



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
UNIDADE ARAXÁ**

**MATHEUS PAULO DE SOUZA**

**MANUTENÇÃO INDUSTRIAL NO BRASIL: ANÁLISE DAS  
TENDÊNCIAS DAS PRINCIPAIS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA  
MANUTENÇÃO**

**ARAXÁ/MG**

**2017**

**MATHEUS PAULO DE SOUZA**

**MANUTENÇÃO INDUSTRIAL NO BRASIL: ANÁLISE DAS  
TENDÊNCIAS DAS PRINCIPAIS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA  
MANUTENÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Automação Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Admilson Vieira da Costa  
Coorientador: Prof. Me. Glaydson Kellerde Almeida Ferreira

**ARAXÁ/MG**

**2017**

**MATHEUS PAULO DE SOUZA**

**MANUTENÇÃO INDUSTRIAL NO BRASIL: ANÁLISE DAS  
TENDÊNCIAS DAS PRINCIPAIS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA  
MANUTENÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Federal de Educação  
Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá, como requisito parcial para obtenção  
do grau de Bacharel em Engenharia de Automação Industrial

Defesa: Araxá, 7 de julho de 2017.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. Admilson Vieira da Costa - Orientador  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá

---

Me. Glaydson Keller de Almeida Ferreira - Coorientador  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá

---

Dr. Almir Kazuo Kaminise - Avaliador  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá

---

Dr. João Cirilo da Silva Neto - Avaliador  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela vida e por iluminar os meus caminhos com a presença de pessoas tão especiais. Por me dar forças para vencer os momentos difíceis; coragem para continuar superando as dificuldades e paciência para não me entregar ao desânimo diante das minhas fraquezas.

Aos meus pais Valduir e Beatriz que sempre me apoiam em minhas decisões, me fazem acreditar na realização dos meus sonhos e trabalham muito para que eu possa alcançá-los.

A minha namorada Bruna por me incentivar e dar forças para que eu corra atrás dos meus objetivos.

A meu orientador professor Admilson Vieira e coorientador professor Glaydson Keller pelo grande apoio e ajuda na realização desse trabalho, que foi um grande desafio enfrentado.

Aos meus irmãos Marcelo, Janaína e amigos.

Ao meu irmão de república Eduardo pelo apoio.

A todos os professores e funcionários do CEFET que fizeram parte desta trajetória no curso de Engenharia de Automação Industrial.

Ao Ilmo. professor Julio Nascif, autor referência no Brasil sobre Manutenção Industrial, pela atenção e ajuda sobre o assunto relacionado à pesquisa.

## RESUMO

Ao se referir à Manutenção Industrial e sua evolução nas últimas décadas, observa-se um constante desenvolvimento do setor e seus conceitos. Nota-se também a importância desta área na indústria para o alcance dos objetivos da organização. Para o auxílio na gestão da manutenção existem várias ferramentas que proporcionam uma melhor abordagem dos conceitos de manutenção e auxiliam para que seu propósito, relacionado à garantia da Disponibilidade com Confiabilidade, segurança e preservação do meio ambiente, seja atingido. Neste trabalho, existe a proposta de analisar as tendências das principais ferramentas de gestão da Manutenção Industrial no Brasil. Para isso, foram selecionados alguns dos principais métodos e ferramentas de gestão da Manutenção Industrial como a Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance* - MPT ou TPM), Manutenção Centrada na Confiabilidade (*Reliability Centered Maintenance* - MCC ou RCM) e Gestão de Ativos que são todas tratadas nesta pesquisa como ferramentas de gestão da Manutenção Industrial. A partir daí, por meio de uma revisão bibliográfica, tendo como base variadas referências, foram realizadas análises que apresentaram e justificaram as tendências no Brasil sobre a utilização destas ferramentas de gestão da Manutenção Industrial. Como conclusão acredita-se que a redução da TPM e sua estabilização foram devido à dificuldade de se estabelecer uma cultura de mudanças necessária à implantação dessa ferramenta. Observou-se também, um crescimento da utilização da RCM por ser uma ferramenta que pode ser aplicada apenas em alguns ativos específicos. A pesquisa mostra uma tendência de se acompanhar todo o ciclo de vida dos ativos, o que é fundamentado pela tendência mundial de utilização da Gestão de Ativos.

**Palavras-chave:** Manutenção Industrial. Ferramentas de Gestão da Manutenção Industrial. Manutenção Produtiva Total. Manutenção Centrada na Confiabilidade. Gestão de Ativos.

## ABSTRACT

When referring to Industrial Maintenance and its evolution in the last decades, there is a constant development of the industry and its concepts. It is also noted the importance of this area in the industry to achieve the objectives of the organization. For assistance in maintenance management, there are several tools that provide a better approach to maintenance concepts and help ensure that your purpose, related to Availability Reliability availability, safety and environmental preservation, is met. In this work, there is a proposal to analyze the trends of the main management tools of Industrial Maintenance in Brazil. For this, we selected some of the main methods and management tools of Industrial Maintenance such as Total Productive Maintenance (*Manutenção Produtiva Total* - TPM or MPT), Reliability Centered Maintenance (*Manutenção Centrada na Confiabilidade* - RCM or MCC) and Asset Management that are all treated in this research as industrial maintenance management tools. From then on, through a bibliographical review, based on several references, analyzes were performed that presented and justified the tendencies in Brazil on the use of these tools of management of the Industrial Maintenance. As a conclusion, it is believed that the reduction of MPR and its stabilization was due to the difficulty of establishing a change culture necessary for the implementation of this tool. It was also observed an increase in the use of RCM as a tool that can be applied only to some specific assets. The research shows a tendency to follow the whole life cycle of the assets, which is based on the worldwide trend of using Asset Management.

**Keywords:** Industrial Maintenance. Industrial Maintenance Management Tools. Total Productive Maintenance. Reliability Centered Maintenance. Asset Management.

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁF. 1 - Custo total de manutenção em relação ao faturamento bruto.....	17
GRÁF. 2 - Custo anual da manutenção com base no PIB. ....	18
GRÁF. 3 - Curva de custo de manutenção em relação ao tempo. ....	23
GRÁF. 4 - Manutenção Preventiva.....	25
GRÁF. 5 - Utilização da Manutenção Produtiva Total. ....	38
GRÁF. 6 - Utilização da Manutenção Centrada na Confiabilidade.....	44
GRÁF. 7 - Utilização da Manutenção Produtiva Total. ....	59
GRÁF. 8 - Utilização da Manutenção Centrada na Confiabilidade.....	61

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIG. 1 - Manutenção Preditiva de termografia.....	26
FIG. 2 - Análise da imagem de uma câmera termográfica. ....	26
FIG. 3 - Manutenção Preditiva de vibração. ....	27
FIG. 4 - Relé térmico com sistema trip de proteção. ....	28
FIG. 5 - Tópicos da Engenharia de Manutenção.....	29
FIG. 6 - Cemitério das ferramentas de gestão. ....	32
FIG. 7 - Eventos relacionados à história da TPM.....	34
FIG. 8 - Quebra zero, defeito zero e acidente zero. ....	36
FIG. 9 - Oito pilares da TPM.....	37
FIG. 10 - Envolvimento das áreas. ....	47
FIG. 11 - Cemitério das ferramentas de gestão. ....	60



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características e consequências da manutenção de 3º mundo.....	16
Quadro 2 - Evolução da Manutenção Industrial. ....	19
Quadro 3 - Seis dos setores selecionados na pesquisa.....	31
Quadro 4 - Ferramentas utilizadas para promover a qualidade. ....	32
Quadro 5 - As quatro gerações da TPM.....	35
Quadro 6 - As questões básicas da RCM. ....	42
Quadro 7 - Classificação das referências por tema.....	55
Quadro 8 - Ferramentas utilizadas para promover a qualidade. ....	58

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
Abraman	- Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos
ASTM	- American Society for Testing and Materials
BSC	- Balance Scorecard
BSI	- British Standard Institution
CCQ	- Círculo de Controle de Qualidade
Cemig	- Companhia Energética de Minas Gerais
FAA	- Federal Aviation Agency
FMEA	- Análise de Efeitos e Modos de Falhas
GQT	- Gestão da Qualidade Total
GPD	- Gestão por Diretrizes
IAM	- Institute of Asset Management
ISO	- Organização Internacional de Normalização
JIPE	- Japan Institute of Plant Engineers
JIPM	- Japan Institute of Plant Maintenance
MBA	- Master in Business Administration
MCC	- Manutenção Centrada na Confiabilidade
MSG	- Maintenance Steering Group
MPT	- Manutenção Produtiva Total
NBR	- Norma Regulamentadora Brasileira
PAS	- Publicly Available Specification
PIB	- Produto Interno Bruto
PM	- Manutenção Produtiva
RCFA	- Análise de Causa Raiz de falhas
RCM	- Reliability Centered Maintenance
TPM	- Total Productive Maintenance
WPiAM-	- World Partners in Asset Management
5S	- Cinco Senso
6 $\sigma$	- Seis Sigma

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Manutenção Industrial</b>	<b>15</b>
2.1.1	EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO	18
2.1.2	TIPOS MANUTENÇÃO	22
2.1.2.1	<i>Manutenção Corretiva</i>	22
2.1.2.2	<i>Manutenção Preventiva</i>	24
2.1.2.3	<i>Manutenção Preditiva</i>	25
2.1.2.4	<i>Manutenção Detectiva</i>	27
2.1.2.5	<i>Engenharia de Manutenção</i>	28
2.1.3	A ABRAMAN	30
<b>2.2</b>	<b>Ferramentas de Gestão da Manutenção Industrial</b>	<b>30</b>
2.2.1	MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM – <i>Total Productive Maintenance</i> )	33
2.2.2	MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE (RCM – <i>Reliability Centered Maintenance</i> )	40
2.2.3	GESTÃO DE ATIVOS	46
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>51</b>
<b>3.1</b>	<b>Caracterização da Pesquisa</b>	<b>51</b>
<b>3.2</b>	<b>Caminho Percorrido</b>	<b>52</b>
<b>3.3</b>	<b>Estratégia de Análise e tratamento dos dados</b>	<b>55</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>57</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>64</b>
	REFERÊNCIAS	67
	APÊNDICE A	72

## 1 INTRODUÇÃO

A busca contínua e cada vez mais intensa por maior competitividade tem levado as empresas ao estabelecimento de metas de redução de custos e aumento de produção. Esta situação vivenciada pelas empresas é a chave, não só para a permanência da organização no mercado, como também para o crescimento rumo a excelência no negócio (KARDEC & NASCIF, 2013 e MIRSHAWKA & OLMEDO, 1993).

O cenário globalizado e extremamente competitivo demanda que as organizações tenham o foco voltado para qualidade, produtividade, competitividade e excelência. A missão da manutenção, nesse contexto, torna-se um imprescindível fator estratégico para a sobrevivência das empresas (TAVARES, 1996).

As corporações procuram, de forma rápida, responder às demandas de mercado, buscando sempre a melhoria contínua, novas técnicas de manutenção, inovações sobre a organização e maiores responsabilidades da manutenção. A introdução da gestão estratégica é uma política essencial para o alcance de melhores resultados, tais como, maior Disponibilidade<sup>1</sup> e Confiabilidade<sup>2</sup> para o processo produtivo (KARDEC & NASCIF, 2013; TAVARES, 1996).

Neste contexto, pensar e agir estrategicamente para uma integração eficaz entre a manutenção e o processo produtivo contribui para que a organização evolua rumo a excelência (KARDEC & NASCIF, 2013).

A grande interação do setor de manutenção com a produção, motivando diretamente a qualidade e a produtividade, faz com que o setor de manutenção desempenhe um papel estratégico fundamental na melhoria dos resultados operacionais e financeiros dos negócios (XENOS, 1998).

A sobrevivência das organizações depende da transformação de uma mentalidade firmada, sustentada por uma visão de futuro para uma condução moderna dos negócios (KARDEC & NASCIF, 2013).

---

<sup>1</sup> Disponibilidade - Capacidade de um item estar em condições de executar certa função em dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado (SELEME, 2015, p. 20).

<sup>2</sup> Confiabilidade - Capacidade de um item desempenhar satisfatoriamente sua função requerida sob condições especificadas durante dado intervalo de tempo (SELEME, 2015, p. 20).

Suportado por esta busca intensa por competitividade, uma grande variedade de ferramentas que auxiliam no Gerenciamento da Manutenção Industrial tem sido colocada à disposição do planejamento e controle da manutenção e, somente sua simples utilização não é sinônimo de bons resultados (KARDEC & NASCIF, 2013).

Diante de todo este cenário, este trabalho parte do seguinte questionamento: Existe alguma tendência em relação às principais ferramentas de gestão da Manutenção Industrial?

Enquanto hipótese de pesquisa entende-se que a valorização do setor de Manutenção Industrial como um fator essencial para a evolução das organizações, vêm contribuindo para o crescimento da utilização das ferramentas de gerenciamento da manutenção. Assim sendo, a hipótese é de tendência crescente.

O propósito deste trabalho é justificado pela diversidade de ferramentas de gestão existentes na área da Manutenção Industrial disponíveis às empresas. Justifica-se ainda pela crescente importância do setor de manutenção nas organizações, para garantir Disponibilidade e Confiabilidade do processo, a fim de torná-la mais competitiva. Essa valorização da manutenção faz parte do gerenciamento estratégico que tem sido tratado como essencial para a evolução das indústrias junto a um mercado cada vez mais competitivo.

Ainda enquanto justificativa, além do grande interesse por parte do autor no aprofundamento acadêmico em relação à Manutenção Industrial, há grande motivação pessoal e profissional em se aprofundar no tema devido à vivência no setor de manutenção em áreas como: elétrica, instrumentação industrial, no setor de engenharia de manutenção via revisão de criticidade de equipamentos e na elaboração de planos de manutenção em indústrias de mineração.

O objetivo desta pesquisa é verificar e analisar a tendência da utilização de algumas das mais relevantes ferramentas de gestão da Manutenção Industrial, que são a Manutenção Produtiva Total (MPT ou TPM), Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC ou RCM) e a Gestão de Ativos.

Tornam-se necessários alguns objetivos específicos, para dar suporte ao objetivo principal desta pesquisa, quais sejam:

- Investigar, junto a órgãos e instituições oficiais, dados reais sobre a situação atual da Manutenção Industrial no Brasil, bem como a utilização de suas ferramentas de gestão;

- Alcançar referências específicas sobre a área de Manutenção Industrial e suas ferramentas de gestão;
- Efetuar análise sistemática dos dados coletados junto aos órgãos e instituições oficiais sobre a utilização das ferramentas de gestão da Manutenção Industrial no Brasil;
- Confrontar as referências específicas pesquisadas com as análises dos dados coletados via órgãos e instituições oficiais, a fim de evidenciar as divergências e os pontos comuns, em busca de se traçar um paralelo sobre a tendência das ferramentas de gestão da Manutenção Industrial no Brasil.

Com a intensão de alcançar os objetivos aqui propostos, o método escolhido para o desenvolvimento deste trabalho foi o de revisão bibliográfica, tendo como base diversas referências da área de Manutenção Industrial, de caráter exploratório e parte da técnica de análise de dados qualitativa e utiliza da análise indutiva.

Este trabalho foi estruturado de modo a apresentar no capítulo 2 (dois) o referencial teórico, expondo a base teórica estudada para desenvolvimento da pesquisa. O referencial teórico foi subdividido em partes de contextualização sobre o conceito de Manutenção e a evolução da Manutenção Industrial nos últimos anos, apresentando seus tradicionais tipos na indústria. Foi também realizada contextualização sobre as ferramentas de gerenciamento da Manutenção Industrial, apresentando suas evoluções, dados de utilizações e aplicações no Brasil. No terceiro capítulo foi exposto o método escolhido para o desenvolvimento desta pesquisa, como também, o caminho percorrido para sua realização e a estratégia de análise e tratamento dos dados e informações levantadas no trabalho. O quarto capítulo consiste em análises e discussões dos dados e informações levantadas, adquirindo assim, uma base para elaboração das conclusões que são apresentadas no capítulo 5 (cinco).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse capítulo será exposta a base teórica estudada para desenvolvimento da pesquisa. Os conceitos aqui apresentados serão tratados ao longo deste trabalho.

### 2.1 Manutenção Industrial

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da ABNT NBR 5462 (1994), *manutenção* é definida como a associação de todas as ações técnicas e administrativas, abrangendo as ações de supervisão, propostas a manter ou recolocar um equipamento em condições de desempenhar sua função requerida.

Para Monchy (1989), a expressão *manutenção* vem do vocabulário militar, do qual o sentido era o de manter, nas unidades de combate, o efetivo e o material num nível constante de aceitação.

Viana (2002) explica que *manutenção* é derivada do latim *manus tenere*, que significa manter o que se tem.

Para Anderson (2012), a maioria dos equipamentos tem uma expectativa de vida definida, ou seja, o que se denomina de vida útil. A manutenção é geralmente necessária para manter os equipamentos e sistemas funcionando eficientemente por toda a vida do sistema.

Alguns autores como: Kardec & Nascif (2013), Mirshawka & Olmedo (1993) e Xenos (1998) definem que *manutenção* é o ato de manter, restabelecer a função de um bem ou assegurar um determinado serviço, ou seja, assegurar a Disponibilidade funcional dos equipamentos de modo a atender o processo de produção.

Mirshawka & Olmedo (1993) afirmam que, para a otimização da vida útil do equipamento, tanto no que se refere ao seu desempenho quanto à sua Disponibilidade, é necessária uma manutenção bem executada.

A Manutenção Industrial, como função estratégica, é o grande desafio gerencial e tem uma influência fundamental nos resultados da empresa. A aplicação de uma gestão eficaz da manutenção favorece para que a empresa alcance, mais rapidamente, o *status* de “classe mundial” (NASCIF & DORIGO, 2013).

Kardec et al. (2014) explicam que as empresas classe mundial são aquelas que apresentam o mais alto nível de desempenho atual em uma indústria, usada pelas demais organizações como padrão ou referência a ser igualada ou superada.

Kardec & Nascif (2013) destacam a importância da filosofia de que os colaboradores envolvidos com a manutenção precisam estar qualificados, equipados e preparados para evitar falhas e não somente corrigi-las.

Xavier (2015) expõe que é nítida a preocupação que as empresas de classe mundial têm em buscar a excelência na área da manutenção. Xavier (2015) destaca também que no Brasil a manutenção possui características de terceiro mundo pelo simples fato de conhecer as melhores práticas e não as executarem. Algumas características e consequências que demonstram ser uma manutenção de terceiro mundo são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Características e consequências da manutenção de 3º mundo.

<b>Principais Características</b>
Alta taxa de retrabalho
Convivência com problemas crônicos
Número elevado de serviços não previstos
Histórico de manutenção inexistente
Falta de planejamento prévio
<b>Principais Consequências</b>
Não cumprimento de prazos
Elevação do número de equipamentos em manutenção
Baixa Disponibilidade
Perda de produção por problemas de equipamentos
Alta manutenção corretiva não planejada

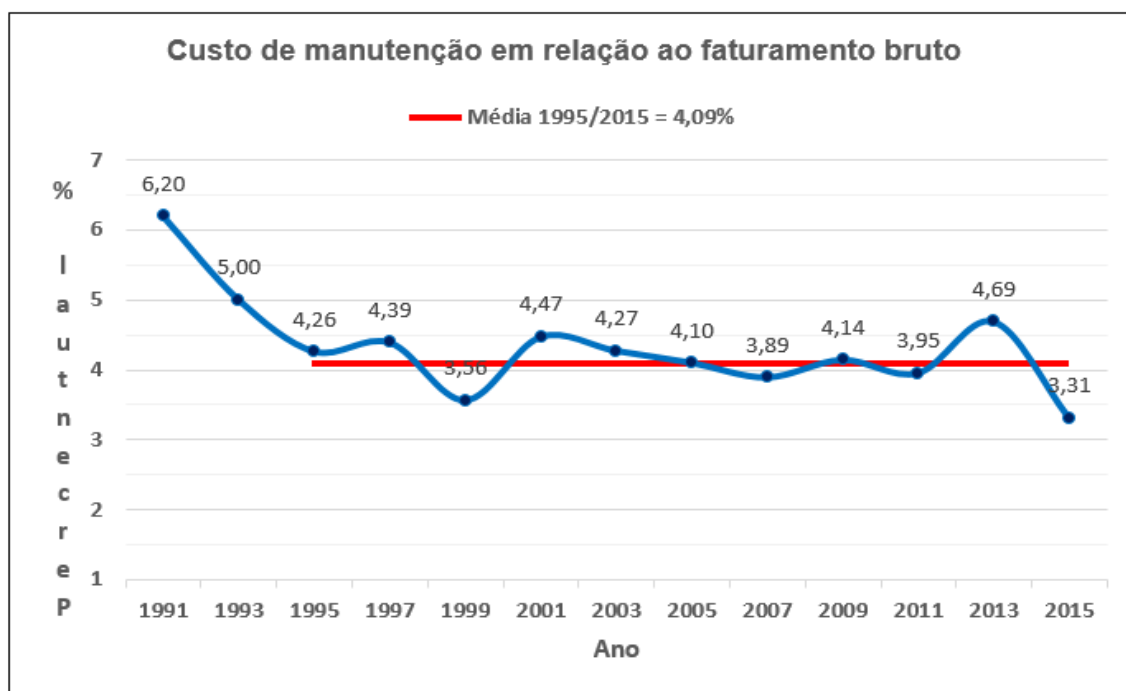
Fonte: Adaptado de Xavier (2015, p. 2).

O indicador mais utilizado no Brasil para analisar a eficácia da manutenção, segundo Kardec & Nascif (2013), é o seu custo em relação ao faturamento bruto. O faturamento bruto é o valor global da qual ainda não foram descontadas as taxas e os impostos pertinentes.

No GRÁF. 1 é apresentada a evolução do custo da manutenção em relação ao faturamento bruto das empresas no Brasil, no período entre 1991 e 2015, com uma média do custo de manutenção em torno de 4,09% (quatro, zero nove por cento) do faturamento bruto das empresas. Estes dados do custo de manutenção



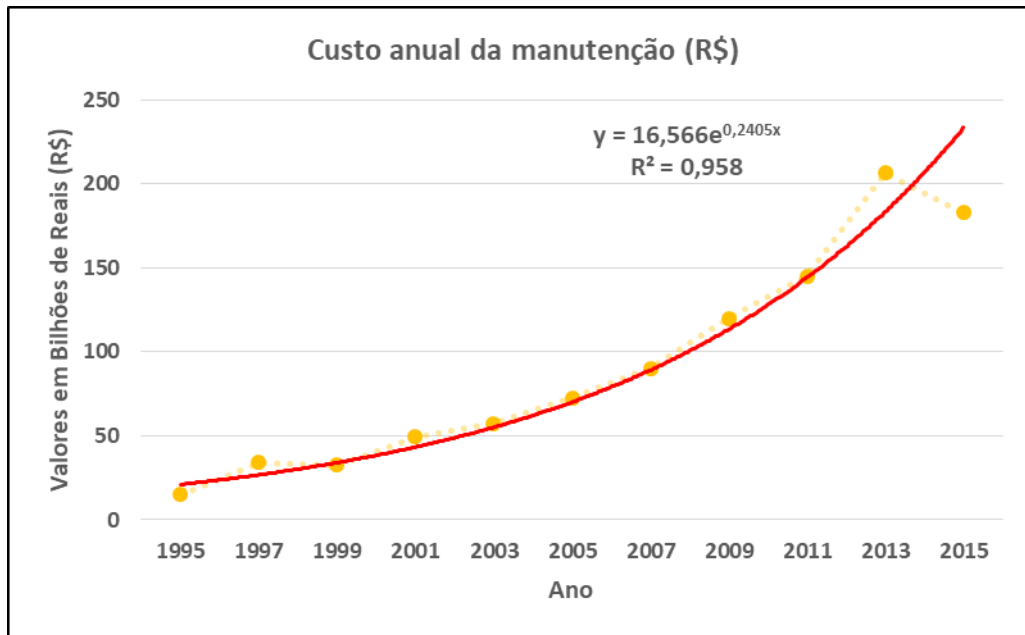
são relacionados aos vários setores da indústria no Brasil e foram levantados por meio de pesquisas realizadas pela Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos (Abraman). Os dados representam a média dos valores informados pelas empresas que participaram das pesquisas (ABRAMAN, 2015).



GRÁF. 1 - Custo total de manutenção em relação ao faturamento bruto.  
Fonte: Adaptado de Abraman (2013) e Abraman (2015).

De acordo com esse levantamento realizado pela Abraman, o custo anual da manutenção chega a 3,31% (três, trinta e um por cento) do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. Partindo do PIB do Brasil no ano base da pesquisa de 2015, com valor de 5,52 (cinco, cinquenta e dois) trilhões de reais, foi estimado um custo da manutenção em torno de 182,71 (cento e oitenta e dois, setenta e um) bilhões de reais, como é mostrado no GRÁF. 2.

O custo da manutenção é crescente em números, apesar de, nos últimos 20 (vinte) anos, permanecer entre 3 (três) e 5% (cinco por cento) do PIB. O custo da manutenção é um importante indicador nos resultados das empresas e, conseqüentemente, no valor final do produto para o consumidor (ABRAMAN, 2015 e KARDEC & NASCIF, 2013).



GRÁF. 2 - Custo anual da manutenção com base no PIB.  
 Fonte: Adaptado de Abramam (2013) e Abramam (2015).

Um bom gerenciamento da Manutenção Industrial reduz as interrupções da produção causadas por falhas, evitando atrasos ou perdas e proporcionando a entrega do produto ou serviço em tempo hábil (KARDEC & NASCIF, 2013).

### 2.1.1 EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO

Nas últimas décadas, a Manutenção Industrial tem passado por várias transformações em decorrência de diversos fatores, os quais se destacam: a evolução tecnológica, surgimento de novas técnicas de manutenção, incorporação de uma gestão mais eficaz e o estabelecimento da manutenção como setor estratégico, tornando-o como elemento imprescindível para alcançar melhores resultados (KARDEC & NASCIF, 2013).

A evolução da manutenção é, segundo diversos autores como Kardec & Nascif (2013), Moubray (2000) e Tavares (1996), dividida em várias gerações que caracterizam os tipos de manutenções empregadas na época, como é mostrado, a seguir, no Quadro 2.

Quadro 2 - Evolução da Manutenção Industrial.

EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO														
Geração	Primeira Geração			Segunda Geração			Terceira Geração			Quarta Geração			Quinta Geração	
Ano	1940		1950	1960		1970	1980		1990	2000		2005	2010	2015
Aumento das expectativas em relação à Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conserto após a falha</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidade crescente</li> <li>• Maior vida útil do equipamento</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior confiabilidade</li> <li>• Maior disponibilidade</li> <li>• Melhor relação custo-benefício</li> <li>• Preservação do meio ambiente</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior confiabilidade</li> <li>• Maior disponibilidade</li> <li>• Preservação do meio ambiente</li> <li>• Segurança</li> <li>• Gerenciar ativos</li> <li>• Influir nos resultados do negócio</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerenciar os ativos</li> <li>• Otimizar os ciclos de vida dos ativos</li> <li>• Influir nos resultados do negócio</li> </ul>	
Visão quanto à falha do ativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos os equipamentos se desgastam com a idade e por isso falham</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos os equipamentos se comportam de acordo com a curva da banheira</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existência de 6 padrões de falhas (Nowlan &amp; Heap e Moubray) Ver Capítulo 5</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzir drasticamente falhas prematuras dos padrões A e F. (Nowlan &amp; Heap e Moubray) Ver Capítulo 5</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planejamento do ciclo de vida desde o projeto para reduzir falhas</li> </ul>	
Mudança nas técnicas de manutenção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades voltadas para o reparo</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planejamento manual da manutenção</li> <li>• Computadores grandes e lentos</li> <li>• Manutenção preventiva (por tempo)</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoramento da condição</li> <li>• Manutenção preditiva</li> <li>• Análise de risco</li> <li>• Computadores pequenos e rápidos</li> <li>• Softwares potentes</li> <li>• Grupos de trabalho disciplinares</li> <li>• Projetos voltados para a confiabilidade</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento da manutenção preditiva e monitoramento da condição</li> <li>• Redução nas manutenções preventiva e corretiva não planejada</li> <li>• Análise de falhas</li> <li>• Técnicas de confiabilidade</li> <li>• Manutenibilidade</li> <li>• Projetos voltados para confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade</li> <li>• Contratação por resultados</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento da manutenção preditiva e monitoramento da condição on e off-line</li> <li>• Participação efetiva no projeto, aquisição, instalação, comissionamento, operação e manutenção dos ativos</li> <li>• Garantir que os ativos operem dentro de sua máxima eficiência</li> <li>• Implementar melhorias objetivando redução de falhas</li> <li>• Excelência em engenharia de manutenção</li> <li>• Consolidação da contratação por resultados</li> </ul>	

Fonte: Adaptado de Kardec & Nascif (2013, p. 6).

No período que antecedeu a Segunda Guerra Mundial, com as indústrias pouco mecanizadas, os equipamentos eram simples e superdimensionados. Não havia necessidade de uma manutenção sistematizada. A manutenção era basicamente corretiva não planejada, ou seja, executada após a ocorrência da falha (KARDEC & NASCIF, 2013).

Moubray (2000) explica que, neste período que antecede a segunda guerra mundial, em função da baixa mecanização das indústrias, não se dava muita atenção em paralisações para recuperação de falhas. Isso significa que, na época, não havia uma prioridade na precaução de falhas pelas organizações.

Moubray (2000) destaca ainda que, após a Segunda Guerra, iniciava-se uma maior dependência das indústrias pela mecanização dos processos produtivos. Com isso o tempo de paralisação, causado por falhas nos equipamentos, começou a se destacar.

Com início da mecanização e a complexidade das instalações dentro das indústrias, inicia-se uma busca de maior produtividade, motivando uma ideia de que as falhas nos equipamentos deveriam ser evitadas. Surge, então, o processo de prevenção, conceituado como Manutenção Preventiva (TAVARES, 1996).

Segundo Kardec & Nascif (2013), com a aplicação da manutenção preventiva em intervalos de tempo, houve elevação dos custos de manutenção em comparação com outros custos operacionais. Esta situação motivou o desenvolvimento dos sistemas de planejamento e controle de manutenção que são partes constituintes da manutenção moderna.

A partir da década de 70, as paralisações da produção passaram a ser uma preocupação generalizada devido à tendência da utilização de sistemas *just-in-time*<sup>3</sup> (MOUBRAY, 2000).

Com a evolução da automação industrial, as falhas nos equipamentos eram mais frequentes, prejudicando a capacidade de sustentar os padrões de qualidade determinados e com consequências negativas para a segurança e o meio ambiente. Com esta evolução da automação Industrial, a indicação de Confiabilidade e Disponibilidade se firmou como pontos-chave em diferentes segmentos (KARDEC & NASCIF, 2013).

---

<sup>3</sup> *Just in Time* - Filosofia de gerenciamento japonesa aplicada na manufatura, que envolve ter os itens certos e quantidade correta, no lugar e no momento certo para fabricação (CHENG & PODOLSKY, 1996).

Neste período de evolução surge o conceito de Manutenção Preditiva, conforme Kardec & Nascif (2013) e Tavares (1996). Com a sofisticação dos instrumentos de medição, a engenharia de manutenção estudava prever as falhas tendo como objetivos a otimização de desempenho, o aumento da Confiabilidade e a Disponibilidade.

Kardec & Nascif (2013) afirmam ainda que, com os avanços da informática e *softwares*, trouxe maior auxílio no planejamento e no acompanhamento das atividades de manutenção com a utilização de computadores.

Na transição das décadas de 70 e 80, como menciona Kardec & Nascif (2013) e Moubay (2000), principia a ideia de análise das causas das falhas e o que deveria ser feito para mitigá-las. A engenharia de manutenção trabalhava mais o conceito de Confiabilidade, surgindo daí a aplicação de novas metodologias e ferramentas em busca de maior Confiabilidade, qualidade e a integração da manutenção com outros setores.

Na década de 80, ainda com a obrigação de ampliação da qualidade dos produtos e serviços requisitados pelos consumidores, o setor de manutenção passou a ser encarado como uma divisão fundamental para garantir a Disponibilidade e a performance dos equipamentos com grau de importância semelhante ao setor de operação (TAVARES, 1996).

Com o aumento da prática da Manutenção Preditiva e monitoramento dos equipamentos nas décadas de 80 e 90, houve uma tendência de diminuição da aplicação da Manutenção Preventiva. O mesmo acontece com a Manutenção Corretiva Não Planejada, pois de formas diferentes elas promoviam a paralisação da produção (KARDEC & NASCIF, 2013).

Na década de 90, começa também a ser evidenciada, segundo Moubay (2000), a manutenção detectiva que tem como característica testar e assegurar o funcionamento de sistemas de segurança, o que resultou em acréscimo de Confiabilidade dos ativos.

Já nos anos 2000, com o destaque dos padrões de Confiabilidade, Disponibilidade e segurança caminhando em conjunto, estabelece-se a ideia de gerenciar os ativos, analisar o custo do ciclo de vida e também o aperfeiçoamento nos contratos, evoluindo, conseqüentemente, a terceirização de alguns serviços. Estes contratos passaram a serem baseados em resultados (KARDEC & NASCIF, 2013).

Como características do período de 2010, houve a incorporação da gestão de ativos e a otimização do ciclo de vida que são alcançados através do envolvimento concomitante de todas as áreas dentro da organização, estabelecendo que os equipamentos devem produzir sua capacidade máxima, implementando melhorias para redução da ocorrência de falhas não previstas de modo que seja adquirido o retorno sobre os ativos (KARDEC & NASCIF, 2013).

### 2.1.2 TIPOS MANUTENÇÃO

A manutenção pode ser dividida em vários tipos. Serão apresentados os tipos tradicionais, os quais foram desenvolvidos e aperfeiçoados nos últimos 80 anos. Estes tipos consistem em:

- Manutenção Corretiva;
- Manutenção Preventiva;
- Manutenção Preditiva;
- Manutenção Detectiva;
- Engenharia de Manutenção.

A explicação destes tipos de manutenção é realizada a seguir.

#### 2.1.2.1 *Manutenção Corretiva*

De acordo com a ABNT NBR 5462 (1994), Manutenção Corretiva significa: “Manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane ou de uma falha destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida”.

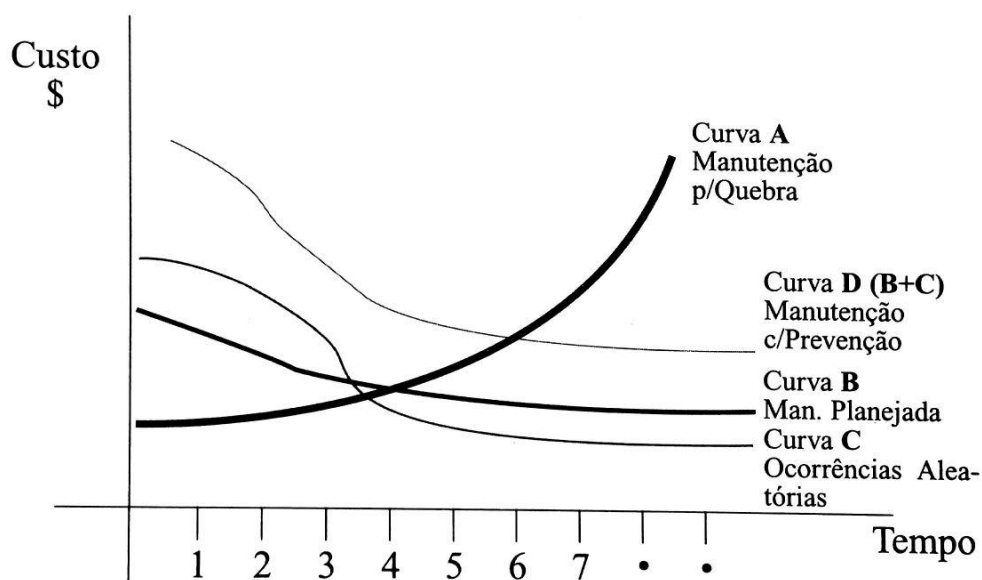
Anderson (2012), Kardec & Nascif (2013), Tavares (1996) e Xenos (1998), definem a manutenção corretiva como a atividade de reparação ou substituição de componentes que falharam, quebraram ou se desgastaram para colocar o equipamento em funcionamento. Ou seja, manutenção emergencial executada após a ocorrência de uma falha aleatória ou a perda de desempenho do equipamento.

Segundo Viana (2002), manutenção corretiva é uma ação de urgência para evitar graves consequências aos instrumentos de produção, à segurança do trabalhador ou ao meio ambiente. Mais conhecida nas fábricas como a que “apaga incêndios”.

Kardec & Nascif (2013) destacam que a realização da manutenção corretiva é também, resultante da ação do monitoramento do desempenho do equipamento. Dessa forma, ela é denominada de Manutenção Corretiva Planejada. O planejamento é sempre mais barato, mais seguro e o resultado da correção é sempre de melhor qualidade.

Kardec & Nascif (2013) e Tavares (1996) apresentam algumas desvantagens da manutenção corretiva não planejada em relação à planejada, onde a não planejada apresenta uma redução na vida útil do equipamento e perda de qualidade ou produção gerando grande indisponibilidade e também aumento no custo de aquisição de peças sobressalentes adquiridas com urgência e aumento de estoque de sobressalentes, provocando altos custos de manutenção.

Tavares (1996) demonstra por meio do GRÁF. 3, a vantagem da manutenção corretiva planejada (Curva D) em relação a não planejada (Curva A). Inicialmente, o custo da planejada é maior e não elimina a ocorrência de falhas aleatórias, porém, com o passar do tempo, as ocorrências aleatórias tendem a reduzir, tornando-se estáveis e prolongando, também, a vida útil do equipamento.



GRÁF. 3 - Curva de custo de manutenção em relação ao tempo.  
Fonte: Tavares (1996, p. 21).

Toda atividade de manutenção executada de forma planejada será sempre mais otimizada, segura e com maior qualidade do que uma atividade executada de forma não planejada (TAVARES, 1996).

### 2.1.2.2 *Manutenção Preventiva*

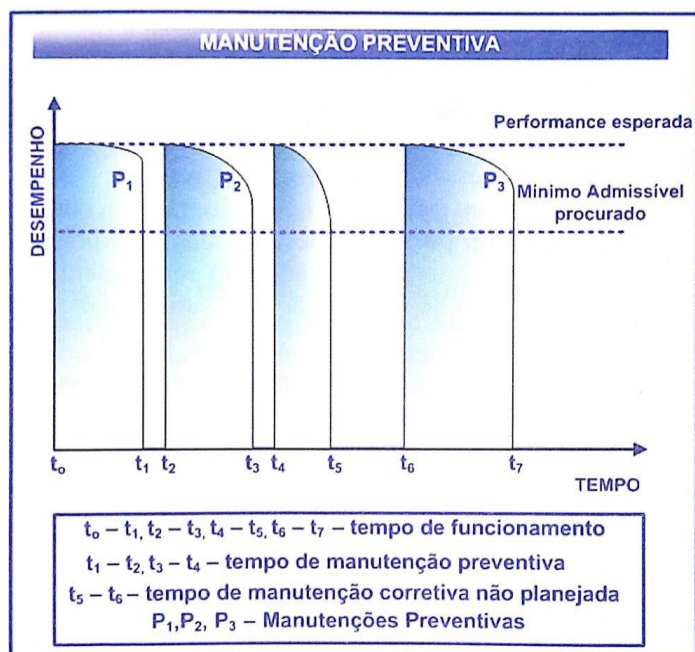
Conforme a ABNT NBR 5462 (1994), a Manutenção Preventiva é executada em intervalos predefinidos ou critérios prescritos, com a finalidade de reduzir a probabilidade de ocorrência de falha.

Segundo alguns autores como Anderson (2012), Kardec & Nascif (2013), Viana (2002) e Xenos (1998) este tipo de manutenção é um procedimento executado periodicamente ou baseado no tempo de operação, onde são listadas as tarefas a serem executadas, com o objetivo de sustentar ou prolongar a vida útil do equipamento, prevenindo falhas e elevando a segurança.

Xenos (1998) destaca que, a manutenção preventiva deve ser a atividade principal da empresa. É uma atividade onerosa por conta da troca de componentes antes que atinjam seus limites de vida. Em compensação, proporciona a redução de ocorrência de falhas e também o aumento da segurança e da Confiabilidade dos equipamentos.

No GRÁF. 4, é ilustrada a execução da manutenção preventiva ao longo do tempo, mantendo o equipamento dentro de uma faixa de desempenho esperada. Na Manutenção Preventiva não pode descartar a possibilidade de ocorrência de falhas aleatórias entre intervenções preventivas, como mostra entre  $t_4$  e  $t_5$ , por conta de falha humana, falha de sobressalentes, danos durante partidas, etc., e que, demandam um tempo maior para realização da manutenção, como mostrado entre  $t_5$  e  $t_6$  (KARDEC & NASCIF, 2013).





GRÁF. 4 - Manutenção Preventiva.  
Fonte: Kardec & Nascif (2013, p. 60).

De acordo com Kardec & Nascif (2013), a manutenção preventiva é mais conveniente de ser realizada quanto maior for a simplicidade na reposição, quanto mais elevados forem os custos das falhas e quanto maiores forem as consequências das falhas na segurança pessoal, operacional e ambiental. Contudo, este tipo de manutenção depende da pausa de operação do equipamento para execução do serviço, causando questionamentos referentes às políticas de manutenção preventiva.

### 2.1.2.3 Manutenção Preditiva

Como é caracterizada pela ABNT NBR 5462 (1994), também chamada de manutenção controlada, é uma manutenção com base na aplicação de técnicas de análise, que permitem garantir a qualidade desejada do serviço, utilizando-se de recursos de supervisão e amostragem para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e redução da corretiva não planejada.

A manutenção preditiva é executada com base em monitoramento dos equipamentos, com a função de prever tendências de evolução de falhas, procedendo à análise e à correção do problema de forma planejada antes da ocorrência da falha evitando-se, dessa forma, a ocorrência de falhas aleatórias (ANDERSON, 2012; KARDEC & NASCIF, 2013 e XENOS, 1998).

Existe uma gama muito grande de técnicas preditivas. Alguns exemplos dessas técnicas preditivas, descritas por Kardec & Nascif (2013), são: termografia (FIG. 1 e 2), análise de óleo, análise de vibração (FIG. 3), ultrassom, etc.

Como exemplo, é ilustrada na FIG. 1 a execução da técnica de análise preditiva de termografia, onde é possível identificar problemas em um equipamento através do acompanhamento de temperaturas e a formação de imagens térmicas, como mostrado na FIG. 2 (KARDEC & NASCIF, 2013).



FIG. 1 - Manutenção Preditiva de termografia.  
Fonte: AresAgante (s.d.).

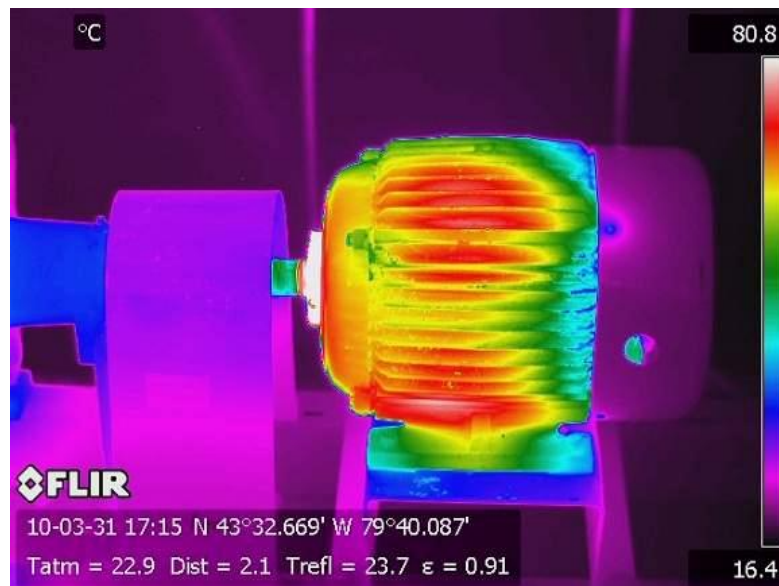


FIG. 2 - Análise da imagem de uma câmera termográfica.  
Fonte: Saad (2012).

Na FIG. 3, é ilustrada a execução de uma análise de vibração por meio de um instrumento coletor e analisador de dados que permite prever possíveis falhas que causam pequenas vibrações (KARDEC & NASCIF, 2013).



FIG. 3 - Manutenção Preditiva de vibração.  
Fonte: Vieira Balanceamentos (s.d.).

A manutenção preditiva favorece a Disponibilidade, uma vez que ela não efetua a interrupção na operação do equipamento. A intervenção é executada somente quando um determinado parâmetro monitorado atinge um limite pré-definido. A partir dessa condição, procede-se o planejamento e a execução da correção do desempenho do equipamento, denominado de manutenção corretiva planejada. Com a redução das falhas inesperadas, obtém-se um aumento da segurança e a redução de paradas não previstas do processo de produção, aumentando dessa forma a Disponibilidade e a redução de prejuízos para a organização (KARDEC & NASCIF, 2013).

#### 2.1.2.4 *Manutenção Detectiva*

De acordo com Kardec & Nascif (2013, p. 65): “Manutenção Detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção, comando e controle, buscando detectar *falhas ocultas* ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção”.

Essencial para garantir a Confiabilidade, este tipo de manutenção utiliza sistemas de automação industrial, de instrumentação e dispositivos de proteção.

Este tipo de manutenção executa verificações no sistema, mantendo-o em operação, detectando falhas ocultas, podendo corrigi-las mesmo com o sistema em funcionamento (KARDEC & NASCIF, 2013).

Kardec & Nascif (2013) exemplifica que os sistemas de *trip* e *shutdown*<sup>4</sup> asseguram a segurança quando se excede o limite de proteção permitido pelo equipamento. São independentes dos sistemas de controle utilizados na produção e sua aplicação segue em crescimento, em decorrência da evolução de sistemas automatizados dentro das plantas industriais.

Na FIG. 4, é apresentado um relé térmico que possui um *trip* de proteção. O relé térmico é um dispositivo de proteção de sobrecarga de circuitos elétricos, aplicado em circuitos elétricos de energização de motores elétricos para evitar sobrecarga do motor (FRANCHI, 2008).



FIG. 4 - Relé térmico com sistema trip de proteção.  
Fonte: Camp-Controles (s.d.).

#### 2.1.2.5 Engenharia de Manutenção

A prática da Engenharia de Manutenção é relacionada às mudanças de rotina nas atividades da manutenção e à consolidação do conceito de melhoria contínua (KARDEC & NASCIF, 2013; NASCIF & DORIGO, 2013 e TAVARES, 1996).

Segundo Kardec & Nascif (2013), praticar a engenharia de manutenção significa uma mudança cultural, uma busca por *benchmarks*<sup>5</sup>, aplicar técnicas

<sup>4</sup> *Trip* e *Shutdown* – São a última barreira entre a integridade e a falha. Garantem a segurança do processo quando sai de sua faixa de operação (KARDEC e NASCIF, 2013).

<sup>5</sup> *Benchmarks* - Uma medida, uma referência, um nível de performance, reconhecido como padrão de excelência para um processo de negócio específico (Kardec & Nascif, 2013, p. 14).



modernas que se dedicam a dar suporte técnico ao setor de manutenção. Dentre suas principais atribuições, destacam-se: busca de melhores resultados em Confiabilidade, Disponibilidade e segurança; solução de problemas crônicos e tecnológicos; dar suporte à execução das manutenções; análises de custos e de falhas; elaboração de planos de manutenção; acompanhamento de indicadores e outras funções relacionadas à Manutenção Industrial.

É uma mudança cultural necessária em qualquer organização que procura melhorar os resultados. Engenharia de Manutenção significa, entre outros, fazer: Análise de falhas e práticas para eliminar as causas de mau desempenho; desenvolvimento de procedimentos de manutenção; treinamento de acordo com normas do pessoal envolvido na manutenção; novos projetos de construção e implementação de melhorias (NASCIF & DORIGO, 2013).

A FIG. 5, destaca tópicos que são trabalhados pela engenharia de manutenção.



FIG. 5 - Tópicos da Engenharia de Manutenção.  
Fonte: SAI-BR (s.d.).

A organização que adota a execução da Engenharia de Manutenção está promovendo sua formação de dados e informações sobre manutenção que lhe permite realizar estudos para tomada de decisão e execução de melhorias e se relacionam com a aplicação das técnicas de manutenção (KARDEC & NASCIF, 2013).

### 2.1.3 A ABRAMAN

A Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos (Abraman) é uma associação de fins não econômicos de direito privado, com sede instalada na cidade do Rio de Janeiro e fundada em 1984 com a presença dos mais representativos segmentos de mercado (ABRAMAN, 2015).

A Abraman colabora para a evolução da Função de Manutenção e Gestão de Ativos, fortalecendo suas concepções como fatores estratégicos para a melhoria da competitividade das empresas (ABRAMAN, 2015).

Entre seus objetivos fundamentais, encontram-se: promover a cooperação, intercâmbio e a integração de empresas e profissionais interessados por Manutenção, Gestão de Ativos e áreas afins; estimular o ensino, a pesquisa científica e tecnológica além da formação e especialização técnico-científico-gerencial; promover e estimular a discussão, publicação e divulgação de experiências e conhecimentos sobre a Manutenção e Gestão de Ativos; difundir a Manutenção e Gestão de Ativos no Brasil; estabelecer critérios e procedimentos para a qualificação e certificação de profissionais; colaborar com organismos oficiais de normalização, participando efetivamente da elaboração de normas setoriais (ABRAMAN, 2015).

É lançado a cada dois anos pela Abraman, o Documento Nacional – A Situação da Manutenção no Brasil. Uma ampla pesquisa realizada em várias empresas de diversos setores no Brasil. Os dados desta pesquisa são importantes para as empresas no país, além de serem considerados como *benchmarks*, ferramentas de apoio nas decisões gerenciais e servem também de subsídios para trabalhos, palestras e artigos publicados no Brasil e no exterior (ABRAMAN, 2015).

## 2.2 Ferramentas de Gestão da Manutenção Industrial

Existem várias ferramentas de implementação na gestão da manutenção que permitem que as organizações gerenciem melhor seus ativos, auxiliando no cumprimento da missão da manutenção e no retorno sobre o investimento (KARDEC & NASCIF 2013).

A missão da manutenção, como é citada por Kardec & Nascif (2013), é garantir a Disponibilidade dos equipamentos e instalações de modo que execute sua

função com Confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custo adequado.

Na pesquisa de 2013, realizada pela Abraman através de questionários aplicados a várias empresas de diferentes segmentos no Brasil, foram selecionados 20 setores industriais e recebidos 151 questionários respondidos, dos quais 55% dos questionários recebidos estão entre os setores apresentados no Quadro 3 (ABRAMAN, 2013).

Quadro 3 - Seis dos setores selecionados na pesquisa.

Setores	Qtd.
Petróleo	24
Prestação de Serviço (MO)	18
Energia Elétrica	15
Automotivo	9
Industrial	9
Metalúrgico	8
Total	83

Fonte: Abraman (2013).

Por meio desta pesquisa, a Abraman (2013) apresenta ferramentas utilizadas para promover a qualidade nas organizações, com base no percentual dos questionários respondidos. Estas ferramentas estão apresentadas no Quadro 4. Onde mostra a MCC (RCM), Cinco Sentidos (5S), Análise de Efeitos e Modos de Falhas (FMEA - *Failure Mode and Effect Analysis*), Análise de Causa Raiz de falhas (RCFA - *Root Cause and Failure Analysis*), Círculo de Controle de Qualidade (CCQ), MPT (TPM), Seis Sigma ( $6\sigma$ ) e outros.

Quadro 4 - Ferramentas utilizadas para promover a qualidade.

Ferramentas Utilizadas para Promover a Qualidade (% de Respostas)								
Ano	MCC	5S	FMEA	RCFA	CCQ	TPM (MPT)	6 Sigma	Outros
2013	19,25	23,26	16,31	17,91	-	12,83	10,43	0,00
2011	17,03	27,86	17,34	15,79	-	12,69	9,29	0,00
2009	16,48	28,74	14,94	16,09	-	13,03	10,73	0,00
2007	18,65	27,22	22,02	17,13	-	10,09	0,92	3,98
2005	15,20	41,18	-	-	10,78	15,69	7,35	9,80
2003	20,31	37,50	-	-	8,33	16,15	5,73	11,98
2001	17,35	37,90	-	-	11,42	14,61	-	18,72
1999	5,62	40,45	-	-	16,29	20,79	-	16,85
1997	2,89	46,24	-	-	12,14	18,50	-	20,23
1995	-	39,83	-	-	17,37	21,61	-	21,19

Fonte: Abramam (2013).

De acordo com Kardec & Nascif (2013) e Kardec et al. (2014), com a evolução da gestão da Manutenção Industrial, vem surgindo também a Gestão de Ativos, que implica na otimização da utilização dos ativos. É uma atividade corporativa que contribui para o sucesso econômico de uma empresa.

Conforme Kardec & Nascif (2013), grande variedade de ferramentas vem sendo utilizada pela manutenção e levada a excelentes resultados, porém a má utilização destas ferramentas não leva a resultados desejados. A FIG. 6 representa o “cemitério” de boas ferramentas de gestão que, por não serem corretamente empregadas e por esse motivo não atingirem os resultados desejados acabam entrando em desuso. No “cemitério” de boas ferramentas de gestão se encontram o CCQ, Gestão por Diretrizes (GPD), Gestão da Qualidade Total (GQT), TPM, Balance Scorecard (BSC) e a ISO (Organização Internacional de Normalização).

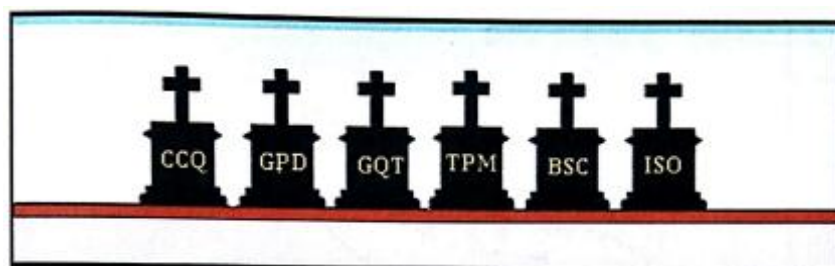


FIG. 6 - Cemitério das ferramentas de gestão.  
Fonte: Kardec & Nascif (2013).



### 2.2.1 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (*Total Productive Maintenance* - TPM)

Segundo Kardec & Nascif (2013) a TPM surgiu no Japão em 1970, pela empresa Nippon Denso do grupo Toyota, mas foi concebida originalmente nos Estados Unidos derivada da manutenção preventiva.

Tavares (1996) explica que a TPM foi desenvolvida no Japão pelo Instituto Japonês de Manutenção de Plantas (JIPM - *Japan Institute of Plant Maintenance*), em 1971 foi implementado na indústria japonesa e em 1986 foram trazidos seus conceitos para o Brasil.

A evolução da TPM desde a década de 50 até sua caracterização, como é conhecida, é descrita a seguir e também representada esquematicamente na FIG. 7.

A partir da década de 50, quando só se empregava a Manutenção Corretiva, foi introduzida a Manutenção Preventiva, tornando-se bem estabelecida durante a década de 1960 (NAKAJIMA, 1988 e SILVEIRA, 2016).

Nakajima (1988) explica que, na década de 60, um grupo de pesquisa sobre manutenção preventiva formado por empresas japonesas, estudou a manutenção de equipamentos nos Estados Unidos e, a partir disso, fundaram o Instituto de Engenheiros de Plantas do Japão (JIPE - *Japan Institute of Plant Engineers*), que mais tarde deu origem ao JIPM.

O trabalho implementado pelo JIPE na Nippon Denso no Japão em 1969, em relação a Manutenção Produtiva, direcionou-se por modificar a caracterização do trabalho dos operadores, determinando que eles executassem pequenas manutenções. Deu início, nesse momento, ao princípio da TPM (NAKAJIMA, 1988).

Nakajima (1988) e Silveira (2016) destacam também que em 1970 iniciou-se o desenvolvimento da 1ª geração da TPM com foco voltado somente na perda por falha dos equipamentos.

Na década de 70, conforme Wireman (2004), a TPM evoluiu para uma estratégia focada em alcançar a eficiência da Manutenção Produtiva (PM), por meio de um sistema abrangente baseado no respeito pelos indivíduos e participação total dos funcionários. Adiciona-se, nesse período, o "Total" à Manutenção Produtiva. Em meados da década de 1970, os japoneses começaram a ensinar estratégias de TPM internacionalmente, através do JIPM, e foram reconhecidos pelos resultados.

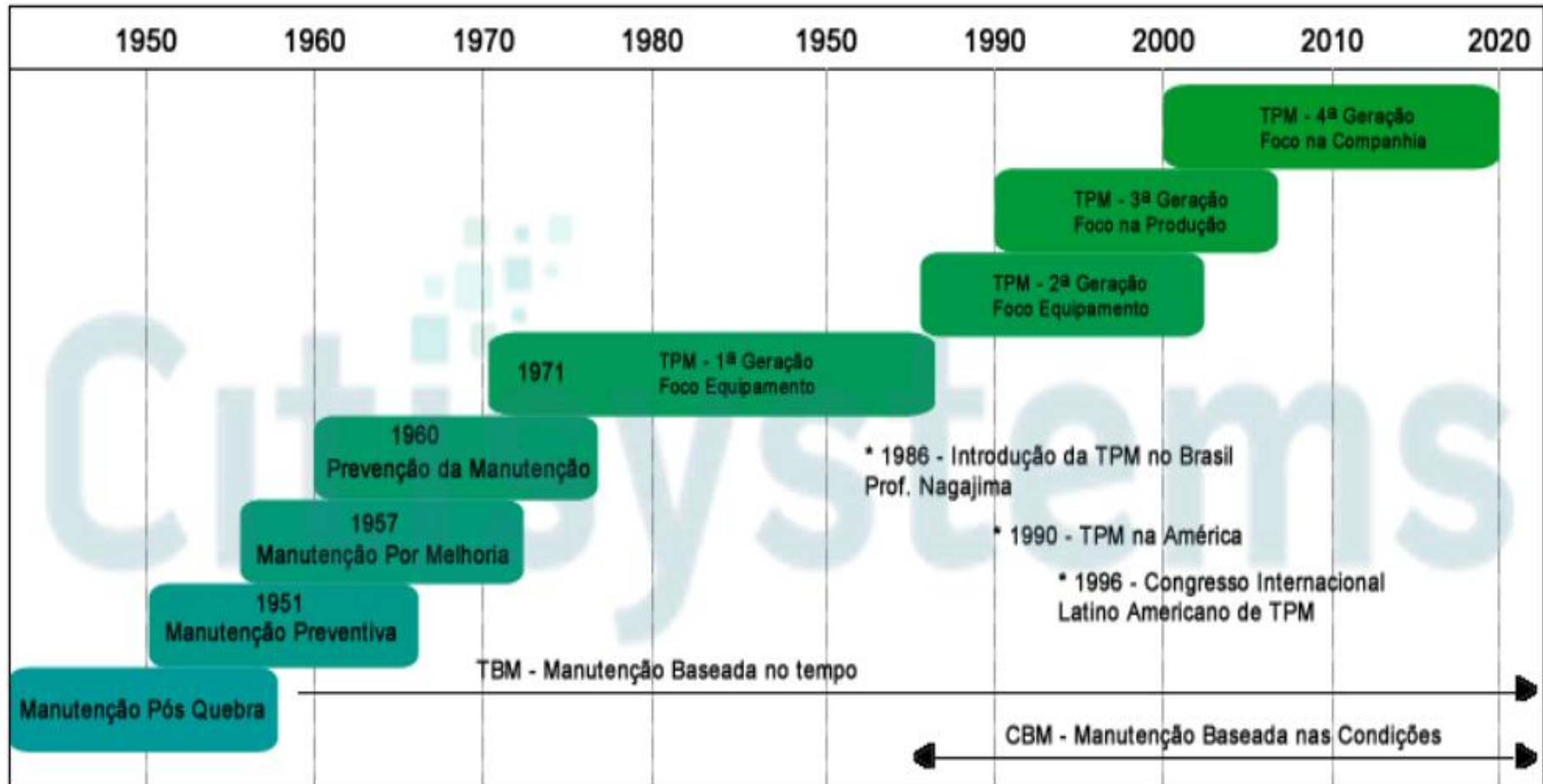


FIG. 7 - Eventos relacionados à história da TPM.  
 Fonte: Adaptado de Silveira (2016).

Nakajima (1988) e Silveira (2016), explicam que ocorreu uma revisão na definição inicial da TPM, em 1980, estabelecendo um foco maior nas principais perdas dos equipamentos e com conceito de “perda zero”.

Em 1989 ocorreu uma nova reformulação da TPM, passando a contemplar todos os setores do processo de produção, visando à eliminação de perdas de processo e equipamentos, agregado à redução de custos (NAKAJIMA, 1988 e SILVEIRA, 2016).

A partir dos anos 2000, houve a caracterização da TPM como é conhecida nos dias atuais, por 4ª geração, contemplando todos os setores da companhia e com análises de perdas mais amplas, envolvendo equipamentos, processos, produtos, serviços e pessoas (MORAES, 2004 e SILVEIRA, 2016).

Silveira (2016) apresenta também, na FIG. 7, uma previsão até 2020 do seguimento da 4ª geração da TPM, indicando que sua aplicação perdurará com seus conceitos.

A evolução da TPM nos últimos anos é mostrada no Quadro 5, separada em gerações, apresentando a estratégia, o foco e as perdas que cada geração conceituava.

Quadro 5 - As quatro gerações da TPM.

	<b>1ª geração 1970</b>	<b>2ª geração 1980</b>	<b>3ª geração 1990</b>	<b>4ª geração 2000</b>
<b>Estratégia</b>	Máxima eficiência dos equipamentos		Produção e TPM	Gestão e TPM
<b>Foco</b>	Equipamento		Sistema de Produção	Sistema geral da Companhia
<b>Perdas</b>	Perda por falha	Seis principais perdas nos equipamentos	Dezesseis perdas (equipamentos, fatores humanos e recursos na produção)	Vinte perdas (processos, inventário, distribuição e compras)

Fonte: Moraes (2004) apud Palmeira (2002, p. 92).

De acordo com Wireman (2004), a implementação do “Total” na Manutenção Produtiva foi evolutiva e demandou tempo, não porque fosse

tecnicamente difícil produzir os resultados, mas por causa dos esforços para mudar a cultura organizacional de modo a valorizar o conceito "Total".

Conforme Kardec & Nascif (2013) e Mirshawka & Olmedo (1993), a TPM tem como objetivo a eficácia da organização, com a eliminação dos defeitos e quebras. O foco principal da TPM é na melhoria dos equipamentos e na capacitação de pessoas, através de qualificação e treinamentos visando o aprimoramento de todos os colaboradores.

Para Anderson (2012) a TPM é uma moderna cultura de trabalho que concentra toda a organização na melhoria do desempenho e Confiabilidade dos equipamentos com objetivo de melhorar a qualidade do produto, reduzir o desperdício e aumentar a eficiência.

Fogliatto & Ribeiro (2009) explicam que entre os conceitos básicos da TPM, pode-se citar a mudança cultural, objetivando a otimização do rendimento operacional e o envolvimento de todos os departamentos da organização.

Silveira (2016) afirma que objetivo principal da TPM é composto por três sub-objetivos, como está ilustrado na FIG. 8, a quebra zero, defeito zero e o acidente zero.

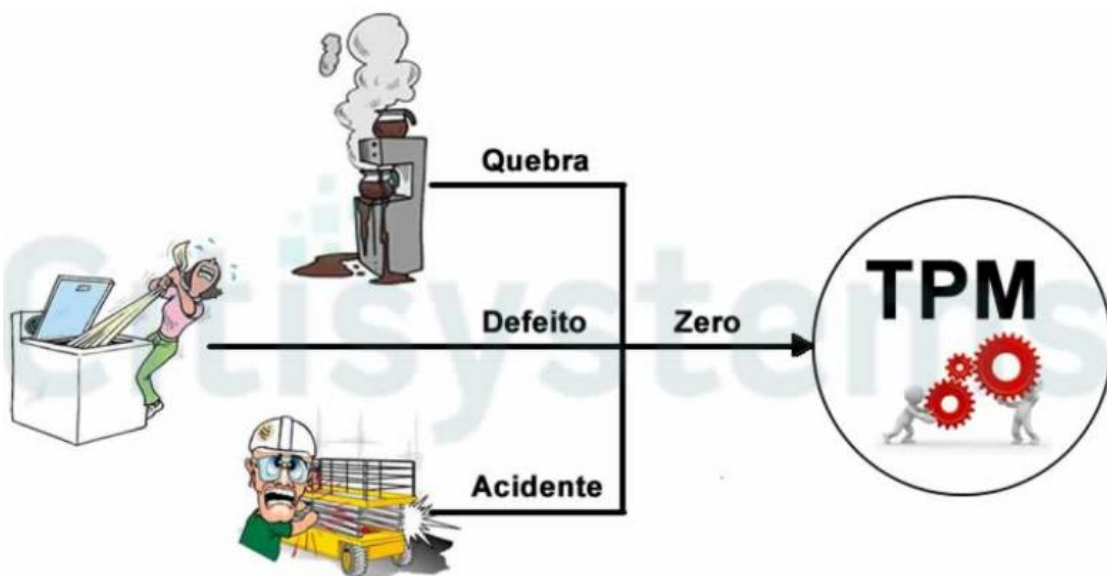


FIG. 8 - Quebra zero, defeito zero e acidente zero.  
Fonte: Silveira (2016).

Conforme Kardec & Nascif (2013), a TPM mira a eficácia por meio de qualificação pessoal e melhorias nos ativos, desenvolvendo pessoas e organizações para conduzir as fábricas do futuro com as tarefas mais simples de manutenção

sendo executadas pelos operadores. Na FIG. 9, são mostrados os oito pilares base da Manutenção Produtiva Total.

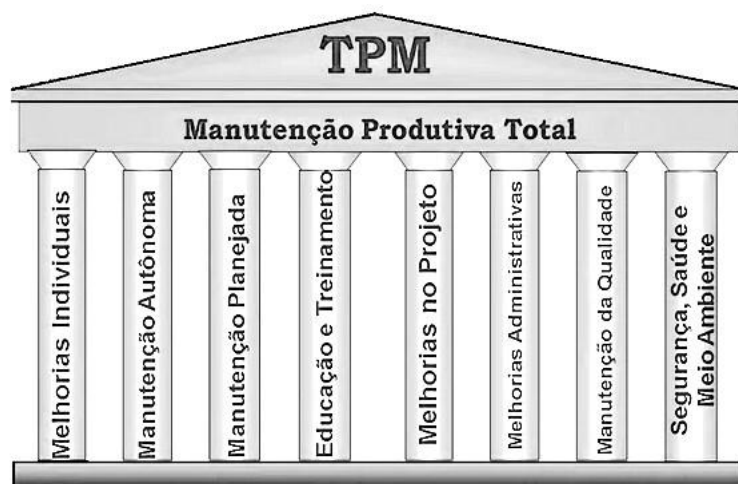


FIG. 9 - Oito pilares da TPM.  
Fonte: Adaptado de Qualidade Mundial (s.d.).

Nakajima (1988), destaca que para implementação da TPM na indústria é importante que a organização seja inicialmente preparada.

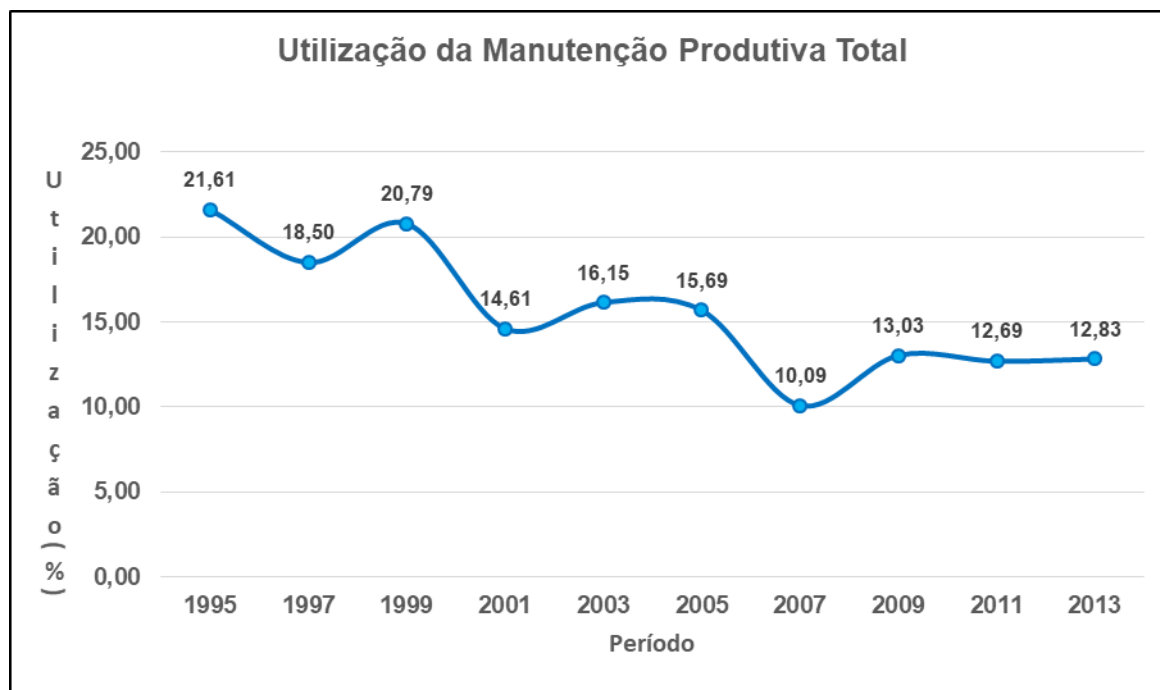
Seleme (2015) explica que o TPM é uma ferramenta essencial para o desenvolvimento das tarefas de manutenção com qualidade e que, se os cinco sentidos (5S<sup>6</sup>) estiverem implementados como filosofia, eles dão suporte a utilização da TPM de forma consistente.

É extremamente importante para a introdução da TPM em uma organização, a colaboração de todos e o apoio contínuo da alta gerência. O estabelecimento da TPM deve ser tratado em curto, médio e longo prazo e seus objetivos devem ser de conhecimento de todos (SILVEIRA, 2016).

Através do quadro das ferramentas utilizadas para promover a qualidade apresentado pela Abramam (2013) referente às pesquisas realizadas no Brasil desde 1995, é possível representar graficamente a utilização da TPM. O GRÁF. 5 evidencia essa utilização.

---

<sup>6</sup> 5S - Prática aplicada como base para o desenvolvimento do Sistema de Qualidade, os cinco sentidos são: organização; ordem; limpeza; higiene e disciplina (KARDEC e NASCIF, 2013).



GRÁF. 5 - Utilização da Manutenção Produtiva Total.  
Fonte: Adaptado de Abramam (2013).

Segundo Nakajima (1988), a desorganização e o descaso com o ambiente de trabalho e com os recursos produtivos evidenciam que a organização não possui bases sólidas para a implementação da TPM e os resultados não podem ser mantidos por muito tempo.

De acordo com Moraes (2004), em um estudo de caso realizado em uma indústria automobilística relacionado a implementação da TPM, foi constatado uma estagnação no crescimento dos índices de melhoria devido às dificuldades em se manter os resultados obtidos ao término da implementação. Quando, então, são extintas as auditorias de implementação por se entender que o time alcançou um nível satisfatório de autogerenciamento e de autossuficiência.

Oliveira, Martins & Xavier (2009) afirmam, com base na implementação da TPM em uma indústria alimentícia, que obtiveram ganhos de grande importância como introdução de técnicas para o alcance de melhor eficácia na interação Homem-Máquina e Manutenção-Produção. Ressaltam ainda que a ferramenta de TPM implantada de maneira correta apresentou resultados positivos, não só para a produção, mas também na qualidade de vida do trabalhador, além de proporcionar uma melhor interação entre os setores de produção com a manutenção.

Kardec & Nascif (2013) explicam que, no Brasil, a implementação da TPM segue um ciclo que dificulta seu crescimento, logo que causa um sentimento de

descrença no pessoal. A TPM é implantada, cresce e, em seguida, vai sendo abandonada e depois é novamente retomada.

Em contato por e-mail com o autor Julio Nascif<sup>7</sup>, a cerca de questionamento sobre as ferramentas de Gestão da Manutenção Industrial no Brasil, foi relatado o seguinte sobre a TPM:

Ao contrario do Brasil, onde o TPM é um programa que para ser implementado gera muitos "acontecimentos", no Japão isso faz parte da rotina. Segundo algumas pessoas que constataram isso, nem se usa a denominação TPM pois faz parte do cotidiano.

Como qualquer programa de melhoria, é fundamental o apoio e comprometimento da gerencia (média e alta). Em muitas empresas nacionais, o programa se inicia na supervisão ou média gerencia mas a falta de apoio das gerencias superiores não permite que ele deslanche.

Na realidade o pilar que mais se busca implantar é o Manutenção Autônoma. No entanto, a iniciativa quase nunca é da Operação mas da Manutenção. Com isso ocorrem as seguintes leituras:

- Operação - Entende que a Manutenção está querendo passar serviços para ela e isso causa reação contrária.
- Sindicatos - São radicalmente contrários ao programa por entender que além de desvio de função, pode gerar diminuição no quadro da Manutenção e isso não lhe interessa (NASCIF, 2017).

Silva et al. (2013) afirmam, com base em dados fornecidos por uma empresa que iniciou a implementação da TPM em 2007, que a TPM se constitui como um método eficiente na melhoria da produtividade, bem como favorece maior motivação das pessoas envolvidas no processo produtivo. Os autores também argumentam que a compreensão dos conceitos da TPM pode ser um processo lento e os resultados dependem, sobretudo, da dedicação e colaboração de todos os envolvidos.

Marocco (2013) apresenta um estudo de caso mostrando os resultados da implantação da TPM e demonstra que é um processo extenso e trabalhoso, porém, se devidamente administrado e executado, se torna bastante vantajoso. Contudo, programas de educação e treinamento são vistos como desafios. Envolver toda a organização para introdução da TPM, demonstrando sua importância e fazê-los executar naturalmente, exige paciência e persistência.

---

<sup>7</sup> Julio Nascif – Engenheiro Mecânico trabalhou por 21 anos na Petrobras, onde foi Gerente de Manutenção. Diretor da TECÉM Tecnologia Empresarial, atua como consultor na área de Gestão da Manutenção e Treinamentos. Coautor e livros como “Manutenção - Função Estratégica”, “Gestão de Ativos”, entre outros e é também professor em cursos de pós-graduação de Engenharia de Manutenção.

Alves & Oliveira (2014) concluem através de uma pesquisa de campo de aplicação da TPM numa indústria alimentícia que a metodologia amparada pela disciplina e organização de ideias, procedimentos e processos, aplicada da forma correta, traz resultados expressivos.

Schütz (2015) expõe, pautado em uma pesquisa sobre a implementação da TPM em indústria alimentícia, que a utilização de indicadores e o planejamento e acompanhamento dos resultados são importantes para o sucesso da TPM em uma organização. Ele explica ainda que esta ferramenta exige um alto grau de empenho e de dedicação das pessoas envolvidas na sua realização. Recomenda ainda a elaboração de um sistema de recompensa, como forma de incentivo as pessoas envolvidas, para que os objetivos da TPM sejam alcançados.

### 2.2.2 MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE (*Reliability Centered Maintenance - RCM*)

Segundo Moubray (2000), no final dos anos 50, houve a necessidade de realizar estudos em relação à manutenção preventiva com Confiabilidade, uma vez que, os custos das atividades de manutenção haviam se tornado suficientemente altos com o crescimento da aviação comercial nos Estados Unidos.

Entre as décadas de 60 e 80, com a formação de grupos de estudos entre representantes da Agência Federal de Aviação (FAA - *Federal Aviation Agency*) e de companhias aéreas com objetivo de otimização da Manutenção Preventiva, foram criados documentos para a melhoria nos padrões de segurança, Confiabilidade e redução dos custos de manutenção, que foram seguidos e refinados pelas companhias aéreas no decorrer dos anos (MOUBRAY, 2000).

Durante a evolução destes documentos, conhecidos pela aviação como Grupo de Direção de Manutenção (MSG - *Maintenance Steering Group*) que passaram por MSG-1, MSG-2 e MSG-3, onde sua 3ª evolução surgiu em 1978, documentada no relatório de Stanley Nowlan e Howard Heap emitido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos para a *United Airlines* (KARDEC & NASCIF, 2013 e MOUBRAY, 2000).

Moubray (2000) explica que o MSG-3 foi introduzido pelos autores em setores de manufatura e mineração no início dos anos 80 e então intitulada como



RCM. Desde então, outras companhias que não atuavam na aviação vinham adotando esta ferramenta ao redor do mundo.

Segundo Bloom (2006), o fundamento da RCM existe desde o início da década de 1960, quando Stanley Nowlan e Howard Heap da United Airlines introduziram formalmente para o setor de aviação comercial em 1978. A manutenção preventiva e a Confiabilidade da companhia aérea são baseadas principalmente em seu trabalho e são consideradas como os "avós" da RCM.

De acordo com Kardec & Nascif (2013) a RCM é um processo utilizado para determinar a estratégia de manutenção do equipamento no seu contexto operacional.

Para Moubray (2000) a RCM é uma técnica utilizada para estabelecer o que deve ser feito para garantir que o equipamento ou sistema faça o que seus usuários esperam deles, dentro do seu contexto operacional.

Fogliatto & Ribeiro (2009) explicam que a RCM é um programa que envolve técnicas de engenharia para garantir que o maquinário de uma indústria realize suas funções especificadas.

Segundo Kardec & Nascif (2013), a RCM é uma ferramenta de suporte a decisão gerencial, uma vez que determina qual estratégia de manutenção será realizada para o equipamento com base na viabilidade e no retorno que a prática poderá proporcionar. Para o alcance dos objetivos da RCM, ele inclui em sua forma clássica, por exemplo a Análise de Efeitos e Modos de Falha (FMEA - *Failure Mode and Effect Analysis*), que é uma ferramenta de análise que ajuda a identificar possíveis falhas potenciais que podem ocorrer no equipamento.

A RCM é uma metodologia que pesquisa um ativo físico, investiga como pode ocorrer sua falha e determina a melhor manutenção a ser feita de maneira que evite sua parada ou minimize as perdas resultantes das falhas. Ela se enquadra em qualquer equipamento no processo produtivo se aplicados os sete passos recomendados (Kardec & Nascif, 2013). No Quadro 6, são apresentadas as questões básicas a serem realizadas na implementação da RCM.

Quadro 6 - As questões básicas da RCM.

RCM - Sete questões básicas	
1°	Quais são as funções e os padrões de desempenho do item no seu contexto operacional atual?
2°	De que forma ele falha em cumprir suas funções?
3°	O que causa cada falha operacional?
4°	O que acontece quando ocorre cada falha?
5°	De que forma cada falha tem importância?
6°	O que pode ser feito para prevenir cada falha?
7°	O que deve ser feito, se não for encontrada uma tarefa preventiva apropriada?

Fonte: Adaptado de Kardec & Nascif (2013, p. 159).

Segundo Moubray (2000), os resultados desta ferramenta, se corretamente aplicados, promovem rápidas e notáveis melhorias na eficácia da manutenção, propiciando maior segurança, proteção ambiental, melhoria no desempenho operacional, maior efetividade do custo da manutenção mesmo se aplicado a sistemas de manutenção existentes, vida útil prolongada, banco de dados de manutenção mais completo, maior motivação do pessoal envolvido e melhoria no trabalho em equipe. Entretanto, sua implementação é de dependência muito grande do processo de preparação e planejamento.

Segundo Fogliatto & Ribeiro (2009), o principal objetivo do RCM é elevar a Confiabilidade do equipamento. O RCM foca nas funções mais importantes identificando os modos de falhas que afetam na execução da função requerida do equipamento, classifica cada falha de acordo com sua importância e seleciona tarefas aplicáveis para a prevenção destas falhas.

Bloom (2006) relata que existe certa confusão, ou mística, associada à implementação de um programa de RCM. Grande parte dessa confusão parece surgir ao tentar analisar equipamentos redundantes, identificar falhas ocultas, invocar uma estratégia de execução para falha, determinar quando uma análise de falha única é aceitável e decidir quando uma análise de falhas múltiplas é necessária.

Nos últimos anos, várias versões simplificadas, abreviadas e incompletas do processo RCM evoluíram. Bloom (2006) descreve que existe apenas um processo de RCM real e esse é o processo de RCM clássico. Outras versões evoluíram apenas por conta da dificuldade e despesa na tentativa de implementar a versão clássica. Estas versões simplificadas não asseguram um programa de

Confiabilidade abrangente porque muitas funções importantes e possíveis consequências de falha serão perdidas. Podendo ocorrer até sérios acidentes como resultado.

A falta de entendimento de como implementar uma análise RCM, acarretaram em insuficientes resultados tangíveis com um elevado custo (BLOOM, 2006).

Julio Nascif explica, por meio de troca de e-mail pessoal, sobre a RCM que:

Manutenção Centrada na Confiabilidade é uma ferramenta muito eficaz. O inglês John Moubray, foi quem propôs essa ferramenta a partir de estudos da indústria aeronáutica buscando maior confiabilidade nos aviões, particularmente a United que fez um estudo que foi a base de tudo.

Como o nome diz, a busca é pela Confiabilidade dos equipamentos e, para tal, há que se fazer uma serie de análises e propor diversas ações.

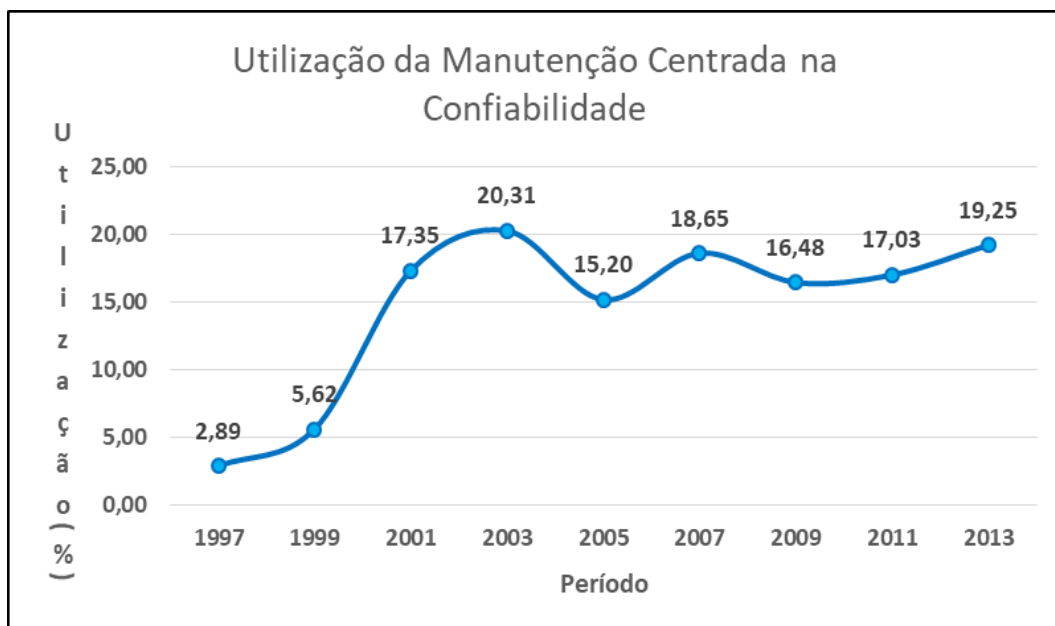
Naturalmente isso demanda tempo e pessoal dedicado.

Por exemplo, para se fazer uma análise de FMEA ou FMECA gasta-se um bom tempo e, nem sempre há pessoal e tempo disponível para tal nas "Manutenções".

O conselho que posso dar nesse caso é o de priorizar as ações.

Aplice RCM para os equipamentos mais críticos pois eles impactam os resultados mais severamente. Se tiver que gastar tempo, gaste-o com quem merece. Não queira fazer isso para todos os equipamentos pois, além de desnecessário, haverá um desestímulo pelo volume de trabalho (NASCIF, 2017).

Sua aplicação no Brasil é mostrada pela Abraman (2013), disponibilizadas no Documento Nacional de 2013, conforme mostrado graficamente no GRÁF. 6, no período entre 1997 e 2013.



GRÁF. 6 - Utilização da Manutenção Centrada na Confiabilidade.  
 Fonte: Adaptado de Abramam (2013).

Souza (2003) conclui em seu estudo realizado em um sistema de fabricação de uma empresa química que a RCM é uma forte ferramenta para aperfeiçoar conhecimento nas empresas, pela sua característica de concepção e aplicação que abrange a compreensão e a discussão dos envolvidos. Ele reconhece, também, que um dos pontos fundamentais da RCM é a realização do trabalho em equipe.

Souza & Lima (2003) explicam que se for aplicada à metodologia da RCM corretamente, a empresa será conduzida na direção correta para a solução dos problemas e aumento da Confiabilidade. Assegurar a Disponibilidade das máquinas e sua Confiabilidade operacional são fatores que contribuem para uma maior competitividade industrial.

Pinto (2008) define, através de uma pesquisa em uma empresa multinacional do ramo de agronegócio, que antes de utilizar algumas ferramentas mais complexas de gestão da manutenção como a RCM e a TPM, é importante a execução de um trabalho consistente nos aspectos básicos da manutenção. Estes aspectos são: o planejamento e controle de manutenção e, as manutenções preventivas e preditivas, preparando a planta para receber ferramentas mais complexas de gestão. Os aspectos básicos da manutenção influenciam, de forma decisiva na implantação de ferramentas de gestão como a RCM.

Fagundes et al. (2011) afirmam, a partir de um estudo baseado na metodologia RCM para identificar a melhor política de manutenção em um torno CNC, que para trabalhos em Confiabilidade e modelagem de falhas, é de extrema importância a existência de um preciso banco de dados. Para tanto, é necessário conscientizar os operadores para que a anotação dos dados no *software* de gestão da manutenção seja efetuada da melhor forma possível.

Baran (2011) conclui, com base em um estudo de caso realizado em um Processo de Laminação, que houve uma redução de 80% dos modos de falhas com a implementação da RCM, demonstrando ser uma ferramenta eficaz neste aspecto. Afirma ainda que todas as etapas necessárias para a implantação da RCM exigem alto grau de conhecimento, sendo necessária aplicação de treinamentos para a equipe envolvida sobre a metodologia RCM e o emprego de suas ferramentas, pois o despreparo das pessoas pode resultar em atrasos e deficiência dos resultados.

Lima (2011) determina, por meio de pesquisa realizada numa mineradora de Minas Gerais, que o ponto chave para uma implementação eficaz da RCM é o comprometimento de toda a equipe.

Serra (2014) revela, pautado em um estudo realizado sobre a aplicação dos conceitos da RCM na manutenção de um soprador de ar em uma indústria alimentícia, que houve comprovação do aumento da Disponibilidade e da Confiabilidade do equipamento. Destaca, também, sobre este estudo, que para a aplicação dos conceitos da RCM é necessário uma boa estrutura e a indústria deve ter o respaldo da alta gerência. Também houve constatação que o RCM pode elevar o custo da manutenção, mas por outro lado, os custos de produção são minimizados, uma vez que há diminuição de paradas não programadas do processo, tornando desta maneira a aplicação da RCM viável economicamente.

Meneghini & Zaions (2016) afirmam, fundamentados em seus estudos de aplicação da RCM numa indústria alimentícia, que a RCM é um processo permanente e sua introdução deve ser analisada de acordo com a experiência operacional. Visto que, inicialmente, a frequência de manutenção é determinada pela opinião de especialistas. A aplicação contínua da RCM resulta na aquisição de dados e informações que possibilitam reexaminar a frequência de manutenção.

### 2.2.3 GESTÃO DE ATIVOS

A Sociedade Americana de Testes e Materiais (*American Society for Testing and Materials* - ASTM) explica que a Gestão de Ativos tem início no ano de 2000, pela própria ASTM com a criação do comitê E53 sobre o assunto. Com foco no desenvolvimento, manutenção e divulgação de práticas e padrões de desempenho para sistemas de gerenciamento de ativos e gerenciamento do ciclo de vida de bens de propriedade pessoal (ASTM, s.d.).

De acordo com Instituição de Padrões Britânicos (*British Standards Institution* - BSI), órgão nacional de padrões britânico, foi publicada em 2004 a primeira versão da PAS<sup>8</sup> 55, um padrão de referência desenvolvido pelo Instituto de Gestão de Ativos (*Institute of Asset Management* - IAM) e pela própria BSI, em solução à necessidade das organizações por um padrão de gerenciamento de ativos (BSI PAS 55, 2008).

Com a publicação da segunda versão da PAS 55 em 2008, com participação de 49 organizações, de 15 setores da indústria e 10 países diferentes, fica evidenciado o consenso internacional sobre as boas práticas na gestão dos ativos físicos. Onde se define que os ativos são um fator crítico na conquista dos objetivos de negócio, atentando para seu desempenho, risco e custo (BSI PAS 55, 2008).

Conforme Kardec et al (2014), em 2009 a PAS 55 foi definida como base para a norma internacional de gestão de ativos pela BSI e a Organização Internacional de Normalização ISO e, no mesmo ano, o comitê de Gestão de Ativos da ASTM E53 decidiu se juntar ao desenvolvimento do padrão internacional de Gestão de Ativos.

De acordo com Abraman (2017b apud Lafraia, 2017), a PAS 55 que foi o embrião na construção da ISO 55000:2014, teve seu lançamento em português no Brasil em 2011 publicada pela Abraman. A Abraman também liderou os esforços para que a publicação da NBR-ISO 55000 fosse simultânea à norma internacional em 2014.

O período entre 2010 e 2013 se deu pelo desenvolvimento da norma ISO 55000, padrão internacional de Gestão de Ativos, iniciada em Londres, passando

---

<sup>8</sup> PAS - Publicly Available Specification.

pela Austrália, EUA, África do Sul, República Tcheca e finalmente no Canadá onde foi finalizada. Seu lançamento ocorreu em 2014 e, em conjunto a NBR ISO 55000, também foi lançada (KARDEC et al, 2014).

Conforme mencionado por Kardec et al (2014), a Gestão de Ativos é um conjunto de atividades que direcionam os ativos para que entreguem os resultados desejados de forma sustentável e de acordo com os objetivos da organização.

As atividades que a Gestão de Ativos organiza aos equipamentos para que entreguem resultados de forma sustentável, além de envolver todas as áreas da organização, dentre elas, os setores de operação, manutenção e suprimentos como as áreas que possuem maior envolvimento nas etapas de vida útil dos equipamentos, como são ilustrados na FIG. 10.



FIG. 10 - Envolvimento das áreas.  
Fonte: Adaptado de Kardec et al (2014).

De acordo com ABNT (2014), norma é uma referência do negócio a que se remete, é o estabelecimento de soluções que garantem características desejáveis de “produtos e serviços, como qualidade, segurança, Confiabilidade, eficiência, intercambiabilidade, bem como respeito ambiental e, tudo isto a um custo econômico”.

Kardec et al (2014) afirma que indústrias de transporte, energia, óleo e gás, tanto do Reino Unido como de outros países, vêm adotando a PAS 55 como base para seu gerenciamento de ativos. Declara ainda que algumas organizações buscam a certificação enquanto utilizam a PAS para desenvolver uma Gestão de Ativos consistente com seus negócios.

Conforme Kardec & Nascif (2013), os resultados empresariais e a obtenção da competitividade são alcançadas por meio do comprometimento de todas as áreas com a Gestão de Ativos.

Para Kardec et al (2014), a Gestão de Ativos corresponde a um novo paradigma e, para que seja transformado em cultura, é necessário que as lideranças entendam o conceito e os fundamentos desta nova forma de pensar e agir.

Em relação a Gestão de Ativos na Manutenção Industrial, Julio Nascif explica que:

GESTÃO DE ATIVOS - PHYSICAL ASSET MANAGEMENT - Friso ATIVOS FÍSICOS pois o termo ATIVOS é largamente empregado na área econômica.

Perceba que há um pensamento (errado) de considerar que Gestão de Ativos é uma coisa só da Manutenção. E não é. A Gestão de Ativos é uma atividade, programa ou projeto que envolve TODA A EMPRESA.

Repare que quando você fala em ciclo de vida de um ativo, está implícito o envolvimento do PROJETO, AQUISIÇÃO, OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E DESCARTE. Isso envolve, no mínimo a ENGENHARIA, MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO, SUPRIMENTOS.

Sem contar que a definição gerencial pode optar pela aquisição do mais barato e menos confiável com consequências danosas pelo resto da vida do ativo.

No livro Gestão de Ativos, procuramos realçar esse aspecto incluindo capítulos dedicados à Suprimentos, Operação e Manutenção.

Outro aspecto que deve ser ressaltado é que a Gestão de Ativos tem que estar ligada ao Planejamento Estratégico da empresa.

O que deve ser ressaltado é que o desenvolvimento ou a melhoria na Manutenção se dá sobre uma base ou fundação consistente.

Essa base considera a existência e aplicação de MATRIZ DE CRITICIDADE, PADRÕES E PROCEDIMENTOS E PLANOS DE INSPEÇÃO E DE MANUTENÇÃO (NASCIF, 2017).

Flores Filho & Malato (2014) explicam sobre a implantação da Gestão de Ativos nos ativos de infraestrutura no MetrôRio inaugurado em 1979 que o foco principal foi de conservação do nível de qualidade, Confiabilidade e segurança do serviço oferecido pelo transporte, realizando um investimento para atualização de variados ativos distribuídos em toda a infraestrutura. Com esta implementação, o MetrôRio definiu um plano para substituição dos ativos mais críticos obtendo resultados empresariais sustentáveis, extraindo a melhor relação custo x benefício. Flores Filho & Malato (2014) concluem que é de suma importância que a cultura de Gestão de Ativos seja integrada às práticas da companhia, proporcionando dessa forma, um acompanhamento do ciclo de vida de forma integral dos ativos que possibilita frequentes atualizações tecnológicas.



A parceria entre a Abraman (2017a) com associações internacionais que atuam na área de Gestão de Ativos resultou na formação de uma *joint venture*<sup>9</sup>, nomeada como *World Partners in Asset Management* (WPIAM). Através da WPIAM, desenvolveram a certificação de avaliadores de sistemas de Gestão de Ativos, sendo a primeira edição brasileira realizada em agosto de 2015 com 13 (treze) brasileiros recebendo o certificado.

De acordo com a WPIAM (2017) 21 (vinte e um) especialistas participaram do exame de certificação de avaliadores de sistemas de Gestão de Ativos, na sede da ABNT em São Paulo em maio de 2017. A WPIAM afirma ainda que já são 20 (vinte) brasileiros com a certificação internacional e, em todo o mundo, existem aproximadamente 220 (duzentos e vinte) pessoas com certificação de avaliador de sistemas de Gestão de Ativos.

A Abraman fornece cursos de MBA (*Master in Business Administration*) em Gestão de Ativos nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, em parceria com a fundação Gorceix. A Comau foi a primeira empresa a contratar o MBA para seus engenheiros, abrindo caminho para várias outras empresas e profissionais que buscam alcançar o sucesso na manutenção e Gestão de Ativos Abraman (2017a).

A Abraman (2017a) anuncia que o grupo AES Brasil, que é responsável por 12% (doze por cento) da geração de energia distribuída no país, buscou certificação na PAS 55 para gerenciar seus equipamentos e com isso alcançou uma redução de 88% (oitenta e oito) das quedas de energia não programadas. Destacando também que AES Tietê e a AES Eletropaulo já obtiveram certificação da ISO 55000.

Conforme Abraman (2017b apud Teixeira, 2017), o superintendente da coordenação executiva para modernização de usinas da Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) afirma que a integração é o fator principal para garantir que as atividades de gestão de ativos sejam alcançadas, e que, abordar a NBR-ISO 55000 como simplesmente mais um Sistema de Gestão ou certificação não é aconselhável. O superintendente considera ainda que a Gestão de Ativos seja um modelo, uma oportunidade das empresas reconsiderarem seus modelos de gestão.

---

<sup>9</sup> *Joint venture* - Reunião de empresas para explorar determinado negócio, sem que nenhuma perca sua individualidade jurídica (CHILD, FAULKNER & TALLMAN, 2005).

De acordo com Abramam (2017b apud Diniz, 2017), o executivo da Cemig explica que não é possível atingir os objetivos sem uma liderança comprometida, competência das pessoas, informações completas e confiáveis, conscientização e participação de todos.

Para o diretor executivo da ReliaSoft, empresa líder em Engenharia da Confiabilidade, vários profissionais reclamam do excesso de trabalho e da necessidade constante de aquisição de conhecimento para execução de atividades variadas em um espaço curto de tempo. O diretor explica que existe uma tendência de aumento nos desafios. Logo, se as organizações não procurarem otimizar seus conceitos e agirem de forma diferenciada e inovadora, esses problemas irão aumentar exponencialmente (ABRAMAN, 2017b apud SPANÓ, 2017).

Uma pesquisa mundial realizada em 2016 envolvendo 200 (duzentos) executivos de principais concessionárias de energia, gás e água realizada pela ABB, identifica a gestão de ativos como uma ação estratégica essencial. Enfatizando que a integração entre a Tecnologia da Informação (TI) e Tecnologia Operacional (TO) é um integrante fundamental para qualquer estratégia de Gestão de Ativos. 88% (oitenta e oito) dos participantes sinalizaram a gestão de ativos como prioridade e dois terços concordam que ela se tornou mais importante nos últimos 12 (doze) meses (ABB, 2016).

### **3 METODOLOGIA**

Neste capítulo é apresentada a metodologia de pesquisa adotada neste trabalho, bem como o caminho percorrido e a estratégia de análise de tratamento dos dados para o alcance das conclusões.

#### **3.1 Caracterização da Pesquisa**

Como o trabalho em questão não é o primeiro e muito menos será o último realizado na área da Manutenção Industrial, considera-se esta pesquisa como uma continuidade de estudos que já foram realizados anteriormente sobre o tema. O ineditismo desta pesquisa está na condição de se alcançar autores, obras e informações específicas para este trabalho, bem como na combinação destas obras entre si e na extração crítica de informações e fatos comuns ou contraditórios sobre o assunto.

A presente pesquisa é de natureza básica, vez que será conduzida para aumentar o entendimento e o conhecimento sobre o assunto pesquisado. Marconi & Lakatos (2015) definem a pesquisa básica, pura ou fundamental como aquela que pretende expandir o conhecimento teórico.

De acordo com Rampazzo (2013) uma pesquisa bibliográfica procura explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas em livros, revistas, artigos, etc. Assim sendo, enquanto método, este trabalho adotou a metodologia de revisão de literatura tendo como base informações de órgãos e instituições oficiais e obras dos mais renomados autores da área.

No que diz respeito ao meio de se processar a pesquisa, o presente trabalho é caracterizado por pesquisa de caráter exploratório, devido ao aprimoramento de ideias, em busca de maior familiaridade e aprofundamento no tema. Marconi & Lakatos (2015) explicam que uma pesquisa de caráter exploratório possui características de pesquisa empírica, que tem o propósito de acrescentar para o autor maior intimidade e esclarecimento dos conceitos em relação ao tema para desenvolvimento de uma pesquisa mais precisa. De forma a corroborar com esta afirmação, Silva & Menezes (2005) tratam a leitura exploratória como a que objetiva proporcionar maior familiaridade com o conteúdo.

A técnica de análise de dados é qualitativa devido ao fato de o pesquisador tender a analisar seus dados indutivamente. De acordo com Silva & Menezes (2005), em uma análise de dados qualitativa, a interpretação das informações e a atribuição de significados não requerem o uso de técnicas estatísticas. Já para Marconi & Lakatos (2011) os argumentos de uma análise indutiva leva a conclusões para as quais o conteúdo é mais amplo do que os princípios nos quais eles se baseiam.

Para fins de se atingir os objetivos estabelecidos, esta pesquisa seguiu um roteiro específico tendo como base a vivência do pesquisador. Conforme definido por Gil (2002) o roteiro de desenvolvimento de uma pesquisa bibliográfica deve ser elaborado com base na experiência do autor. Define ainda que o processo deve seguir algumas etapas, como: escolha do tema; levantamento bibliográfico preparativo; formulação do problema; elaboração do plano de assunto; busca das fontes; leitura do material; fichamento; organização lógica do assunto; e redação do texto. Não obstante, neste trabalho seguiu-se pela escolha do tema; formulação do problema; levantamento bibliográfico preparativo; busca das fontes; elaboração do plano de assunto; leitura do material; classificação das referências; organização lógica do assunto e redação do texto.

Silva & Menezes (2005) explicam que a metodologia de pesquisa se constitui de um agrupamento de etapas guiadas que, associadas ao conhecimento, propiciam a investigação. As etapas de uma pesquisa compreendem desde a escolha do tema à divulgação de resultados, percorrendo pelo planejamento da investigação, desenvolvimento metodológico, coleta de dados, análise dos resultados e a formação das conclusões.

Rampazzo (2013) explica que, estudantes iniciantes, num processo de pesquisa, têm como objetivo a aprendizagem e o treino das técnicas de investigação, refazendo o caminho trilhado pelos pesquisadores. Assim sendo, esta pesquisa tem como objetivo a integração e aprofundamento do autor na atividade de pesquisa científica.

### **3.2 Caminho Percorrido**

A escolha do tema, relacionado à Manutenção industrial, partiu por interesse do autor que apresenta certa vivência na área, e também por este ser um

setor que vem passando por diversas evoluções e está em franco crescimento. Por ser uma das áreas que possuem importância ímpar para que as empresas tenham destaque no mercado competitivo e sobrevivam diante das barreiras impostas pelo mundo globalizado.

O direcionamento do tema proposto nesta pesquisa, relacionado às ferramentas de Gestão da Manutenção Industrial no Brasil foi definido como forma de delimitação do trabalho. A partir do tema estabelecido, pesquisa inicial foi realizada para seleção das ferramentas analisadas neste trabalho, por meio do Documento Nacional de 2013, publicado pela Abraman que apresenta as ferramentas utilizadas para promover a qualidade na Manutenção Industrial no Brasil (Quadro 4) e na bibliografia de Kardec & Nascif (2013).

O desenvolvimento da pesquisa foi delimitado pelas seguintes ferramentas: (i) Manutenção Produtiva Total por ser uma ampliação do conceito de Manutenção que contempla todos os setores da companhia utilizando o 5S como uma ferramenta de suporte; (ii) Manutenção Centrada na Confiabilidade, por ser uma ferramenta de suporte à decisão gerencial e abranger outras ferramentas, como por exemplo, a Análise de Efeitos e Modos de Falha (FMEA); e a (iii) Gestão de Ativos por estar em evidência segundo os autores pesquisados. São ferramentas que, pelo averiguado nas pesquisas, vem se destacando nos últimos anos.

Como não há um consenso entre os vários autores pesquisados no que se referem às ferramentas de gestão da manutenção tratadas nesta pesquisa, como sendo um método, filosofia ou ferramenta, optou-se por tratar como ferramentas de Gestão da Manutenção Industrial para fins de simplificação em suas abordagens. E também as siglas de referência adotada para a Manutenção Centrada na Confiabilidade e a Manutenção Produtiva Total são as siglas em inglês, RCM e TPM respectivamente.

A seguir, foi definida a forma de condução para este trabalho de revisão bibliográfica, considerando o período de pesquisa sobre aplicações das ferramentas como os últimos 20 anos. Este fato se justifica devido ao período de levantamento de dados disponibilizados pela Abraman no Documento Nacional que foi o órgão oficial a ser pesquisado, a fim de se obter dados reais sobre a área pesquisada.

Inicialmente, no processo de revisão de literatura, foi realizada pesquisa em biblioteca local, onde foram encontrados 48 (quarenta e oito) livros relacionados ao título de “Manutenção”. A partir de uma análise exploratória das obras

selecionadas foram separados 5 (cinco) livros que se encaixaram nos seguintes critérios: referência sobre Manutenção Industrial e Gestão da Manutenção Industrial apresentando algumas das ferramentas abordadas (RCM, TPM ou Gestão de Ativos).

Como forma de se aprofundar ainda mais no tema, houve a necessidade de partir para outros meios de pesquisa. Nesta procura por outras fontes, foram encontradas e catalogadas, conforme critérios, outras referências. Como podem ser visualizadas no fichamento efetuado no Quadro 7, as fontes vieram dos mais variados lugares tais como: bibliotecas, congressos, artigos, trabalhos acadêmicos e também de mídias virtuais. Devido à deficiência de bibliografias específicas sobre Gestão de Ativos, por ser tratar de um assunto muito recente na Manutenção Industrial, este fora alcançado via mídia adquirida em loja especializada no assunto.

Após a leitura exploratória do material pesquisado foram selecionadas 51 (cinquenta e uma) referências entre livros e artigos e, posteriormente, foi feito o fichamento dos textos após aprofundamento na leitura e análise mais minuciosa dos mesmos.

Dentre muitos, Gil (2002) e Silva & Menezes (2005) proporcionaram, nesta pesquisa, maior compreensão para o desdobramento da metodologia, assim como, Kardec et al (2014) e Kardec & Nascif (2013) promoveram um melhor entendimento para o efetivo desenvolvimento do tema principal do trabalho relativo à Manutenção Industrial.

O fichamento foi realizado a partir de leitura exploratória, sendo efetuada uma seleção das referências em quatro classificações diferentes, para sua separação de acordo com o assunto abordado. Entretanto, não foi excluída a possibilidade das referências abordarem mais de um tema relacionado à pesquisa. No Quadro 7 são apresentadas as classificações das referências utilizadas na pesquisa.

Após a classificação e separação das referências, foi realizada leitura analítica e mais detalhada e, finalmente, a leitura interpretativa para que se fizessem possíveis a apresentação e as análises das discussões.

Torna-se válido ressaltar que não existe neste trabalho a pretensão de se esgotar os estudos existentes em relação à Manutenção Industrial no Brasil e suas respectivas ferramentas de gestão, visto que o tema é bastante extenso, e sim a condição de proporcionar, por meio desta pesquisa, uma percepção aprofundada

sobre a disposição e tendência das ferramentas de Gestão da Manutenção Industrial analisadas.

Quadro 7 - Classificação das referências por tema.

<b>MANUTENÇÃO INDUSTRIAL</b>	<b>TPM</b>
Abramam (2013). Abramam (2015). Anderson (2012). ABNT NBR 5462 (1994). Faria (1994). Kardec et al (2014). Kardec & Nascif (2009). Kardec & Nascif (2013). Mirshawka & Olmedo (1993). Monchy (1989). Motter (1992). Moubray (2000). Nascif & Dorigo (2013). Neto & Scarpim (2014). Seleme (2015). Tavares (1996). Viana (2002). Xavier (2015). Xenos (1998).	Abramam (2013). Alves & Oliveira (2014). Anderson (2012). Fogliatto & Ribeiro (2009). JIPM (s.d.). Kardec & Nascif (2009). Kardec & Nascif (2013). Marocco (2013). Márquez et al (2009). Mirshawka & Olmedo (1993). Moraes (2004). Nakajima (1988). Nascif (2017). Neto & Scarpim (2014). Oliveira, Martins & Xavier (2009). Seleme (2015). Silva et al (2013). Silveira (2016). Schütz (2015). Takahashi & Osada (1993). Tavares (1996). Wireman (2004).
<b>RCM</b>	<b>GESTÃO DE ATIVOS</b>
Abramam (2013). Anderson (2012). Baran (2011). Bloom (2006). Fagundes et al (2011). Fogliatto & Ribeiro (2009). Kardec & Nascif (2009). Kardec & Nascif (2013). Lima (2011). Márquez et al (2009). Meneghini & Zaions (2016). Moubray (2000). Nascif (2017). Pinto (2008). Seleme (2015). Serra (2014). Souza (2003). Souza & Lima (2003).	ABB (2016). Abramam (2017a). Abramam (2017b apud Diniz, 2017). Abramam (2017b apud Teixeira, 2017). Abramam (2017b apud Spanó, 2017). ASTM (s.d.). BSI PAS 55 (2008). Filho & Malato (2014). Kardec et al (2014). Kardec & Nascif (2013). Nascif (2017). WPIAM (2017).

### 3.3 Estratégia de Análise e tratamento dos dados

Para atingir o objetivo geral desta pesquisa foram utilizadas as seguintes etapas para a análise dos dados:

Primeiramente, com fim de se efetuar uma contextualização do tema, esta pesquisa se propôs a conceituar o que se entende por Manutenção Industrial, demonstrando sua importância para a organização, bem como apresentar sua evolução ao longo dos anos, de forma a se conhecer seu histórico de desenvolvimento.

Logo em seguida, iniciou-se a exploração sobre as ferramentas de gerenciamento da Manutenção Industrial, partindo-se do histórico de suas aplicações em pesquisa feita pela Abraman, disponibilizada no Documento Nacional de 2013, conforme o Quadro 4.

Segue-se, após este ponto, explanação distinta sobre cada uma das ferramentas de gestão da Manutenção Industrial que se baseia no histórico de evolução investigado em citações de diversas fontes e autores, esclarecendo seu objetivo no contexto da Manutenção Industrial. Incluindo conclusões de estudos sobre suas implementações e aplicações em vários segmentos da indústria no Brasil.

As análises e discussões dos dados são efetuadas partindo das informações adquiridas na pesquisa realizada pela Abraman que foi o órgão oficial escolhido para fins de fornecimento dos dados reais da área de Manutenção Industrial, demonstrando-se, inicialmente, por meio de gráficos, a disposição das ferramentas de gerenciamento da Manutenção Industrial em relação às suas aplicações nos últimos 20 (vinte) anos.

A partir da análise dos gráficos, seguiu-se para a investigação com base na análise indutiva das citações de diversos autores a respeito destas ferramentas. Análise esta que se baseia na evolução e na presença das ferramentas nos assuntos abordados e também em informações pautadas nas conclusões sobre suas aplicações em vários segmentos da indústria no Brasil.

Apoiado nesta exploração dos dados da Abraman, confrontada com a análise indutiva das informações pesquisadas, realizou-se o apontamento da presença das tendências de utilização das ferramentas de gestão da Manutenção Industrial no Brasil nos últimos 20 anos.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tendo como base os dados e as informações apresentadas no Referencial Teórico, discute-se, a seguir, sobre a utilização e aplicações das ferramentas de gerenciamento da Manutenção Industrial identificando suas tendências.

Vários autores, como Kardec et al (2014); Kardec & Nascif (2013); Mirshawka & Olmedo (1993); Tavares (1996); Xavier (2015) e Xenos, (1998) destacam que a perseguição pela excelência no mercado competitivo é o alicerce para a sobrevivência das organizações, buscando sempre a melhoria contínua, seguida pela redução de custos e aumento dos lucros. Neste contexto, o gerenciamento da manutenção vem se destacando como um pilar estratégico para as organizações.

Como apresentam Abraman (2015) e Kardec & Nascif (2013), no Brasil se observa uma tendência de redução dos custos de Manutenção Industrial, conforme o GRÁF. 1, uma vez que a mesma se tornou um fator estratégico para a competitividade. Em números, pode-se dizer que aumentou o custo da Manutenção Industrial nas últimas décadas, como mostra no GRÁF. 2. Porém houve aumento do PIB (Produto Interno Bruto) com a modernização do parque industrial nos últimos anos.

Os autores Kardec et al (2014); Kardec & Nascif (2013) e Xavier (2015) revelam que poucas empresas podem considerar sua manutenção como uma manutenção de classe mundial devido à deficiente utilização das melhores práticas de manutenção.

Para Kardec et al. (2014); Kardec & Nascif (2013); Tavares (1996) e Xavier (2015), nesta situação de não aplicar as melhores práticas de manutenção, com modernas técnicas que se dedicam a dar suporte ao setor de Manutenção Industrial, a integração entre a alta gerência e a engenharia de manutenção tem um papel essencial e necessário em qualquer organização que procure melhorar os resultados.

Conforme Abraman (2013); Kardec et al (2014); Kardec & Nascif (2013); Moubroy (2000), em conformidade com a missão da manutenção, são conhecidas várias ferramentas que auxiliam na sua gestão, permitindo que as organizações

gerenciem melhor seus ativos, garantindo a Disponibilidade, mantendo a Confiabilidade e segurança no processo produtivo, com custo adequado.

Dentre estas ferramentas de gerenciamento, podem ser citadas algumas como principais, com destaque nos últimos 20 (vinte) anos, como sendo: Manutenção Produtiva Total (TPM) conforme Flogliatto & Ribeiro (2009), Kardec & Nascif (2013) e Wireman (2004), a Manutenção Centrada na Confiabilidade de acordo com Flogliatto & Ribeiro (2009), Kardec & Nascif (2013), Moubray (2000) e Bloom (2006), e também a Gestão de Ativos como demonstra ABNT (2014), Abramam (2017b apud Diniz, 2017), Kardec et al (2014); Kardec & Nascif (2013) e Lafraia (s.d.).

Uma análise feita nos dados do Documento Nacional - A Situação da Manutenção no Brasil de 2015, adquiridos junto a Abramam, observou-se que não apresentam informações da aplicação das ferramentas que promovem a qualidade, como mostrado no Documento Nacional de 2013. Portanto, nesta pesquisa, essa análise será feita utilizando-se somente o Documento Nacional de 2013.

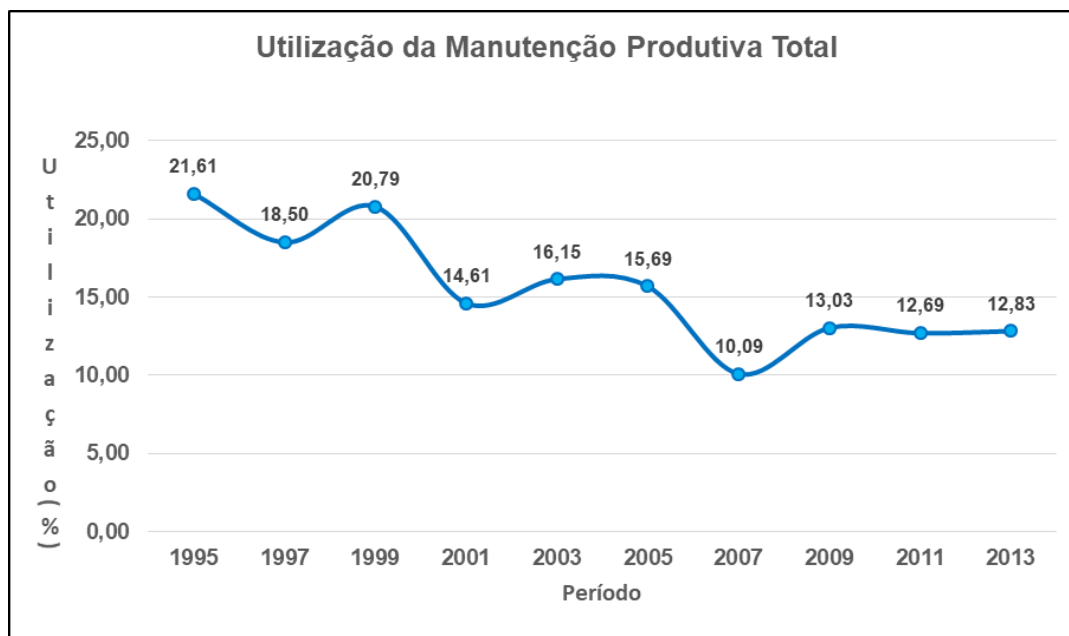
Tendo como base os dados apresentados pela Abramam (2013), referenciados no Quadro 4 e exibidos novamente, logo a seguir, no Quadro 8, referente às ferramentas de gestão da Manutenção Industrial, é possível apresentar as curvas de utilização da TPM e RCM no Brasil.

Quadro 8 - Ferramentas utilizadas para promover a qualidade.

Ferramentas Utilizadas para Promover a Qualidade (% de Respostas)								
Ano	MCC	5S	FMEA	RCFA	CCQ	TPM (MPT)	6 Sigma	Outros
2013	19,25	23,26	16,31	17,91	-	12,83	10,43	0,00
2011	17,03	27,86	17,34	15,79	-	12,69	9,29	0,00
2009	16,48	28,74	14,94	16,09	-	13,03	10,73	0,00
2007	18,65	27,22	22,02	17,13	-	10,09	0,92	3,98
2005	15,20	41,18	-	-	10,78	15,69	7,35	9,80
2003	20,31	37,50	-	-	8,33	16,15	5,73	11,98
2001	17,35	37,90	-	-	11,42	14,61	-	18,72
1999	5,62	40,45	-	-	16,29	20,79	-	16,85
1997	2,89	46,24	-	-	12,14	18,50	-	20,23
1995	-	39,83	-	-	17,37	21,61	-	21,19

Fonte: Abramam (2013).

A partir destes dados, gráfico de utilização da TPM é plotado e apresentado no Referencial Teórico pelo GRÁF. 5 e reproduzido a seguir pelo GRÁF. 7.



GRÁF. 7 - Utilização da Manutenção Produtiva Total.  
Fonte: Adaptado de Abramam (2013).

De acordo com o GRÁF. 7, é possível identificar oscilação em grande parte do gráfico. Entre 1995 e 2009, o segmento dos valores percentuais de empresas que utilizam estas ferramentas não segue um sentido contínuo. Observa-se uma atenuação por volta de 8,5% nos valores percentuais de sua utilização. Já a partir de 2009, sua aplicação já sofre uma estabilização entre 12 e 13%.

Alves & Oliveira (2014) esclarecem que o processo da TPM deve ser aplicado da forma correta para trazer bons resultados. Condizendo com esta afirmação, Oliveira, Martins & Xavier (2009) explicam que a TPM apresenta resultados positivos, apenas se for implementada de maneira correta. Contribuindo neste contexto, Marocco (2013) afirma que se devidamente administrado e executado, se torna bastante vantajoso. Em contrapartida, a introdução da TPM é um processo trabalhoso.

São observadas declarações em comum em relação à aplicação da TPM, como afirma Kardec & Nascif (2013) que a TPM proporciona a eficácia na organização. Entretanto, a dificuldade encontrada na implementação da TPM no Brasil está na condição de seu conceito ser deixado de lado após ser implementada.

Corroborando com esta explicação, Moraes (2004), relata que as pessoas envolvidas na TPM abandonam seus conceitos após a diminuição nas fiscalizações de auditorias.

Já em relação às dificuldades de implantação da TPM no Brasil, Silva et al. (2013) expõem que o processo de implementação da TPM é lento e dependente das pessoas. Schütz (2015) confirma dizendo que, esta ferramenta exige um alto grau de empenho e de dedicação das pessoas envolvidas na sua realização. Silveira (2016) ratifica que a TPM necessita de colaboração de todos e um apoio contínuo da alta gerência. Caminhando para este mesmo sentido, Alves & Oliveira (2014) revelam que, para trazer resultados expressivos, a metodologia da TPM deve estar amparada pela disciplina, organização de ideias e procedimentos.

Também relatando dificuldades de implantação da TPM, Nascif (2017) afirma que, no Japão esta ferramenta faz parte do cotidiano das organizações, porém, no Brasil, para ser implementada, a TPM gera muitos “acontecimentos”. A TPM se inicia na supervisão ou média gerência, mas a falta de apoio da alta gerência não propicia a sua consolidação.

Como também é ressaltado por Kardec & Nascif (2013), a TPM é uma das ferramentas integrantes do “cemitério” das ferramentas por terem caído em desuso devido ao fato de não serem corretamente aplicadas. A figura do cemitério das ferramentas é mostrada no Referencial Teórico na FIG. 6 e representada novamente a seguir na FIG. 11.

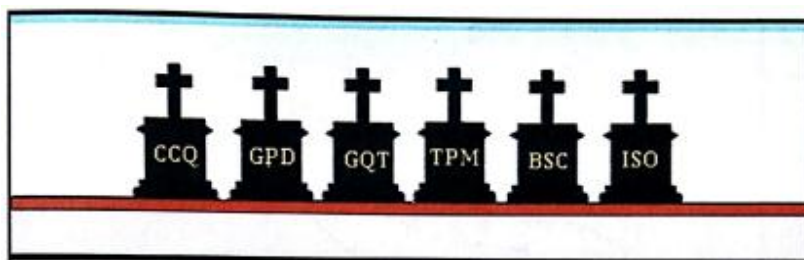
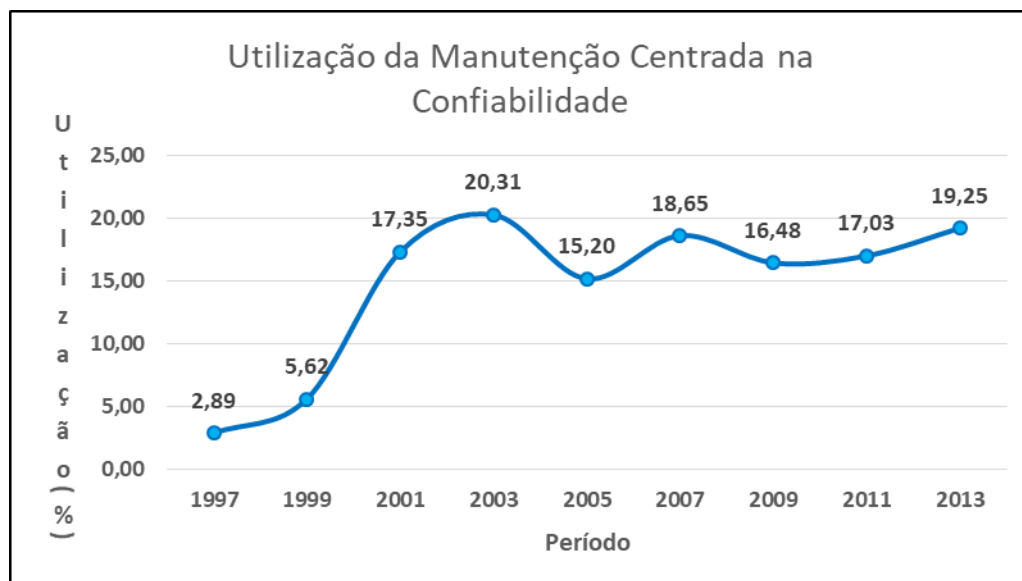


FIG. 11 - Cemitério das ferramentas de gestão.  
Fonte: Kardec & Nascif (2013).

Partindo para inspeção da RCM, também com base no Quadro 8, a curva de utilização da RCM no Brasil é traçada no capítulo 2 (dois) por meio do GRÁF. 6 que é representado novamente no GRÁF. 8.



GRÁF. 8 - Utilização da Manutenção Centrada na Confiabilidade.  
Fonte: Adaptado de Abramam (2013).

Como pode ser visualizado no GRÁF. 8, a RCM começa a ser considerada pela pesquisa da Abramam em 1997, demonstrando, logo em seguida, um início de ascendência. Entre 1997 e 2003 é observado um aumento de aproximadamente 17% na aplicação, atingindo seu pico em 2003. Sendo que, a partir de 2003, identifica-se uma oscilação com uma pequena tendência de queda, porém os dados sofrem uma estabilização em torno de 16 e 19% a partir de 2007.

Relatando sobre os ganhos que a RCM proporciona Moubray (2000), explica que os resultados desta ferramenta promovem rápidas e notáveis melhorias se aplicadas corretamente. Corroborando com esta explicação, Souza & Lima (2003), expõem que o RCM proporciona aumento de Confiabilidade e Disponibilidade apenas se for aplicada de forma precisa.

A cerca da implementação da RCM, Nascif (2017), explica que é uma ferramenta muito eficaz. Para sua aplicação, é necessário tempo e, nem sempre, há uma disponibilidade de recursos humanos para sua execução nas indústrias. Esta ferramenta deve ser empregada nos equipamentos mais críticos, pois eles impactam os resultados mais severamente, uma vez que sua implementação em todos os equipamentos da indústria, além de desnecessária, causa um desestímulo pelo volume de trabalho.

Sobre a necessidade de compreensão sobre o RCM, Bloom (2006) relata que existe certa confusão na aplicação da RCM. Portanto, é necessário um bom entendimento para sua efetivação. Confirmando esta afirmação, Baran (2011) diz que

todas as etapas da RCM exige um alto grau de conhecimento. Nesse seguimento, Meneghini & Zaions (2016) explica que, a RCM é um processo permanente e sua introdução é dependente do conhecimento prévio e experiência operacional.

Em relação à necessidade de estruturação e organização da empresa para implementação da RCM, Serra (2014) explica que esta conduz a resultado eficaz, porém é necessário uma boa estrutura e a indústria deve ter o respaldo da alta gerência para sua implementação. Concordando com esta afirmação, Pinto (2008) esclarece que o setor de manutenção deve apresentar uma boa organização antes da aplicação de ferramentas de gestão na manutenção.

Já em relação às dificuldades de implantação da RCM no Brasil, Souza (2003), diz que é necessário um trabalho em equipe para a realização da RCM que exige compreensão e discussão dos envolvidos. Nessa direção, Lima (2011) determina que o ponto chave para uma implementação eficaz da RCM é o comprometimento da equipe. Corroborando com estas afirmações, Fagundes et al. (2011) explicam que é necessária conscientização das pessoas envolvidas para a implementação da RCM.

Partindo para a investigação da Gestão de Ativos, como afirmam ASTM (s.d.); BSI PAS 55 (2008); Kardec et al (2014) e Abraman (2017b), fora desenvolvida inicialmente pela ASTM em 2000, evoluindo a partir daí, até a ISO 55000 que foi publicada em 2014 em conjunto com a norma brasileira NBR ISO 55000 pela ABNT, pode-se afirmar que se trata de um novo padrão de gestão mundial.

A Gestão de Ativos, por ser recente em relação às outras ferramentas, não está representada nos dados referentes às pesquisas feitas pela ABRAMAN. Assim sendo, não é possível estabelecer uma tendência na forma de gráfico da sua utilização como demonstrado para a TPM e RCM. A análise referente a esta ferramenta será executada através de uma comparação entre os autores pesquisados, confrontando suas afirmações sobre suas perspectivas e aplicações.

A cerca da certificação em Gestão de Ativos, Kardec et al. (2014) afirma que várias indústrias em muitos países buscam a certificação enquanto vêm adotando a PAS 55 como base para seu gerenciamento. Atestando esta afirmação, a Abraman (2017a) declara que o grupo AES Brasil alcançou resultados significativos com a implantação da PAS 55 e já obtiveram a certificação da ISO 55000 no Brasil.

Sobre a concepção da Gestão de Ativos, Nascif (2017) explica que há um pensamento equivocado ao considerar que a Gestão de Ativos é uma coisa só da manutenção. Esta é uma atividade que envolve toda a empresa. Nascif (2017), afirma

ainda que a definição gerencial pode optar pela aquisição do mais barato e menos confiável com consequências danosas pelo restante da vida do ativo. O autor também ressalta que a Gestão de Ativos tem que estar ligada ao Planejamento Estratégico da empresa.

Existem afirmações que fazem referência à necessidade de preparação para a sua execução como, Kardec & Nascif (2013) afirma que a Gestão de Ativos é obtida através do comprometimento de todas as áreas. Em sua outra obra, Kardec et al. (2014) explica que, para implementação da Gestão de Ativos, é necessário que todos entendam seus fundamentos e a nova forma de pensar e agir. Neste mesmo contexto, Abraman (2017b apud Diniz, 2017) explica que, para alcançar os objetivos da Gestão de Ativos, necessita-se de uma liderança comprometida, competência dos empregados, conscientização e participação de todos. Reforçando esta afirmação, Abraman (2017b apud Teixeira, 2017) inclui que a integração é o fator principal para garantir as atividades de gestão de ativos.

Em relação a importância da Gestão de Ativos, Filho & Malato (2014), explicam que a Gestão de Ativos possibilita frequentes atualizações tecnológicas. Neste mesmo contexto, Abraman (2017b apud Spanó, 2017) expõe que a Gestão de Ativos é a ferramenta para a indústria agir de forma diferenciada e inovadora perante o crescimento dos desafios. Fortalecendo esta afirmação, ABB (2016) conclui que a gestão de ativos é uma ação estratégica essencial para a organização. Defendendo sobre a relevância da norma, ABNT (2014) afirma que uma norma é uma referência do negócio a que se remete, é o estabelecimento de soluções que garantem características desejáveis.

Sobre a evolução e disseminação da Gestão de Ativos no Brasil, a WPIAM (2017) afirma que no país são 20 (vinte) pessoas com certificação internacional, para avaliador de Gestão de Ativos, dentre as 220 (duzentas e vinte) pessoas que são certificadas no mundo. Corroborando com a propagação da Gestão de Ativos no Brasil, a Abraman (2017a) fornece cursos de MBA em Gestão de Ativos, para profissionais e empresas que pretendem alcançar o sucesso na manutenção e Gestão de Ativos.

Diante da análise de todas as ferramentas previstas nesta pesquisa, cumpre-se a fase de discussões e passa-se para a etapa de conclusão que será devidamente apresentada no próximo capítulo.

## 5 CONCLUSÕES

Embora tenha sido alcançado o objetivo deste trabalho e tenham sido relatados muitos detalhes sobre as tendências das ferramentas de Gestão da Manutenção Industrial no Brasil, esta pesquisa possui o único intuito de se limitar aos dados e informações levantados. Portanto, não há o anseio de se generalizar os resultados encontrados, uma vez que, para que ocorra tal condição, seria necessário maior aprofundamento e abrangência de referências.

Mesmo diante de planejamento específico voltado para a melhor condição de desenvolvimento e conclusão desta pesquisa, foram várias as limitações encontradas, dentre as principais, podem ser citadas as seguintes:

- Administração do tempo;
- A busca por mais bibliografias específicas;
- Não obtenção de dados referentes à utilização da Gestão de Ativos no Brasil;
- Descontinuidade dos dados sobre utilização das ferramentas no Documento Nacional de 2015.

Após finalizar todas as análises e discussões desta pesquisa, tornou-se possível concluir que:

- A gestão da Manutenção Industrial evoluiu bastante ao longo dos últimos anos, estabelecendo novos padrões e metas a serem alcançados. Ressalta-se, também, a importância do conceito de Disponibilidade e Confiabilidade e a implementação de ferramentas de gestão e técnicas no apoio a execução da manutenção. Portanto, conclui-se, tendo como base o que foi analisado, que dispor de uma gestão confiável dos ativos é um princípio importante na busca pela excelência.
- Uma avaliação mais aprofundada quanto à utilização das ferramentas de gestão, nos últimos 4 (quatro) anos, não foi possível, em virtude, do resultado do Documento Nacional - A Situação da Manutenção no Brasil de 2015 não apresentar os dados de utilização das ferramentas de Gestão da Manutenção Industrial no Brasil, bem como, ainda não ter sido publicado o Documento Nacional de 2017.
- Existem fatores importantes a serem considerados na implementação de qualquer ferramenta de gestão da Manutenção Industrial. Muitos dos autores pesquisados afirmam que a participação e o comprometimento das pessoas envolvidas no processo, bem como o integral apoio da alta gerência, no sentido de sempre manter a motivação de todas as pessoas que fazem parte do processo.



- Com relação às três ferramentas abordadas nesta pesquisa, todas se mostraram robustas e, se bem aplicadas, podem proporcionar resultados interessantes.
- Tendo como base informações coletadas nos levantamentos feitos pela Abramam, mostrados nesta pesquisa, observa-se que a TPM no Brasil é uma ferramenta que apresenta uma tendência de redução na sua aplicação, o que pode estar relacionado a não implementação de uma cultura de mudanças, onde ainda perpetuam paradigmas e práticas que levam ao insucesso, não só da ferramenta TPM, mas de muitas ferramentas de gestão, como afirma Kardec & Nascif, (2013).
- O que se entende, via análises, é que as indústrias devem estar preparadas para essa mudança cultural, desde a alta gerência até o chão de fábrica, visto que a dificuldade está, não somente na sua implementação, mas sim, em grande parte, na sua consolidação como ferramenta dentro da organização.
- Refletindo-se ainda sobre a aplicação da TPM em várias indústrias de diferentes segmentos no Brasil, são observadas declarações, em comum, em relação à aplicação da TPM, elucidando que a mesma é uma ferramenta que traz bons e expressivos resultados. Entretanto, existe uma grande dificuldade na sua consolidação depois de implementada, pois, demanda empenho e dedicação de todos.
- A RCM, ao longo dos últimos 20 (vinte) anos, apresenta-se como uma ferramenta, cuja aplicação apresenta crescimento. Assim sendo, observa uma tendência de aumento de sua utilização no Brasil.
- É possível perceber que, semelhante à TPM, a RCM também possui suas dificuldades relacionadas ao comprometimento da equipe, aplicação correta, conhecimento de como deve ser implementada, respaldo da alta gerência, além de existirem confusões em relação a seus conceitos básicos. Contudo, é uma ferramenta utilizada pela Engenharia de Manutenção e aplicada a equipamentos específicos e que deve ser restrita para os ativos mais críticos dentro de uma indústria.
- O RCM exige que sua implementação seja seguida por etapas que passam por algumas ferramentas iniciais como, por exemplo, a FMEA. Para sua implementação, exige-se, também, tempo e conhecimento de seus conceitos básicos e dos resultados que podem ser alcançados com a sua correta aplicação.
- A chave para essa tendência de crescimento do RCM é a versatilidade desta ferramenta, pois pode ser aplicada em equipamentos específicos. A RCM apresenta

facilidade de implementação, pois depende somente das pessoas envolvidas em seu processo de implantação.

- Em relação à Gestão de Ativos, é considerada a mais atual forma de gestão empresarial. Tem como fundamento ter um processo de gestão que envolva todas as fases do ciclo de vida do equipamento, processos e pessoas em busca de resultados estratégicos para a organização.
- Para a realização da Gestão de Ativos existe o auxílio da norma NBR ISO 55000. Para sua implementação é fundamental uma base consistente da Manutenção Industrial na indústria. Faz-se igualmente necessário o apoio e comprometimento de todas as pessoas, desde a alta gerência até o nível operacional da empresa, para que a ferramenta não caia em desuso ou apresente resultados insatisfatórios.
- Sobre esta nova forma de gestão, demonstra-se, por meio desta pesquisa, clara tendência de crescimento de sua utilização pelas empresas, uma vez que é uma norma internacional tida como referência mundial. Portanto, a Gestão de Ativos é um caminho para que a organização busque a excelência, tornando-se, assim, uma empresa de classe mundial.

Por fim, mesmo que não se possam generalizar os resultados aqui encontrados devido, principalmente, aos fatores limitantes supracitados, há que se ressaltar a enorme importância desta pesquisa para o ambiente acadêmico por evidenciar detalhes das principais tendências relativas à utilização das ferramentas de Gestão da Manutenção Industrial no Brasil. Em especial, podem ser citadas as contribuições acerca da evolução de conhecimento atingida pelo pesquisador a respeito do assunto, o que o possibilitou estudar e compreender de forma mais abrangente sobre a evolução e o desenvolvimento da Manutenção Industrial, um setor da indústria que vem se destacando nos últimos anos e se mostra essencial para que a organização alcance seus objetivos.

## REFERÊNCIAS

- ABB. Pesquisa da ABB mostra que a gestão de ativos será cada vez mais importante para o setor ferroviário. **ABB no Brasil**, 2016. Disponível em: <<http://www.abb.com.br/cawp/seitp202/47b3c5d36c42b73183257fbc0044f63c.aspx>>. Acesso em: 18 jun. 2017.
- ALVES, L. M.; OLIVEIRA, F. D. P. Estudo de Implementação do Sistema TPM na Indústria de Alimentos e Seus Ganhos. **Gestão & Conhecimento**, Poços de Caldas, n. 2014, Dezembro 2014.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **Committee E53 on Asset Management**, s.d. Disponível em: <<https://www.astm.org/COMMITTEE/E53.htm>>. Acesso em: 07 jun. 2017.
- ANDERSON, M. R. **FACILITY MAINTENANCE SERIES: Types of Maintenance Programs**. [S.l.]: Smashwords, 2012.
- ARESAGANTE. Fluke Ti400: Câmara Termográfica. **AresAgante**, s.d. Disponível em: <<http://www.aresagante.pt/termografia/fluke-ti400-camara-termografica/>>. Acesso em: 12 Junho 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRALISEIRA DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS (ABRAMAN). Documento Nacional – A Situação da Manutenção no Brasil de 2013. **28º Congresso Brasileiro de Manutenção e Gestão de Ativos**, Salvador, Setembro 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRALISEIRA DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS (ABRAMAN). Documento Nacional - A Situação da Manutenção no Brasil de 2015. **30º Congresso Brasileiro de Manutenção e Gestão de Ativos**, Campinas, Agosto 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRALISEIRA DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS (ABRAMAN). CBMGA E EXPOMAN - Palco de novidades, eficiência e otimismo. **Manutenção & Gestão de Ativos**, Rio de Janeiro, n. 161, 2017. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/Arquivos/477/477.pdf>>. Acesso em: 1 Junho 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS (ABRAMAN). NBR-ISO 55000: Um marco para a Gestão de Ativos. **Manutenção & Gestão de Ativos**, Rio de Janeiro, n. 154, 2017. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/Arquivos/337/337.pdf>>. Acesso em: 1 junho 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR5462: Confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Normalização. **ABNT**, 2014. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br>>. Acesso em: 26 jun. 2017.
- BARAN, L. R. **Manutenção Centrada em Confiabilidade Aplicada na Redução de Falhas**: Um estudo de caso. Ponta Grossa: UTFPR, 2011.

BARROS, A. J. D. S.; LEHFELD, N. A. D. S. **Fundamentos de Metodologia Científica**: Um guia para a iniciação científica. 2. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2000.

BLOOM, N. B. **Reliability Centered Maintenance**: Implementation made simple. [S.l.]: McGraw-Hill, 2006.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION (BSI). **PAS 55**: Asset Management. Londres: BSI, 2008.

CAMP-CONTROLES. Relês, Contatores e Disjuntores. **Camp-Controles**, s.d. Disponível em: <<http://www.campcontroles.com.br/prod-list-left.php?idCat=69&menu=8&uri=reles-contatores-e-disjuntores&s=sub>>. Acesso em: 12 Junho 2017.

CHENG, T. C. E.; PODOLSKY, S. **Just-in-time manufacturing**: an introduction. 2. ed. Londres: Chapman & Hall, 1996. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?id=WL95yzpj1TIC&pg=PA1&hl=pt-BR&source=gbs\\_toc\\_r&cad=4#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=WL95yzpj1TIC&pg=PA1&hl=pt-BR&source=gbs_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false)>. Acesso em: 09 jun. 2017.

CHILD, J.; FAULKNER, D.; TALLMAN, S. B. **Cooperative Strategy**: Managing Alliances, Networks and Joint Ventures. 2. ed. New York: Oxford University Press, 2005.

FAGUNDES, A. M. et al. Estudo de Caso: Análise quantitativa de confiabilidade e disponibilidade de um torno CNC, baseado na metodologia RCM (Reliability Centred Maintenance), aplicado a área de manutenção industrial. **XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Belo Horizonte, 2011.

FARIA, J. G. D. A. **Administração da Manutenção**: sistema P.I.S. São Paulo: Blucher, 1994.

FLORES FILHO, J. F.; MALATO, R. P. Gestão de ativos no MetôRio. In: KARDEC, A., et al. **Gestão de Ativos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2014.

FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FRANCHI, C. M. **Acionamentos Elétricos**. 4. ed. São Paulo: Érica, 2008.

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

JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE (JIPM). **Japan Institute of Plant Maintenance**. Disponível em: <<http://tpm.jmac.co.jp/index.html>>. Acesso em: 10 jun. 2017.

KARDEC, A. et al. **Gestão de Ativos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2014.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção Função Estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção Função Estratégica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.

LIMA, J. R. **Conceitos da Metodologia RCM Aplicados a uma Unidade de Britagem Móvel de Minério de Ferro**. São João del-Rei: Instituto de Capacitação Profissional de São João del-Rei, 2011.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

MAROCCO, G. S. **A Importância da Manutenção Produtiva Total na Melhoria Contínua do Processo**: Um estudo de caso. Juiz de Fora: UFJF, 2013.

MÁRQUEZ, A. C. et al. "The maintenance management framework: A practical view to maintenance management". **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 15, n. 2, p. 167-178, 2009.

MENEGHINI, C.; ZAIONS, D. R. A Manutenção Centrada em Confiabilidade Aplicada a um Sistema de Embalagem de Presunto de uma Indústria Alimentícia. **XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, João Pessoa, Outubro 2016.

MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N. L. **Manutenção - Combate aos Custos da Não-Eficácia - A Vez do Brasil**. São paulo: Makron Books, 1993.

MONCHY, F. **A Função Manutenção**. São Paulo: Durban, 1989.

MORAES, P. H. D. A. **Manutenção Produtiva Total**: estudo de caso em uma empresa automobilística. Taubaté: UNITAU, 2004.

MOTTER, O. **Manutenção Industrial**: o poder oculto na empresa. São Paulo: Hemus, 1992.

MOUBRAY, J. **Manutenção Centrada em Confiabilidade**. Tradução de Kleber Siqueira. 2. ed. Lutterworth: Aladon Ltd, 2000.

NAKAJIMA, S. **Introduction to TPM**. Tradução de Productivity Press. Tokyo: JIPM, 1988.

NASCIF, J. **Ferramentas de Gestão da Manutenção** [mensagem pessoal], Mensagem recebida por <matheus.paulo7@hotmail.com> em 28 jun. 2017.

NASCIF, J.; DORIGO, L. C. THE IMPORTANCE OF MAINTENANCE MANAGEMENT or How to avoid "traps" in Maintenance Management. **Tecém**, Congresso Brasileiro de Manutenção, 2005, Revisado em 2013. Disponível em: <[http://www.tecem.com.br/wp-content/uploads/2013/04/NASCIF\\_E\\_DORIGO\\_-\\_THE\\_IMPORTANCE\\_OF\\_MAINTENANCE\\_MANAGEMENT-\\_PART\\_1.pdf](http://www.tecem.com.br/wp-content/uploads/2013/04/NASCIF_E_DORIGO_-_THE_IMPORTANCE_OF_MAINTENANCE_MANAGEMENT-_PART_1.pdf)>. Acesso em: 22 maio 2017.

OLIVEIRA, C. C. D.; MARTINS, R. F.; XAVIER, A. A. D. P. Aplicação da Manutenção Produtiva Total (TPM): estudo de caso em uma indústria alimentícia. **XVI Simpósio de Engenharia de Produção**, Bauru, 2009.

PINTO, R. G. **A Importância dos Aspectos Básicos da Manutenção para Implantação do RCM**: Um estudo de caso. Santa Bárbara d'Oeste: UNIMEP, 2008.

QUALIDADE MUNDIAL. TPM (Total Productive Management). **Qualidade Mundial Palestras**, s.d. Disponível em: <<http://www.qualidademundial.com.br/tpm>>. Acesso em: 01 Junho 2017.

RAMPAZZO, L. **Metodologia Científica**: para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação. 7. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2013.

SAAD, F. Uso da termografia em manutenção preditiva. **Manutenção & Suprimentos**, 2012. Disponível em: <<http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/conteudo/7343-uso-da-termografia-em-manutencao-preditiva/>>. Acesso em: 12 Junho 2017.

SAI-BR. ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO. **SAI-BR Serviços e Automação Industrial Ltda**, s.d. Disponível em: <<http://www.sai-br.com/engenharia-de-manutencao/>>. Acesso em: 12 Junho 2017.

SCHÜTZ, E. K. **Implementação de Manutenção Produtiva Total - TPM em uma Empresa do Setor Alimentício**. Panambi: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ, 2015.

SELEME, R. **Manutenção Industrial**: mantendo a fábrica em funcionamento. Curitiba: Intersaberes, 2015.

SERRA, G. M. **Manutenção Centrada na Confiabilidade em Equipamento de uma Empresa do Setor Alimentício**. Marília: Univem, 2014.

SHIGUNOV NETO, A.; SCARPIM, J. A. **Terceirização em Serviços de Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Interciência, 2014.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, M. M. D. et al. Um Estudo Sobre a Implementação do TPM (Total Productive Maintenance) e Seus Resultados. **XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Salvador, Outubro 2013.

SILVEIRA, C. B. O que é TPM e Porque esta Ferramenta é tão Popular na Indústria. **Citisystems**, 2016. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/o-que-e-tpm/>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

SOUZA, S. S. D. **Estudo da Influência dos Resultados da Manutenção Centrada em Confiabilidade no Desempenho de um Equipamento Industrial**. Santa Bárbara d'Oeste: UNIMEP, 2003.

SOUZA, S. S. D.; LIMA, C. R. C. Manutenção Centrada em Confiabilidade como Ferramenta Estratégica. **XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Ouro Preto, 2003.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **TPM/MPT: manutenção produtiva total**. São Paulo: Instituto IMAM, 1993.

TAVARES, L. A. **Excelência na Manutenção - Estratégias para Otimização e Gerenciamento**. Salvador: Casa da Qualidade, 1996.

VIANA, H. R. G. **PCM - Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002. 192 p.

VIEIRA BALANCEAMENTOS. Home. **Vieira Balanceamentos: Soluções em Balanceamentos Industriais**, s.d. Disponível em: <<https://vieirabalanceamentos.com.br/>>. Acesso em: 12 junho 2017.

WIREMAN, T. **Total Productive Maintenance**. 2. ed. New York: Industrial Press, 2004.

WORLD PARTNERS IN ASSET MANAGEMENT (WPIAM). Certified Asset Management Assessor Exam in Brazil. **World Partners in Asset Management**, 2017. Disponível em: <<http://www.wpiam.com/38-certified-asset-management-assessor-exam-in-brazil.html>>. Acesso em: 16 jun. 2017.

XAVIER, J. N. Manutenção Classe Mundial. **Congresso Brasileiro de Manutenção**, Salvador, 2000, Revisado em Jan/2015. Disponível em: <<http://www.tecem.com.br/wp-content/uploads/2015/02/GP005-MANUTEN%C3%87%C3%83O-CLASSE-MUNDIAL-Julio-Nascif.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2017.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte: EDG, 1998.

## APÊNDICE A

### Ferramentas de Gestão da Manutenção [mensagem pessoal]

Mensagem por e-mail recebida pelo autor:

Matheus

Acabei de ressuscitar os e-mails desaparecidos e posso lhe passar a minha opinião sobre os três temas.

TPM - Ao contrário do Brasil, onde o TPM é um programa que para ser implementado gera muitos "acontecimentos", no Japão isso faz parte da rotina. Segundo algumas pessoas que constataram isso, nem se usa a denominação TPM pois faz parte do cotidiano.

Como qualquer programa de melhoria, é fundamental o apoio e comprometimento da gerencia (média e alta). Em muitas empresas nacionais, o programa se inicia na supervisão ou média gerencia mas a falta de apoio das gerencias superiores não permite que ele deslanche.

Na realidade o pilar que mais se busca implantar é o Manutenção Autônoma. No entanto, a iniciativa quase nunca é da Operação mas da Manutenção. Com isso ocorrem as seguintes leituras:

- Operação - entende que a Manutenção está querendo passar serviços para ela e isso causa reação contrária.
- Sindicatos - São radicalmente contrários ao programa por entender que além de desvio de função, pode gerar diminuição no quadro da Manutenção e isso não lhe interessa.

O TPM e, particularmente o pilar de Manutenção Autônoma, deve ser implementado gradativamente, a partir de um programa que conte com o COMPROMETIMENTO das Gerencias.

Evidentemente, em algumas empresas a implementação do TPM é mais fácil do que em outras. Vejamos dois exemplos:

Uma empresa que tem operações típicas de usinagem e conformação de metais, como as fornecedoras de partes para a indústria automobilística, tem operadores fixos nas máquinas o que facilita o conceito do EU SOU DONO ou EU CUIDO DA MINHA MAQUINA.

Já em uma Usina de Açúcar e Álcool, uma Cimenteira ou uma Refinaria de Petróleo, não há um operador fixo por máquina. Os operadores acompanham um número razoável de equipamentos e isso não cria, neles, a sensação de donos.

RCM - Manutenção Centrada na Confiabilidade é uma ferramenta muito eficaz. O inglês John Moubray, foi quem propôs essa ferramenta a partir de estudos da indústria aeronáutica buscando maior confiabilidade nos aviões, particularmente a United que fez um estudo que foi a base de tudo.

Como o nome diz, a busca é pela Confiabilidade dos equipamentos e, para tal, há que se fazer uma serie de análises e propor diversas ações.

Naturalmente isso demanda tempo e pessoal dedicado.

Por exemplo, para se fazer uma análise de FMEA ou FMECA gasta-se um bom tempo e, nem sempre há pessoal e tempo disponível para tal nas "Manutenções".



O conselho que posso dar nesse caso é o de priorizar as ações. Aplique RCM para os equipamentos mais críticos pois eles impactam os resultados mais severamente. Se tiver que gastar tempo, gaste-o com quem merece. Não queira fazer isso para todos os equipamentos pois, além de desnecessário, haverá um desestímulo pelo volume de trabalho.

GESTÃO DE ATIVOS - PHYSICAL ASSET MANAGEMENT - Friso ATIVOS FÍSICOS pois o termo ATIVOS é largamente empregado na área econômica. Perceba que há um pensamento (errado) de considerar que Gestão de Ativos é uma coisa só da Manutenção. E não é. A Gestão de Ativos é uma atividade, programa ou projeto que envolve TODA A EMPRESA.

Repare que quando você fala em ciclo de vida de um ativo, está implícito o envolvimento do PROJETO, AQUISIÇÃO, OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E DESCARTE. Isso envolve, no mínimo a ENGENHARIA, MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO, SUPRIMENTOS.

Sem contar que a definição gerencial pode optar pela aquisição do mais barato e menos confiável com consequências danosas pelo resto da vida do ativo.

No livro Gestão de Ativos, procuramos realçar esse aspecto incluindo capítulos dedicados à Suprimentos, Operação e Manutenção.

Outro aspecto que deve ser ressaltado é que a Gestão de Ativos tem que estar ligada ao Planejamento Estratégico da empresa.

Em relação à Manutenção, sugiro que você veja as figuras 7.2 e 7.4 do livro Gestão de Ativos. O que deve ser ressaltado é que o desenvolvimento ou a melhoria na Manutenção se dá sobre uma base ou fundação consistente.

Essa base considera a existência e aplicação de MATRIZ DE CRITICIDADE, PADRÕES E PROCEDIMENTOS E PLANOS DE INSPEÇÃO E DE MANUTENÇÃO.

No entanto (feito dizem os advogados) peço vênia para discordar que na Gestão de Ativos não temos TPM ou RCM.

Veja novamente a figura 7.4. Enquanto o TPM implica na Integração OPERAÇÃO - MANUTENÇÃO, a aplicação de RCM é uma atividade que deve ser desenvolvida pela Engenharia de Manutenção, privilegiando os equipamentos mais críticos.

Espero ter ajudado um pouco e fico à disposição.

Atenciosamente

Julio Nascif

xx-xxxxxxxxx (*suprimido pelo autor*)