fonte: Almeida (2015).

Para Salonen e Deleryd (2011) o modelo *World Class Maintenance* permite que a empresa realize uma análise geral de todas as atividades da manutenção de forma a expor os pontos de melhoria, desde a base da rotina de manutenção até a gestão financeira de ativos, contribuindo para a redução de um dos custos de maior peso da organização.

Almeida (2017) enfatizou a possibilidade de evolução de um programa de manutenção, ao longo do tempo (médio e longo prazo), que pode ser dividido em fases, conforme Figura 3.16 - Evolução de um programa de gestão da manutenção.

Figura 3.16 - Evolução de um programa de gestão da manutenção



Fonte: Almeida (2015).

Para o autor, a gestão considerada como básica é aquela que engloba desde a criação da infraestrutura necessária para o setor da manutenção, ou seja, quadro de funcionários, espaços físicos, escritórios, oficinas, ferramentarias, almoxarifado e estoques, como toda a rotina necessária para conhecimento dos equipamentos e funções, são realizados os treinamentos básicos, para a equipe conseguir atender aos chamados e as ordens de serviço da rotina básica de serviços.

Ainda segundo o autor na Gestão Avançada, a preocupação vai além do que se preocupa a Gestão Básica, pois a manutenção passa a se preocupar com a qualidade da manutenção, são tomadas ações que visem diminuir a reatividade, há adoção de ferramentas de controle, maior qualificação das equipes e extensão desta qualificação também para os fornecedores. Implementa-se o uso dos índices de desempenho através dos softwares especializados.

Na Gestão Especializada, o autor afirma que neste nível a manutenção deixa de administrar a falha, para administrar a vida dos ativos, através de antecipações de ações e uso de monitoramentos das condições das máquinas e o sistema informatizado da manutenção se interliga com o ERP – *Enterprise Resource Planning* da Empresa. Também nesta fase a empresa precisa do apoio de um setor de Engenharia de Manutenção, como um setor que irá pensar a manutenção como um todo.

Já na Gestão por Excelência, o autor afirma que nesta fase a manutenção terá condições de suportar, via o sistema informatizado as grandes paradas da empresa, bem como praticar um calendário de atividades mais dinâmico, em vez de um calendário fixo, e aí segundo autor a manutenção poderá ser considerada como uma “Atividade de Operação”.

Drumond (2004) no seu trabalho de criação de um manual de manutenção industrial, para a empresa Vale, elaborou um guia de implantação, que serviu como uma ferramenta de diagnóstico da manutenção a fim de facilitar e orientar os processos dentro das áreas de manutenção, visando atingir ao padrão de *World Class Maintenance*.

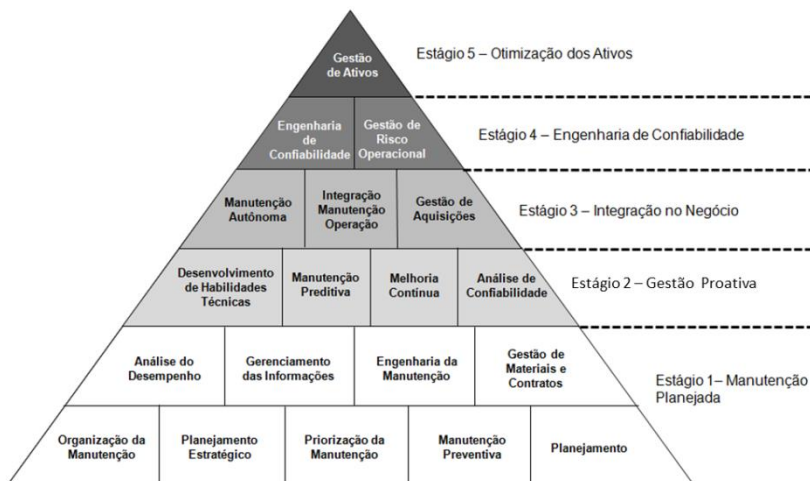
Essa avaliação baseou-se em 5 estágios, ou níveis de maturidade da gestão da manutenção, que representam a evolução do setor no sentido amplo da função “manter”. A Figura 3.17 - Pirâmide de um sistema de gestão da manutenção, abaixo, ilustra os quatro estágios de uma função manter, que são:

**Estágio 1** – Manutenção do Dia a Dia – que se refere a como a empresa trata a gestão diária dos seus serviços, dos seus recursos, dos seus processos e da sua infraestrutura;

**Estágio 2** – Gestão das Ações Proativas – refere-se a uma gestão mais da qualidade da manutenção que é feita, nesse nível há preocupação com o controle, diminuição das perdas, melhoria das equipes e avaliação de desempenho.

**Estágio 3** – Integração de a função Manter – refere-se a ações de antecipação de falhas, monitoramento com foco na confiabilidade, envolvimento dentro da empresa em todos os níveis e trabalhos com indicadores.

Figura 3.17 - Pirâmide de um sistema de gestão da manutenção



Fonte: Drumond (2004).

**Estágio 4** – A empresa neste estágio terá condições de se integrar totalmente a operação, pois os equipamentos atingirão um nível alto de confiabilidade, a ponto de se antecipar as ações e administrar a vida útil dos seus ativos.

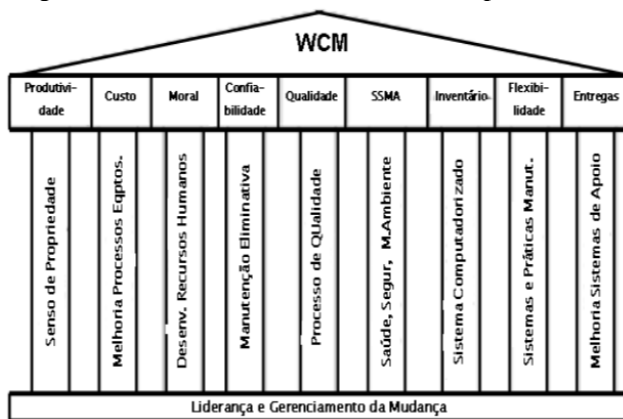
**Estágio 5** – A empresa neste estágio atingirá um nível onde os ativos são totalmente gerenciados tornando-se benchmarking mundial.

O estudo de Drumond mostrado, na Figura 3.17, baseou-se na pesquisa realizada por Wireman (2003), que propôs um questionário para uma autoavaliação do sistema de gestão da manutenção implantado em uma empresa. Esta autoavaliação permite que se faça um diagnóstico em que é possível perceber em que etapas a empresa precisa melhorar.

Wireman (2003) no seu trabalho dividiu um sistema de gestão também em etapas de modo que a medida que uma empresa fosse evoluindo no seu sistema de gestão ela iria alcançando um melhor estágio de excelência e se tornando uma empresa de classe mundial, pois as melhores práticas de manutenção estão contidas nestas etapas e a base da evolução é a busca pela melhoria contínua.

Kodali, Mishra e Anand (2009) apresentaram uma proposta de uma estrutura para a WCM e a definiram como sendo a reunião das melhores práticas que deverão ser seguidas e adotadas pelas empresas para a implantação de um modelo de “Gestão da Manutenção de Classe Mundial-WCM”. Segundo o modelo a WCM está estruturada sobre 10 pilares, conforme ilustra a Figura 3.18 - Pilares, atributos e métricas para a WCM.

Figura 3.18 - Pilares, atributos e métricas para a WCM



Fonte: Adaptado de Kodali, Mishra e Anand (2009).

A base está no pilar de “Liderança e Gerenciamento da Mudança” que é base de todo o sistema, sustentando os demais. Os outros nove pilares conduzem as melhores práticas, levando toda a organização à melhoria de seu desempenho e atingindo vantagens competitivas. Cada pilar corresponde um conjunto de práticas e medidas de desempenho,

conforme apresentado na Figura 3.19 – Pilares de sustentação do modelo *World Class Maintenance* e na Figura 3.20 – Pilares 7 a 10 do modelo *World Class Maintenance*.

Conforme Figura 3.19, pode-se resumir a importância da manutenção dentro de cada pilar como sendo:

- a) Produtividade – associada diretamente a disponibilidade do equipamento;
- b) Custo – a manutenção é um investimento que reduz custos.
- c) Moral – a manutenção é um setor em que, deve-se sempre manter os investimentos na equipe;
- d) Confiabilidade – A manutenção precisa ser centrada na confiabilidade;
- e) SSMA – Impacta diretamente em todas as ações da manutenção;

Figura 3.19 - Pilares 1 a 6 de sustentação do modelo *World Class Maintenance*

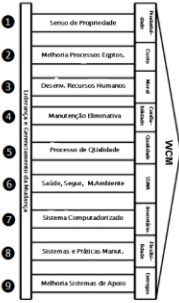
Pilar	Medida de Desempenho	Melhores Práticas
1 - Senso de propriedade	Produtividade	Inspecão autônoma Envolvimento do Operador Limpeza inicial Ajustes Lubrificação Apertos solução de problemas Técnicas e ferramentas
2 - Melhoria dos Processos Equipamentos	Custo	Melhoria contínua Confiabilidade dos equipamentos de processo Classificação e padronização de processos e equipamentos Automação Técnicas e ferramentas
3 - Desenvolvimento de recursos humanos	Moral	treinamento e desenvolvimento Planejamento de mão de obra e quadro de auxiliares Cooperação e coordenação interfuncional Plano de incentivo e benefícios grenciamento de desempenho Aprimoramento das relações com os funcionários
4 - Manutenção Eliminativa	Confiabilidade	Pesquisa e desenvolvimento de novos processos / equipamentos Avaliação de falhas / depuração / busca de falhas Análise do ciclo de vida Controle inicial para processo / equipamento / produto Técnicas e ferramentas
5 - Manutenção da qualidade do processo	Qualidade	Variação e redução no trabalho do processo garantia da qualidade Sistemas de medição Normalizações de materiais, maquinas e métodos (3M's) Melhoria contínua Eliminação da deterioração forçada Técnicas e ferramentas
6 - Saúde, Segurança e Meio Ambiente	SSMA	Normas/conformidades regulatórias Sistemas ambientais Sistemas de segurança Filosofia 5S Sistema de saúde ocupacional Técnicas e ferramentas

Fonte: Do autor.

Conforme Figura 3.20, pode-se resumir a importância da manutenção dentro de cada pilar como sendo:

- f) Inventário – É necessário um bom controle de peças, acessórios e equipamentos necessários para a realização dos serviços;
- g) Flexibilidade – A manutenção deverá sempre ser capaz de administrar como de executar os serviços visando à competitividade da empresa;
- h) Pontualidade – Sempre realizar e entregar os serviços dentro dos prazos combinados, visando atender as necessidades do cliente;
- i) Liderança e Gerenciamento – Bons líderes e gestores irão garantir que todos estes pilares sejam bem executados.

Figura 3.20 – Pilares 7 a 10 de sustentação do modelo *World Class Maintenance*

7 - Gerenciamento de Manutenção Integrado por Computador	Inventário	Planejamento e programação da manutenção Gerenciamento de recursos Gerenciamento do conhecimento Gerenciamento e suporte de sistemas Gerenciamento dos processos/equipamentos Gerenciamento de materiais Planejamento e programação das Ordens de serviço Relatórios de medição da performance Gerenciamento de contratos de terceiros Gerenciamento do controle financeiro	
8 - Sistemas, práticas e procedimentos de manutenção	Flexibilidade	Manutenção Preventiva Manutenção Preditiva Manutenção Centrada na Confiabilidade Manutenção Corretiva Manutenção Proativa Manutenção Planejada Normalização e documentação da manutenção Técnicas e ferramentas	
9 - Melhoria dos sistemas de apoio	Entregas	Apoio às instalações comuns (utilidades) Gerenciamento de contratos de terceiros Gestão da cadeia de abastecimento Gerenciamento do fluxo de trabalho Gerenciamento de peças sobressalentes Técnicas e ferramentas	
10 - Liderança e Gerenciamento da Mudança	Produtividade	Cultura organizacional Estratégia de manutenção e implantação de políticas Distribuição de custos e controle financeiro Gestão participativa descentralização de poderes Estrutura de organização Suporte comprometido da gestão	

Fonte: Do autor.

Conforme Almeida (2015) para uma MPE que por sua característica possui poucos recursos, a implantação do modelo WCM dependerá exatamente das suas especificidades e maturidade, fazendo com que a abrangência seja proporcional ao grau de cada uma delas.

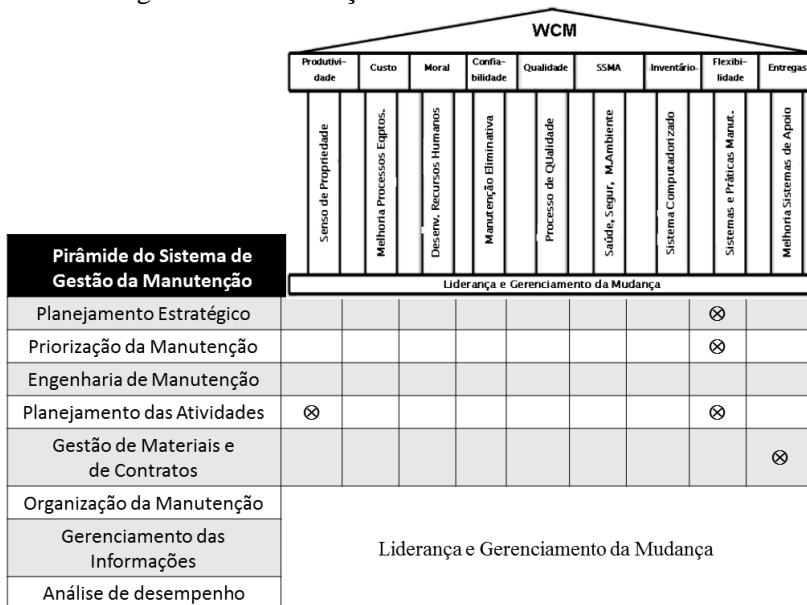
Baesoado nesse enfoque e comparando os estudos feitos por Wireman (2003), Drumond (2004) e Kodali, Mishra e Anand (2009) é possível fazer uma ligação entre os modelos visando direcionar os esforços das empresas, principalmente as micro e pequenas empresas na implantação de um modelo de gestão da manutenção.

Esta interligação pode ser vista na Figura 3.21 - Interligação dos modelos pirâmide da implantação de um sistema de gestão da manutenção e o modelo *World Class Maintenance*

Na Figura 3.21 a interligação feita sinaliza uma implantação de um sistema de gestão da manutenção para MPE, baseado em boas práticas de gestão já consagradas e com isso direciona os esforços nesse sentido. Os pilares que mais favorecem a implantação foram:

- Liderança e Gerenciamento da Mudança;
- Produtividade;
- Sistemas, práticas e procedimentos de manutenção;
- Melhorias Sistemas de Apoio.

Figura 3.21 - Interligação dos modelos pirâmide da implantação de um sistema de gestão da manutenção e o modelo *World Class Maintenance*



Fonte: Do autor.

Na Figura 3.21 a interligação feita dos dois modelos sugeriu mais fortemente alguns dos pilares do modelo WCM, que são os mais necessários para a implementação em uma micro ou pequena organização, o que não significa que implicitamente os demais pilares



também não sejam focados, uma vez que estão inseridos no contexto do WCM.

### 3.2.9 Comentários Finais sobre os Modelos de Gestão

Resumindo os modelos vistos temos que:

#### a) Modelo Terotecnológico

Modelo que visa obter ciclos de vida de equipamentos cada vez menos dispendiosos se baseia em estudos de confiabilidade e de avaliações técnico-econômicas.

Para isso precisa de uma interação forte entre as áreas, um maior envolvimento da manutenção junto ao setor de projetos e um acompanhamento rigoroso em todas as etapas do ciclo de vida útil, necessita de sistemas de tecnologia de informações, boa comunicação e trabalha com modelos matemáticos e simuladores para tomada de decisões.

#### b) Modelo Qualidade Total na Manutenção

Modelo que visa à utilização máxima do equipamento ao longo do seu ciclo de vida útil, visa minimizar as perdas no processo produtivo tornando as máquinas mais disponíveis.

Para isso precisa estar alinhada com a produção, planejamento em conjunto evitando paradas na produção. Busca melhoria contínua desde a fase do projeto com uma necessidade de levantamento e análise de dados constantes

#### c) Modelo Gerenciamento Estratégico da Manutenção

Modelo que foca no serviço prestado pela manutenção aos seus clientes se baseia em melhores práticas, com um bom envolvimento das pessoas e melhora da qualidade, desenvolvimento de estratégias e medições de desempenho.

Para isso estabelece estratégias viáveis com sistemas de medição de eficácia, controla as condições dos equipamentos que produzem os resultados. Precisa de uma mudança cultural, melhoria contínua da formação e trabalhos bem coordenados e medição constante de desempenho.

#### d) Modelo Manutenção Centrado na Eficácia

Modelo que gerencia a manutenção como uma atividade crucial do negócio com necessidade de ser gerenciada estrategicamente.

Para isso trabalha com uma compreensão científica dos mecanismos de degradação, com coleta e análise de dados constantes. Usa modelos matemáticos que possa prever o impacto das diferentes ações. Toma decisões em conjunto com a produção necessita da teoria da confiabilidade. As especificidades organizacionais devem ser um ponto forte e os resultados são de longo prazo.

e) Modelo Manutenção Baseado no Risco

Modelo que visa minimizar os perigos causados por falhas não previsíveis dos equipamentos de uma maneira economicamente viável

Para isso precisa conhecimento de riscos e de análise de riscos, bem como dos critérios de aceitação que envolva todos os públicos internos e externos, pois as ações de manutenção serão priorizadas e dirigidas. Terá melhor resultado em organizações onde o processo exige riscos ao patrimônio, as pessoas ou ao meio ambiente.

f) Modelo Manutenção Produtiva Total

Modelo de gestão voltado para melhoria da produtividade para produzir produtos de alta qualidade com perdas e custos minimizados.

Para isso precisa do envolvimento de todos os funcionários, de uma mudança cultural grande e o envolvimento da direção da empresa. Sua implantação é extensa e exige várias etapas e monitoramento constante.

g) Modelo Manutenção Centrada na Confiabilidade

Modelo que combina várias técnicas e ferramentas de análise para analisar e decidir quais as ações de manutenção que serão feitas.

Para isso necessita um conhecimento do projeto do equipamento, um trabalho forte em equipes multifuncionais, para analisar e identificar os modos e as causas das falhas. Baseia-se em estudos de confiabilidade bem como necessita de recursos com bons conhecimentos, de um bom histórico de equipamento e muita documentação técnica.

h) Modelo Manutenção de Classe Mundial

Modelo que tem como base a realização de uma análise geral da empresa em termos de atividade de manutenção de forma a expor os pontos de melhoria, desde a base da rotina até a gestão total de ativos visa contribuir para a redução de custos.

#### 4. ANÁLISE E SELEÇÃO DO MODELO DE REFERÊNCIA QUE MAIS FAVORECE A UM MICRO OU PEQUENA ORGANIZAÇÃO

Para esta etapa será adotada a seguinte metodologia.

- a) Metodologia para a identificação das especificidades do MPE que será avaliado.
- b) Metodologia para selecionar o modelo de referência que melhor se adequa a um MPE

##### 4.1 Identificação das principais especificidades de um Micro ou Pequeno Empreendimento

Os temas abordados no capítulo 2, as especificidades dos pequenos empreendimentos, são a base para uma análise comparativa visando identificar as especificidades de empreendimento de pequeno porte.

A Figura 4.1 – Especificidades de um Micro Empreendimento apresenta todas as especificidades pesquisadas e que afetam um micro e pequeno empreendimento,

Figura 4.1 – Ficha para avaliação das especificidades dos Micro e Pequenos Empreendimentos

Especificidades		Fatores de Influencia
Ambientais	Externas	Cargas tributárias
		Obrigações fiscais
		Dificuldade de acesso a financiamentos
		Juros excessivos
		Políticas e decisões governamentais
	Internas	Ambiente operacional (clientes, etc. )
Organizacionais	Estruturais	Estruturas (mão de obra, espaços físicos e materiais)
		Rapidez e Flexibilidade Operacional
		Capacidade de trabalho mais artesanal
		Gestão informal
		Diversidade de mão de obra
		Mão de obra qualificada
		Agilidade no sistema de comunicação
	Comportamentais	Despreparo técnico
		Sem processos e métodos definidos
		Agilidade na tomada de decisões
		“continua”

Figura 4.1 – Ficha para avaliação das especificidades dos Micro e Pequenos Empreendimentos

Especificidades		Fatores de Influencia
Organizacionais	Comportamentais	“continuação”
		Gerenciamento administrativo e conhecimento
		Falta de experiência gerencial
		Falta de capacitação
		Falta de Cultura de estudo
		Prospecção de futuro
		Influência de problemas familiares
		Influencia pessoais dos dirigentes
		Centralização das atividades do gestor
	Estratégias	Pouco formalizada, intuitiva.
		Ausência de programação
		Inexistência de serviços de assistência técnica
		Enfoque no produto e não no cliente
		Localização inadequada
		Incapacidade de reconhecer os problemas
		Preocupação com o curto prazo
		Ausência de atividades de planejamento
		Dificuldade de gerar capital
		Falta constante de capital de giro
		Sem condições de investir em propagandas
		Carências de informações sobre o mercado
	Sem avanços em pesquisas tecnológicas	
	Tecnológicas	Facilidade de alterar ou adaptar os equipamentos
		Máquinas, instalações e ferramentas mal conservadas
		Não investe em planejamento/desenvolvimento
		Não realiza inovação nos seus processos
		Complexidade nos sistemas de informação
Utiliza tecnologia de informação		

Fonte: O Autor

Um estudo sobre a maturidade de um pequeno empreendimento tem a finalidade de ajudar a própria organização a reconhecer os seus

pontos fortes e fracos, bem como identificar as oportunidades de melhorias, as ameaças a sua boa gestão.

Também nesse estudo será possível avaliar aonde a empresa é muito afetada e quais especificidades são críticas ou mesmo se há alguma que possa ser explorada a favor, esta análise visa entender as facilidades, e as dificuldades a serem encontradas em uma implantação.

Por outro lado, com uma boa identificação dos pontos fortes e fracos, é possível avaliar que pontos do modelo de gestão deveriam ser melhor enfatizados durante o processo de implementação.

#### 4.2 Avaliação dos modelos de referência para a manutenção e o seu favorecimento para as MPE's.

Baseado no princípio de que as MPE's são afetadas pelas suas especificidades é possível também analisar os modelos de referência apresentados no capítulo 3, para que se possa chegar a um modelo que mais favorece a uma implantação. As especificidades levantadas no tópico 2.3 desta pesquisa mostraram que os MPE's são vulneráveis em muitos aspectos. Conforme Almeida (2005) os MPE's enfrentam muitas dificuldades, quando da implantação de modelos de gestão, a saber:

- a) Falta de dados
- b) Falta de sistema de informações
- c) Falta de pessoas
- d) Não possuem visão de processo e sim de resultados
- e) Falta de planejamento estratégico

Para Pomorski (2004), na busca para melhorias em sistema de gestão para a manutenção, as MPE's irão encontrar uma série de dificuldades, que estão ilustrados na Figura 4.2 – Barreiras na implantação de melhorias na gestão da manutenção, a saber:

Figura 4.2 – Barreiras na implantação de melhorias na gestão da manutenção

Item	Dificuldade
1	Subestimação das tarefas
2	Falta de consenso de administração
3	Complexidade a qual “estrangula” o desempenho
4	Expectativas não claras e inconscientes
	<i>“continua”</i>

Figura 4.2 – Barreiras na implantação de melhorias na gestão da manutenção

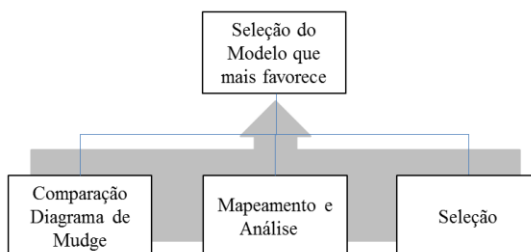
Item	Dificuldade
	<i>“continuação”</i>
5	Pessoas erradas encarregadas pela área
6	Resistência a disciplina diária
7	Resistência a mudança
8	Não reconhecimento dos benefícios da gestão da manutenção
9	Prazos insuficientes para implantação de programas
10	Falta de engajamento de uma ou várias pessoas nos programas
11	Subestimação do conhecimento teórico
12	Recursos insuficientes para o sucesso de implantação de uma melhoria
13	Execução de um programa de manutenção dependente de uma ou poucas pessoas
14	Maior foco nos “ <i>outputs</i> ” (saídas) dos processos do que nos “ <i>inputs</i> ” (entradas)
15	Melhorias de longo prazo tratadas como projetos mensais

Fonte: Adptado de Pomorski (2004, p.89)

Dias (2016) afirma que a falta de educação e a falta de estudo são barreiras que também influenciam, sendo que muitas das vezes, toma-se decisões por modelos sem conhecer com profundidade os aspectos teóricos envolvidos e o próprio modelo de negócio onde se que implantar, na sua configuração mais ampla.

Para a seleção do modelo mais favorável será usada a seguinte sequência de ações mostrada na Figura 4.3 – Sequencia a ser usada:

Figura 4.3 – Sequencia a ser usada



Fonte: O Autor

Conforme mostra a Figura 4.3 iremos inicialmente avaliar cada modelo de referencia usando para isso o diagrama de Mudge, após isso será feito um mapeamento com todas as pontuações atingidas e no final será eleito o modelo que mais apresentou características favoráveis.

Os modelos a serem avaliados são os mencionados no tópico 3.6 desta pesquisa, a saber:

- a) Modelos Terotecnológicos
- b) Qualidade Total na Manutenção – TQM
- c) Gerenciamento Estratégico na Manutenção – SMM
- d) Manutenção Centrada na Eficácia - ECM
- e) Manutenção Baseada no Risco - RBM
- f) Manutenção Produtiva Total - TPM
- g) Manutenção Centrada na Confiabilidade – RCM
- h) Manutenção de Classe Mundial – WCM

Baseado em Rozenfeld, Forcellini e Amaral (2006) será utilizado o Diagrama de Mudge para ajudar na seleção do modelo de referência que mais favorece aos MPE's

Como visto no capítulo 2.0 desta pesquisa as especificidades que influenciam a gestão dos MPE's podem ser de três categorias: do dirigente, de organização e de contexto, a Figura 4.4 – Categorias de Especificidades mostra esta interligação

Figura 4.4 – Categoria de Especificidades



Fonte: Terence (2008)

As especificidades relativas ao contexto ( ambientais ) e as relativas ao dirigente ( comportamentais pessoais ) não são na maioria das vezes controláveis, Terence (2008).

Na pesquisa feita por Pongelupe e Batalha (2001) as especificidades organizacionais foram avaliadas tanto quantitativamente

como qualitativamente e sinalizam como uma forte indicação de que são as que podem ser usadas em uma avaliação comparativa com os modelos de referencia

Almeida (2005) em sua pesquisa também usou as especificidades organizacionais para estabelecer indicadores para a gestão estratégica de MPE's

O diferencial mais relevante entre as organizações de pequeno e grande porte está na falta de planejamento do seu ingresso no mercado, comum nas pequenas empresas, com a agravante de não existirem recursos disponíveis suficientes para investir em estratégias de melhorias ou manutenção, uma vez que todo o capital é aplicado para a constituição da empresa, associado a isso não existe dentro dessas empresas uma cultura voltada para o planejamento, conceito este que se encontrado bem sedimentado dentro das grandes empresas.

As micros e pequenas organizações enfrentam dificuldades por terem de conviver com estas carências, aliado à competitividade no mercado, o que acaba reduzindo a vida útil destas empresas.

Como as micros e pequenas estão mais vulneráveis às mudanças ambientais devido às suas limitações de recursos e de pessoal especializado, as especificidades organizacionais tornam-se uma excelente ferramenta. A avaliação destas especificidades possibilita o desenvolvimento de mecanismos de acompanhamento do desempenho da empresa em relação ao seu sucesso

O Quadro 4.1 – Especificidades organizacionais a serem comparadas em modelos de referências, resume as especificidades estudadas pelos autores Pongelupe e Batalha (2001) e Almeida (2005), que serão adotadas na comparação desta pesquisa no uso do diagram de Mudge.

O Quadro 4.2 – Códigos para os modelos de referências ilustram os códigos que serão usados nas análises feitas utilizando o diagrama de Mudge comparando os modelos de referência com as especificidades organizacionais:



Quadro 4.1 – Especificidades organizacionais a serem comparadas em modelos de referências

Grupo de Especificidades	Item a ser usado na comparação
Estruturais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise quanto a necessidade de muitos recursos humanos</li> <li>• Análise quanto a necessidade de muita comunicação/ interação</li> <li>• Análise quanto a informalidade</li> </ul>
Comportamentais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise quanto à necessidade de muita liderança</li> <li>• Análise quanto à necessidade de um maior conhecimento e de muita habilidade</li> <li>• Análise quanto à existência de processos e formas de medições mais funcionais</li> </ul>
Estratégicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise quanto a uma maior necessidade de planejamento</li> <li>• Análise quanto a uma maior facilidade de tomada de decisões</li> <li>• Análise quanto a uma maior complexidade na implantação</li> </ul>
Tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise quanto à necessidade de muitos recursos de Hardware</li> <li>• Análise quanto à necessidade de muita análise de dados</li> <li>• Análise quanto à necessidade de muita tecnologia de informação.</li> </ul>

Fonte: Almeida (2005) e Pongelupe e Batalha (2001)

Quadro 4.2 – Sigla dos Modelos de Referência

SIGLA	Modelo
A	Modelos Terotecnológicos
B	Qualidade Total na Manutenção – TQM
C	Gerenciamento Estratégico na Manutenção – SMM
D	Manutenção Centrada na Eficácia - ECM
E	Manutenção Baseada no Risco - RBM
F	Manutenção Produtiva Total - TPM
G	Manutenção Centrada na Confiabilidade – RCM
H	Manutenção de Classe Mundial – WCM

Fonte: O Autor

A sequencia da análise acontecerá da seguinte maneira: as especificidades serão analisadas de acordo com o grupo específico colocado no Quadro 4.1.

Serão elaborados ao todo 12 diagramas de Mudge, correspondentes a três itens de cada um dos quatro grandes grupos de especificidades (Figuras 4.5 a 4.16). No final será feito uma avaliação geral e selecionado o modelo de referência que tenha obtido a melhor avaliação.

Estas análises foram feitas com base nos estudos dos autores Pongelupe e Batalha (2001) e Almeida (2005), que identificaram especificidades onde as micro e pequenas organizações são mais vulneráveis.

Cada modelo de referência foi comparado aos pares seguindo a metodologia do diagrama de Mudge e cada gráfico analisou uma especificidade apontada pelos autores como sendo a mais significativa para ser comparada.

Sendo assim ao final da análise dos 12 diagramas será possível perceber qual modelo de referência apresentou maior pontuação na taxa de substituição.

Este julgamento foi feito por um engenheiro que trabalhou 36 anos dentro da área de manutenção e prestou serviços para mais de 220 empresas no Brasil.

As características que levaram ao julgamento foram as mencionadas no tópico 3.2.9, aonde são feitas os comentários finais sobre cada modelo analisado.

#### a) Análise quanto às necessidades estruturais

Figura 4.5 – Análise quanto à necessidade de recursos

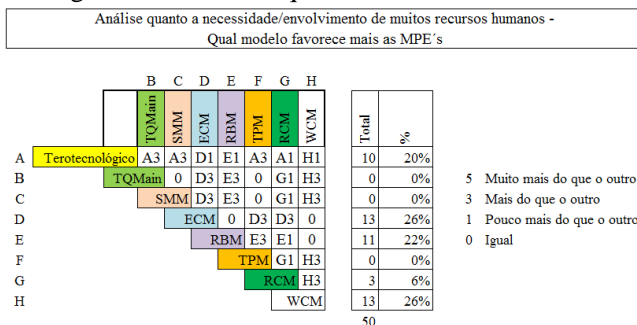
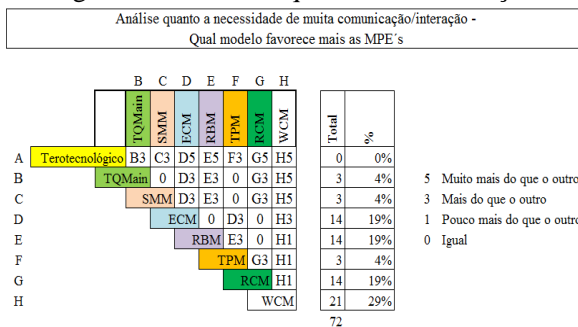
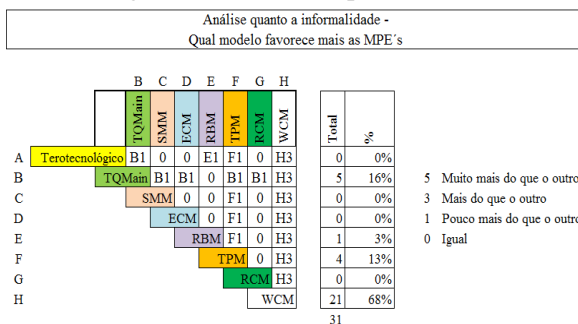


Figura 4.6 – Análise quanto a comunicação/interação



Fonte: O Autor

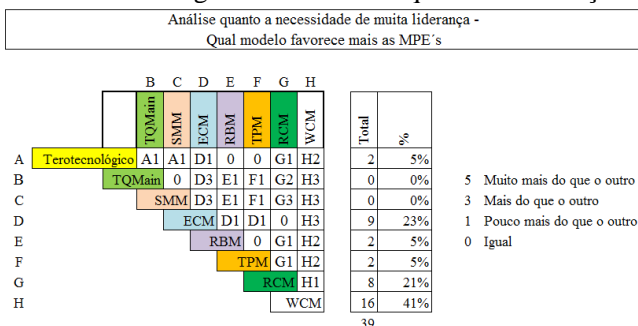
Figura 4.7 – Análise quanto a informalidade



Fonte: O Autor

## b) Análise quanto às especificidades comportamentais

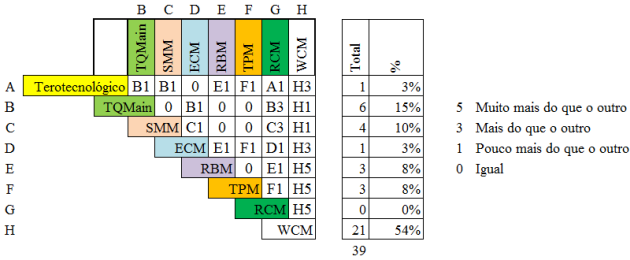
Figura 4.8 – Análise quanto a liderança



Fonte: O Autor

Figura 4.9 – Análise quanto a maior conhecimento/habilidade

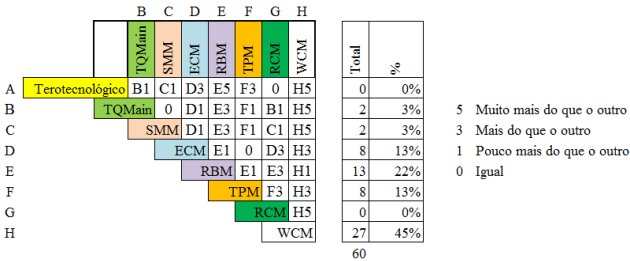
Análise quanto a necessidade de maior conhecimento e de maior habilidade -  
Qual modelo favorece mais as MPE's



Fonte: O Autor

Figura 4.10 – Análise quanto a processos mais funcionais

Análise quanto a necessidade de processos e formas de medições mais funcionais -  
Qual modelo favorece mais as MPE's

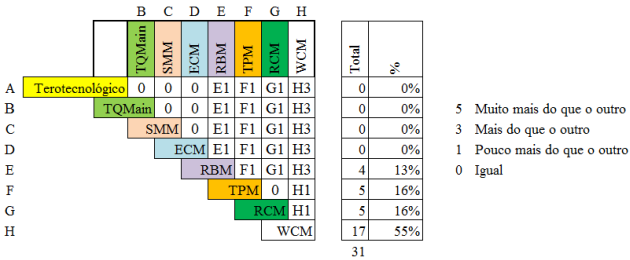


Fonte: O Autor

c) Análise quanto às especificidades estratégicas

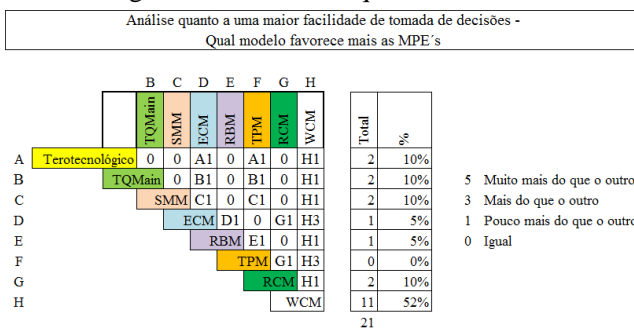
Figura 4.11 – Análise quanto necessidade de planejamento

Análise quanto a uma maior necessidade de planejamento -  
Qual modelo favorece mais as MPE's



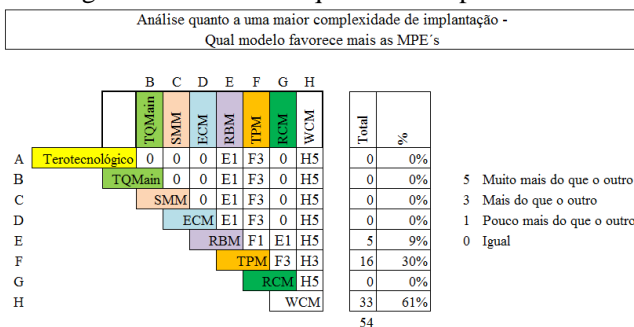
Fonte: O Autor

Figura 4.12 – Análise quanto a tomada de decisões



Fonte: O Autor

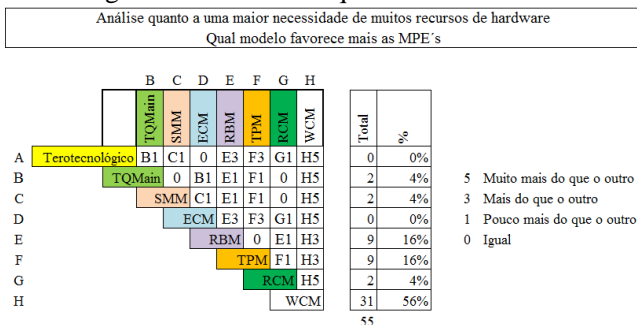
Figura 4.13 – Análise quanto a complexidade de implantação



Fonte: O Autor

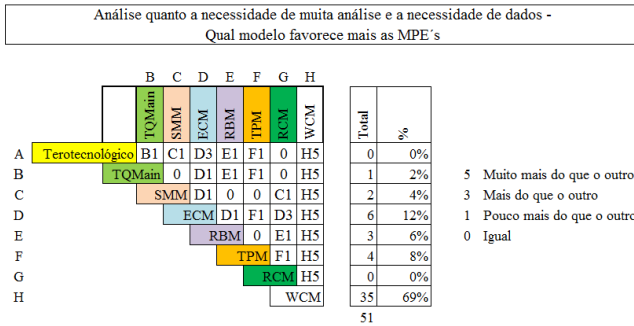
d) Análise quanto às especificidades tecnológicas

Figura 4.14 – Análise quanto a recursos de hardware



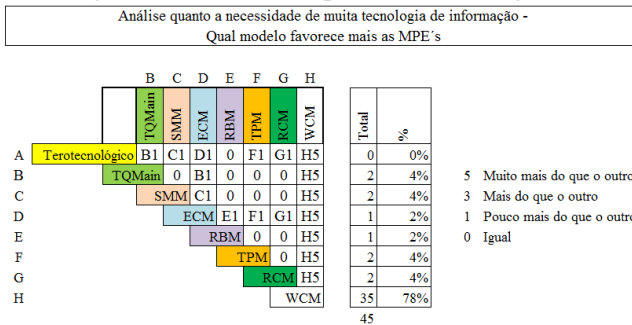
Fonte: O Autor

Figura 4.15 – Análise quanto a necessidade de dados



Fonte: O Autor

Figura 4.16 – Análise quanto a Tecnologia de Informação



Fonte: O Autor

As análises comparativas feitas evidenciaram alguns aspectos que vale a pena ser destacadas. Os três primeiros diagramas (Figuras 4.5 a 4.7) referem-se às especificidades organizacionais estruturais, e nesta ótica todos os modelos de alguma forma favorecem aos MPE's, porém destacou-se o modelo WCM, seguido pelos modelos ECM e RBM, que sugere que estes modelos precisam de menor estrutura para as suas implantações.

Já nas análises feitas nos diagramas das Figuras 4.8, 4.9 e 4.10 que referem-se as especificidades organizacionais comportamentais os destaques também ficaram para os modelos WCM, ECM e RBM, com um peso maior para o modelo WCM.

Nas análises feitas nos diagramas das Figuras 4.11, 4.12 e 4.13 que referem-se as especificidades organizacionais estratégicas os destaques ficaram para os modelos WCM, TPM e ECM, também com um peso maior para o modelo WCM.

Nas análises feitas nos diagramas das Figuras 4.14, 4.15 e 4.16 que referem-se as especificidades organizacionais tecnológicas os destaques ficaram para os modelos WCM, TPM e RBM, também com um peso maior para o modelo WCM.

Em todas as especificidades o modelo WCM se destacou sobre os demais, embora pelos graus de intensidade observados, ele favorece mais nas especificidades tecnológicas, estratégicas e comportamentais, sendo que nas estruturais percebeu-se um grau de intensidade menor, embora seja maior do que os demais modelos.

A Tabela 4.1 – Graus de importância do modelo WCM colocada abaixo mostra um resumo dos graus de intensidade( taxa de substituição ) avaliados nos diagramas de Mudge.

É possível perceber que o modelo WCM apresentou um Grau de Importância maior na especificidade estrutural, pelo fato de exigir menor estruturação do trabalho, sendo um Grau de Importância quase 40% maior do que nas demais especificidades.

Ao se analisar o Grau de Importância nas demais especificidades a diferença entre as comportamentais e tecnológicas não existe, sinalizando que o modelo WCM facilita de igual modo, porém quando analisamos a especificidade estratégica, percebe-se que este modelo embora obtendo o maior grau de importância dentre os demais, neste aspecto apresentou o menor Grau dentre todas as especificidades, o que pode sugerir a mais baixa contribuição deste modelo dentro desta especificidade.

Tabela 4.1 – Graus de Importância do modelo WCM

Especificidade	O que é ?	Grau de Importância
Estruturais	Estão relacionadas com o processo de organização do pequeno empreendimento, ou seja, de como ocorre a sua divisão do trabalho, a delegação de autoridade e a forma de comunicação entre os seus integrantes.	35,9%
Comportamentais	Explicita o comportamento dos dirigentes e dos colaboradores, em termos de valores, atitudes, desejos, motivações, competências, experiências, estilo de liderança etc.,	26,0%

	tanto nas decisões tomadas como na execução das atividades.	
Estratégicas	Referem-se à visão interna e externa à empresa, a forma como se desenvolve o processo de elaboração de estratégias (decidir antecipadamente quais ações serão desenvolvidas no futuro, como elas serão executadas, o momento adequado de execução e quem será o executor; definir o horizonte de tempo para o qual será válido, podendo ser de longo, médio ou curto prazo	20,0%
Tecnológicas	Estão relacionadas, principalmente com as características das tecnologias de processamento, das inovações tecnológicas e da tecnologia da informação.	26,0%

Fonte: O Autor

#### 4.3 Comentários finais

A comparação feita nesta pesquisa sugere que o modelo WCM seja o melhor modelo de referencia para ser usado, a revisão bibliográfica aponta que este modelo normalmente está presente em grandes corporações, que normalmente apresentam características de uma boa sistemática de manutenção, pessoal especializado e uma boa estrutura de suporte. A percepção do autor é de que este modelo é muito abrangente e permite fazer adaptações mais apropriadas aos empreendimentos, nos seus variados tipos e necessidades. Por isso acabou se destacando na avaliação feita, para os diferentes atributos que foram apresentados, embora a sua implantação total exige todos os níveis cumpridos.

De acordo com a análise feita segue abaixo as principais razões porque cada um dos demais modelos não foi preterido.

a) Modelos terotecnológico – Necessitam de muita estrutura e de muitos recursos, bem como uso de tecnologia, o que não é muito facilmente conseguido nestas organizações.

b) Modelo Qualidade Total – Necessita de muitos recursos, de



trabalho em conjunto com a produção e de bastante levantamento e análise de dados.

c) Modelo Gerenciamento Estratégico – Modelo exige recursos capacitados, muito controle e medição de desempenho bem como monitoramento.

d) Modelo Manutenção Centrado na Eficácia – Modelo utiliza recursos que tenham boa compreensão científica utilizam muita coleta e análise de dados e é melhor aplicado para grandes organizações.

e) Manutenção Baseado em Risco – Modelo baseado em análise de riscos e critérios de aceitação terá melhor resultado em organizações que apresentem riscos patrimoniais, pessoais ou ambientais.

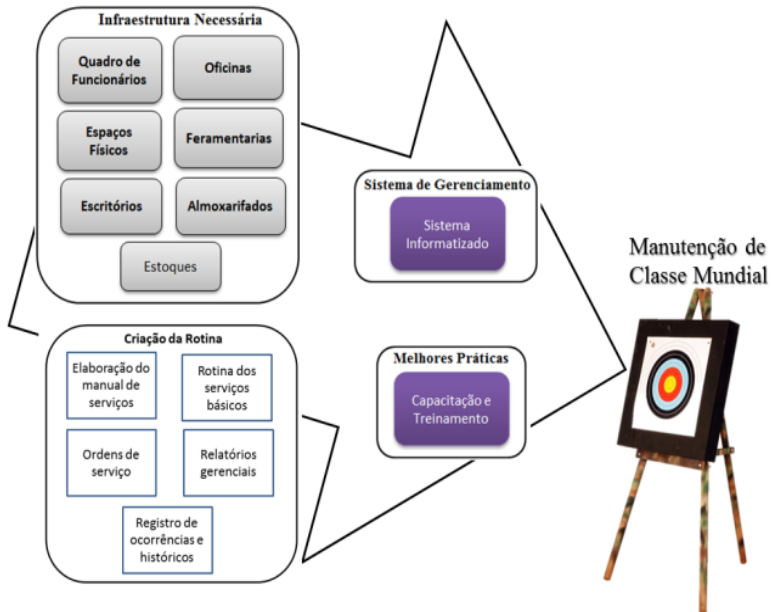
f) Modelo Manutenção Produtiva Total – Modelo exige muitos Recursos, muitos controles e um envolvimento muito grande das pessoas e principalmente da direção. A implantação é em etapas que precisam ser totalmente concluídas e com monitoramentos constantes.

g) Modelo Manutenção Centrada na Confiabilidade – Precisa de Muito recurso técnico e com grande conhecimento de projeto e principalmente do equipamento é um modelo seletivo não aplicado a todas as máquinas.

Uma característica forte desses tipos de empreendimentos é justamente a falta de recursos, e ao olharmos a essência do que é dito no primeiro estágio da pirâmide de implantação de um sistema de gestão de manutenção descrito no trabalho de Drumond (2004) ou no trabalho de Almeida (2015) ou mesmo no trabalho de Wiremann (2002) a proposta básica é de trabalhar com as melhores práticas e de forma que forme a base para o crescimento de um sistema. Sendo assim as análises feitas que sugerem o modelo WCM como o modelo que mais favorece a um micro ou pequeno empreendimento, se baseiam em necessidades básicas de estruturação da manutenção e exatamente nesta parte é que o modelo WCM favorece aos MPE's, ao olharmos para os resultados do grau de importância se percebe que exatamente nas especificidades estruturais é que este modelo mais favorece.

Seguindo a recomendação de Wireman, (2003), para a gestão de manutenção de uma empresa e baseado na sugestão da pesquisa para o modelo World Class Maintenance –WCM, os componentes principais que deverão compor o programa de manutenção deverão ser conforme descrito na Figura 4.17 – WCM componentes

Figura 4.17 – WCM-componente



Fonte: O Autor

Na Figura 4.17 os principais componentes são a criação de uma infraestrutura mínima necessária, a criação de uma rotina básica de ações de manutenção, a utilização das melhores práticas de manutenção e a utilização de um sistema de gerenciamento informatizado.

## **5.0 ESTUDO DE CASO PARA AFERIR A INCORPORAÇÃO DA GESTÃO WCM NUMA MICRO ESTRUTURA DE MANUFATURA**

O presente estudo será feito em uma instituição de pequeno porte que possui máquinas do setor metal mecânico similar à maioria das empresas da região de Joinville. Os principais objetivos deste estudo serão:

Propor a implantação de um novo sistema de gestão baseado no *World Class Maintenance – WCM*.

Avaliar e mapear as percepções dos usuários/gestores do sistema atual, baseado nos critérios de implantação do modelo WCM.

Apresentar à implantação proposta adaptada a especificidade desta instituição.

### **5.1 Caracterização da Empresa**

A instituição a ser avaliada é da região de Joinville e atua na área de ensino de formação técnica e profissionalizante da área de mecânica, para trabalharem-nos diversos tipos de segmentos da indústria ou de outros arranjos produtivos.

A instituição trabalha nos três horários, matutino, vespertino e noturno e atende aproximadamente 600 alunos, nos cursos técnicos, tecnólogos e bacharelados.

Para fazer frente às necessidades de aprendizado dos alunos possui laboratórios, aonde os mesmos podem praticar e simular situações reais de trabalho. Os laboratórios existentes são: Laboratório de Fabricação, Laboratório de Metrologia, Laboratório de Soldagem, Laboratório de Materiais, Laboratório de Termo fluido e Laboratório de Projetos.

A seguir será apresentado as máquinas existentes nos principais laboratórios desta instituição, a saber:

As Tabelas 5.1 e Tabela 5.2, listam as máquinas de dois dos laboratórios disponíveis na instituição.

Tabela 5.1 – Lista de Máquinas do Laboratório de Fabricação

Quantidade	Máquina	Idade Média ( Vida útil )
6	Torno Mecânico Universal CLARK modelo CO 36-II 1000 x 360 2000RPM	10 anos
4	Fresadora Ferramenteira CLARK modelo EVS 2E 305x350x315 Painel de Comando; Cabeçote com variado eletrônico (inversor de frequência);	10 anos
1	Centro de Usinagem	7 anos
1	Retífica Plana Tangencial	2 anos
1	Torno CNC	2 anos
2	Furadeira de Bancada	
1	Furadeira de Bancada	
1	Maquina de Corte	10 anos
1	Maquina de Corte	2 anos
2	Esmeril	

Fonte: O Autor

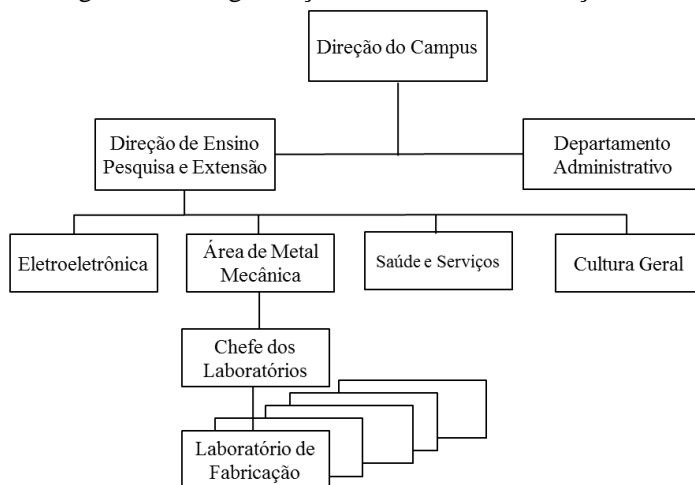
Tabela 5.2 – Lista de Máquinas do Laboratório de Materiais

Quantidade	Máquina	Idade Média ( Vida útil )
2	Durômetro	5 anos
2	Esmerilhadeira Elétrica	5 anos
1	Estufa de Laboratório	7 anos
1	Forno de laboratório	2 anos
1	Máquina de Ensaio Físico	2 anos
1	Máquina para Ensaio de Tração	10 anos
1	Microscópio Eletrônico	2 anos
1	Microscópio Trinocular	2 anos
2	Politriz	2 anos
1	Embutidora Metalográfica	5 anos

Fonte: O Autor

O laboratório a ser analisado, o laboratório de fabricação, tem similaridade com um setor típico metal mecânico. Possui a seguinte estrutura organizacional.

Figura 5.1 – Organização Estrutural da Instituição



Fonte: O Autor

Figura 5.2 - Vista do Laboratório de Fabricação

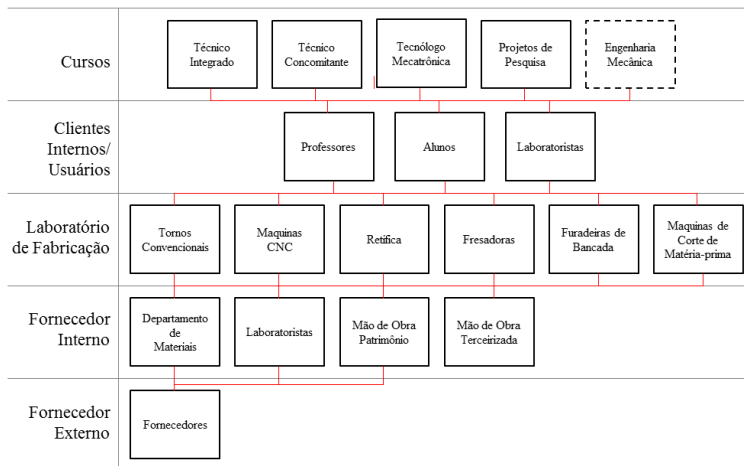


Fonte: O Autor

A Figura 5.2 – Vista do Laboratório de Fabricação apresenta a distribuição das máquinas no laboratório de fabricação.

A Figura 5.3 – Macroprocesso do Fluxo de Trabalho no Laboratório de Fabricação ilustra como acontecem os trabalhos

Figura 5.3 – Macroprocesso do Fluxo de Trabalho no Laboratório de Fabricação



Fonte: O Autor

Conforme ilustrado na Figura 5.3 as máquinas do laboratório de fabricação são utilizadas pelos clientes internos, os próprios laboratoristas, os usuários alunos da instituição e os professores.

Os cursos atendidos por este laboratório são os cursos técnicos e os cursos superiores (mecatrônica e engenharia mecânica).

Para suporte as atividades o setor conta com a mão de obra dos laboratoristas e o pessoal da área de patrimônio para pequenas intervenções que se fizerem necessário e mais o pessoal da limpeza.

Para as situações especiais que ocorrem é preciso recorrer a contratação de mão de obra externa através do departamento de materiais.

### 5.1.1 Avaliação das especificidades

Utilizando as especificidades abordadas no Capítulo 2 pode-se fazer uma avaliação do laboratório para que seja possível conhecê-lo melhor.

Conforme visto as MPE's são influenciadas pelas seguintes especificidades:

- a) Ambientais
- b) Organizacionais estruturais

- c) Organizacionais comportamentais
- d) Organizacionais estratégicas
- e) Organizacionais tecnológicas

#### 5.1.1.1 Ambientais

Esta instituição pertence a Rede Federal de Ensino, portanto é totalmente dependente das políticas públicas que são estabelecidas pelos governos federais, que diz respeito a orçamentos, compras controladas, obrigações fiscais e de outros fatores limitadores da gestão da instituição.

Por outro lado, a mesma está sujeita a limitações provenientes do clima interno, demandado pelas disciplinas nas atividades de ensino, pelas atividades de extensão e eventualmente de pesquisa, por interrupções de atividades resultantes de manifestações administrativas, políticas de alunos, professores e TAE's, bem como também é influenciado pela burocracia, caracterizada pelas demandas e adequações a legislação federal, que pode provocar demora de atendimentos por parte de fornecedores devido ao processo mais rigoroso de aprovação de serviços.

#### 5.1.1.2 Organizacionais

Como foi visto no tópico 2.3.2 desta pesquisa as especificidades organizacionais revelam como as atividades são divididas, organizadas e coordenadas Terence (2002).

Para isso em reunião com o coordenador da área e o chefe do laboratório foram avaliadas e selecionadas as especificidades organizacionais que são características desta instituição e que estão mostradas no Quadro 5.1 – Especificidades da Instituição

Quadro 5.1 – Especificidades da Instituição

Estruturais	Comportamentais	Estratégicos	Tecnológico
Simple e enxuta	Gerenciamento tende a ser flexível	Ausência de planejamento e de programação	Dificuldade de alteração e adaptação nas máquinas.
Flexibilidade Operacional	Tomada de decisões ágeis	Falta de capital para investimentos	Máquinas em bom estado de conservação "continua"

Estruturais	Comportamentais	Estratégicos	Tecnológico
Trabalhos na maioria repetitivos	Cliente diverso e jovem, com pouca formação no uso de máquinas e	Carência de dados quantitativos e informações gerenciais.	“continuação” Pouca utilização dos recursos da tecnologia da informação
Gestão informal	Atividade em grupo	Pouca pesquisa tecnológica	
Boa mão-de-obra	Uso sazonal		
Comunicação ágil			

Fonte: O Autor

## 5.2 Modelo Proposto

Conforme visto no tópico 4.3 o modelo que mais favorece as MPE's foi o modelo ***World Class Maintenance*** – WCM. Neste modelo foi visto que os sistemas de gestão para as MPE's deveriam se apoiar nos seguintes pilares do modelo WCM:

- a) Liderança e Gerenciamento da Mudança
- b) Produtividade
- c) Sistemas, práticas e procedimentos de manutenção.
- d) Melhorias sistemas de apoio

Por outro lado, no modelo proposto por Drumond (2004), para implantação da 1ª etapa deste modelo, que é à base da pirâmide, o mesmo propôs as seguintes etapas para a implantação:

- a) Planejamento estratégico
- b) Priorização da Manutenção
- c) Engenharia da Manutenção
- d) Planejamento das Atividades
- e) Gestão de Materiais e de Contratos
- f) Organização da Manutenção
- g) Gerenciamento das informações
- h) Análise de Desempenho



Em função das etapas proposta por Drumond (2004), foram elaboradas 40 questões envolvendo procedimentos das oito etapas, como está apresentado na Tabela 5.3 – Distribuição das Questões sobre a Implantação do Sistema de Gestão da Manutenção, a saber:

Tabela 5.3 – Distribuição das Questões sobre a Implantação do Sistema de Gestão da Manutenção

Etapa	O que se pretende avaliar	Quantas perguntas
Planejamento Estratégico	Há existência de um planejamento de trabalhos rotineiros ou de melhorias e administração dos recursos	4
Priorização da Manutenção	Há existência de regras conhecidas por todos que priorizem o atendimento	2
Engenharia de Manutenção	Há esforços no sentido de aperfeiçoar os serviços, diminuir problemas crônicos e tornar a manutenção mais eficaz.	2
Gestão de Materiais e Contratos	Como é feito a gestão de materiais e a contratação de serviços, se há armazenamento e gestão de materiais	6
Planejamento das Atividades	Como são feitos os planos de manutenção, as programações e o controle dos serviços, das ferramentas e dos recursos necessários.	12

*“continua”*

Tabela 5.3 – Distribuição das Questões sobre a Implantação do Sistema de Gestão da Manutenção

Etapa	O que se pretende avaliar	Quantas perguntas
		<i>“continuação”</i>
Organização da Manutenção	Como estão estruturadas: o cadastro das máquinas, o sistema de codificação, como estão capacitados os executantes, a documentação técnica, a infraestrutura necessárias as principais rotinas de serviço	9
Gerenciamento das Informações	A existência de registros/históricos das ocorrências e a existência de um acompanhamento por indicadores.	3
Análise de Desempenho	Se há análise baseado no desempenho realizado ou se há metas	2

Fonte: O Autor

Conforme mostrado na Tabela 6.3 a ênfase maior das percepções está na organização, no planejamento das atividades e na gestão de materiais e contratos, sendo 68% do total das percepções. O que retrata a importância para os MPE's de cuidar destas etapas, para desenvolver o sistema de gestão da manutenção.

A Tabela 5.4 – Quantidade de Questionários mostra a quantidade de questionários que foi aplicado. No total, 10 pessoas estão envolvidas no sistema da instituição, a saber:

Tabela 5.4 – Quantidade de Questionários

Nível	Quantidade de Questionários
Estratégico	2
Supervisão	1
Operacional	7

Fonte: O Autor

O que se pretende observar ao separar os questionários por níveis é a percepção pelos diversos ângulos do sistema atual de manutenção do

laboratório de fabricação, também foi pedido ao nível estratégico uma avaliação quanto a planejamento estratégico para os próximos períodos, a fim de direcionar melhor os esforços de planejamento de curto, médio e a longo prazo.

Destaca-se abaixo o critério para a pontuação:

Tabela 5.5 – Critério de pontuação para o questionário sobre as percepções

0 Não há nada que evidencie a existência	3 Há pouquíssimas evidências que existe	5 Existe evidências regulres de que exista.	7 Há evidências que existe na maioria das situações	10 Existe sempre as evidências.	NA Não se aplica
--	---	---	---	---------------------------------	------------------

Fonte: O Autor

Cada item avaliado poderá obter notas de 0 a 10, sendo que existe a opção de não se aplica, caso o profissional tenha esta percepção.

As figuras 5.4 e 5.5 ilustram as duas primeiras partes do questionário para apuração das percepções do pessoal envolvido no laboratório de fabricação da instituição.

Figura 5.4 – Formulário usado – Parte I

QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Função: \_\_\_\_\_ Usuário \_\_\_\_\_

Legenda:

0 Não há nada que evidencie a existência	3 Há pouquíssimas evidências que existe	5 Existe evidências regulres de que exista.	7 Há evidências que existe na maioria das situações	10 Existe sempre as evidências.	NA Não se aplica
--	---	---	---	---------------------------------	------------------

Etapas	Item	Descrição	Avaliação					
Planejamento Estratégico	1.	Há planejamento de atividades de melhoria/modificações específicas para equipamentos e instalações?	0	3	5	7	10	NA
	2.	Existe uma sistemática planejada para troca de informações entre os níveis envolvidos na manutenção, para a avaliação das atividades?	0	3	5	7	10	NA
	3.	Existe um plano de contingência, para riscos de paradas de máquinas?	0	3	5	7	10	NA
	4.	Existe orçamento específico (plurianual, mensal), para a manutenção?	0	3	5	7	10	NA
Priorização da Manutenção	5.	Há definição de criticidade nos equipamentos a serem mantidos?	0	3	5	7	10	NA
	6.	Há uma difusão desta criticidade pelas demais sub-áreas da mecânica?	0	3	5	7	10	NA
Engenharia de Manutenção	7.	Há recursos disponíveis para a realização desta atividade?	0	3	5	7	10	NA
	8.	Mesmo sem recursos disponíveis, é feita alguma atividade nesse sentido?	0	3	5	7	10	NA
Gestão de Materiais e Contratos	9.	Existe estoque de itens estratégicos para a manutenção?	0	3	5	7	10	NA
	10.	Existe espaço físico necessário para a estocagem dos materiais estratégicos?	0	3	5	7	10	NA
Planejamento das Atividades	11.	Existe trabalho de gestão de componentes necessários para as máquinas e para os equipamentos?	0	3	5	7	10	NA
	12.	Existe trabalhos de identificação de fornecedores e prestadores de serviço?	0	3	5	7	10	NA
	13.	Existe uma sistemática para identificação e gestão de itens recuperáveis?	0	3	5	7	10	NA
	14.	Existe procedimentos para gestão de contratos de serviços?	0	3	5	7	10	NA
	15.	Há planos de manutenção, abrangendo todos os equipamentos?	0	3	5	7	10	NA
	16.	Há fluxo normal das funções de planejamento e de programação da manutenção?	0	3	5	7	10	NA
	17.	Há um controle dos serviços planejados e a sua efetiva execução?	0	3	5	7	10	NA
	18.	Existe um controle de serviços com Ordens de Serviço?	0	3	5	7	10	NA
	19.	Existe um controle sobre os documentos necessários para o planejamento das ações, das máquinas e equipamentos?	0	3	5	7	10	NA

Fonte: O Autor

Nesta primeira parte do formulário são avaliadas as percepções sobre as etapas de planejamento estratégico, priorização da manutenção,

engenharia de manutenção, gestão de materiais e planejamento de atividades.

Figura 5.5 – Formulário usado – Parte II

QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Função: \_\_\_\_\_ Usuário \_\_\_\_\_

Legenda:

0	Não há nada que evidencie a existência	3	Há pouquíssimas evidências que existe	5	Existe evidências regulares de que exista.	7	Há evidências que existe na maioria das situações	10	Existe sempre as evidências.	NA	Não se aplica
---	--	---	---------------------------------------	---	--	---	---	----	------------------------------	----	---------------

Etapa	Item	Descrição	Avaliação					
Planejamento das Atividades	20.	Os materiais, ferramentas e demais recursos necessários à execução estão disponibilizados com antecedência?	0	3	5	7	10	NA
	21.	Há reuniões de rotina envolvendo o planejamento e a execução para a validação da programação de manutenção?	0	3	5	7	10	NA
	22.	Existe registro das ações feitas quer seja preventiva ou corretiva, feitas nas máquinas?	0	3	5	7	10	NA
	23.	Existe recursos necessárias para a execução dos serviços( materiais, ferramentas, Hh)?	0	3	5	7	10	NA
	24.	Na preparação e execução das atividades de manutenção são verificados aspectos de segurança, organização e orientação técnica?	0	3	5	7	10	NA
	25.	Existe rotinas de inspeção de manutenção programadas?	0	3	5	7	10	NA
	26.	Existe rotinas de manutenção feitas por outras áreas/terceiros?	0	3	5	7	10	NA
Organização da Manutenção	27.	Existe manual com as principais rotinas e procedimentos do setor de manutenção?	0	3	5	7	10	NA
	28.	Existe um cadastro de máquinas,equipamentos implantado?	0	3	5	7	10	NA
	29.	Existe um sistema de codificação para as máquinas e equipamentos?	0	3	5	7	10	NA
	30.	Os executantes dos serviços, foram capacitados para a execução dos serviços?	0	3	5	7	10	NA
	31.	Existe instruções técnicas para a execução das atividades de manutenção para cada equipamento?	0	3	5	7	10	NA
	32.	Há gestão de documentação técnica (desenhos, e manuais de manutenção)?	0	3	5	7	10	NA
	33.	A infraestrutura da oficina, incluindo equipamentos de apoio está adequada à necessidade da instituição?	0	3	5	7	10	NA
	34.	As instalações (oficina, vestiário, banheiros) estão adequadas à demanda da manutenção?	0	3	5	7	10	NA
	35.	As ferramentas utilizadas pela manutenção são em número adequado?	0	3	5	7	10	NA

Fonte: O Autor

Nesta segunda parte do questionário as percepções sobre o planejamento das atividades continuam sendo avaliadas, bem como as relativas a organização da manutenção.

A Figura 5.6 ilustra a terceira parte do questionário, aonde é focada as percepções sobre informações e desempenho.

As três ilustrações completam o questionário submetido aos envolvidos no sistema de manutenção da instituição, para avaliar a percepção de todos os níveis.

**Figura 5.6 – Formulário usado – Parte III**

QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Função: \_\_\_\_\_ Usuário \_\_\_\_\_

Legenda:

0 Não há nada que evidencie a existência      3 Há pouquíssimas evidências que existe      5 Existe evidências regulares de que exista.      7 Há evidências que existe na maioria das situações      10 Existe sempre as evidências.      NA Não se aplica

Etapa	Item	Descrição	Avaliação					
Gerenciamento das informações	36.	Há registro ou histórico de manutenção, das ações feitas?	0	3	5	7	10	NA
	37.	Há gestão relativa a indicadores de desempenho de manutenção?	0	3	5	7	10	NA
	38.	As informações de desempenho dos equipamentos são de fácil acesso e de amplo conhecimento e estão atualizadas?	0	3	5	7	10	NA
Análise de Desempenho	39.	É feita uma análise de desempenho de indicadores e proposto ações de melhorias?	0	3	5	7	10	NA
	40.	Há desdobramento de metas, após a análise de desempenho?	0	3	5	7	10	NA

Fonte: O Autor

### 5.3 Resultado das Avaliações

A seguir serão apresentados os resultados das percepções por temas, ou seja, pelas etapas de implantação da pirâmide de Drumond (2004).

A Tabela 5.6 – Tabela de Percepções Gerais abaixo ilustra as percepções de todos os níveis envolvidos em relação a todas as etapas de implantação que foram obtidas quanto a existência de um planejamento estratégico na instituição para a área de manutenção.

**Tabela 5.6 – Tabela de Percepções Gerais**

Etapa da Implantação - Plano de Manutenção	Qtd de Questionários	Qtd de questões	Max. de Pontos	Laborista	Professores	Operacional	Chefe Laboratório	Tático	Coordenador de Área	Diretor	Estratégico	Σ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	Engenharia de Manutenção	10	2	200	17	36	68,8%	8	10,4%	8	8	20,8%	77	39%													
2	Organização das atividades	10	9	900	60	112	65,4%	31	11,8%	30	30	22,8%	263	29%													
3	Planejamento das atividades	10	12	1200	85	164	74,6%	29	8,7%	28	28	16,8%	334	28%													
4	Priorização da manutenção	10	2	200	12	22	65,4%	6	11,5%	6	6	23,1%	52	26%													
5	Gerencia de materiais e contratos	10	6	600	25	85	71,0%	11	7,1%	17	17	21,9%	155	26%													
6	Planejamento estratégico	10	4	400	18	35	55,2%	3	3,1%	20	20	41,7%	96	24%													
7	Gerenciamento das informações	10	3	300	11	9	76,9%	0	0,0%	3	3	23,1%	26	9%													
8	Análise de desempenho	10	2	200	6	9	100,0%	0	0,0%	0	0	0,0%	15	8%													

Fonte: O Autor

A tabela 5.6 compõe-se de

: a) As linhas de 1 a 8 que correspondem as etapas da implantação do sistema de manutenção baseado na pirâmide de Drumond (2004).

- c) A coluna 1 refere-se a quantidade de formulários distribuídos
- d) A coluna 2 refere-se a quantidade de perguntas relativas ao tema que estão contidas no formulário.
- e) A coluna 3 refere-se a pontuação máxima possível de ser alcançada
- f) As colunas 4, 5 e 6 referem-se as pontuações alcançadas pelo nível operacional.
- g) Da mesma forma as colunas 7 e 8 referem-se ao nível tático.
- h) As colunas 9, 10 e 11 referem-se as pontuações atingidas pelo nível estratégico.
- i) As colunas 12 e 13 referem-se ao total atingido por todos os níveis.
- j) Coluna 13 – A percepção de todos os níveis considera que a etapa da Engenharia de Manutenção é a etapa que mais já foi aplicada na instituição, é possível que os participantes tenham um conceito errado sobre o que venha a ser a Engenharia de Manutenção e o que eles realmente acreditam é que as soluções criativas para resolução de problemas seja o que eles pensam ser Engenharia de Manutenção.

Ainda sobre esta informação dada na coluna 13 os percentuais atingidos para as etapas das linhas 2 até a linha 6 ficaram em um patamar abaixo dos 30% da pontuação máxima possível, e as etapas das linhas 7 e 8 tiveram percentuais de percepções abaixo de 10%, o que sugere que estas etapas talvez nunca tiveram sido aplicadas.

- k) De um modo geral a percepção que todos os níveis têm sobre a implantação do sistema de gestão da manutenção é na faixa de 23%, o que sugere que o atual sistema está em um nível bem baixo comparado com a etapa do modelo de referência WCM.

Analisando as etapas de forma individualizada, temos que:

Planejamento Estratégico – Esta percepção reflete no dia a dia da manutenção, pois permite estabelecer a direção a ser seguida pela organização. A percepção de todos ficou baixa, 24%.

Priorização da Manutenção – Esta percepção visa priorizar o atendimento para as máquinas mais críticas, a fim de organizar os serviços. A percepção de todos ficou 26%

Engenharia de Manutenção – Esta percepção aponta trabalhos no sentido de tornar a manutenção mais eficiente e eficaz nas suas ações diárias. A percepção que todos tiveram ficou em 39%.

Planejamento das Atividades – Esta percepção indica como os serviços estão pensados e sequenciados de forma contínua e clara. A percepção que todos tiveram ficou em 28%

Organização das Atividades – Esta percepção visa sinalizar as ações de organização, controle e de estruturação do setor. A percepção geral de todos os níveis ficou em 29%

Gerencia de Materiais e Contratos – Esta percepção visa dar uma ideia de como o setor gerencia seus materiais e recursos necessários para a realização de suas atividades, A percepção geral ficou em 26%

Gerenciamento de Informações – Esta percepção visa dar uma ideia de como se trata das informações no setor, tanto interna como externamente, relatando tanto as ações feitas, como o estado das máquinas. A percepção geral ficou em 9%, muito baixa em relação as demais percepções

Análise de Desempenho – Esta percepção visa dar uma ideia de como as tarefas ou ações de manutenção foram desempenhadas em relação ao que foi planejado, bem como também uma ideia de como está o desempenho das próprias máquinas. A percepção geral ficou em um patamar baixo de 8%

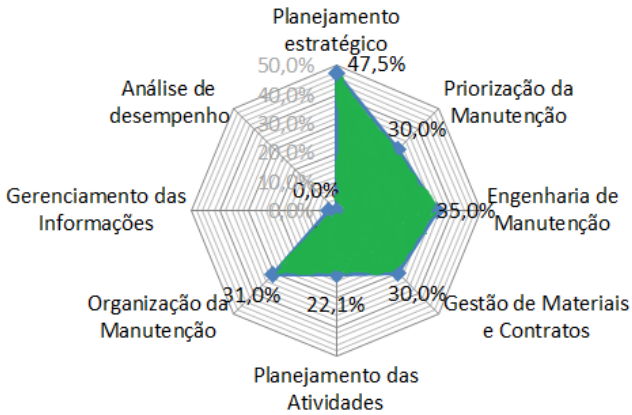
A percepção geral obtida por todos os níveis em todas as perguntas feitas atingiu a 25% do total.

A título de comparação Wireman (2003) menciona em seu livro “*Benchmarking-Best Practices in Maintenance Management*” que as empresas norte americanas que participaram da pesquisa atingiram um patamar de 60% da pontuação máxima.

#### 5.4 Percepções por Níveis

As Figuras abaixo ilustram as percepções do sistema de manutenção atual, na visão dos níveis envolvidos.

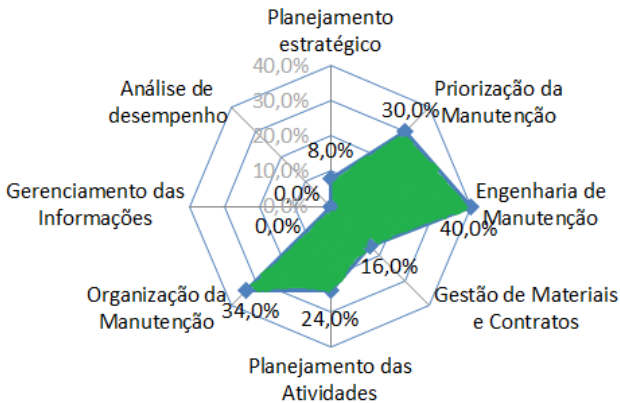
Figura 5.7 – Percepções dos Níveis Estratégicos



Fonte: O Autor

Este nível percebe mais as ações voltadas para o planejamento estratégico da instituição, tendo percepções baixas das atividades de planejamento de atividades, organização da manutenção e gestão de materiais.

Figura 5.8 - Percepções do Nível Tático

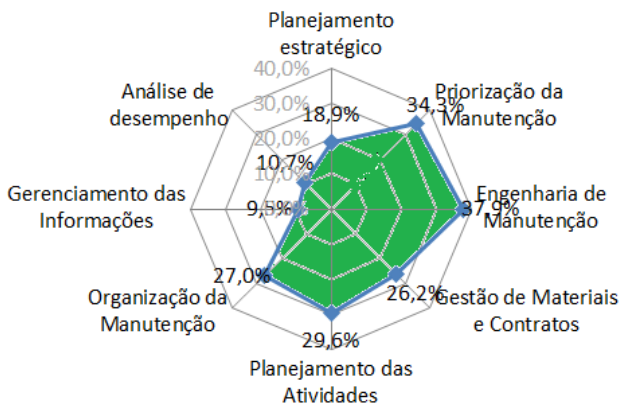


Fonte: O Autor

Neste nível as percepções maiores se voltaram para as ações de engenharia de manutenção e priorização e organização da manutenção. As ações voltadas para o planejamento das atividades, gestão de materiais também tiveram percepções baixas neste nível.



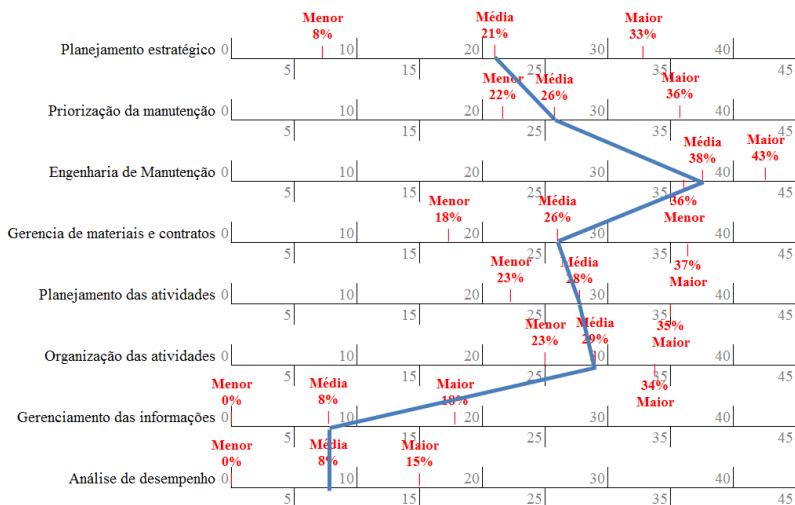
Figura 5.9 - Percepções do Nível Operacional



Fonte: O Autor

Neste nível as percepções ficaram quase toda em um mesmo patamar de percepção vale destacar as baixas percepções neste nível para o planejamento estratégico.

Figura 5.10 - Visão Geral das Percepções – Valores médios



Fonte: O Autor

A Figura 5.10 – Visão Geral das Percepções ilustra os valores médios, mínimos e máximos de todas as percepções por tema,

envolvendo todos os níveis. O que chama a atenção são alguns aspectos importantes como:

Percepção baixa no que tange a gerenciamento de informações e análise de desempenho por parte de todos os níveis.

A exceção da percepção do planejamento estratégico e da engenharia de manutenção todos os demais temas ficaram em uma faixa média próxima, de 26% a 29%.

### 5.5 Propostas para o plano de ações desta instituição

Em função do que foi percebido na análise feita nos questionários respondidos, foi elaborado um plano de ações para implantação do modelo de gestão da manutenção desta instituição, baseado no modelo de referência WCM (*World Class Maintenance*) e orientado na pirâmide de implantação desenvolvida por Drumond (2004), bem como nas especificidades que a caracterizam. As Figuras abaixo ilustram as ações:

Figura 5.11 – Plano de Ações para Implantação do Modelo de Gestão da Manutenção-Parte 1

A Figura 5.11 mostra o plano de ações associado aos pilares Liderança e Gerenciamento para mudanças e Sistemas Práticas e Procedimentos de Manutenção do modelo WCM, bem como aos itens da pirâmide correspondentes. Também estão associados às especificidades levantadas para esta instituição.

Pilar WCM	Item do Plano	Ação	Especificidades															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Liderança e Gerenciamento para Mudanças	Planejamento Estratégico	1 Definir os objetivos e a forma de alcançá-los																
		2 Avaliar as necessidades para a implantação das melhorias																
		3 Avaliar verbas e os custos necessários																
	Organização da Manutenção	4 Avaliar a estrutura atual e definir ou não modificações																
		5 Avaliar a necessidade de recursos	👍	👍	👍	👍	👍	👍	👍	👍	👍	👍	👍	👍	👍	👍	👍	👍
	Gerenciamento das informações	6 Elaborar um cadastro das máquinas, dos equipamentos e das ferramentas mais críticas necessárias																
		7 Criar uma sistemática de codificação																
		8 Criar relatórios que mostrem as ações feitas por cada estratégia																
		9 Criar relatório que mostrem gastos de manutenção por cada equipamento																
	Análise de desempenho	10 Criar relatório que mostrem o desempenho do planejado x realizado																
Sistemas, Práticas e Procedimentos de Manutenção	Priorização da Manutenção	11 Definir e difundir a priorização das máquinas e equipamentos	👍	👍	👍	👍	👍	👍	👍	👍	👍	👍	👍	👍	👍	👍	👍	
	Planejamento das Atividades	12 Elaborar planos e rotinas de manutenção para todas as máquinas																
		13 Estabelecer uma programação dos serviços a serem feitos																
		14 Criar uma sistemática de controle dos serviços																
		15 Revisar, complementar toda a parte documental técnica necessária de apoio aos serviços																

Legenda das Especificidades: 👍 - Favorecem 🚫 - Não favorecem

1 - Gestão informal 2 - Comunicação ágil 3 - Gerenciamento flexível 4 - Tomada de decisões ágeis 5 - Falta de capital para investimentos 6 - Simples e enxuta 7 - Sistema de informações simples 8 - Ausência de dados quantitativos e de informações 9 - Máquinas e instalações em bom estado 10 - Boa mão de obra 11 - Trabalhos muito repetitivos 12 - Flexibilidade operacional 13 - Ausência de planejamento/programação 14 - Dificuldade de se alterar/modificar equipamentos 15 - Não utiliza totalmente os recursos da Tecnologia de Informação 16 - Nenhum tipo de pesquisa tecnológica

Fonte: O Autor

Figura 5.12 - Plano de Ações para Implantação do Modelo de Gestão da Manutenção-Parte 2

Pilar WCM	Item do Plano	Ação	Especificidades															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Sistemas, Práticas e Procedimentos de Manutenção	Engenharia de Manutenção	16 Criar uma sistemática para controle e registro das atividades feitas																
	Melhorias nos sistemas de Apoios	Gestão de Materiais e de Contratos	17 Avaliar a necessidade da criação de um almoxarifado ou espaço físico, para os materiais e insumos específicos															
18 Avaliar a necessidade de materiais e ferramentas necessárias aos serviços																		
19 Implantar uma sistemática de manutenção nas máquinas ou equipamentos de sistema de apoio																		
20 Avaliar, estudar e implantar a prática de contratação de serviços por licitação																		

Legenda das Especificidades: 👍 - Favorecem 🚫 - Não favorecem

1 - Gestão informal 2 - Comunicação ágil 3 - Gerenciamento flexível 4 - Tomada de decisões ágeis 5 - Falta de Capital para investimentos 6 - Simples e enxuta 7 - Sistema de informações simples 8 - Ausência de dados quantitativos e de informações 9 - Máquinas e instalações em bom estado 10 - Boa mão de obra 11 - Trabalhos muito repetitivos 12 - Flexibilidade operacional 13 - Ausência de planejamento/programação 14 - Dificuldade de se alterar/modificar equipamentos 15 - Não utiliza totalmente os recursos da Tecnologia de Informação 16 - Nenhum tipo de pesquisa tecnológica

Conforme mostrado na Figura 5.12 temos o plano de ações associadas aos pilares Sistemas Práticas e Procedimentos de

Manutenção e Melhorias nos Sistemas de Apoio do modelo WCM, bem como aos itens da pirâmide correspondentes. Também estão associados às especificidades levantadas para esta instituição.

Figura 5.13 – Julgamento da Influência das Especificidades da Instituição no Plano de Ações – Parte I

Pilar WCM	Item do Plano	Ação	Especificidades - Quadro 6.1	
			Auxiliar	Atrapalham
Liderança e Gerenciamento para Mudanças	Planejamento Estratégico	1 Definir os objetivos e a forma de alcançá-los 2 Avaliar as necessidades para a implantação das melhorias 3 Avaliar verbas e os custos necessários	1 Gestão informal 2 Comunicação ágil 3 Gerenciamento flexível 4 Tomada de decisões ágeis	5 Falta de capital para investimentos
	Organização da Manutenção	4 Avaliar a estrutura atual e definir ou não modificações 5 Avaliar a necessidade de recursos 6 Elaborar um cadastro das máquinas, dos equipamentos e das ferramentas mais críticas necessárias	6 Empresa simples e enxuta 7 Sistema de informações simples	
	Gerenciamento das informações	7 Criar uma sistemática de codificação 8 Criar relatórios que mostrem as ações feitas por cada estratégia 9 Criar relatório que mostrem gastos de manutenção por cada equipamento		8 Pouca utilização dos recursos da Tecnologia de informação
	Análise de desempenho	10 Criar relatório que mostrem o desempenho do planejado x realizado		
Sistemas, Práticas e Procedimentos de Manutenção	Priorização da Manutenção	11 Definir e difundir a priorização das máquinas e equipamentos		
	Planejamento das Atividades	12 Elaborar planos e rotinas de manutenção para todas as máquinas 13 Estabelecer uma programação dos serviços a serem feitos 14 Criar uma sistemática de controle dos serviços 15 Revisar, complementar toda a parte documental técnica necessária de apoio aos serviços	9 Máquinas e instalações em bom estado 10 Boa mão de obra 11 Trabalhos na maioria repetitivos 12 Flexibilidade operacional	13 Ausência de Planejamento/Programação 14 Dificuldade em se alterar/modificar equipamentos 15 Não utiliza totalmente os recursos da Tecnologia de informação

Fonte: O Autor

Na coluna especificidades da Figura 5.11 e da Figura 5.12 está o julgamento da influência das especificidades desta instituição. As Figuras 5.13 e Figura 5.14 ilustram o julgamento feito das influências das especificidades desta instituição no planejamento das ações.

Figura 5.14 - Julgamento da Influência das Especificidades da Instituição no Plano de Ações – Parte II

Pilar WCM	Item do Plano	Ação	Especificidades - Quadro 6.1	
			Auxiliar	Atrapalham
Sistemas, Práticas e Procedimentos de Manutenção	Engenharia de Manutenção	16 Criar uma sistemática para controle e registro das atividades feitas		16 Pouca pesquisa na área tecnológica
	Gestão de Materiais e de Contratos	17 Avaliar a necessidade da criação de um almoxarifado ou espaço físico, para os materiais e insumos específicos 18 Avaliar a necessidade de materiais e ferramentas necessárias aos serviços 19 Implantar uma sistemática de manutenção nas máquinas ou equipamentos de sistema de apoio 20 Avaliar, estudar e implantar a prática de contratação de serviços por licitação		5 Falta de capital para investimentos

Fonte: O Autor

Em função das características desta instituição foram planejadas 22 ações para a implantação do sistema de manutenção, a saber:

10 ações apoiadas no pilar Liderança e gerenciamento para mudanças.

6 ações apoiadas no pilar Sistemas Práticas e procedimentos de manutenção.

4 ações apoiadas no pilar Melhorias nos sistemas de apoio.

2 ações apoiadas no pilar Senso de propriedade.

Quase metade das ações planejadas, está concentrada no pilar de Liderança e gerenciamento para mudanças, isso reflete a necessidade desta instituição trabalhar muito fortemente no planejamento estratégico e na organização da manutenção, refletindo o estágio atual em que se encontra a instituição.

Outra boa parcela das ações, ou seja, quase 30% delas estão concentrados no pilar Sistemas práticas e procedimentos de manutenção, reforçando a necessidade de a instituição trabalhar fortemente nestas atividades.

Também vale destacar que quase 20% das ações estão concentradas no pilar melhorias nos sistemas de apoio, o que retrata que a instituição também precisa evoluir bastante neste quesito.

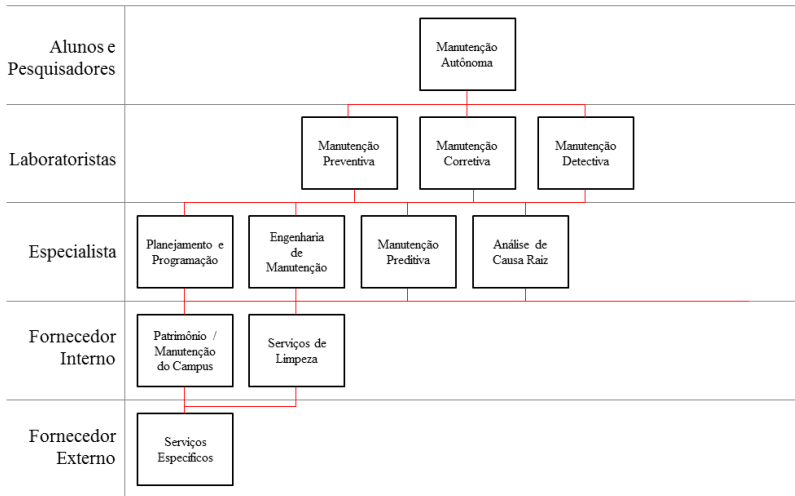
Há de se destacar que as especificidades que mais influenciam negativamente no planejamento das ações foram:

- a) Falta de capital para investimentos
- b) Ausência de dados quantitativos e de informações
- c) Ausência de planejamento e de programação
- d) Dificuldade de se alterar/modificar equipamentos
- e) Pouca utilização dos recursos da tecnologia de informação

Para o pilar de Sistemas práticas e procedimentos de manutenção, um item bastante necessário é o planejamento das atividades, que em função das diversas especificidades de mão de obra, precisam de um direcionamento no que diz respeito às estratégias a serem usadas.

A figura 5.15 - mostrado abaixo ilustra a distribuição pensada para este planejamento interligando as diversas frentes operacionais e as diversas estratégias a serem usadas.

Figura 5.15 - Macro fluxo das Estratégias por frentes operacionais



Fonte: O Autor

Conforme ilustra a Figura 5.15 devido a diversas frentes operacionais há necessidade de se dividir as frentes de ações, a saber:

**Alunos e professores** – Pelo fato de os mesmos manusearem as máquinas durante as aulas, será implementado a manutenção autônoma, no aspecto da limpeza da máquina após o uso o que facilita bastante as tarefa dos laboratoristas.

**Laboristas** – Realizaram as atividades de manutenção preventiva e corretiva em que seja possível atuar, devido as demais atividades da função.

**Especialista** – Há necessidade desta figura que intervirá especificamente em momentos estratégicos, como a elaboração do planejamento, as medições de manutenção preditiva as análises de falhas e na Engenharia de Manutenção.

**Fornecedor Interno** – Algumas das ações necessárias envolvem o pessoal do setor de patrimônio e a equipe terceirizada para a limpeza.

**Fornecedor Externo** – A figura do fornecedor externo precisa ser pensada, discutida com o setor de materiais, no sentido de encontrar a melhor solução dentro da legislação que possa atender a necessidade do setor.

Nas Figuras 5.16 - Cronograma das Ações Parte I e Figura 5.17 - Cronograma das Ações Parte II completa-se o

plano das ações com as previsões de tempo estimado para a implantação de cada ação planejada.

Figura 5.16 – Cronograma de Ações – Parte I

Pilar WCM	Item do Plano	Ação	Cronograma																		
			1M	2M	3M	6M	1A	1M	2M	3M	6M	2A									
Liderança e Gerenciamento para Mudanças	Planejamento Estratégico	1 Definir os objetivos e a forma de alcança-los	■																		
		2 Avaliar as necessidades para a implantação das melhorias	■																		
		3 Avaliar verbas e os custos necessários	■																		
	Organização da Manutenção	4 Avaliar a estrutura atual e definir ou não modificações			■	■															
		5 Avaliar a necessidade de recursos			■	■															
		6 Elaborar um cadastro das máquinas, dos equipamentos e das ferramentas mais críticas necessárias			■	■															
	Gerenciamento das informações	7 Criar uma sistemática de codificação			■	■	■	■													
		8 Criar relatórios que mostrem as ações feitas por cada estratégia			■	■	■	■	■												
		9 Criar relatório que mostrem gastos de manutenção por cada equipamento			■	■	■	■	■	■											
	Análise de desempenho	10 Criar relatório que mostrem o desempenho do planejado x realizado			■	■	■	■	■	■											
Senso de Propriedade	Planejamento das Atividades	11 Consolidar a manutenção autônoma			■	■															
		12 Incrementar o envolvimento dos Operadores			■	■															
Sistemas, Práticas e Procedimentos de Manutenção	Priorização da Manutenção	13 Definir e difundir a priorização das máquinas e equipamentos			■	■															
	Planejamento das Atividades	14 Elaborar planos e rotinas de manutenção para todas as máquinas			■	■	■	■													
		15 Estabelecer uma programação dos serviços a serem feitos			■	■	■	■	■												
		16 Criar uma sistemática de controle dos serviços			■	■	■	■	■												

Fonte: O Autor

Conforme ilustra a Figura 5.16 para as primeiras dezesseis ações previstas o prazo estimado é de 15 meses.

Figura 5.17 – Cronograma de Ações – Parte II

Pilar WCM	Item do Plano	Ação	Cronograma																	
			1M	2M	3M	6M	1A	1M	2M	3M	6M	2A								
Sistemas, Práticas e Procedimentos de Manutenção	Planejamento das Atividades	17 Revisar, complementar toda a parte documental técnica necessária de apoio aos serviços	■	■	■															
	Engenharia de Manutenção	18 Criar uma sistemática para controle e registro das atividades feitas					■	■												
Melhorias nos sistemas de Apoios	Gestão de Materiais e de Contratos	19 Avaliar a necessidade da criação de um almoxarifado ou espaço físico, para os materiais e insumos específicos	■	■																
		20 Avaliar a necessidade de materiais e ferramentas necessárias aos serviços	■	■																
	21 Implantar uma sistemática de manutenção nas máquinas ou equipamentos de sistema de apoio						■	■												
		22 Avaliar, estudar e implantar a prática de contratação de serviços por licitação					■	■												

Fonte: O Autor

Conforme ilustra a Figura 5.17 para as últimas seis ações previstas o prazo estimado é de 11 meses.

Figura 5.18 – Cronograma expandido

Ação	1 mês	2mes	3 mês	4 mês	5 mês	6 mês	7 mês	8 mês	9 mês	10 mês	11 mês	12 mês
1, 2 e 3	Reuniões com a Direção, Coordenação da área e Chefe dos Laboratórios											
4 e 5		Reunião com o Chefe do laboratório e os laboratoristas										
6	Cadastro de Máquinas											
7	Sistemática de Codificação											
8, 9 e 10						Criação de Relatórios: que mostrem as ações feitas, os gastos e o planejado x realizado						
11 e 12	Consolidar a Manutenção Autônoma e o envolvimento de todos os usuários											
13	Priorização das Maquinas											

Fonte: O Autor

Figura 5.19 – Cronograma expandido II

Ação	1 mês	2mes	3 mês	4 mês	5 mês	6 mês	7 mês	8 mês	9 mês	10 mês	11 mês	12 mês
14 e 15		Plano, rotinas e programação de serviços										
16		Sistemática controle dos serviços										
17		Revisão Documentação										
19	Avaliar criação almoxarifado											
20	Necessidade de materiais											
21					Sstemática para maquinas de apoio							
22				Avaliar, estudar práticas de contratação								

Fonte: O Autor



As Figuras 5.18 e Figura 5.19 detalham um pouco melhor o planejamento das ações ao longo do tempo.

### 5.6 Comentários Finais da Implantação

Após o estabelecimento do plano de ações é possível concluir que o modelo WCM pode ser implementado para a instituição estudada.

As especificidades da instituição estudada foram levadas em consideração bem como foram inseridas as melhores práticas no planejamento das ações.

De acordo com Drumond (2004), o estágio um da pirâmide de implantação de um sistema de manutenção que é característico para fortalecer a manutenção do dia a dia se encaixa bem na necessidade da instituição avaliada, porém é preciso levar em consideração que as especificidades da instituição é que facilitarão esta implantação, se houver a necessidade de implantação em outro MPE, que não seja uma instituição pública as especificidades certamente serão outras e isso necessitaria de outro estudo das especificidades.

Por outro lado em outra instituição que não seja pública, pelo fato das especificidades serem outras é provável que não tenhamos o mesmo resultado ou para que haja resultado o estudo precisaria ser feito de outra maneira.

Vale ressaltar que é possível fazer uma adaptação nas perguntas elaboradas por Drumond (2004) a fim de adaptar a realidade da empresa que se está trabalhando e isso não invalidaria o método, pois a base da metodologia está no trabalho em grupo apoiado pela direção da empresa.

## 6.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho pretendeu propor dentre os diversos modelos de referência para gestão da manutenção um método para seleção do modelo que mais favorecesse a implantação em um micro ou pequeno empreendimento.

A metodologia proposta conseguiu selecionar um modelo partindo das especificidades do micro ou pequeno empreendimento.

Também é possível aplicar o método para qualquer micro ou pequeno empreendimento, porém a chave do sucesso e a identificação correta das especificidades do micro ou pequeno empreendimento a ser estudado.

O primeiro objetivo específico foi organizar o conhecimento sobre os modelos de referência existentes, isto foi feito no capítulo 3.0 e foi fundamental para a escolha e seleção do modelo.

O segundo objetivo específico foi dentre os diversos modelos de referência enxergar os pontos positivos que cada um pudesse favorecer aos micros e pequenos empreendimentos, isto foi alcançado nas análises feitas no capítulo 3 no capítulo 4

O terceiro objetivo foi propor o modelo mais com as melhores práticas de manutenção, isto também foi feito no tópico 6.5.

O quarto objetivo específico foi propor e analisar uma pesquisa feita sobre micro e pequenos empreendimentos da região de Joinville no que tange a práticas de gestão da manutenção, isto foi feito no capítulo 5.

O quinto objetivo específico era propor a aplicação da metodologia e do modelo selecionado em um micro ou pequeno empreendimento, isto foi feito no capítulo 6.0 aplicando a uma instituição que possui máquinas similares do setor metal mecânico.

O resultado obtido na aferição do modelo em uma micro estrutura de manufatura sugere que a metodologia possa ser usada em outros micro empreendimentos, a restrição fica para a especificidade da empresa a ser estudada. Outro fato a se destacar foi a seleção do modelo WCM, que é um modelo normalmente apropriado para grandes empresas que possuem maior estrutura. O fato de este modelo ter sido selecionado fortalece a ideia de que as empresas precisam ter na sua gestão básica de manutenção o seu ponto forte o que é um princípio básico deste modelo, quanto à análise das especificidades a metodologia se mostrou eficiente na aferição feita, mas ela não foi testada em micro estruturas do setor privado, embora isso não a invalide.

Dessa forma, espera-se que este trabalho possa contribuir no meio acadêmico, principalmente na implantação de gestão da manutenção.

Sugere-se que outros trabalhos futuros possam ser feitos no sentido de apurar a evolução da gestão da manutenção em micro e pequenos empreendimentos, pois uma vez que as MPE's tenham atingido a sua gestão básica, como que elas poderiam passar para as demais fases da pirâmide de implantação de manutenção com base em Drumond (2004) com as limitações das suas próprias especificidades.

Nesse sentido sugere-se trabalhos de pesquisa futuros direcionados, para:

- a) Esclarecer como micro e pequenos empreendimentos poderiam atingir patamares mais altos na pirâmide de implantação de Drumond (2004).
- b) Elaboração de relatórios gerenciais otimizados e eficazes para gestão de micro e pequenos empreendimentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**, NBR 5462: Confiabilidade e Mantabilidade: Rio de Janeiro, 1994, 37 p.

**AHUJA, I. P. S.; KHAMBA, J. S.** Strategies and success factors for overcoming challenges in TPM implementation in Indian manufacturing industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 14, n. 2, p. 123-147, 2008.

**ALBUQUERQUE**, Alexandre Farias. Gestão estratégica das informações internas na pequena empresa: estudo comparativo de casos em empresas do setor de serviços (hoteleiro) da região de Brotas-SP. 2004. 209 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2004.

**AL-NAJJAR** , Repairable Systems Reliability: Modelling, Inference and Misconceptions, Marcel Dekker, New York, NY.1996.

**ALMEIDA, R.** Disponível em <http://mecanicafacil-ra.blogspot.com.br/2015/08/wcm-world-class-maintenance-busca-pela.html>. Acesso em: 17 março de 2017.

**ALMEIDA S.**, Adequação de técnicas e ferramentas para a gestão estratégia em micros e pequenas empresas: uma proposta. 2005, 138 p. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão Industrial, do Departamento de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Tecnológica federal do Paraná, Ponta Grossa, 2005  
<http://www.pg.utfpr.edu.br/dirppg/ppgep/dissertacoes/arquivos/18/Dissertacao.pdf>

**BACKLUND, Fredrik; HANNU, J.** Can we make maintenance decisions on risk analysis results?. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 8, n. 1, p. 77-91, 2002.

**BARBOZA** Luciano F. e **COSTA**, Stela Regina Reis da. Modelos de Gestão e Modelos de Referência; IX Congresso Virtual Brasileiro – Administração, 2012, São Paulo – SP, 2012

**BASÍLIO**, Eriene Silva M. **MACHADO**, Livia Gonçalves, PROJETO DE MANUTENÇÃO: Estudo de Casos no Ambiente Offshore, 2010. 47 p. Dissertação (Graduação ) – Programa de Tecnólogo do Instituto Federal Fluminense, Campos dos Goytacazes / RJ, 2010.

**BAXTER**, M. Projeto de Produto: Guia prático para design de novos produtos. São Paulo: Edgar Blücher, 2000

**BENDIKSEN**, T.; **YOUNG**, G.; Commissioning of Offshore Oil and Gas Projects: The Manager's Handbook, Author House Publishers, 2005.

**BIGATON** Ana Laura. Wiethaus., Edson F.P., **ESCRIVÃO FILHO**, Edmundo, Gestão estratégica da informação: estudos em pequenas empresas, SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Resende – Rio de Janeiro, 2007

**BIGATON**, Ana Laura Wiethaus; **ESCRIVÃO FILHO**, Edmundo. Especificidades organizacionais da pequena empresa: um estudo no setor industrial metal-mecânico de São José do Rio Preto. Simpósio de Engenharia de Produção, 2006, Universidade Estadual Paulista.

**BIGATON** Ana Laura. Wiethaus., Edson F.P., **ESCRIVÃO FILHO**, Edmundo, Gestão estratégica da informação: estudos em pequenas empresas, SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Resende – Rio de Janeiro, 2007

**BLANN**, D.R., World-class Maintenance: Putting Your Facility on the Road to Success, 2002. Available at: [www.ceroaverias.com/wclassman/articulo%203%20wcm.pdf](http://www.ceroaverias.com/wclassman/articulo%203%20wcm.pdf) (acesso em 3 Junho 2016).

**BLANN**, D.R., “Reliability as a strategic initiative: to improve manufacturing capacity, throughput, and profitability”, Maintenance Journal, Vol. 16, 2003. Available at: [www.marshallinstitute.com/downloads/reliability\\_str\\_init.pdf](http://www.marshallinstitute.com/downloads/reliability_str_init.pdf) (acesso 3 Junho 2016).

**BNDES**, Cartilha Apoio às Micro, Pequenas e Médias Empresas. :  
www.bndes.gov.br. Fevereiro de 2015

**BORTOLI NETO**, Adelino. Tipologia de problemas das pequenas e médias empresas. São Paulo, Dissertação (Mestrado) - Faculdade Economia, Administração e Contabilidade de São Paulo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1980.

**BUDURKA**, W. J. Developing strong systems engineering skills. IBM technical directions, v.10 (4), 1984.

**BREAR, J., JARVIS, P. e MIDDLETON, C.**, Managing the pay-off between risk, reliability and remaining life – weighting the consequences. Power Plants - Operation Maintenance and Material Issues, Vol. 1, n° 3, 2002.

**CAMPBELL, JD and Jardine**, AKS (Eds) ( 2001 ), Maintenance Excellence: Optimizing Equipment Life-Cycle Decisions , Marcell Dekker , New York, NY.

**CARDOSO**, Rodolfo; **SPIEGEL**, Thaís; **CAULLIRAUX**, Heitor; **PROENÇA**, Adriano. Uma investigação do uso de modelos de referência para a construção de modelos de gestão. Anais XXVIII, ENEGEP, Rio de Janeiro, 2008.

**CLAMP**, AC ( 1996 ), Profit from your Maintenance , Work Structuring Ltd, Surrey .

**DIAS**, A., Anotações preliminares sobre fundamentos para estudo de confiabilidade: estatística e probabilidade, Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2010. Disponível em <<http://moodle.ufsc.br>>. Acesso em 24 agosto 2015.

**DIAS**, A. .Notas de aula para disciplina de Engenharia de confiabilidade e manenabilidade. Florianópolis, SC. Programa POSMEC, UFSC. 2016.

**DIAS A., CALIL P. F. L., RIGONI E., OGLIARI A., SAKURADA Y., KAGUEIAMA A. H.**. Metodologia para Análise de Risco, Mitigação de perda de SF6 em disjuntores. Florianópolis: Studio S, 2011

**DUFFUAA**, SO, Raouf, A. and Campbell, JD ( 1999 ), Planning and Control of Maintenance Systems: Modelling and Analysis , John Wiley , New York, NY .

**DRUCKER**, Peter. F.. Práticas de administração de empresas. São Paulo: Pioneira, 1981.

**DRUMOND**, Mauricio Rocha. Manual do sistema de gerenciamento da manutenção. Minas Gerais: Companhia Vale do Rio Doce, 2004.

**DUTRA**, Ivan, **GUAGHARDI**, José Augusto. As micro e pequenas empresas: uma revisão da literatura de marketing e os critérios para caracterizá-las. **Revista de Administração de Empresas**, Faculdade Economia, Administração e Contabilidade de São Paulo da Universidade de São Paulo v. 24, n. 4, p. 123-131, 1984.

**FRASER**, Kym; **HVOLBY**, Hans-Henrik; **TSENG**, Tzu-Liang. Maintenance management models: a study of the published literature to identify empirical evidence: A greater practical focus is needed. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 32, n. 6, p. 635-664, 2015.

**FERREIRA**, Ademir Antônio. Gestão empresarial: de Taylor aos nossos dias: evolução e tendências da moderna administração de empresas. São Paulo: Pioneira, 1997.

**FILHO**, G. B. Dicionário de Termos de Manutenção e Confiabilidade. Ciência Moderna, 2000.

**FUENTES**, F.F.E. (2006), “Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial”, thesis, PhD in Mechanical Engineering, Federal University of Santa Catarina, Florianopolis

**GARG e DESHMUKH** , Maintenance management: literature review and directions. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 12 . n° 3, 2006, pp. 205-238.

**GIL**, A. C.. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

**GUIMARÃES**, Leonardo Miranda; **NOGUEIRA**, Cássio Ferreira; **DA SILVA**, Margarete Diniz Brás. Manutenção Industrial: implementação da manutenção produtiva total (TPM). **e-xacta**, v. 5, n. 1, 2012.

**GUPTA**, Gajanand; **MISHRA**, Rajesh P. A SWOT analysis of reliability centered maintenance framework. Journal of Quality in Maintenance Engineering, v. 22, n. 2, p. 130-145, 2016.

**GURSKI**, Carlos A.; **RODRIGUES**, Marcelo. Planejando Estrategicamente a Manutenção. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, 2008.

**HAARMAN**, Mark e **DELAHAY**, Guy. Value driven maintenance (VDM): New faith in maintenance. Holanda: Mainnovation, 2004

**HARRISON**, Michael; **SHIROM**, Arie. Organizational diagnosis and assessment: Bridging theory and practice. Sage Publications, 1998.

**HORSLEY**, D.; Process Plant Commissioning, a User Guide, Institution of Chemical Engineering, 1998.

**HOUAISS**, Antônio; **VILLAR**, Mauro de Salles; **FRANCO**, Francisco Manoel de Mello. Dicionário da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Objetiva, p. 353, 2001.

**HIATT**, B.C., Best Practices in Maintenance: A 13 Step Program in Establishing a World Class Maintenance Organization, 2000. Available at: [www.tpmonline.com/articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/management/13steps.htm](http://www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/management/13steps.htm)

**INGALLS**, P., World Class Maintenance. 2000. Available at: [www.zie.pg.gda.pl/odo/best.html](http://www.zie.pg.gda.pl/odo/best.html) (acesso 10 Março 2016).

**INGALLS**, P., Just What Is World Class Maintenance?, 2002. Available at: [www.mt-online.com/articles/0205viewpoint.cfm](http://www.mt-online.com/articles/0205viewpoint.cfm) (acesso 10 Março 2016).

**IRANI**, Bruno Michel Sant'Anna. Terotecnologia em manutenção: aumento da confiabilidade e facilitação da intervenção dos



mantenedores (manutenibilidade), para futuras máquinas e equipamentos. 2011, 50 p. Dissertação (Especialização) - Programa de Desenvolvimento de Gestão (PDG), COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro

**JARDINE, AKS** ( 1973 ), Maintenance, Replacement, and Reliability , Pitman/Wiley , London .

**JORNAL VALOR ECONÔMICO**, 03 janeiro de 2017, Caderno Brasil, Disponível em: < <http://www.valor.com.br/brasil/4824392/pedidos-de-recuperacao-judicial-batem-recorde-em-2016-nota-serasa> > Acesso em 12 outubro 2017.

**KAUER, R. FABBRI L. GIRIBONE, R., HEERINGS J.**. Risk Acceptance Criteria and Regulatory Aspects, Power Plants - Operation Maintenance and Material Issues, Vol. 1, n° 2, 2002.

**KARDEC, Allan; NASCIF, Júlio.** Manutenção-função estratégica. Qualitymark Editora Ltda, 2001.

**KARATHANOS, Demetrius.** Using the Malcolm Baldrige criteria for performance excellence to teach an MBA – level TQM course. Quality Management Journal, Milwaukee, USA, no. 1, vol. 6, p.19–28, 1999.

**KELLY, A.** ( 1997 ), Maintenance Organization and Systems ,

**KHAN, Faisal I.; HADDARA, Mahmoud M.** Risk-based maintenance (RBM): a quantitative approach for maintenance/inspection scheduling and planning. Journal of loss prevention in the process industries, v. 16, n. 6, p. 561-573, 2003.

**KODALI, Rambabu; MISHRA, Rajesh Prasad; ANAND, G.** Justification of world-class maintenance systems using analytic hierarchy constant sum method. Journal of Quality in Maintenance Engineering, v. 15, n. 1, p. 47-77, 2009.

**KRISHNAN, V. & ULRICH K.T.** Product Development Decisions: A Review of the literature. Management Science, Vol. 47, n. 1, p. 1-21, 2001.

**KUMAR, Jitendra; KUMAR SONI, Vimlesh; AGNIHOTRI, Geeta.** Impact of TPM implementation on Indian manufacturing industry. *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. 63, n. 1, p. 44-56, 2014.

**KRUGLIANSKAS, Isak.** Tornando a pequena e a média empresa competitiva. São Paulo: IEGE, 1996.

**LABIB, A.W.** (1999), “A framework for benchmarking appropriate productive maintenance”, *Management Decision*, Vol. 37 No. 10, pp. 792-9.

**LEONE, Nilda Maria de Clodoaldo Pinto Guerra.** As especificidades das pequenas e médias empresas. *Revista de Administração de Empresas, Faculdade Economia, Administração e Contabilidade de São Paulo da Universidade de São Paulo*. São Paulo, v.34, nº2, p.91-94, abril/junho de 1999.

**LEONE, Nilda Maria de Clodoaldo Pinto Guerra.** A dimensão física das pequenas e médias empresas (PM E'S): à procura de um critério homogeneizador. *Revista de Administração de Empresas*, v. 31, n. 2, p. 53-59, 1991.

**LIMA, J. R. T.; SANTOS, R.R., SAMPAIO, R. B.** Sistemas de Gestão da Manutenção—Uma Revisão Bibliográfica Visando Estabelecer Critérios para Avaliação de Maturidade. *Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP)*, v. 30, 2010.

**MARTINS, Jean Gleyson Farias.** Proposta de Método para Classificação do Porte das Empresas, UNP, Natal, 2014. UNP

**MÁRQUEZ, A., LEÓN, P., FERNANDEZ, J., MÁRQUEZ, C. e CAMPOS, M.** A practical view to maintenance management , 2009. . *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 15 . nº 2, 2009, pp. 167-178.

**MILHEIRO, B.J..** Análise da atuação da Engenharia de Manutenção durante as atividades de Comissionamento: Estudo de Caso. 2012. 47 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Santa Cecília, Santos-SP.

**MILLSON, R.M. & WILEMON, D.** Driving new product success in the electrical equipment manufacturing industry. *Technovation*, Vol. 26, p. 1268-1286, 2006.

**MONTENEGRO, B.;** O Comissionamento durante as fases de construção de um empreendimento complexo, em: *EPC News*, abril 2009.

**MOUBRAY, John.** RCM II – Reliability – Centered Maintenance . second edition, New York:Industrial Press Inc, 1997 .

**MONCHY, F.;** A Função Manutenção: Formação para a Gerência da Manutenção Industrial, em: *DURBAN*, São Paulo, 1989.

**MOSTAFA, Samir Ismail.** Implementation of proactive maintenance in the Egyptian glass company. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 10, n. 2, p. 107-122, 2004.

**MUNIZ, Rui Paulo Dias.** Requisitos de manutenibilidade na execução dos serviços de manutenção. 2010.

**MURTHY, D. N. P.; ATRENS, A.; ECCLESTON, J. A.** Strategic maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 8, n. 4, p. 287-305, 2002.

**NAKAJIMA, Seiichi.** Introduction to TPM: Total Productive Maintenance.(Translation). Productivity **Press, Inc., 1988,** p. 129, 1988.

**NADLER, David A.; TUSHMAN, Michael L..** Projetos de organização com boa adequação: uma moldura para compreender as novas organizações. In: *Arquitetura organizacional*. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

**NORMAN, R.M.,** “Achieving a world-class maintenance organization”, *Foundry Management & Technology*, January, 2001. p. 83.

**NICKEL, Elton Moura, FERREIRA Marcelo Gitirana Gomes, FORCELINI Fernando Antonio, DOS SANTOS, Célio Teodorico, SILVA, Ricardo Antônio Álvares .** Modelo multicritério para referência

na fase de Projeto Informacional do Processo de Desenvolvimento de Produtos. 2009.

**OCDE**, Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Disponível em: <http://educacaosec21.org.br/quem-somos/ocde/> . Acesso em: 29 julho de 2017.

**PARKES**, D. Operational Research in Maintenance, University of Manchester Press, Manchester, 1970.

**PINHEIRO**, Maurício. Gestão e desempenho das empresas de pequeno porte – uma abordagem conceitual e empírica. 1996. Dissertação (Doutorado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

**PODUVAL**, Prasanth S.; **PRAMOD**, V. R.; **RAJ**, J. V. P. Barriers in TPM implementation in industries. International Journal of Scientific & Technology Research, v. 2, n. 5, p. 28-33, 2013.

**PONGELUPPE**, P.C.; **BATALHA**, M.O. Utilização de indicadores de desempenho para micros e pequenas empresas. XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais. Salvador / BA, FTC, 2001.

**POMORSKI**, Thomas. Total Productive Maintenance: concepts and literature review. 2004. Disponível em: <<http://zoomin.idt.mdh.se/course/KPP202/HT2010/Le12ASn101012/Pomorski2004.pdf>>. Acesso em: 19 maio. 2017.

**PRATES**, A.; Inovações tecnológicas no comissionamento de projetos de Óleo & Gas. em: Revista TN Petróleo, ano IX, num 50, 2006.

**PUN**, K.F.; **CHIN**, K.S.; **CHOW** M.F.; **LAU** H.C.W.. An effectiveness-centered approach to maintenance management. Journal of Quality in Maintenance Engineering, v. 8, n. 4, p. 346-368, 2002.

**QUINELLO**, Robson; **NICOLETTI**, José Roberto. Inteligência Competitiva nos departamentos de manutenção industrial no Brasil, Journal of Information Systems and Technology Management: JISTEM, v. 2, n. 1, p. 21, 2005.

**RODRIGUEZ, V.R. Martius.** Gestão empresarial: organizações que aprendem. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.

**ROONEY, J.J.; WALKER, D.A.** Root Cause Analysis Handbook: a guide to efficient and effective incident investigation. *ABS Consulting*. 3.ed. Brookfield: Rothstein Associates Inc, 2008.

**SALONEN, Antti; DELERYD, Mats.** Cost of poor maintenance: A concept for maintenance performance improvement. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 17, n. 1, p. 63-73, 2011.

**ROZENFELD, Henrique; FORCELLINI, Fernando Antônio; AMARAL, Daniel Capaldo.** Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo. Editora Saraiva, 2000. Butterworth-Heinemann , Oxford .

**SCHUSTER, Cristiano Henrique; SCHUSTER, Jean Jonathan; DE OLIVEIRA, Alexandre Silva.** Aplicação do diagrama de Mudge e QFD utilizando como exemplo a hierarquização dos requisitos para um carro voador. *Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v. 10, n. 1, p. 197, 2015.

**SEBRAE,** Evolução das Microempresas e Empresa de Pequeno Porte 2009 a 2012, Brasília/DF, junho 2014.

**SEBRAE,** Sobrevivência das Empresas no Brasil, Brasília/DF, outubro 2016.

**SELLITTO, Miguel Afonso; WALTER, Claudio.** Avaliação do desempenho de uma manufatura de equipamentos eletrônicos segundo critérios de competição. *Revista Produção*, v. 16, n. 1, p. 34-47, 2006.

**SHENOY, D. and BHADURY, B.** Maintenance Resoucrues Management Adapting MRP, London, Taylor and Francis, 1998.

**SHERWIN, D.,** A review of overall models for maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 6, nº 3, p. 138-164, 2000.

**SILVA**, Carlos Alberto Vicente da. Redes de cooperação de micro e pequenas empresas: um estudo das atividades de logística no setor metalúrgico de Sertãozinho-SP. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

**SMITH**, ANTHONY, M. Reliability Centered maintenance. New York: McGraw Hill, 1993.

**SOHAL**, Amrik; **MORRISON**, Michael. TQM and the learning organization. *Managing Service Quality: An International Journal*, v. 5, n. 6, p. 32-34, 1995.

**STONEHAM**, Derek. The maintenance management and technology handbook. Elsevier Science Ltd, 1998.

**SUZUKI**, T., TPM in Process Industry, Productivity Press, New York, 1994.

**TERENCE**, A. C. F., Planejamento estratégico como ferramenta de competitividade na pequena empresa: desenvolvimento e avaliação de um roteiro prático para o processo de elaboração do planejamento. São Carlos, 2002. 211p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

**TERENCE**, Ana Cláudia Fernandes. Processo de criação de estratégias em pequenas empresas: elaboração de um mapa estratégico para empresas de base tecnológica do polo de São Carlos/SP. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

**TSANG**, Albert HC. Strategic dimensions of maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 8, n. 1, p. 7-39, 2002.

**WILLMOTT**, Peter and **MCCARTHY**, TPM – A Route To World Class Performance, Butterworth-Heinemann, Oxford 200.

**WIREMAN**, Terry, World Class Maintenance Management, Industrial Press, New York, NY. 1991.

**WIREMAN**, Terry. Inspection and Training for TPM. Industrial Press Inc., 1992.

**WIREMAN**, T. Benchmarking Best Practices in Maintenance Management. Industrial Press Inc. 2 ed., New York, 2003.

**WYREBSKI**, Jerzy. Manutenção produtiva total-Um modelo adaptado. 1997. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pos-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas.

**XENOS**, Harilaus G. Gerenciando a manutenção produtiva. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, v. 171, 1998.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SOBRE GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO

Pesquisa sobre Gerenciamento de Manutenção

Empresa: \_\_\_\_\_ Setor: \_\_\_\_\_ Período: \_\_\_\_\_

Ramo: \_\_\_\_\_ Porte da Empresa:  MC  PE  ME  GE

Estado: \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_

Nível de Maturidade			
Manutenção Integrada	<input type="checkbox"/> Melhoria clima da empresa	<input type="checkbox"/> Difusão da cultura na empresa	<input type="checkbox"/> Cooperação interfuncional
Manutenção Otimizada	<input type="checkbox"/> Medição desempenho & Benchmarking	<input type="checkbox"/> Melhoria contínua	<input type="checkbox"/> Modificações de Projetos
	<input type="checkbox"/> Padronização de Ativos	<input type="checkbox"/> Padroniz. Procedim. e documentos	<input type="checkbox"/> Solução de Problemas
Manutenção Gerenciada ( uso de modelo )	<input type="checkbox"/> RBM/ Gestão de Riscos	<input type="checkbox"/> TPM/ Gestão de Produtividade	<input type="checkbox"/> TQMain/Gestão da Qualidade
	<input type="checkbox"/> RCM/Gestão da Confiabilidade	<input type="checkbox"/> ECM/Gestão da Eficácia	<input type="checkbox"/> Gestão Ambiental
Manutenção Planejada	<input type="checkbox"/> Planeja e Program. Orçamento	<input type="checkbox"/> Planeja e Program. Manut. Preventiva	<input type="checkbox"/> Planeja e Program. Manut. Preditiva
	<input type="checkbox"/> Ordem e Limpeza Filosofia 5S	<input type="checkbox"/> Planeja e Program. Outros Serviços	<input type="checkbox"/> Planeja e Program. de Compras Materiais
	<input type="checkbox"/> Análise de falhas e causas	<input type="checkbox"/> Análise de Riscos	<input type="checkbox"/> Uso de indicadores
Manutenção Controlada ( de Controle )	<input type="checkbox"/> Possui controle dos equipamentos	<input type="checkbox"/> Existe a integração com ERP	<input type="checkbox"/> Possui um controle dos documentos
	<input type="checkbox"/> Controla e Monitora Solicit.de Serviço	<input type="checkbox"/> Monitora Falhas	<input type="checkbox"/> Conrole o uso de Ferramentas
	<input type="checkbox"/> Controla o uso dos Materiais	<input type="checkbox"/> Controla e monitora os Fabricantes	<input type="checkbox"/> Controla o uso de Sobressalentes
	<input type="checkbox"/> Monitora o nível de Qualificação MO própria	<input type="checkbox"/> Monitora o nível de Qualif. MO Prest. de Serviços	
Manutenção Básica ( Preparatória )	<input type="checkbox"/> Possui Sistema CMMS	<input type="checkbox"/> Possui um ERP	<input type="checkbox"/> Possui Levantam. dos Equipamentos
	<input type="checkbox"/> Possui registro de Qualificação MO própria	<input type="checkbox"/> Possui registro do nível Qualif. MO Prest. de Serviços	<input type="checkbox"/> Utiliza documentos padrões para controle dos serviços
	<input type="checkbox"/> Possui registros de Solicit.de Serviço	<input type="checkbox"/> Tem registro de Falhas	<input type="checkbox"/> Possui registro das Ferramentas
	<input type="checkbox"/> Possui Inventário de Materiais	<input type="checkbox"/> Possui Inventário de Fabricantes	<input type="checkbox"/> Possui Inventário de Sobressalentes



## APÊNDICE B – PESQUISA DE CAMPO SOBRE GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO

Durante os anos de 2000 a 2013, foi feita uma pesquisa em diversas empresas quando atuei como prestador de serviço na área de manutenção. Na época por necessidade de serviço precisei coletar vários dados sobre estas empresas, no que tange a aspectos da gestão de manutenção. Esta pesquisa abrangeu 93 empresas, e foi utilizado um formulário padrão, que está colocado em anexo (Apêndice A), para obter os dados, que serão apresentados.

Foi utilizado um critério de análise de maturidade para se saber em que nível de maturidade, cada empresa se encontrava e qual a pontuação atingida frente as diversas percepções feitas.

O grupo de trabalho envolvido era:

- a) Um engenheiro mecânico com 30 anos trabalhando na área.
- b) Três técnicos mecânicos com pelo menos dois anos de trabalhos na área.

Cabe ressaltar que o objetivo principal foi avaliar o nível de maturidade da gestão da manutenção das empresas, sendo estes, conforme Tabela B.1a - Níveis de Maturidade x critérios, colocada abaixo.

Tabela B.1a - Níveis de Maturidade x critérios, colocada abaixo.

Níveis de maturidade	Descrição	Quantidade de Percepções	Pontuação Máxima
Estágio 4 – Engenharia de Confiabilidade	Acompanha o desempenho dos seus equipamentos ao longo de toda a sua vida útil, visando um aumento da mesma e diminuindo as necessidades de intervenção da manutenção.	6	60

*“continua”*

Tabela B.1b - Níveis de Maturidade x critérios, colocada abaixo.

Níveis de maturidade	Descrição	Quantidade de Percepções	Pontuação Máxima
			<i>“continuação”</i>
Estágio 3 – Integração do Negócio	Empresa atinge a um conhecimento técnico de suas instalações, além da capacidade de administrar de forma integrada as pessoas, os equipamentos de forma coesa com objetivos voltados para os resultados e redução das perdas.	9	90
Estágio 2 – Manutenção Planejada	Empresa atua diretamente na eliminação das falhas e na melhoria da eficiência, do seu desempenho e da sua qualidade.	9	90
Estágio 1 – Manutenção do dia a dia	Empresa possui não só as mínimas condições para realizar a função manutenção como também controlam todos os seus serviços.	24	240

Fonte: O Autor, baseado em Drumond (2004)

Para a avaliação dentro de cada nível foram feitas várias percepções, sendo considerada apta dentro do nível a empresa que obtiver mais de 80% da máxima pontuação possível naquele nível.

Outra consideração feita, é que para uma empresa possa ser considerada no próximo nível a mesma precisaria ter atingido os 80% do nível anterior, caso contrário ainda estará no nível considerado anterior.

As percepções dentro de cada nível variam de 0 a 10, assim cada empresa foi avaliada segundo cada item de percepção dentro do nível de maturidade.

No final foi feita uma média aritmética de cada percepção, para a obtenção das médias das empresas por porte.

Na Tabela B.2 - Quanto ao porte da empresa, estão registrados alguns dos dados levantados na pesquisa feita.

Tabela B.2 - Quanto ao porte da empresa

Porte da empresa pesquisada	Qtd. de empresas	%
Microempresa – MC		
Pequena Empresa – PE	34	36,6%
Média Empresa – ME	34	36,6%
Grande Empresa - GE	25	26,9%

Fonte: O Autor (classificação conforme critério SEBRAE, 2012 )

A pesquisa foi feita, principalmente nas empresas de pequeno, médio e grande porte, como indicado na Tabela B.3.

Tabela B.3 - Quanto a região do país

Estado	Qtd. de empresas	%
MS	1	1,0%
MT	2	2,0%
RS	1	1,0%
SC	87	94,0%
SP	2	2,0%

Fonte: O Autor

A grande maioria das empresas (87) eram do Estado de Santa Catarina. A Tabela B.4 – Municípios dentro de Santa Catarina apresenta a distribuição por municípios das empresas pesquisadas.

Tabela B.4 – Municípios dentro de Santa Catarina

Município	Qtd. de empresas	%
Araquari	1	1,15%
Caçador	2	2,30%
Capivari de Baixo	1	1,15%
Concórdia	1	1,15%
Garuva	1	1,15%
Gaspar	1	1,15%
Guaramirim	1	1,15%
Ihota	1	1,15%
Indaial	1	1,15%
Jaraguá do Sul	14	16,10%
Joinville	49	56,32%
Massaranduba	1	1,15%
Rio Negrinho	1	1,15%
São Bento do Sul	3	3,45%
São Francisco do Sul	6	6,90%
Tijucas	1	1,15%
Timbó	1	1,15%
Tubarão	1	1,15%

Fonte: O Autor

Em termos de municípios, a maioria das empresas pesquisadas concentravam-se nos municípios de Joinville e Jaraguá do Sul.

A tabela B.5a – Porte das empresas por município da região norte do estado de SC apresenta o tamanho das empresas pesquisadas.

Tabela B.5a – Porte das empresas por município da região norte do estado de SC

Município	Porte da Empresa			
	MC	PE	ME	GE
Araquari			1	
Garuva				1
Guaramirim		1		
Jaraguá do Sul		6	7	1

"continua"

Tabela B.5b – Porte das empresas por município da região norte do estado de SC

Município	Porte da Empresa			
	MC	PE	ME	GE
<i>“continuação”</i>				
Joinville		25	14	10
Massaranduba			1	
Rio Negrinho			1	
São Bento do Sul		1		2
São Francisco do Sul		1	4	1
Totais		34	28	15

Fonte: O Autor

Pode-se constatar pela Tabela B.5b que a grande maioria das pequenas e médias empresas da região Norte do Estado de Santa Catarina, concentra-se nos municípios de Joinville e Jaraguá do Sul com preponderância para o município de Joinville.

O nível de maturidade da gestão da manutenção das empresas do município de Joinville, medido por meio das médias das percepções feitas em cada empresa, dentro de cada nível pesquisado, baseado no formulário usado para obtenção destes dados está presente na Tabela B.6a - Níveis de Maturidade em termos de percepções.

Tabela B.6a – Níveis de Maturidade em termos de percepções

Etapas da Pirâmide	Níveis de Maturidade Apurados na Pesquisa	Porte da Empresa			
		MIC	PE	ME	GE
Estágio 4	Empresa integrada, administrando totalmente a vida útil dos seus ativos.			3%	6%
Estágio 3	Empresa antecipando as suas falhas com os equipamentos monitorados e foco na confiabilidade.		0%	8%	11%

“continua”

Tabela B.6b – Níveis de Maturidade em termos de percepções

Etapas da Pirâmide	Níveis de Maturidade Apurados na Pesquisa	Porte da Empresa			
		MIC	PE	ME	GE
		<i>“continuação”</i>			
Estágio 2	Gestão da qualidade da manutenção, diminuição das perdas, melhorias da equipe e avaliação de desempenho.		11%	28%	52%
Estágio 1	Gestão diária dos seus serviços, recursos, processos e infraestrutura.		22%	60%	80%

Fonte: O Autor

Na Tabela B.6b acima se percebe que um percentual baixo das empresas de pequeno porte pesquisadas gerenciam as suas manutenções no nível de manutenção básica do modelo WCM (estágio 1) e que este percentual diminui a medida que o nível de maturidade aumenta até chegar a não ser percebido nos níveis de maior maturidade. Também percebe-se que mesmo no porte das grandes empresas o nível de maturidade diminui a medida que sobe o estágio dentro da pirâmide.

Estes números sugerem que é possível que as MPE's estejam tendo dificuldades em organizarem as suas atividades e administrarem os seus recursos bem como formar as suas estruturas.

Como consequência disso, ou seja, foi possível perceber o baixo nível de manutenção básica, e é possível que estas empresas não estejam realizando corretamente as manutenções em seus equipamentos, atuando apenas na correção dos problemas, e com isso acabarão tendo um maior desgaste nos equipamentos gerando um aumento no valor do produto final, além de transtornos como, por exemplo, o atraso na entrega do produto, ou tem uma cultura teórica limitada em relação aos conceitos atuais de manutenção.

## B.1 Comentários

A pesquisa precisa ser ainda aprofundada, mas as informações iniciais indicam que ainda é incipiente a percepção de que a manutenção está integrada ao processo produtivo.

As práticas das empresas estão distanciadas das referências teóricas sobre o aproveitamento da manutenção para potencializar robustez do negócio, em todos os campos onde é possível garantir eficiência, prazo, economia, confiabilidade, menor custo, menor impacto ambiental, etc. foi percebido que na base da pirâmide implantação da manutenção segundo Drumond (2004) as MPE's ainda estão distanciadas do que sugere o modelo de referência.